

**CONCENTRATIONS D'HEXAZINONE
DANS DES PRISES D'EAU POTABLE PRÈS DE
BLEUETIÈRES DU SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN**

Ministère de l'Environnement
Gouvernement du Québec
Mai 2003

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2003

Envirodoq : ENV/2003/0254

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Rédaction et coordination

Isabelle Giroux Direction du suivi de l'état de l'environnement

Planification de l'échantillonnage

Yvan Girard Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean
Louis Langevin Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean
Lisa Gauthier Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean

Isabelle Giroux Direction du suivi de l'état de l'environnement

Hélène Tremblay Direction des politiques du secteur municipal

Révision scientifique

Line Bégin Direction des politiques du secteur agricole
Yvan Girard Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean
Charles Lamontagne Direction des politiques du secteur municipal
Hélène Tremblay Direction des politiques du secteur municipal

Révision linguistique

Isabelle Brochu Direction des communications

Traitement de texte

Pauline Fortin Direction du suivi de l'état de l'environnement

Échantillonnage

Isabelle Saint-Gelais Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean

Analyse de laboratoire

François Houde Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
Carole Veillette Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

CONTEXTE

Les bleuétières

Au Saguenay–Lac-Saint-Jean, on dénombre une centaine de bleuétières qui couvrent une superficie d'environ 18 300 hectares (Lapointe, 2002). Les plus grandes superficies sont situées dans les municipalités de Saint-Félicien, Normandin, Girardville, L'Ascension, Labrecque, Sainte-Jeanne-d'Arc, Saint-Augustin et Bégin, mais on trouve de petites bleuétières dans plusieurs autres municipalités (figure 1). La majorité des exploitants de bleuétières produisent sur des terres privées. Mais ces bleuétières privées sont de petites superficies. Les plus grandes bleuétières sont exploitées en coopératives sur des lots concédés en location par les MRC sur les terres publiques intramunicipales.

La culture des bleuets se fait habituellement sur une rotation de 3 ans. La première année, le plant de bleuet est en croissance végétative et n'est pas productif. Les récoltes sont effectuées au cours de la deuxième et de la troisième année. Pour s'assurer d'une récolte continue et relativement stable, les producteurs ont donc des parcelles (3) à différents stades de développement. En général, lorsqu'une parcelle atteint 3 ans, les plants sont brûlés ou fauchés pour favoriser une régénération l'année suivante.

L'hexazinone

L'hexazinone est un herbicide systémique utilisé pour contrôler la végétation compétitrice (kalmia, comptonie boréale, aulnes, etc.) dans la bleuétière en régénération. Dans une gestion de culture sur 3 ans, l'hexazinone est donc appliqué au printemps sur les parcelles qui ont été brûlées ou fauchées précédemment. Il est appliqué avant l'émergence du plant de bleuets. L'application peut se faire sur toute la surface ou par applications localisées. 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 disponible sous forme de poudre soluble. L'herbicide est appliqué sur le sol des bleuétières vers le début juin. L'humidité du sol favorise la diffusion du produit dans la zone racinaire où les plantes compétitrices l'absorbent pendant leur période de croissance active. Le produit est plus efficace lorsqu'il y a suffisamment de pluie pour transporter le produit jusque dans la zone racinaire.

L'hexazinone est très soluble dans l'eau (solubilité de 33 000 mg/l) et peut persister dans le sol très longtemps puisque sa demi-vie est de 1 à 12 mois, la valeur moyenne étant de 3 mois. Il se dégrade lentement par photodégradation sous l'action des ultraviolets (Gorse *et al.*, 2002). Ces caractéristiques font que le risque de contamination de l'eau souterraine est élevé. Dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, les sols des bleuétières sont sableux. Dans ce type de sol, la nappe d'eau souterraine est particulièrement vulnérable à la contamination.

Contexte et objectif de l'échantillonnage

De 1988 à 1993, un premier programme d'échantillonnage mené par le Ministère dans plusieurs puits municipaux ou privés de la région avait montré la présence d'hexazinone dans les puits de Saint-Méthode (municipalité aujourd'hui fusionnée avec Saint-Félicien), de Sainte-Jeanne-d'Arc, de Saint-Eugène, de Labrecque et de Girardville (annexe 1). La concentration la plus élevée, soit 7,8 µg/l, a été mesurée à Saint-Méthode (aqueduc Painchaud-Nugent). Il n'existe pas de recommandation canadienne quant à la présence d'hexazinone dans l'eau potable, mais il existe une valeur de référence de 400 µg/l actuellement en révision par l'EPA aux États-Unis. Des valeurs de références ont aussi été établies par la Floride (231 µg/l) et le Maine (210 µg/l). La valeur maximale mesurée dans les puits échantillonnés au Saguenay–Lac-Saint-Jean était donc largement inférieure à ces valeurs de référence.

À l'été 2001, au cours d'une étude hydrogéologique réalisée par un consultant pour la municipalité de Labrecque, l'hexazinone a été mesuré dans l'eau potable à des concentrations de 0,52 µg/l et de 0,58 µg/l. Comme ces concentrations, quoique faibles, présentaient des valeurs plus élevées que lors des campagnes antérieures menées par le Ministère (0,04 µg/l en 1991), il a été convenu de faire un état de situation sur la présence d'hexazinone dans les prises d'eau (souterraine ou de surface) voisines des bleuétières afin de vérifier une éventuelle hausse des concentrations de ce produit. La campagne d'échantillonnage a été élaborée conjointement par la Direction régionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean, la Direction du suivi de l'état de l'environnement et la Direction des politiques du secteur municipal. Le présent document montre les résultats de ce programme d'échantillonnage ainsi que ceux obtenus par la municipalité de Labrecque pour différents puits privés et puits d'observation de 2001 à 2002.



Figure 1. Localisation des bleuetières au Saguenay Lac Saint-Jean

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Au cours de l'été 2002, 16 prises d'eau municipales ou réseaux privés ainsi que 9 puits individuels ont été échantillonnés (tableau 1), pour un total de 25 sites. Parmi les prises d'eau échantillonnées, 19 sont alimentées en eau souterraine et 6 sont alimentées en eau de surface. L'annexe 2 présente les caractéristiques des prises d'eau échantillonnées. Tous les sites qui présentaient des concentrations d'hexazinone lors de l'échantillonnage d'été ont été échantillonnés de nouveau à l'automne. Au cours de la période estivale, les échantillons ont été prélevés du 2 au 18 juillet et, à l'automne, du 30 octobre au 5 novembre.

Afin de vérifier l'impact de la chloration sur les concentrations d'hexazinone, l'eau brute et l'eau traitée

de deux réseaux dotés d'un système de chloration ont été échantillonnées. Il s'agit des réseaux de Saint-Eugène et de Saint-Méthode (aqueduc Painchaud-Nugent).

Les analyses de laboratoire ont été réalisées 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 0,04 µg/l.

Tableau 1 Municipalités où des puits municipaux, des réseaux privés ou des puits individuels ont été échantillonnés pour l'analyse de l'hexazinone

Municipalité	Source d'approvisionnement	Statut de la prise d'eau / Nombre de prises d'eau échantillonnées		
		Municipale		Individuelle
		Pas de chloration	Chloration	
Saint-David-de-Falardeau	Eau souterraine			2
Saint-Honoré	Eau souterraine	1		
Saguenay	Eau de surface	1	X	
Labrecque (Saint-Léon), puits municipal	Eau souterraine	1		
Labrecque (Saint-Léon), piézomètre de la MRC	Eau souterraine	1		
L'Ascension (puits municipal)	Eau souterraine	1		
L'Ascension	Eau souterraine			2
Lamarche (Notre-Dame-du-Rosaire)	Eau souterraine	1	X	
Saint-Henri-de-Taillon	Eau de surface	1	X	
Saint-Augustin	Eau souterraine	1		
Sainte-Jeanne-d'Arc (dans riv. Petite Péribonka)	Eau de surface	1	X	
Saint-Eugène	Eau de surface	1	X	
Sainte-Élisabeth-de-Proulx	Eau souterraine	1		
Saint-Félicien (Saint-Méthode, aqueduc Painchaud-Nugent)	Eau de surface	1	X	
Saint-Félicien (Saint-Méthode)	Eau souterraine			2
Notre-Dame-de-Lorette	Eau souterraine	1		
La Doré	Eau souterraine	1	X	
Dolbeau-Mistassini, Jardin du Monastère	Eau de surface	réseau privé 1	X	
Dolbeau-Mistassini (secteur Sainte-Marguerite)	Eau souterraine			1
Dolbeau-Mistassini	Eau souterraine			1
Péribonka	Eau souterraine			1
Normandin, Camping Chute-à-l'Ours	Eau souterraine	réseau privé 1		
Nombre de points de prélèvement			16	9
Nombre total d'échantillons			26	12

RÉSULTATS

Les résultats de l'échantillonnage sont présentés au tableau 2. Parmi les 25 prises d'eau échantillonnées, 10 (40 %) montrent la présence d'hexazinone. Les prises d'eau qui s'alimentent à même l'eau de surface (rivière ou lac réservoir) et situées en aval de grandes bleuétières présentent des concentrations d'hexazinone dans une proportion de 67 %. Parmi les 6 prises d'eau alimentées à même l'eau de surface, seules les prises d'eau de Saguenay et de Saint-Henri-de-Taillon ne sont pas contaminées par l'hexazinone. L'hexazinone est détecté dans les 4 autres (Sainte-Jeanne-d'Arc, Saint-Eugène, aqueduc Painchaud-Nugent à Saint-Méthode, Jardin du Monastère à Dolbeau-Mistassini). La proportion de puits qui présentent de l'hexazinone est de 60 % pour les prises d'eau municipales qui s'alimentent en eau souterraine et de 32 % pour les puits individuels.

Les prises d'eau qui montrent la présence de faibles concentrations d'hexazinone fourniraient de l'eau potable à 2 893 personnes (annexe 1). Les concentrations les plus élevées ont été mesurées dans un puits individuel à Saint-David-de-Falardeau (6,7 µg/l), à la prise d'eau de l'aqueduc Painchaud-Nugent à Saint-Méthode (6,7 µg/l), à un puits individuel de Saint-Méthode (5,9 µg/l) et à la prise d'eau du Jardin du Monastère à Dolbeau-Mistassini (5,6 µg/l). À Labrecque, le piézomètre de la MRC montre une concentration de 2,4 µg/l. Des concentrations plus faibles sont mesurées aux puits municipaux de Labrecque (0,61 µg/l), de Sainte-Jeanne-d'Arc (0,13 µg/l) et de Saint-Eugène (0,23 µg/l et 0,15 µg/l). Les concentrations mesurées sont toutes en deçà de la valeur de référence de 400 µg/l proposée par la *U.S. Environmental Protection Agency* pour l'eau potable (EPA, 2002) et également inférieures à celles de la Floride et du Maine. Les autres puits municipaux ou privés ne montrent aucune trace du produit.

D'après les résultats des échantillons prélevés avant et après la chloration à Saint-Eugène et à Saint-Méthode (aqueduc Painchaud-Nugent), la chloration semble diminuer légèrement les concentrations d'hexazinone dans l'eau, sans toutefois l'éliminer complètement. Compte tenu du nombre limité d'échantillons, il est trop tôt pour conclure de façon définitive sur ce point.

Tendances dans le temps

Les échantillons prélevés à l'été et à l'automne montrent que les concentrations sont demeurées relativement

stables au cours de la période d'échantillonnage, à l'exception de 3 prises d'eau où il y a eu augmentation à l'automne. Ces teneurs constantes semblent d'ailleurs être confirmées par les résultats obtenus pour les puits P1/79 et P-2/94 de Labrecque par le consultant engagé par la municipalité (tableau 3).

Pour les municipalités qui s'alimentent en eau de surface, il est probable que la contamination diminue de façon notable au cours de l'hiver, alors que pour les prises d'eau qui s'alimentent en eau souterraine elle peut persister pendant toute l'année.

Par ailleurs, parmi les prises d'eau échantillonnées en 2002, 7 avaient été analysées pour l'hexazinone au cours de la campagne menée par la direction régionale concernée du ministère de l'Environnement de 1988 à 1993 (annexe 1). La comparaison des données de 2002 avec les données antérieures montre que les concentrations d'hexazinone n'ont pas beaucoup changé (figure 2). Par exemple, les concentrations plus élevées mesurées à Saint-Méthode (aqueduc Painchaud-Nugent) demeurent élevées, tandis que les concentrations plus faibles mesurées à Labrecque demeurent relativement faibles.

Influence de la distance et de l'endroit de prélèvement

Les résultats obtenus par le consultant pour la municipalité de Labrecque sont présentés au tableau 3. Les concentrations les plus élevées mesurées sur le territoire de la municipalité de Labrecque sont de 7,2 et de 7,4 µg/l. Ces concentrations ont été mesurées à des puits d'observation (piézomètres) situés dans ou autour des bleuétières et près de la surface de la nappe d'eau souterraine. Les résultats prélevés à différentes profondeurs aux piézomètres 4, 5 et 6 semblent indiquer une diminution de la concentration d'hexazinone avec la profondeur.

Les résultats obtenus par le consultant pour la municipalité de Labrecque montrent aussi la présence d'hexazinone dans les eaux de surface (tableau 4). Le produit est détecté dans la rivière aux Sables et dans un ruisseau qui longe la bleuétière au nord-est, ainsi qu'au lac Labrecque.

Tableau 2 Résultats d'analyse de l'hexazinone dans les puits municipaux, privés ou individuels du Saguenay–Lac-Saint-Jean en 2002 (µg/l)

Municipalité	Source d'approvisionnement	Prise d'eau municipale		Puits individuel	
		Pas de chloration	Chloration		
Saint-David-de-Falardeau	Eau souterraine			1.	nd
	Eau souterraine			2.	1,1 (6,7)
Saint-Honoré	Eau souterraine	nd			
Chicoutimi-Nord	Eau de surface		nd		
Labrecque (Saint-Léon), puits municipal	Eau souterraine	0,61 (0,68)			
Labrecque (Saint-Léon), piézomètre de la MRC	Eau souterraine	2,4			
L'Ascension (puits municipal)	Eau souterraine	nd			
L'Ascension	Eau souterraine			1.	nd
	Eau souterraine			2.	nd
Lamarche (Notre-Dame-du-Rosaire)	Eau souterraine		nd		
Saint-Henri-de-Taillon	Eau de surface		nd		
Saint-Augustin	Eau souterraine	nd			
Sainte-Jeanne-d'Arc (dans riv. Petite Péribonka)	Eau de surface		0,13 (0,08)		
Saint-Eugène	Eau de surface	0,23 (0,16)	0,15 (0,16)		
Sainte-Élisabeth-de-Proulx	Eau souterraine	nd			
Saint-Méthode (aqueduc Painchaud-Nugent)	Eau de surface	6,7 (6,6)	5,4 (5,2)		
Saint-Méthode	Eau souterraine			1.	1,4 (0,82)
	Eau souterraine			2.	2,4 (5,9)
Notre-Dame-de-Lorette	Eau souterraine	nd			
La Doré	Eau souterraine		nd		
Dolbeau-Mistassini, Jardin du Monastère (réseau privé)	Eau de surface		5,4 (5,6)		
Dolbeau-Mistassini (secteur Sainte-Marguerite)	Eau souterraine				nd
Dolbeau-Mistassini	Eau souterraine				nd
Péribonka					nd
Normandin, Camping Chute-à-L'ours (réseau privé)	Eau souterraine	0,24 (1,5)			
Nombre de points de prélèvement		16		9	
Nombre total d'échantillons		18 (26)		9	(12)

nd : non détecté

() : résultat de l'échantillonnage d'automne

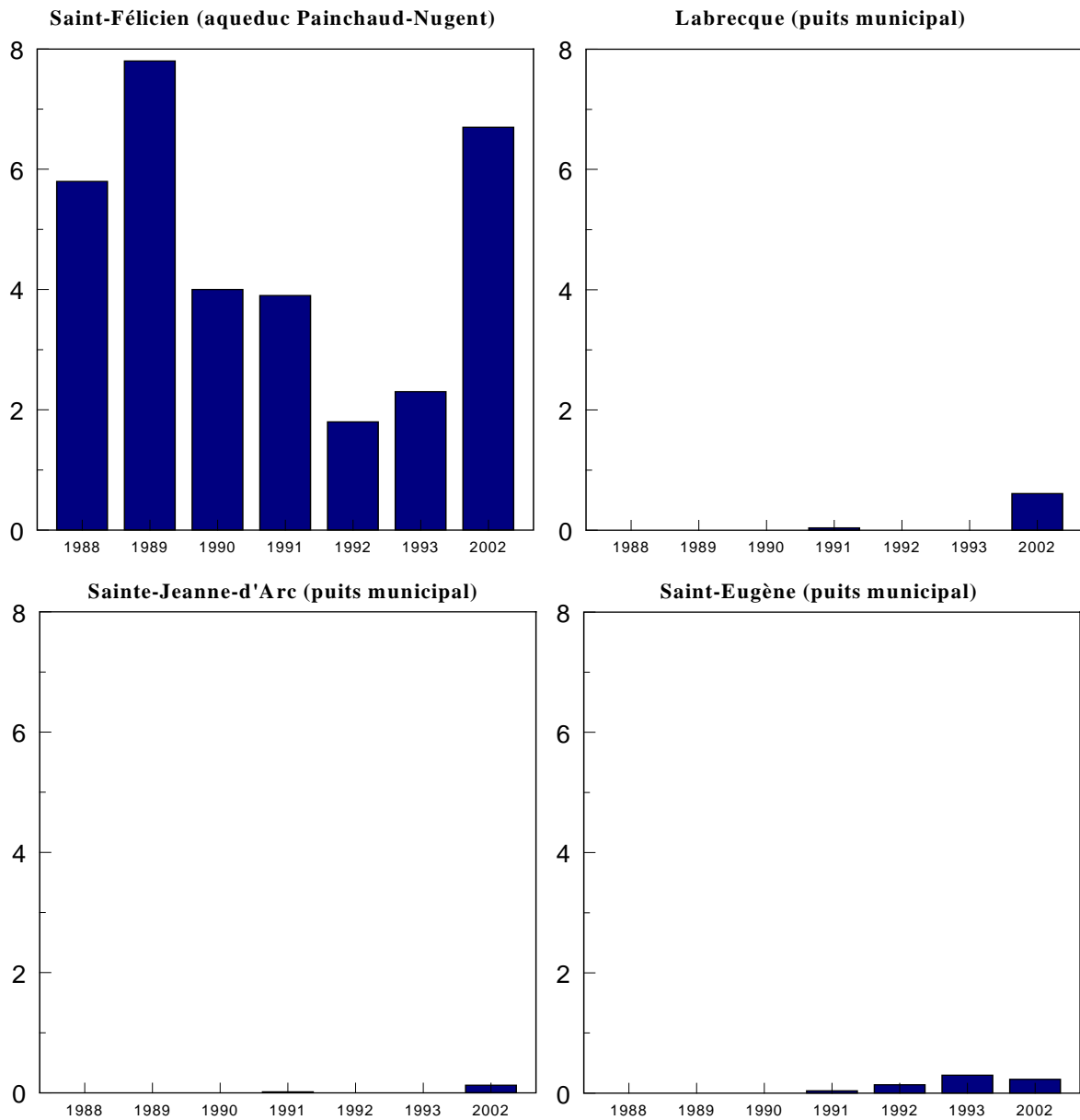


Figure 2 Évolution des concentrations d'hexazinone pour quelques puits (µg/l)

Tableau 3 Résultats d'analyse de l'hexazinone dans l'eau souterraine de la municipalité de Labrecque (µg/l)

Site de prélèvement	27/07/2001	06/09/2001	17/10/2001	x//04/2002	13/08/2002
Puits P-1/79 et P-2/94	0,53	0,52	0,65	0,63	0,64
Puits P-3/01			2,6	2,4	3,6
Piézomètre PZ-5/75			3,5		3,6
Aqueduc, hôtel de ville		0,58			
Résidence privée, lac Rouvier			< 0,04		
Résidence privée, rang 2			< 0,04		
Résidence privée, rang 2			< 0,04		
Piézomètre 4 a, près de la surface					7,2
Piézomètre 4 b, en profondeur					0,19
Piézomètre 5 a, près de la surface					1,1
Piézomètre 5 b, intermédiaire					0,39
Piézomètre 5 c, en profondeur					< 0,04
Piézomètre 6 a, près de la surface					7,4
Piézomètre 6 b, intermédiaire					0,25
Piézomètre 6 c, en profondeur					< 0,04

Source : municipalité de Labrecque

Tableau 4 Résultats d'analyse de l'hexazinone dans l'eau de surface de la municipalité de Labrecque

Site de prélèvement	17/10/2001	x/04/2002	13/08/2002
Rivière aux Sables, site de pompage	0,18	0,52	0,53
Ruisseau secteur NE de la bleuetière	0,49		
Ruisseau extrémité SO de la bleuetière	< 0,04		
Rivière aux Sables au lac Arthur	< 0,04		
Lac Labrecque au nord-ouest			0,41
Lac Labrecque, barrage décharge			0,45

Source : municipalité de Labrecque

Les caractéristiques des prises d'eau échantillonnées en 2002 par le Ministère sont présentées à l'annexe 2. La majorité des prises d'eau échantillonnées sont des puits (19). Ce sont des puits tubulaires (6) ou des pointes filtrantes (9). Quatre prises d'eau sont des citernes alimentées par l'eau souterraine et six sont des prises d'eau de surface qui tirent leur eau de lacs réservoirs ou de rivières.

La profondeur des puits varie de 2 à 34 m. La distance par rapport aux bleuétières varie de 50 m à 8 km, mais pour les prises d'eau où l'hexazinone a été détecté, la distance varie de 50 m à 1 500 m. Les superficies des bleuétières voisines des puits échantillonnés varient de 5 ha à 1 214 ha. Pour les prises d'eau contaminées par l'hexazinone, les superficies varient entre 28 et 1 214 ha.

Comparaison avec d'autres données de suivi de l'hexazinone

En 1988, à la suite d'une demande des producteurs d'arbres de Noël et des propriétaires privés du réseau de distribution d'eau de la municipalité de Saint-Fortunat (la Compagnie d'aqueduc de Saint-Fortunat), le ministère de l'Environnement (Direction régionale de la Capitale-Nationale) avait fait analyser l'eau du puits pour vérifier la présence de simazine et d'hexazinone, deux herbicides utilisés dans la production des sapins de Noël. Pour l'hexazinone, la concentration maximale mesurée était de 22 µg/l (Giroux, 1992).

L'hexazinone a aussi été utilisé par le ministère des Ressources naturelles pour la préparation des zones forestières devant faire l'objet d'un reboisement ou pour l'entretien des plantations. Dans ce contexte, des études de dissipation du produit dans l'environnement ont été effectuées de 1986 à 1996. Dans des ruisseaux naturels voisins des zones traitées, des concentrations pouvant atteindre 15,2 µg/l et même 30 µg/l ont été mesurées (Legris *et al.*, 1987; Legris *et al.*, 1997). Des résidus d'hexazinone sont détectés jusqu'à 3 ans après le traitement, ce qui indique la persistance de ce produit (Legris *et al.*, 1997). La même étude a également permis d'évaluer l'efficacité de bandes de protection de différentes largeurs. En milieu forestier, une bande de 50 mètres permet de réduire les concentrations d'hexazinone mesurées dans l'eau, mais le produit demeure toujours décelable.

À l'Île-du-Prince-Édouard, l'hexazinone a été détecté dans 2 des 10 puits échantillonnés près de bleuétières en 1996 et dans 9 des 11 puits échantillonnés en 1997. Pour 7 d'entre eux, il s'agissait de concentrations traces,

alors que pour les 4 autres les concentrations variaient de 0,63 à 6,7 µg/l. Des résultats similaires ont été observés près de bleuétières en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick et dans le Maine (Mutch, 1997).

En Alberta, l'hexazinone a été détecté dans l'eau souterraine de parcelles de luzerne sur lesquelles le produit avait été appliqué. Pour les 44 échantillons prélevés, les concentrations mesurées varient de 0 à 38 µg/l (Miller *et al.*, 1995).

Selon l'EPA, la contamination de l'eau souterraine par l'hexazinone a été rapportée à Hawaï (0,06-0,72 µg/l), en Floride (0,12-2,9 µg/l), au Maine (0,2-29 µg/l) et en Caroline du Nord (0,74-34 µg/l) (EPA, 1994).

CONCLUSION

En ce qui concerne les prises d'eau ayant été échantillonnées au début des années 90, les concentrations n'ont pas changé de façon notable. La concentration maximale d'hexazinone mesurée en 2002 dans les prises d'eau potable est de 6,7 µg/l, ce qui respecte largement la valeur de référence de 400 µg/l de l'EPA pour l'eau potable ainsi que les valeurs de 231 et 210 µg/l proposées respectivement par la Floride et le Maine.

Les teneurs mesurées sont similaires à ce qui est observé dans d'autres provinces canadiennes ou dans l'est des États-Unis. Au Québec, des concentrations plus élevées ont déjà été rapportées dans l'environnement à la suite de l'utilisation d'hexazinone dans d'autres contextes d'utilisation (utilisation forestière, production d'arbres de Noël).

Toutefois, l'hexazinone est relativement persistant. Cette caractéristique fait qu'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 dans le cas des prises d'eau alimentées en eau souterraine. L'hexazinone est détecté dans 40 % des prises d'eau échantillonnées et, si l'on tient compte des seuls puits échantillonnés, il est présent en faible concentration dans l'eau potable de près de 3 000 personnes. Il s'agit donc d'une problématique assez largement répandue dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Il conviendrait de vérifier l'évolution de cette contamination au cours des prochaines années.

RÉFÉRENCES

EPA, 1994. *Re-registration Eligibility Decision (RED), Hexazinone*, EPA 738-R-94-022.

GIROUX, I., 1992. *Contamination du milieu aquatique et des eaux souterraines par les pesticides au Québec, Revue des différents programmes d'échantillonnage réalisés de 1980 à 1991*, ministère de l'Environnement, Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides, 1992, 74 p.

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

LAPOINTE, R., 2002. *Répartition des superficies aménagées en bleuetières selon les régions administratives, en 2002*, communication personnelle, ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

LEGRIS, J. et G. COUTURE, 1987. *Étude préliminaire des résidus d'hexazinone dans l'environnement suite à des travaux de préparation de terrain en milieu forestier, 1986*, gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, 32 p.

LEGRIS, J., G. COUTURE et P. LÉVEILLÉ, 1997. *Résidus d'hexazinone dans l'eau et les sédiments à la suite de traitements réalisés de 1989 à 1994 en milieu forestier*, ministère des Ressources naturelles, 1997, 40 p.

MILLER, J.J., N. FOROUD, B.D. HILL, C.W. et LINDWALL, 1995. « *Herbicides in Surface Runoff and Groundwater Under Surface Irrigation in Southern Alberta* », *Canadian Journal of Soil Science*, n° 75, p. 145-148.

MUTCH, J. 1997. *Hexazinone Detections in Groundwater*, Notice FPT-1997.11.1.4.

Annexe 1 Résultats de l'échantillonnage de l'hexazinone et de ses métabolites* par le Ministère de 1988 à 1993

	Lieu échantillonné	Date	Concentrations (µg/l)			
			Hexazinone	Métabolite D	Métabolite B	Métabolite A
1988	Municipalité de L'Ascension - Barrage réservoir	01 août	nd	nd	nd	nd
	Notre-Dame-de-Lorette	09 août	nd	nd	nd	nd
	Municipalité de Saint-Eugène	09 août	nd	nd	nd	nd
	Municipalité de Sainte-Jeanne-d'Arc	09 août	nd	nd	nd	nd
	Aqueduc Painchaud-Nugent, Saint-Méthode	10 août	5,8	0,5	0,9	0,8
	Aqueduc Baril et Boilard, Saint-Méthode	10 août	1,6	nd	nd	nd
	Municipalité de Saint-Henri-de-Taillon	16 août	nd	nd	nd	nd
1989	Labrecque (Saint-Léon), station de pompage	16 août	nd	nd	nd	nd
	Aqueduc Painchaud-Nugent, Saint-Méthode	16 août	7,8	-	ND	0,6
1990	Aqueduc Baril et Boilard, Saint-Méthode	16 août	Bouteille brisée			
	Sainte-Jeanne-d'Arc, rue Principale	09 août	nd	nd	nd	nd
	Édifice municipal de Saint-Eugène	09 août	nd	nd	nd	nd
	Dépanneur Notre-Dame-de-Lorette	09 août	nd	nd	nd	nd
	Municipalité de Saint-Léon, rue Labrecque	02 août	nd	nd	nd	nd
	Municipalité de L'Ascension - Barrage réservoir	02 août	nd	nd	nd	nd
	Saint-Henri-de-Taillon, rang S	02 août	nd	nd	nd	nd
	COOP forestière Girardville	14 juin	nd	nd	nd	nd
	Lac de l'Aqueduc	18 juin	nd	nd	nd	nd
	COOP forestière Girardville, riv. Ouasiemska	18 juin	nd	nd	nd	nd
	Puits rang Notre-Dame (Girardville)	18 juin	nd	nd	nd	nd
	Riv. Ouasiemska, Girardville	13 août	nd	nd	nd	nd
	Caserne Girardville	13 août	nd	nd	nd	nd
	Girardville, lac de l'Aqueduc	13 août	nd	nd	nd	nd
	1991	Aqueduc Painchaud-Nugent, Saint-Méthode	13 août	4	nd	nd
Aqueduc Baril et Boilard, Saint-Méthode		13 août	2,4	nd	nd	nd
Saint-Léon		15 août	nd	nd	nd	nd
Municipalité de L'Ascension - Barrage réservoir		15 août	nd	nd	nd	nd
Municipalité de Saint-Henri-de-Taillon		15 août	nd	nd	nd	nd
Sainte-Jeanne-d'Arc			Bouteille brisée			
Édifice municipal de Saint-Eugène		20 août	nd	nd	nd	nd
Dépanneur Notre-Dame-de-Lorette		20 août	nd	nd	nd	nd
Notre-Dame-de-Lorette		06 août	nd	nd	nd	nd
Sainte-Jeanne-d'Arc		29 juillet	0,02	nd	nd	nd
Saint-Eugène		29 juillet	0,04	nd	nd	nd
Saint-Méthode (X rang nord)		29 juillet	3,9	nd	0,44	nd
Saint-Méthode (Y rang nord)		29 juillet	6	0,14	0,05	nd
Municipalité de l'Ascension		30 juillet	nd	nd	nd	nd
Saint-Henri-de-Taillon		30 juillet	nd	nd	nd	nd
Saint-Léon	30 juillet	0,04	nd	nd	nd	
1992	Girardville (rue Notre-Dame)	31 juillet	nd	nd	nd	nd
	COOP forestière Girardville	31 juillet	nd	nd	nd	nd
	Girardville, lac de l'Aqueduc	31 juillet	0,01	nd	nd	nd
	Rue Labrecque	18 juin	0,05	nd	nd	nd
	L'Ascension, poste de pompage	18 juin	nd	nd	nd	nd
	Saint-Eugène, édifice municipal	18 juin	0,14	nd	nd	nd
	Notre-Dame-de-Lorette, édifice municipal	18 juin	nd	nd	nd	nd
1993	Saint-Méthode, X rang nord	18 juin	1,8	nd	0,3	nd
	Saint-Méthode, aqueduc Baril, rang nord	18 juin	3,3	nd	0,5	0,1
	Sainte-Jeanne-d'Arc, édifice municipal	25 juin	nd	nd	nd	nd
	Sainte-Jeanne-d'Arc, rue Principale	21 juin	nd	nd	nd	nd
	Notre-Dame-de-Lorette, rue Principale	21 juin	nd	nd	nd	nd
	Saint-Méthode, X rang nord	21 juin	2,3	nd	0,5	nd
	Saint-Eugène, rue Principale	21 juin	0,3	nd	nd	nd
Saint-Stanislas, rue Principale	21 juin	nd	nd	nd	nd	
L'Ascension, 1 ^{re} avenue	21 juin	nd	nd	nd	nd	
Saint-Léon, édifice municipal	21 juin	nd	nd	nd	ND	

* Dans les années 90, les extraits étaient analysés sur détecteur NPD et confirmés sur GC-MS. Le changement de technique d'analyse a fait en sorte que l'analyse des métabolites n'était pas disponible en 2002.

Annexe 2 Caractéristiques des prises d'eau échantillonnées près des bleuetières en 2002

Municipalité	Statut de la prise d'eau	Chloration		Nbre personnes desservies	Type de prise d'eau	Prof puits / (prof niveau d'eau) (mètres)	Distance des bleuetières (mètres)	Superficie traitée hexazinone (ha)
		Non	Oui					
Saint-DaviddeFalardeau	1. Puits individuel / chalet	X		2	pointe filtrante	20	100	1214
	2. Puits individuel / chalet	X		1	pointe filtrante	7 (2)	100	1214
Saint-Honoré	3. Puits municipal	X		3000	3 citernes	30 (6)	800 à 2000	6
Saguenay	4. Prise d'eau municipale		X	20 000	lac de l'Aqueduc	-	2 km	6
Labrecque	5. Puits municipal	X		1200	puits tubulaire	18	1300	931
	6. Piézomètre de la MRC	X		aucune	puits tubulaire	34	1300	931
L'Ascension	7. Puits municipal	X		1500	puits tubulaire	14	200	1214
	8. Puits individuel / résidence	X		2	pointe filtrante	5	400	1214
	9. Individuelle / résidence	X		2	pointe filtrante	7	1 km	1214
Lamarche	10. Puits municipal		X	450	puits tubulaire	5(1)	5 km	987
Saint-Henri-de-Taillon	11. Prise d'eau municipale		X	600	-	-	8 km	-
Saint-Augustin	12. Puits municipal	X		350	citerne	28(5,5)	1 km	27,5
Sainte-Jeanne-d'Arc	13. Prise d'eau municipale		X	800	rivière Péribonka	-	3,5 km	607
Saint-Eugène	14. Prise d'eau municipale		X	300	lac Crystal	-	75	28,3
Sainte-Élisabeth-de-Proulx	15. Puits municipal	X		200	citerne	15	100	4,8
Saint-Félicien (secteur Saint-Méthode)	16. Puits privé, aqueduc Painchaud-Nugent	X	30	eau de surface	-	300	121,4	
Saint-Félicien (secteur Saint-Méthode)	17. Puits individuel / résidence	X		2	pointe filtrante	5	60	121,4
Saint-Félicien (secteur Saint-Méthode)	18. Puits individuel / résidence	X		10	pointe filtrante	5	200	121,4
Notre-Dame-de-Lorette	19. Puits municipal	X		50	puits tubulaire	9(2)	2 km	24,3
La Doré	20. Puits municipal		X	900	puits tubulaire	27(5)	800	18,2
Dolbeau-Mistassini (Sainte-Marguerite)	21. Prise d'eau privée, Jardin du monastère	X	150	lac réservoir 30 m de diamètre	50	60,7		
Dolbeau-Mistassini	22. Puits individuel / résidence	X		2	pointe filtrante	22	2 km	1052
Dolbeau-Mistassini	23. Puits individuel / chalet	X		12	pointe filtrante	5	1 km	48,6
Péribonka	24. Puits individuel / chalet	X		10	citerne	2	1 km	48,6
Normandin	25. Puits privé-Camping Chute-à-l'Ours	X		400	pointe filtrante	18(4)	1 km	188