



**Hexazinone dans des prises
d'eau potable près de bleuetières**

Saguenay–Lac-Saint-Jean

Septembre 2010



Photos de la page couverture (de haut en bas) :

- Survol d'une bleuetière en 2010 (photo : Cynthia Simard-Poirier, MDDEP).
- Plant de bleuet nain (photo : Isabelle St-Gelais, MDDEP).
- Bleuetière sur sol sableux (photo : Isabelle St-Gelais, MDDEP).

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2010

ISBN 978-2-550-60075-6 (PDF)

© Gouvernement du Québec, 2010

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Rédaction et coordination

Isabelle Giroux¹
Isabelle St-Gelais²

Échantillonnage

Cynthia Simard-Poirier²
Valérie Gobeil²

Révision scientifique

Luc Boily²
Martin Lamontagne²
André Gagnon³
Onil Samuel⁴
Gaétan Roy⁵
Charles Lamontagne⁶

Analyse de laboratoire

Annick Dion-Fortier⁷

Mise en page et graphisme

Murielle Gravel¹
Serge Poirier¹
Lyne Blanchet¹

¹. MDDEP, Direction du suivi de l'état de l'environnement

². MDDEP, Direction régionale du Centre de contrôle environnemental du Saguenay–Lac-Saint-Jean

³. MAPAQ, Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean

⁴. INSPQ, Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

⁵. MDDEP, Direction du secteur agricole et des pesticides

⁶. MDDEP, Direction des politiques de l'eau

⁷. MDDEP, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

Référence bibliographique :

GIROUX, I. et I. ST-GELAIS, 2010. *Hexazinone dans des prises d'eau potable près de bleuetières, Saguenay–Lac-Saint-Jean*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement et Direction régionale du centre de contrôle environnemental du Saguenay–Lac-Saint-Jean, ISBN : 978-2-550-60075-6, 16 p. et 3 annexes

RÉSUMÉ

La culture du bleuet nain ne nécessite pas beaucoup de pesticides en comparaison à d'autres cultures. On y emploie seulement quelques herbicides, notamment l'hexazinone, utilisé pour contrôler la végétation compétitrice. Avec l'expansion des superficies en bleuetières, l'utilisation de ce produit a beaucoup augmenté au cours des dernières années.

Comme l'hexazinone est très soluble dans l'eau, il est particulièrement mobile dans l'environnement et peut facilement se retrouver dans l'eau souterraine et les milieux aquatiques voisins des bleuetières, d'autant plus que les sols sur lesquels se trouvent les bleuetières sont poreux et vulnérables à la contamination.

Un premier programme d'échantillonnage avait été réalisé dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean en 2002, pour vérifier la présence de l'hexazinone dans 25 prises d'eau potable municipales, privées ou individuelles. Les résultats avaient montré la présence de l'hexazinone dans 40 % d'entre elles mais en concentrations relativement faibles. Compte tenu de l'expansion de la culture et de l'augmentation des ventes du produit, l'objectif de la présente étude était de vérifier si des changements étaient survenus depuis l'échantillonnage de 2002.

Des prélèvements ont donc été effectués à nouveau pour la plupart des prises d'eau échantillonnées en 2002. Quelques nouveaux puits ont aussi été échantillonnés. Parmi les 25 prises d'eau échantillonnées en 2009, 19 s'alimentent en eau souterraine et 6 s'alimentent en eau de surface.

Les résultats de 2009 montrent une situation relativement stable en comparaison des résultats de 2002. L'hexazinone est toujours détecté dans 40 % des prises d'eau échantillonnées au Saguenay–Lac-Saint-Jean. Les concentrations mesurées sont, elles aussi, relativement stables pour la plupart des prises d'eau. Les valeurs les plus élevées ont été mesurées dans un puits individuel à L'Ascension-de-Notre-Seigneur (8,9 µg/l), dans deux puits individuels à Saint-Félicien (4,9 µg/l et 1,6 µg/l) et dans le puits municipal de Sainte-Élisabeth-de-Proulx (2,2 µg/l). Des augmentations de concentrations sont notées pour trois puits et une diminution dans un puits, mais pour la majorité des prises d'eau échantillonnées, la situation demeure stable. La concentration maximale mesurée (8,9 µg/l) respecte largement la valeur guide de 400 µg/l pour l'eau potable proposée par l'Environmental Protection Agency (EPA) et jugée acceptable par l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ).

TABLE DES MATIÈRES

1. MISE EN CONTEXTE	1
1.1 Les bleuetières	1
1.2 L'hexazinone	2
1.3 Objectifs du programme de surveillance.....	3
2. MATÉRIEL ET MÉTHODE	4
3. RÉSULTATS	6
3.1 Résultats de la campagne d'été 2009.....	6
3.2 Résultats de la campagne d'automne 2009.....	6
3.3 Les métabolites A, B et D.....	7
4. DISCUSSION	11
4.1 Forces et limites de l'étude	11
4.2 Évolution des concentrations de 2002 à 2009	11
4.3 Concentrations d'hexazinone en fonction de la distance.....	13
CONCLUSION.....	15
BIBLIOGRAPHIE	15
Annexe 1 Caractéristiques des sites de prélèvement en 2009.....	17
Annexe 2 Emplacement des sites de prélèvements en 2009	18
Annexe 3 Comparaison des précipitations totales mensuelles en 2002 et 2009	19

□ **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1	Municipalités où sont situés les sites de prélèvement en 2009	4
Tableau 2	Concentrations d'hexazinone dans les échantillons prélevés en 2002 et 2009	8
Tableau 3	Concentrations d' hexazinone et de ses métabolites en 2009	10
Tableau 4	Évolution des concentrations maximales d'hexazinone entre 2002 et 2009	13

□ **LISTE DES FIGURES**

Figure 1	Évolution des superficies cultivées en bleuet au Saguenay–Lac-Saint-Jean de 1991 à 2009	1
Figure 2	Emplacement des sites de prélèvements et des principales bleuetières en exploitation au Saguenay–Lac-Saint-Jean	5
Figure 3	Proportion des prises d'eau potable affectées par l'hexazinone en 2002 et en 2009	6
Figure 4	Concentration maximale d'hexazinone mesurée aux prises d'eau échantillonnées en 2009	9
Figure 5	Évolution des concentrations d'hexazinone de 2002 à 2009 pour des prises d'eau souterraine	12
Figure 6	Évolution des concentrations d'hexazinone de 2002 à 2009 pour une prise d'eau de surface.....	12
Figure 7	Concentrations d'hexazinone en fonction de la distance par rapport aux bleuetières pour les prises d'eau souterraine et de surface échantillonnées	14
Figure 8	Schéma d'un puits et sens d'écoulement de l'eau souterraine.....	14

1. MISE EN CONTEXTE

1.1 Les bleuetières

Au Canada, deux types de bleuets sont cultivés, le bleuet en corymbe, dont le fruit est plus gros, et le bleuet nain, dont le fruit est plus petit. Le bleuet en corymbe est la plante domestique, tandis que le bleuet nain est la variété sauvage (Robichaud, 2006). La plupart des bleuets produits dans l'est du Canada sont des bleuets sauvages, alors qu'en Colombie-Britannique, c'est le bleuet en corymbe qui est cultivé. Au Québec, la production de bleuets en corymbe est relativement marginale. Le présent rapport traite exclusivement de la production de bleuets nains dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean.

Au Saguenay Lac–Saint-Jean, on dénombre environ 400 bleuetières en exploitation qui couvrent au total une superficie approximative de 27 027 hectares (Gagnon, 2009). Cette culture revêt une grande importance économique pour la région. En plus des activités liées à la culture et à la récolte, la région compte 5 usines de congélation et une usine de déshydratation. Les plus grandes superficies de bleuetières sont situées dans les municipalités de Saint-Félicien, Normandin, Girardville, L'Ascension-de-Notre-Seigneur, Labrecque, Sainte-Jeanne-d'Arc, Saint-Augustin et Saint-David-de-Falardeau, mais on trouve de petites bleuetières dans plusieurs autres municipalités. La majorité des bleuetières sont exploitées sur des terres privées, mais ces bleuetières privées sont de petites superficies. Les plus grandes bleuetières sont exploitées en coopératives sur des lots concédés en location par les municipalités régionales de comtés (MRC) sur les terres publiques intramunicipales. De 2002 à 2009, la région a connu une augmentation de 129 % du nombre de bleuetières en exploitation et une augmentation de 156 % des superficies cultivées (figure 1).

La culture des bleuets se fait maintenant sur une rotation de 2 ans alors qu'il y a quelques années, elle était plutôt sur 3 ans. La première année le plant de bleuet est en croissance végétative et n'est pas productif. La récolte est effectuée au cours de la deuxième année. Certains producteurs récolteront la troisième année. Pour s'assurer d'une récolte continue et relativement stable, les producteurs ont donc des parcelles à différents stades de développement. En général, après la deuxième année, les plants sont fauchés ou brûlés pour favoriser une régénération l'année suivante.

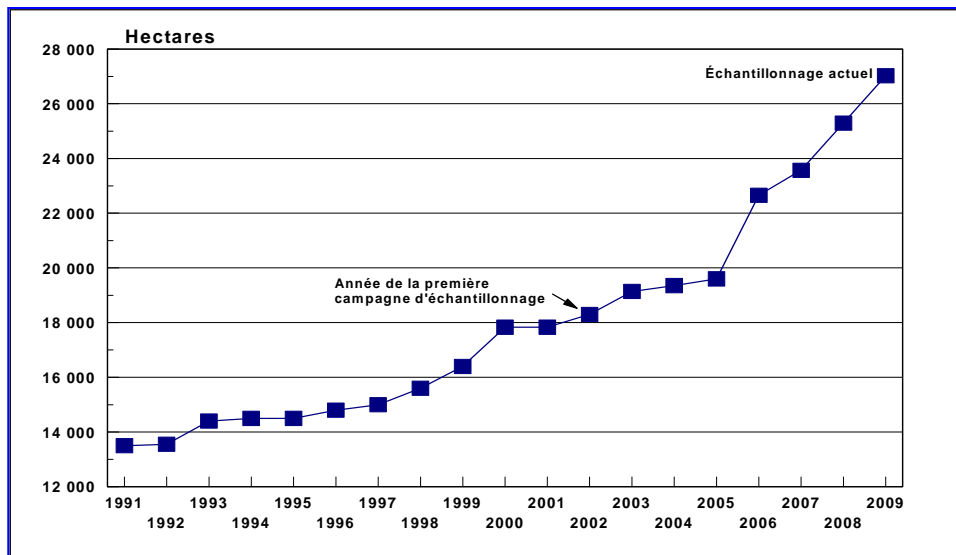


Figure 1 Évolution des superficies cultivées en bleuet au Saguenay–Lac-Saint-Jean de 1991 à 2009

1.2 L'hexazinone

La culture du bleuet nain nécessite peu de pesticides en comparaison à d'autres cultures¹. Essentiellement, trois herbicides y sont employés : l'hexazinone, le glyphosate et le tribénuron-méthyle. Le glyphosate est habituellement appliqué au besoin, par contact avec les plantes compétitrices qui atteignent une hauteur supérieure aux plants de bleuets. Le tribénuron-méthyle est de plus en plus utilisé pour contrôler le quatre-temps. Toutefois, l'hexazinone est le produit le plus utilisé par les producteurs. Cet herbicide est aussi homologué pour utilisation en forêt ou pour les plantations d'arbres de Noël, mais ces usages sont mineurs dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean en comparaison de l'usage dans les bleuetières.

L'hexazinone est un herbicide systémique utilisé pour contrôler la végétation compétitrice (kalmia, comptonie boréale, graminées) dans la bleuetière en régénération. Dans une gestion de culture planifiée sur 2 ans, l'hexazinone est donc appliqué au printemps sur les parcelles précédemment brûlées ou fauchées. Il est appliqué avant l'émergence du plant de bleuet. L'application peut se faire sur toute la surface ou de façon localisée selon l'évaluation de la couverture par les mauvaises herbes. L'hexazinone est vendu sous les appellations commerciales de Velpar ou Pronone. Le Pronone est appliqué sous forme granulaire tandis que le Velpar est aussi vendu sous forme de poudre soluble. L'herbicide est appliqué au sol des bleuetières vers la fin de mai. L'humidité du sol et les pluies en cours de saison favorisent la diffusion du produit dans la zone racinaire où les plantes compétitrices l'absorbent durant leur période de croissance active. Le produit est plus efficace lorsqu'il y a suffisamment de pluie pour le transporter jusque dans la zone racinaire. L'hexazinone peut se dégrader en huit métabolites différents, désignés par les lettres de A à H. Toutefois, seul le métabolite B serait toxique pour les plantes et ne présenterait que 1 % de la toxicité de l'hexazinone (Tu *et al.*, 2001).

L'hexazinone est très soluble dans l'eau (solubilité : 33 000 mg/l) et peut persister dans le sol très longtemps puisque sa demi-vie est de 1 à 12 mois, avec une valeur moyenne de 3 mois. Il se dégrade lentement par photodégradation sous l'action des ultraviolets (Gorse *et al.*, 2002). Ces caractéristiques physiques du produit font que le risque de contamination de l'eau souterraine est élevé. Par ailleurs, dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, les sols où sont habituellement cultivées les bleuetières sont sableux et comportent peu de matière organique; et dans ce type de sol, la nappe d'eau souterraine est particulièrement vulnérable à la contamination. Si l'on ajoute à cela le fait que les ventes moyennes d'hexazinone atteignent des niveaux records depuis 2007 et ont plus que doublé entre 2002 à 2009 (Gorse, 2009), la situation fait craindre une augmentation des concentrations dans les prises d'eau potable.

Les données de toxicité obtenues lors de différentes études de toxicité menées sur le sujet indiquent que l'hexazinone possède une faible toxicité aiguë, que l'exposition soit par voie orale, cutanée ou respiratoire. Par contre, il peut être un irritant oculaire sévère et démontre un potentiel d'irritation cutanée modéré. Dans une étude de cancérogénicité chez les souris, une incidence plus élevée de carcinomes hépatiques a été notée mais aucune différence significative n'a été trouvée lors des comparaisons appariées. Aucun potentiel cancérogène significatif n'a été observé chez les rats (ARLA, 2009), mais, sur la base de ces études, l'hexazinone a été jugé non classifiable quant à son potentiel cancérogène chez l'humain. Les études de mutagénicité n'ont pas révélé de potentiel mutagène pour l'hexazinone (Samuel et Saint-Laurent, 2004). Samuel et Saint-Laurent (2004) concluent d'ailleurs des études expérimentales examinées que l'hexazinone possède une faible toxicité aiguë par les différentes voies d'exposition alors que les effets chroniques sont globalement observés à fortes doses.

Les données écotoxicologiques montrent que l'hexazinone est peu toxique pour les poissons et les invertébrés aquatiques. Toutefois, comme il s'agit d'un herbicide, les plantes aquatiques présentent une plus grande sensibilité à ce produit (Giroux, 2008).

¹ La situation est différente pour la culture du bleuet en corymbe où plusieurs types de pesticides (herbicides, insecticides et fongicides) sont recommandés.



Source : Sophie Maltais, MDDEP, pulvérisateur pesticides



Source : Isabelle St-Gelais, MDDEP, bleuetière sol sableux, 2007

1.3 Objectifs du programme de surveillance

De 1988 à 1993, un premier programme d'échantillonnage, mené par le ministère dans plusieurs puits municipaux ou privés de la région, avait démontré la présence de l'hexazinone dans les puits de Saint-Méthode (aujourd'hui fusionné à Saint-Félicien), Sainte-Jeanne-d'Arc, Saint-Eugène, Labrecque et Girardville. À ce moment, la concentration la plus élevée, soit 7,8 µg/l, avait été mesurée à Saint-Méthode (aqueduc Painchaud-Nugent).

À l'été 2001, au cours d'une étude hydrogéologique réalisée par un consultant pour la municipalité de Labrecque, l'hexazinone avait été mesurée dans l'eau potable à des concentrations de 0,52 µg/l et 0,58 µg/l. Quoique faibles, ces concentrations présentaient des valeurs plus élevées que lors des campagnes antérieures menées par le ministère (0,04 µg/l en 1991). En 2002, il fut convenu de faire un état de situation sur la présence de l'hexazinone dans les prises d'eau (souterraine ou de surface) voisines des bleuetières afin de vérifier une éventuelle augmentation des concentrations de ce produit. Une campagne d'échantillonnage fut alors élaborée et 16 prises d'eau municipales ou privées ainsi que 9 puits individuels furent échantillonnés, pour un total de 25 sites. Les résultats montraient la présence de l'hexazinone dans plusieurs prises d'eau potable. Les concentrations les plus élevées étaient de (6,7 µg/l). Les teneurs étaient faibles et respectaient la valeur guide de 400 µg/l établie par l'Agence de protection de l'environnement américaine (EPA, 2002) et jugée acceptable par l'Institut national de santé publique du Québec (Samuel et Saint-Laurent, 2004) pour l'eau potable. Cependant, la présence du produit dans les eaux souterraines et de surface confirmait la grande mobilité du produit.

Le présent document constitue une mise à jour de la situation sur la présence de l'hexazinone dans les prises d'eau potable (souterraine ou de surface) voisines des bleuetières. La plupart des points d'échantillonnage retenus sont les mêmes que ceux qui ont été échantillonnés en 2002. La campagne d'échantillonnage a été élaborée conjointement par la Direction régionale Saguenay-Lac-Saint-Jean et la Direction du suivi de l'état de l'environnement. Le présent document montre les résultats obtenus en 2009 et les compare à ceux de la campagne d'échantillonnage précédente rapportée par Giroux et al., (2003).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Au cours de l'été 2009, 15 prises d'eau municipales, 1 prise d'eau desservant un réseau d'aqueduc de type récréotouristique et 9 prises d'eau individuelles furent échantillonnées, pour un total de 25 sites (figure 2 et tableau 1). La plupart des prises d'eau échantillonnées sont les mêmes que pour l'année 2002. Parmi les 25 prises d'eau, 19 sont alimentées en eau souterraine et 6 en eau de surface. L'annexe 1 présente les caractéristiques des prises d'eau échantillonnées et l'annexe 2, leur emplacement. La majorité des prises d'eau échantillonnées sont des puits (19) dont 11 sont de type tubulaire et 8 des pointes filtrantes. Six sont des prises d'eau de surface qui tirent leur eau de lacs-réservoirs ou de rivières. La profondeur des puits varie de 4 à 40 mètres et leur distance par rapport aux bleuetières varie de 25 mètres à 5 km. Pour les prises d'eau de surface, la distance par rapport aux bleuetières varie de 2 km à 8 km.

Tous les sites qui présentaient des concentrations d'hexazinone lors de l'échantillonnage d'été ont été échantillonnés à nouveau à l'automne. Pour la période estivale, les échantillons ont été prélevés du 6 au 17 juillet 2009 et, à l'automne, ils ont été prélevés du 12 au 23 octobre 2009. Les périodes d'échantillonnage retenues en 2009 étaient en gros les mêmes que pour la campagne précédente en 2002.

Les analyses ont été effectuées par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). L'hexazinone est extrait de l'échantillon avec du chloroforme. L'extrait organique est concentré à faible volume sous atmosphère d'azote. L'extrait est ensuite injecté dans un chromatographe en phase gazeuse, couplé à un spectromètre de masse (GC-MS) pour quantification et confirmation. L'atrazine-D5 est utilisée comme étalon d'extraction et le 3,3',5,5'-tetrabromobiphényle comme étalon d'injection. La limite de détection de la méthode d'analyse est de 0,01 µg/l pour l'hexazinone, et de 0,1 µg/l, 0,03 µg/l et 0,02 µg/l respectivement pour les métabolites A, B et D.

Tableau 1 Municipalités où sont situés les sites de prélèvement en 2009

Municipalité	Source d'approvisionnement en eau	Statut de la prise d'eau / Nombre de prises d'eau échantillonnées		
		Municipale	Récréotouristique	Individuelle
Saint-David-de-Falardeau	Eau souterraine			2
Saint-Honoré	Eau souterraine	1		
Saguenay (Chicoutimi-Nord)	Eau de surface	1		
Labrecque	Eau souterraine	1		
L'Ascension-de-Notre-Seigneur	Eau souterraine	1		2
Lamarche	Eau souterraine	1		
Saint-Henri-de-Taillon	Eau de surface	1		
Saint-Augustin	Eau souterraine	1		
Sainte-Jeanne-d'Arc	Eau de surface	1		
Saint-Eugène	Eau souterraine	1		
Sainte-Élisabeth-de-Proulx (MRC de Maria-Chapdelaine)	Eau souterraine	1		
Saint-Félicien	Eau souterraine			4
Notre-Dame-de-Lorette	Eau souterraine	1		
La Doré	Eau souterraine	1		
Dolbeau-Mistassini	Eau de surface	2		
Dolbeau-Mistassini	Eau souterraine			1
Péribonka	Eau de surface	1		
Normandin	Eau souterraine		1	
Nombre de points de prélèvements		15	1	9
Nombre total d'échantillons prélevés		15	1	9

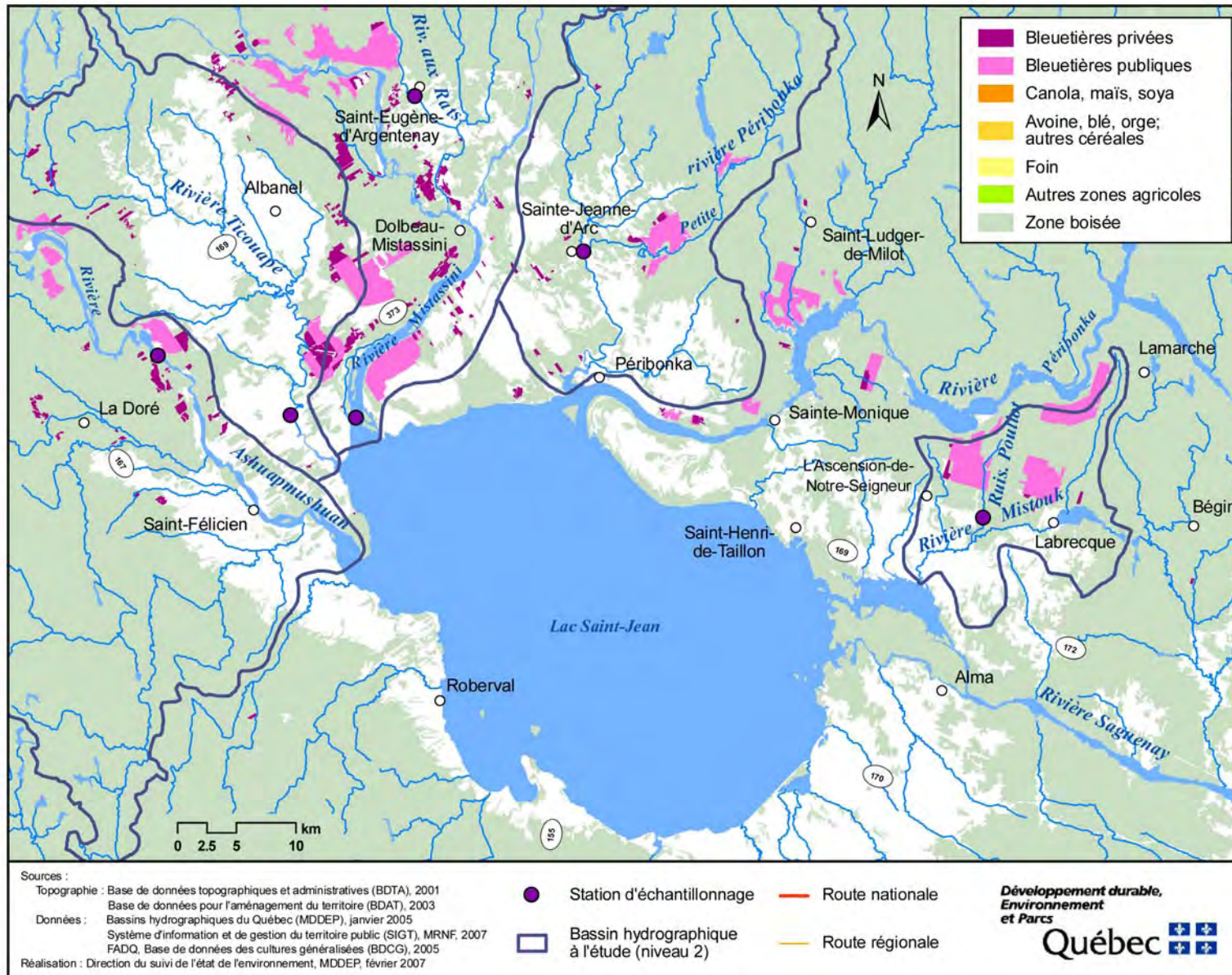


Figure 2 Emplacement des sites de prélèvements et des principales bleuétières en exploitation au Saguenay-Lac-Saint-Jean

3. RÉSULTATS

Parmi les 25 prises d'eau échantillonnées, 10 (40 %) montrent la présence d'hexazinone (figure 3 et tableau 2).

Des 6 prises d'eau qui s'alimentent à même l'eau de surface (rivière ou lac-réservoir) et qui sont situées en aval de grandes bleuetières, 2 présentent des concentrations mesurables d'hexazinone, soit les prises d'eau des municipalités de Sainte-Jeanne-d'Arc et de Péribonka. Les 4 autres prises d'eau qui desservent les municipalités de Saguenay (Chicoutimi-Nord), Saint-Henri-de-Taillon et Dolbeau-Mistassini ne sont pas affectées par le produit.

Les autres prises d'eau dans lesquelles on mesure l'herbicide sont approvisionnées en eau souterraine. La proportion des puits affectés est de 50 %, tant pour les puits municipaux que pour les puits individuels. Les prises d'eau potable où des concentrations d'hexazinone ont été retrouvées permettent de fournir de l'eau potable à 3 905 personnes (annexe 1).

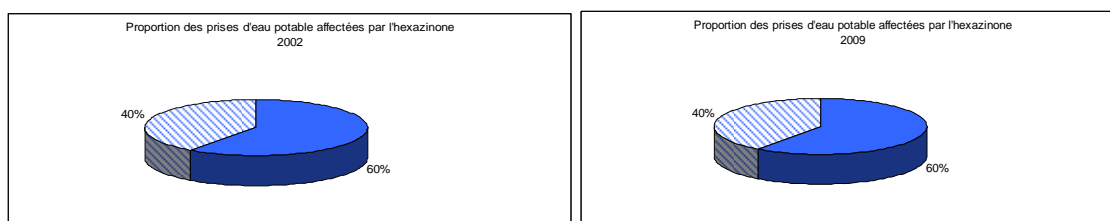


Figure 3 Proportion des prises d'eau potable affectées par l'hexazinone en 2002 et en 2009

3.1 Résultats de la campagne d'été 2009

À l'été, les concentrations les plus élevées ont été mesurées dans un puits individuel à L'Ascension-de-Notre-Seigneur (5,3 µg/l), dans un puits individuel à Saint-Félicien – secteur Saint-Méthode (4,9 µg/l), au puits municipal de Sainte-Élisabeth-de-Proulx – MRC de Maria-Chapdelaine (1,2 µg/l) et dans un puits individuel à Saint-Félicien – secteur Saint-Méthode (1,1 µg/l). À Labrecque, aucune analyse de l'eau prélevée du puits municipal n'a été faite puisque la bouteille a été cassée lors du transport. Des concentrations plus faibles ont été mesurées dans un puits individuel de Saint-David-de-Falardeau – lac Michel (0,69 µg/l), au puits municipal de L'Ascension-de-Notre-Seigneur (0,46 µg/l), aux prises d'eau de Sainte-Jeanne-d'Arc (0,07 µg/l) et de Péribonka (0,01 µg/l) et à un puits individuel de Saint-David-de-Falardeau – lac Marc (0,01 µg/l).

3.2 Résultats de la campagne d'automne 2009

À l'automne, la concentration la plus élevée a encore une fois été mesurée dans un puits individuel à L'Ascension-de-Notre-Seigneur (8,9 µg/l). Ensuite, des concentrations moindres étaient détectées au puits municipal de Sainte-Élisabeth-de-Proulx – MRC de Maria-Chapdelaine (2,2 µg/l), dans un puits individuel à Saint-Félicien (1,6 µg/l sans adoucisseur d'eau et 1,3 µg/l avec adoucisseur d'eau), dans un autre puits individuel à Saint-Félicien (1,4 µg/l) et au puits municipal de Labrecque (0,61 µg/l). Des concentrations plus faibles ont été mesurées au puits municipal de L'Ascension-de-Notre-Seigneur (0,34 µg/l), à la prise d'eau de Sainte-Jeanne-d'Arc (0,08 µg/l) et dans un puits individuel de Saint-David-de-Falardeau – Lac Michel (0,03 µg/l). Les concentrations mesurées étaient toutes en deçà de la valeur guide de 400 µg/l jugée acceptable par l'INSPQ pour l'eau potable. À tous les autres sites de prélèvement, aucune trace du produit n'a été détectée.

3.3 Les métabolites A, B et D

Le métabolite A, dont la limite de détection est plus élevée, a été détecté à 5 reprises à l'automne mais n'a pas été détecté lors de l'échantillonnage d'été. Les métabolites B et D de l'hexazinone ont été régulièrement décelés lorsqu'il y avait confirmation d'hexazinone (tableau 3). Le métabolite D fut retrouvé dans 8 échantillons analysés, plus précisément à 4 reprises à l'été et à 4 reprises à l'automne. Le métabolite B apparaissait dans 12 échantillons analysés autant à l'été qu'à l'automne. Le métabolite B est le seul qui présente une action herbicide, mais son potentiel toxique serait d'environ 1 % de la toxicité de l'hexazinone (Tu *et al.*, 2001).



Source : puits individuel à proximité d'une bleuetière, Isabelle St-Gelais, 2009

Tableau 2 Concentrations d'hexazinone dans les échantillons prélevés en 2002 et 2009

Sites de prélèvements	Concentrations hexazinone (µg/l)			
	2002		2009	
	Été	Automne	Été	Automne
Saint-David-de-Falardeau (puits individuel lac Michel)	1,1	6,7	0,69	0,03
Saint-David-de-Falardeau (puits individuel lac Marc)	n.d.	-	0,01	n.d.
Saint-Honoré (puits municipal)	n.d.	-	n.d.	-
Saguenay (Chicoutimi-Nord, prise d'eau municipale)	n.d.	-	n.d.	-
Labrecque (puits municipal)	0,61	0,68	n.c.	0,61
Labrecque (piézomètre de la MRC)	2,4	-	*	*
L'Ascension-de-Notre-Seigneur (puits municipal)	n.d.	-	0,46	0,34
L'Ascension-de-Notre-Seigneur (puits individuel rang 5)	n.d.	-	n.d.	-
L'Ascension-de-Notre-Seigneur (puits individuel rang 5 Est)	n.d.	-	5,3	8,9
Lamarche (puits municipal)	n.d.	-	n.d.	-
Saint-Henri-de-Taillon (prise d'eau municipale)	n.d.	-	n.d.	-
Saint-Augustin (puits municipal)	n.d.	-	n.d.	-
Sainte-Jeanne-d'Arc (prise d'eau municipale)	0,13	0,08	0,07	0,08
Saint-Eugène (prise d'eau municipale - Lac Cristal)	0,23	0,16	*	*
Saint-Eugène (puits municipal)	-	-	n.d.	-
Sainte-Élisabeth-de-Proulx – MRC de Maria-Chapdelaine (puits municipal)	n.d.	-	1,2	2,2
Saint-Félicien (réseau privé, aqueduc Painchaud-Nugent)	6,7	6,6	*	*
Saint-Félicien (puits individuel A, secteur Saint-Méthode)	2,4	5,9	4,9	1,4
Saint-Félicien (puits individuel B, secteur Saint-Méthode)	1,4	0,82	1,1	1,6
Saint-Félicien (puits individuel C, secteur Saint-Méthode)	-	-	n.d.	-
Saint-Félicien (puits individuel, rivière aux Saumons)	-	-	n.d.	-
Notre-Dame-de-Lorette (puits municipal)	n.d.	-	n.d.	-
La Doré (puits municipal)	n.d.	-	n.d.	-
Dolbeau-Mistassini (réseau privé, Jardin du Monastère)	5,4	5,6	*	*
Dolbeau-Mistassini (puits individuel Sainte-Marguerite-Marie)	n.d.	-	n.d.	-
Dolbeau-Mistassini (prise d'eau de Dolbeau)	-	-	n.d.	-
Dolbeau-Mistassini (prise d'eau de Mistassini)	-	-	n.d.	-
Péribonka (puits individuel A)	n.d.	-	*	*
Péribonka (puits individuel B)	n.d.	-	*	*
Péribonka (prise d'eau municipale)	-	-	0,01	n.d.
Normandin (réseau récréo., camping des Chutes à l'Ours)	0,24	1,5	n.d.	-

n.d.: Non détecté (limite de détection 0,01 µg/l)

n.c. : Non conforme (bouteille de prélèvement manquante – cassée lors du transport)

* Prises d'eau qui n'ont pas été retenues pour la campagne 2009 (n'est pas ou n'est plus utilisé comme source d'approvisionnement en eau potable, site éloigné des bleuetières, etc.)

 Concentrations maximales mesurées en 2002 et en 2009

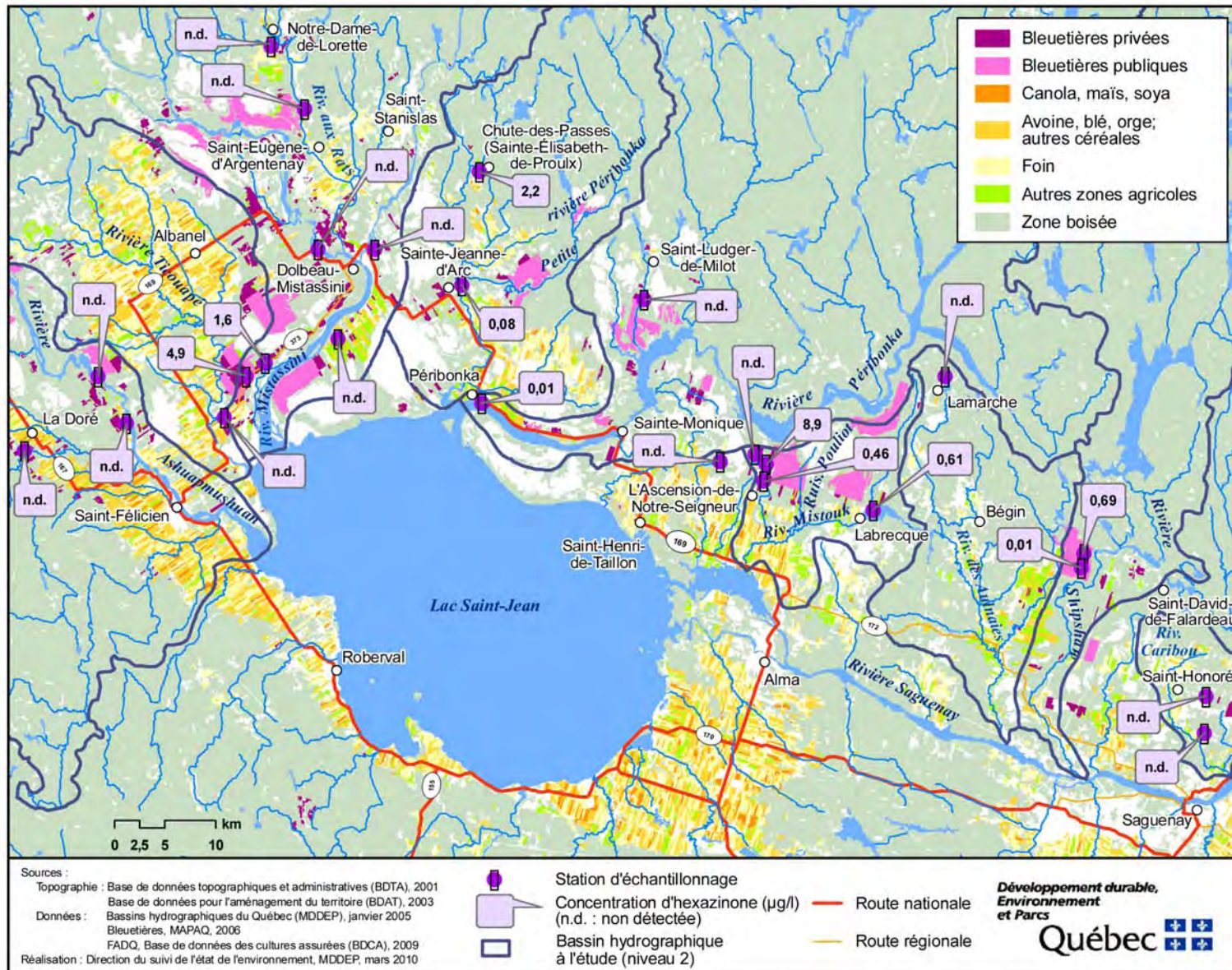


Figure 4 Concentration maximale d'hexazinone mesurée aux prises d'eau échantillonnées en 2009

Tableau 3 Concentrations d' hexazinone et de ses métabolites en 2009

Paramètres	Concentrations hexazinone (µg/l)	
	Été	Automne
Saint-David-de-Falardeau (puits individuel lac Michel)		
Hexazinone	0,69	0,03
Hexazinone (métabolite A)	n.d.	n.d.
Hexazinone (métabolite B)	0,30	n.d.
Hexazinone (métabolite D)	n.d.	n.d.
Saint-David-de-Falardeau (puits individuel lac Marc)		
Hexazinone	0,01	n.d.
Hexazinone (métabolite A)	n.d.	n.d.
Hexazinone (métabolite B)	n.d.	n.d.
Hexazinone (métabolite D)	n.d.	n.d.
Labrecque (puits municipal)		
Hexazinone	n.c.	0,61
Hexazinone (métabolite A)	n.c.	0,10
Hexazinone (métabolite B)	n.c.	0,13
Hexazinone (métabolite D)	n.c.	n.d.
L'Ascension-de-Notre-Seigneur (puits municipal)		
Hexazinone	0,46	0,34
Hexazinone (métabolite A)	n.d.	n.d.
Hexazinone (métabolite B)	0,07	0,05
Hexazinone (métabolite D)	n.d.	n.d.
L'Ascension-de-Notre-Seigneur (puits individuel rang 5 Est)		
Hexazinone	5,3	8,9
Hexazinone (métabolite A)	n.d.	1,3
Hexazinone (métabolite B)	1,5	1,4
Hexazinone (métabolite D)	0,23	0,29
Sainte-Jeanne-d'Arc (prise d'eau municipale)		
Hexazinone	0,07	0,08
Hexazinone (métabolite A)	n.d.	n.d.
Hexazinone (métabolite B)	n.d.	0,03
Hexazinone (métabolite D)	n.d.	n.d.
Sainte-Élisabeth-de-Proulx – MRC Maria-Chapdelaine (puits municipal)		
Hexazinone	1,2	2,2
Hexazinone (métabolite A)	n.d.	0,15
Hexazinone (métabolite B)	0,21	0,23
Hexazinone (métabolite D)	0,02	0,03
Saint-Félicien (puits individuel A, secteur Saint-Méthode)		
Hexazinone	4,9	1,4
Hexazinone (métabolite A)	n.d.	0,34
Hexazinone (métabolite B)	2,2	0,94
Hexazinone (métabolite D)	0,62	0,19
Saint-Félicien (puits individuel B, secteur Saint-Méthode)		
Hexazinone	1,1	1,6*
Hexazinone (métabolite A)	n.d.	0,16
Hexazinone (métabolite B)	0,62	0,58
Hexazinone (métabolite D)	0,36	0,06
Péribonka (prise d'eau municipale)		
Hexazinone	0,01	n.d.
Hexazinone (métabolite A)	n.d.	n.d.
Hexazinone (métabolite B)	n.d.	n.d.
Hexazinone (métabolite D)	n.d.	n.d.

n.d. : Non détecté (limite de détection hexazinone 0,01 µg/l, métabolite A 0,10 µg/l, métabolite B 0,03 µg/l, métabolite D 0,02 µg/l).

n.c. : Non conformité (bouteille de prélèvement manquante – cassée lors du transport).

* : Données utilisées : sans adoucisseur d'eau.

4. DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont permis de documenter la présence de l'hexazinone dans l'eau potable de prises d'eau situées à proximité de bleuetières. Ils couvrent les secteurs où l'on retrouve la plus forte occupation du territoire par la production de bleuets.

Malgré l'augmentation des superficies en bleuetières et l'augmentation des quantités d'hexazinone utilisées entre 2002 et 2009, il n'y a pas de changement notable entre 2002 et 2009 dans la proportion des prises d'eau affectées par la présence d'hexazinone ni dans les concentrations présentes. On ne note pas d'augmentation généralisée des concentrations, mais pas de diminution non plus. L'hexazinone était détecté dans 40 % des prises d'eau échantillonnées en 2002 et est encore détecté dans 40 % des prises d'eau échantillonnées en 2009. Il s'agit donc d'une problématique stable mais relativement répandue dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean.

4.1 Forces et limites de l'étude

Le principal intérêt de l'étude est qu'il permet de statuer sur l'évolution des concentrations pour plusieurs prises d'eau déjà échantillonnées dans le passé et desservant un grand nombre de citoyens. En effet, la majorité (60 %) de ces prises d'eau sont des prises d'eau potable municipales, retenues en raison du plus grand nombre de personnes susceptibles d'être exposées. De plus, comme les prises d'eau retenues sont situées à différents endroits sur le pourtour nord du lac Saint-Jean, on est en mesure de dire que la problématique est relativement répandue dans la région.

Toutefois, si on considère que les prises d'eau individuelles sont habituellement situées plus près des bleuetières, et si l'on tient compte de leur nombre et de leur répartition sur tout le territoire, il est possible que les résultats de la présente étude sous-estiment la proportion des prises d'eau réellement affectées par la présence d'hexazinone.

La comparaison des données de précipitations (annexe 3) relevées de l'année d'échantillonnage 2002 et celles de 2009 montre que le mois d'août 2009 a reçu davantage de pluie que le mois d'août 2002. Cependant, sur l'ensemble de la période de mai à novembre, soit la période couvrant l'application de l'hexazinone jusqu'à l'échantillonnage d'automne, il n'y a pas de grandes différences entre les deux années en ce qui concerne le total des précipitations. (MDDEP, 2010). Les deux années d'échantillonnage sont donc assez comparables quant aux quantités de précipitations.

4.2 Évolution des concentrations de 2002 à 2009

La comparaison des données de 2009 avec celles de 2002 montre que les concentrations d'hexazinone demeurent largement sous la valeur guide acceptée par l'INSPQ. En effet, la concentration maximale d'hexazinone mesurée en 2002 dans les prises d'eau potable est de 6,7 µg/l alors que la concentration maximale mesurée en 2009 est de 8,9 µg/l, ce qui correspond à environ 2/100 de la valeur guide de 400 µg/l.

Le tableau 4 présente l'évolution des concentrations maximales retrouvées dans les prises d'eau affectées en 2002 et en 2009. Une augmentation significative est notée pour un puits individuel situé à L'Ascension-de-Notre-Seigneur (↑ 8,9 µg/l) et au puits municipal de cette municipalité (↑ 0,46 µg/l) alors qu'auparavant le produit n'était pas détecté. Une augmentation est également mesurée au puits municipal de Sainte-Élisabeth-de-Proulx dans la MRC de Maria-Chapdelaine (↑ 2,2 µg/l) alors que l'herbicide n'y était pas détecté lors de la campagne d'échantillonnage précédente. Autrement, une diminution significative des concentrations est notée pour un puits individuel situé à Saint-David-de-Falardeau (↓ 6,01 µg/l). Pour le reste des prises d'eau, les

concentrations sont plus faibles et les variations (augmentations ou diminutions) sont elles aussi relativement faibles. La figure 5 présente l'évolution des concentrations de 2002 à 2009. La situation s'est détériorée en un seul endroit, soit à L'Ascension-de-Notre-Seigneur. Pour le reste, les diminutions ou les augmentations observées étaient relativement faibles.

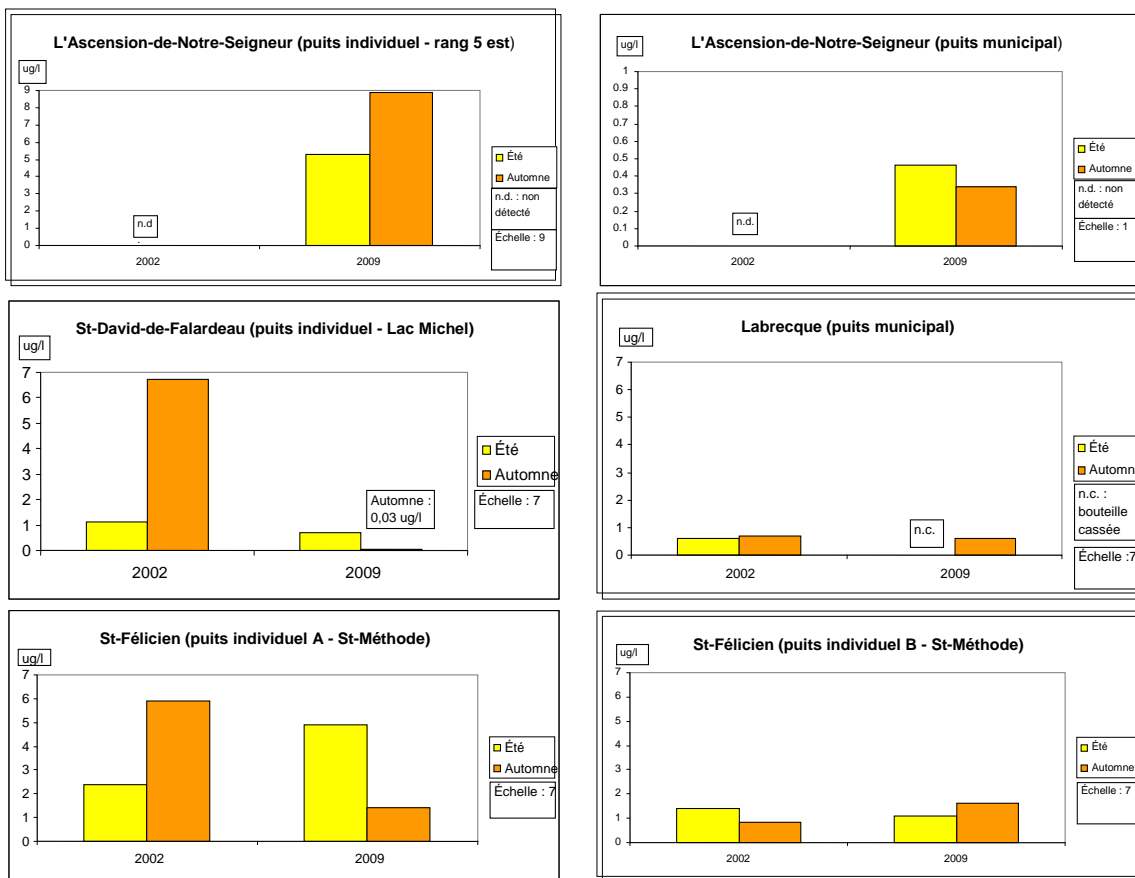


Figure 5 Évolution des concentrations d'hexazinone de 2002 à 2009 pour des prises d'eau souterraine

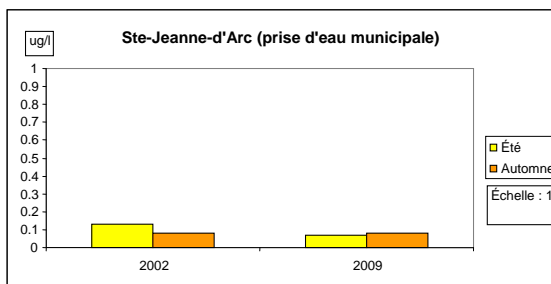


Figure 6 Évolution des concentrations d'hexazinone de 2002 à 2009 pour une prise d'eau de surface

Tableau 4 Évolution des concentrations maximales d'hexazinone entre 2002 et 2009

Sites de prélèvements	2002 (µg/l)	2009 (µg/l)	Diminution ↓ Augmentation ↑ (µg/l)
Saint-David-de-Falardeau (puits individuel, lac Michel)	6,7	0,69	↓ 6,01
Saint-David-de-Falardeau (puits individuel, lac Marc)	n.d.	0,1	↑ 0,1
Labrecque (puits municipal)	0,68	0,61	↓ 0,07
L'Ascension-de-Notre-Seigneur (puits individuel, rang 5 Est)	n.d.	8,9	↑ 8,9
L'Ascension-de-Notre-Seigneur (puits municipal)	n.d.	0,46	↑ 0,46
Sainte-Jeanne-d'Arc (prise d'eau municipale)	0,13	0,08	↓ 0,05
Sainte-Élisabeth-de-Proulx (MRC de Maria-Chapdelaine)	n.d.	2,2	↑ 2,2
Saint-Félicien (puits individuel A, secteur Saint-Méthode)	5,9	4,9	↓ 1,0
Saint-Félicien (puits individuel B, secteur Saint-Méthode)	1,4	1,6	↑ 0,2
Péribonka (prise d'eau municipale)	-	0,01	-

- Augmentation la plus importante
- Diminution la plus importante

Comme l'hexazinone est relativement persistant, il est détecté à des teneurs relativement constantes au cours de la période d'échantillonnage (été et automne) et probablement pour le reste de l'année. Le même constat a été rapporté par Keizer *et al* (2007) au Nouveau-Brunswick. En effet, à la suite d'échantillonnages portant sur une vingtaine de puits situés près de bleuetières, les auteurs concluent que les concentrations d'hexazinone et des ses métabolites sont demeurées constantes tout au long des quatre années de la période d'étude.

4.3 Concentrations d'hexazinone en fonction de la distance

Logiquement, on pourrait s'attendre à ce qu'une prise d'eau située près d'une bleuetière présente des concentrations plus élevées d'hexazinone qu'une autre située plus loin. Toutefois, notons que, dans la présente étude, l'hexazinone a été détecté parfois assez loin des bleuetières.

Parmi les prises d'eau souterraine échantillonnées, la distance la plus éloignée où l'hexazinone a été détecté est de 1 300 mètres. Pour les prises d'eau de surface, l'hexazinone a été détecté jusqu'à une distance de 3,5 et 7 km des bleuetières. La figure 7 illustre les concentrations mesurées aux différentes prises d'eau souterraine et de surface, en fonction de la distance par rapport aux bleuetières.

Pour les prises d'eau en rivière, on comprend facilement que le produit puisse être transporté par le courant jusqu'à des distances relativement éloignées des bleuetières.

En ce qui concerne les eaux souterraines, l'analyse statistique effectuée¹ pour les 19 puits échantillonnés indique effectivement une tendance à la diminution des concentrations, mais, probablement en raison du nombre limité de puits échantillonnés, cette tendance n'est pas significative. Outre la distance, la vitesse et le sens d'écoulement de la nappe d'eau, la nature du sol et l'emplacement du puits par rapport aux bleuetières et au sens d'écoulement de la nappe sont d'autres facteurs qui peuvent aussi expliquer le transport du produit sur de longues distances, ou au contraire, son absence dans des puits relativement rapprochés.

1. Analyse de régression linéaire, corrélation de Spearman et régression logistique effectuées à l'aide de SigmaStat.

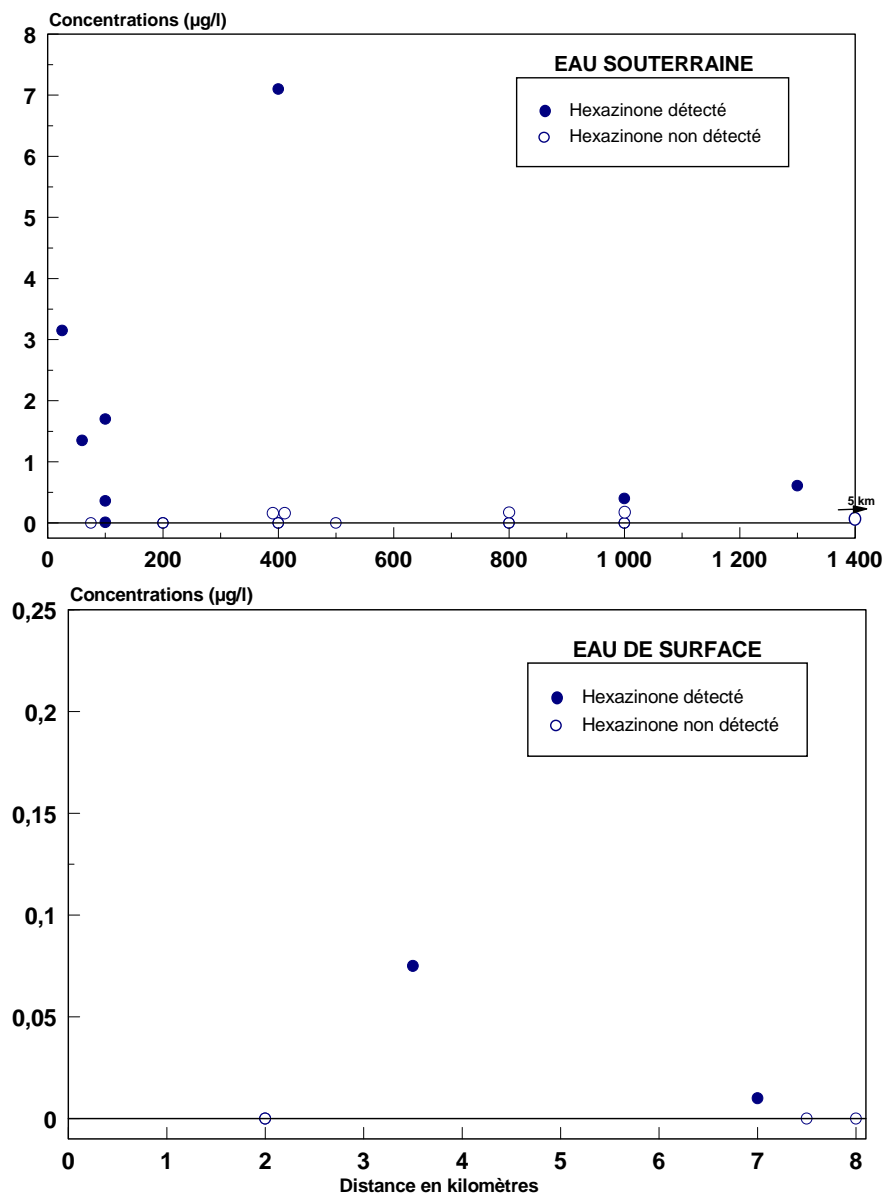


Figure 7 Concentrations d'hexazinone en fonction de la distance par rapport aux bleuétières pour les prises d'eau souterraine et de surface échantillonnées

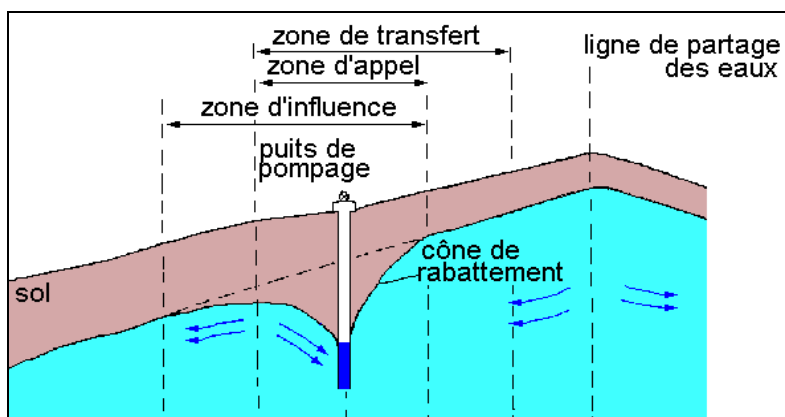


Figure 8 Schéma d'un puits et sens d'écoulement de l'eau souterraine

Les résultats obtenus en 2009 pour le suivi effectué par la MRC de Maria Chapdelaine à partir de 10 piézomètres situés dans des bleuetières cultivées sur des terres publiques intramunicipales ou au pourtour de celles-ci (Gauthier, 2009), indiquent des concentrations qui varient entre 2,4 et 30,4 µg/l. Ces valeurs sont du même ordre de grandeur mais sont souvent un peu plus élevées que celles obtenues dans le contexte de la présente étude, où les puits sélectionnés ne sont pas tous à proximité immédiate des bleuetières. Nos résultats concordent aussi avec ceux obtenus au Nouveau-Brunswick. Dans une étude portant sur 21 piézomètres d'observation situés près de bleuetières, Keizer et al (2007) ont détecté l'hexazinone dans 19 des 21 piézomètres échantillonnés. Les concentrations mesurées variaient entre 1 µg/l et 8 µg/l.

CONCLUSION

Les résultats obtenus lors de ce suivi indiquent qu'il n'y a pas de changement significatif relativement à la présence d'hexazinone dans les prises d'eau potable échantillonnées en 2002 et en 2009.

Parmi les 25 prises d'eau échantillonnées en 2009, 19 sont les mêmes sites qui avaient été échantillonnés en 2002. En 2009, l'hexazinone est encore présent dans 40% des prises d'eau échantillonnées, le même constat avait été fait en 2002. Toutefois, comme cette campagne d'échantillonnage ciblait en priorité des prises d'eau municipales, il est possible que les résultats obtenus sous-estiment la proportion des prises d'eau individuelles affectées.

La comparaison des données de 2009 avec celles de 2002 montre que les concentrations d'hexazinone n'ont pas beaucoup changées. Quelques augmentations ont été observées, notamment pour un puits individuel à L'Ascension-de-Notre-Seigneur (↑ 8,9 µg/l) et au puits municipal de cette même municipalité (↑ 4,6 µg/l) ainsi qu'au puits municipal de Sainte-Élisabeth-de-Proulx, alors que le produit n'y était pas détecté auparavant (↑ 2,2 µg/l). Une diminution des concentrations est observée pour un puits individuel situé à Saint-David-de-Falardeau (↓ 6,01 µg/l). Dans l'ensemble toutefois, les concentrations mesurées présentent de très faibles variations par rapport à 2002. La concentration maximale d'hexazinone mesurée en 2002 dans les prises d'eau potable était de 6,7 µg/l alors qu'elle est de 8,9 µg/l en 2009. Cette concentration respecte largement la valeur guide de 400 µg/l proposée par l'EPA et jugée acceptable par l'INSPQ pour l'eau potable.

En somme, depuis l'étude menée en 2002 bien que les superficies cultivées en bleuet au Saguenay-Lac-Saint-Jean ont augmenté de 156 % et que les ventes d'hexazinone au Québec ont aussi augmenté, il n'y a pas eu de changements significatifs dans l'évolution des concentrations retrouvées dans les prises d'eau potable et la situation demeure relativement similaire. Toutefois, une surveillance régulière est de mise.

BIBLIOGRAPHIE

ARLA, 2009. *Décision de réévaluation : hexazinone RVD2009-08*. Santé Canada, Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, 34 p.

GAGNON, A., 2009. *Répartition des superficies aménagées en bleuetières selon les régions administratives, en 2009*, communication personnelle, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

GAUTHIER, S., *Suivi de la concentration d'hexazinone dans les nappes d'eau souterraine, Bleuetières sur Terres publiques Intramunicipales, MRC de Maria Chapdelaine*. Compilation des campagnes 2001 à 2009, 12 mars 2009, (document interne).

GIROUX, I., 2008. *Bilan sur la présence d'hexazinone dans des cours d'eau près de bleuetières du Saguenay-Lac-Saint-Jean*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN 978-2-550-52437-3, 14 p.

GIROUX, I., Y. GIRARD, H. TREMBLAY, 2003. *Concentrations d'hexazinone dans des prises d'eau potable près de bleuetières du Saguenay-Lac-Saint-Jean*. Québec, ministère de l'Environnement, Envirodoq : n° ENV/2003/0254, 9 p.

GORSE I., F. GRÉGOIRE, C. LAVERDIÈRE, T. ROUSSEL. 2002. *Répertoire des principaux pesticides utilisés au Québec*. Les Publications du Québec, 476 p.

GORSE, I., 2009. *Bilan des ventes de pesticides*, communication personnelle.

KEISER, J.P., K.T.B. MACQUARRIE, P.H. MILBURN, K.V. MCCULLY, R.R. KING, E.J.EMBLETON, 2007. *Long-term Ground Water Quality Impacts from the Use of Hexazinone for the Commercial Production of Lowbush Blueberries*, dans: *Ground Water Monitoring & Remediation*, vol 21, n° 3, p. 128-135.

MDDEP, 2010. *Sommaire climatologique*, stations météorologiques de Labrecque, Péribonka et Normandin, Base de données consultée le 7 juin 2010.

ROBICHAUD, M.J., 2006. *Regards sur l'industrie agroalimentaire et la communauté agricole, Ciels bleus pour les bleuets*, Statistique Canada, n° 21-004-XIF , 9 p.

SAMUEL, O., L. SAINT-LAURENT, 2004. *Présence d'hexazinone dans l'eau de consommation au Saguenay-Lac-Saint-Jean, Toxicité de l'herbicide et appréciation des risques pour la santé humaine*, Institut national de santé publique du Québec, 45 p.

TU et al, 2001. *Hexazinone*. *Weed Control Methods Handbook*, The Nature Conservancy, 9 p.

US EPA (United States Environmental Protection Agency) 2002. *2002 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories*. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, document EPA 822-R-02-038, summer 2002, 19 p.

ANNEXE 1 CARACTÉRISTIQUES DES SITES DE PRÉLÈVEMENT EN 2009

Municipalité	Statut de la prise d'eau	Nombre personnes desservies	Type de prise d'eau	Profondeur puits (mètres)	Distance des bleuetières (mètres)
Saint-David-de-Falardeau	Puits individuel/ lac Michel	1	pointe filtrante	5	100
Saint-David-de-Falardeau	Puits individuel/ lac Marc	2	pointe filtrante	7	100
Saint-Honoré	Puits municipal	3 976	puits tubulaire	30	800
Saguenay (Chicoutimi-Nord)	Prise d'eau municipale	10 000	lac de l'Aqueduc	-	2 000
Labrecque	Puits municipal	1 020	puits tubulaire	18	1 300
L'Ascension-de-Notre-Seigneur	Puits individuel, rang 5	2	pointe filtrante	7	200
L'Ascension-de-Notre-Seigneur	Puits individuel, rang 5 Est	2	pointe filtrante	5	400
L'Ascension-de-Notre-Seigneur	Puits municipal	1 500	puits tubulaire	14	1 000
Lamarche	Puits municipal	578	puits tubulaire	35	5 000
Saint-Henri-de-Taillon	Prise d'eau municipale	500	lac Garnier	-	8 000
Saint-Augustin	Puits municipal	500	puits	20	1 000
Sainte-Jeanne-d'Arc	Prise d'eau municipale	800	rivière petite Péribonka	-	3 500
Saint-Eugène	Puits municipal	350	puits tubulaire	40	75
Sainte-Élisabeth-de-Proulx (MRC de Maria-Chapdelaine)	Puits municipal	167	puits	15	100
Saint-Félicien (secteur Saint-Méthode)	Puits individuel A, Saint-Méthode	10	pointe filtrante	4	25
Saint-Félicien (secteur Saint-Méthode)	Puits individuel B, Saint-Méthode	2	pointe filtrante	5	60
Saint-Félicien (secteur Saint-Méthode)	Puits individuel C, Saint-Méthode	2	pointe filtrante	5	400
Saint-Félicien	Puits individuel/ rivière aux Saumons	2	puits tubulaire	25	500
Notre-Dame-de-Lorette	Puits municipal	75	puits tubulaire	29	200
La Doré	Puits municipal	2 145	puits tubulaire	27	800
Dolbeau-Mistassini	Puits individuel/ Sainte-Marguerite-Marie	2	pointe filtrante	5	400
Dolbeau- Mistassini	Prise d'eau municipale Dolbeau	8 820	rivière Mistassini	-	2 000
Dolbeau-Mistassini	Prise d'eau municipale Mistassini	5 500	rivière Mistassibi	-	7 500
Péribonka	Prise d'eau municipale	401	rivière Péribonka	-	7 000
Normandin	Puits, Camping des Chutes à l'Ours	716	puits tubulaire	25	1 000

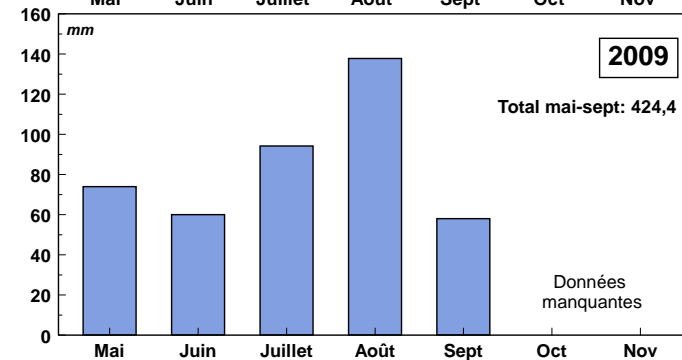
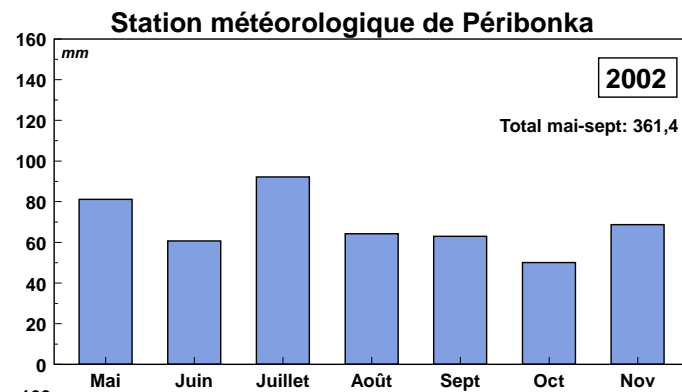
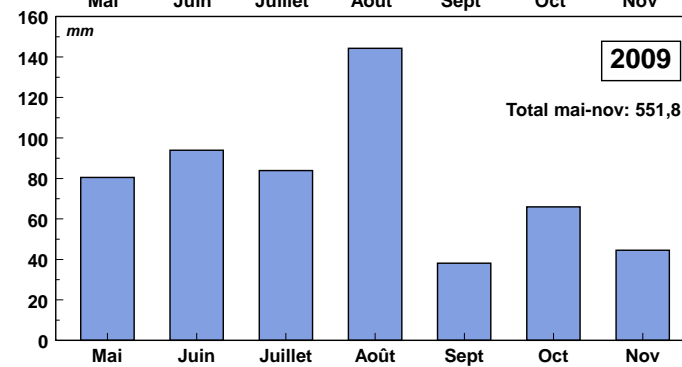
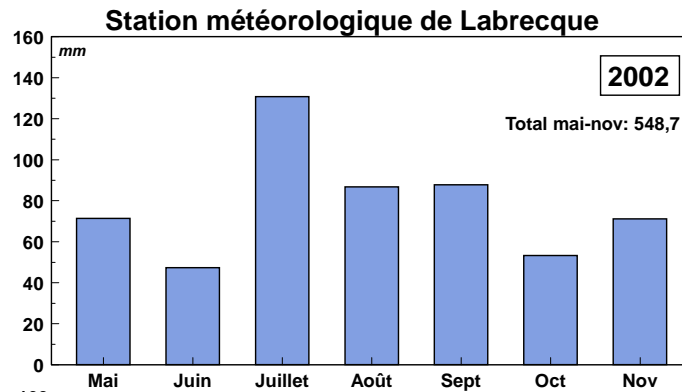
Prise d'eau potable affectée par l'hexazinone en 2009

ANNEXE 2 EMPLACEMENT DES SITES DE PRÉLÈVEMENTS EN 2009

Municipalité	Information sur la prise d'eau	Coordonnées géographiques (UTM NAD 83)
Saint-David-de-Falardeau	Puits individuel, lac Michel	*
Saint-David-de-Falardeau	Puits individuel, lac Marc	*
Saint-Honoré	Puits municipal (station de pompage)	19U 0348798.0 5376936.0
Saguenay (Chicoutimi-Nord)	Prise d'eau municipale, lac de l'aqueduc (station de pompage)	19U 0348685.0 5373282.0
Labrecque	Puits municipal (station de pompage)	19U 0315403.0 5395202.0
L'Ascension-de-Notre-Seigneur	Puits individuel, rang 5	*
L'Ascension-de-Notre-Seigneur	Puits individuel, rang 5 Est	*
L'Ascension-de-Notre-Seigneur	Puits municipal (station de pompage)	19U 0304520.0 5398014.0
Lamarche	Puits municipal (station de pompage)	19U 0322519.0 5408650.0
Saint-Henri-de-Taillon	Prise d'eau municipale, lac Garnier (station de pompage)	19U 0300105.0 5399901.0
Saint-Augustin	Puits municipal (station de pompage)	19U 0292363.0 5415996.0
Sainte-Jeanne-d'Arc	Prise d'eau municipale, rivière Petite Péribonka (station de pompage)	18U 0714223.0 5416831.0
Saint-Eugène	Puits municipal (station de pompage)	18U 0697020.0 5432910.0
Sainte-Élisabeth-de-Proulx (MRC de Maria-Chapdelaine)	Puits municipal (station de pompage)	18U 0714955.0 5428255.0
Saint-Félicien	Puits individuel A, Saint-Méthode	*
Saint-Félicien	Puits individuel B, Saint-Méthode	*
Saint-Félicien	Puits individuel C, Saint-Méthode	*
Saint-Félicien	Puits individuel, rivière aux Saumons	*
Notre-Dame-de-Lorette	Puits municipal (station de pompage)	18U 0693110.0 5438859.0
La Doré	Puits municipal (station de pompage)	18U 0672184.0 5396520.0
Dolbeau-Mistassini	Puits individuel, Sainte-Marguerite-Marie	*
Dolbeau-Mistassini	Prise d'eau municipale Dolbeau, rivière Mistassini (station de pompage)	18U 0699570.0 5419141.0
Dolbeau-Mistassini	Prise d'eau municipale Mistassini, rivière Mistassibi (station de pompage)	18U 0705257.0 5419641.0
Péribonka	Prise d'eau municipale, rivière Péribonka (station de pompage)	18U 0717184.0 5405254.0
Normandin	Puits du camping des Chutes à l'Ours	18U 0678893.0 5404545.0

* Information non mentionnée dans une optique de protection de renseignements personnels.

ANNEXE 3 COMPARAISON DES PRÉCIPITATIONS TOTALES MENSUELLES EN 2002 ET 2009 ET 2009



Annexe 3 (suite). Comparaison des précipitations totales mensuelles en 2002 et 2009

