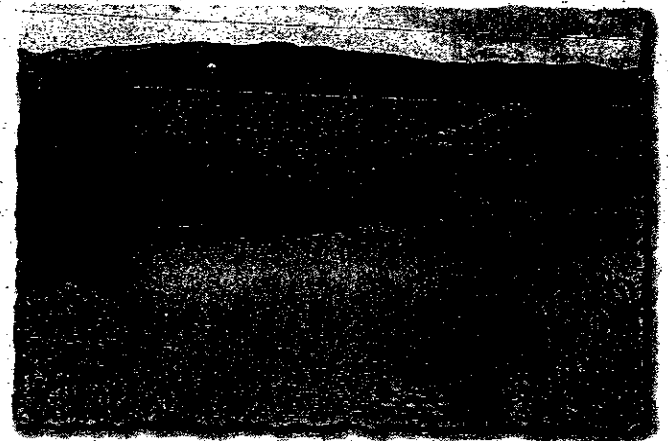


Qualité de l'eau

Contamination de l'eau par les pesticides dans les régions de culture de maïs et de soya au Québec

Campagnes d'échantillonnage
1996, 1997 et 1998



Direction des écosystèmes aquatiques

**CONTAMINATION DE L'EAU PAR LES PESTICIDES DANS LES
RÉGIONS DE CULTURE DE MAÏS ET DE SOYA AU QUÉBEC**

Campagnes d'échantillonnage 1996, 1997 et 1998

par

Isabelle Giroux

**Ministère de l'Environnement
Février 1999**

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 1999
ISBN 2-550-34287-9
Enviroduq : EN990149
QE-118

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Rédaction et coordination	Isabelle Giroux
Traitement statistique des données	André Nadeau ¹
Révision scientifique	David Berryman Richard Desrosiers Marcel Gaucher Isabelle Guay Daniel Savoie Danielle Bernier ² Pierre Lachance ³ Bernard Rondeau ⁴
Révision linguistique	François Belle-Isle
Échantillonnage	Denis Labrie Paul Drolet ⁵ Richard Hébert ⁵ Marie-Claude Jean ⁵ Claudine Léger ⁵ Steve Proulx ⁵
Analyse de laboratoire	
<i>Supervision</i>	Nathalie Dassylva Christian Deblois Marc Gignac Serge Noël
<i>Travail technique</i>	Ginette Gaudreau André Paquet Céline Poulin Carole Veillette
<i>Réception et envois</i>	Patrick Beaumont
Traitement de texte	Nathalie Milhomme

¹ Société Duveinor Ltée, Casier postal 305, 200, rue Hayward, Rivière-du-Loup (Québec), G5R 3Y9

² MAPAQ, Direction des services technologiques, 9^e étage, 200, chemin Sainte-Foy (Québec), G1R 4X6

³ MAPAQ, Direction régionale de Saint-Hyacinthe, 3230, rue Sicotte, Saint-Hyacinthe (Québec), J2S 7B2

⁴ Centre Saint-Laurent, Conservation de l'environnement, Environnement Canada - Région du Québec, 7^e étage, 105, rue Mc Gill, Montréal (Québec), H2Y 2 E7

⁵ Observateurs locaux

CONTAMINATION DE L'EAU PAR LES PESTICIDES DANS LES RÉGIONS DE CULTURE DE MAÏS ET DE SOYA AU QUÉBEC

Référence à citer : Giroux, Isabelle, 1999. *Contamination de l'eau par les pesticides dans les régions de culture de maïs et de soya au Québec, Campagnes d'échantillonnage de 1996, 1997 et 1998*, ministère de l'Environnement, Direction des écosystèmes aquatiques, 24 p, + 5 annexes.

RÉSUMÉ

Au Québec, la culture du maïs vient tout de suite après les cultures fourragères et les pâturages pour l'importance des superficies. Toutefois, alors que les cultures fourragères et les pâturages n'utilisent pas ou très peu les pesticides, la culture du maïs, qui couvre de grandes superficies, utilise la plus grande proportion des pesticides commercialisés au Québec. Les produits utilisés sont surtout des herbicides. Les superficies totales en maïs (grain, fourrager et sucré) ont augmenté d'environ 9 % entre 1992 et 1996, et couvrent maintenant 382 629 hectares.

Aujourd'hui, la culture du maïs est de plus en plus pratiquée en rotation avec celle du soya, qui a connu un essor remarquable au cours des dernières années. Les superficies enregistrées en 1996 sont de 96 693 hectares. Le soya, tout comme le maïs, utilise une gamme variée de pesticides.

En 1992, le ministère de l'Environnement mettait en place un programme de suivi environnemental de la qualité de l'eau spécifiquement axé sur la culture du maïs. Les campagnes de mesures 1992 et 1993 avaient fait l'objet d'un premier rapport. Les résultats de 1994 et 1995 furent présentés dans un deuxième rapport. Les résultats avaient révélé la présence de pesticides dans toutes les rivières échantillonnées (une vingtaine) dans des zones où le maïs est cultivé de façon intensive. La plupart du temps, plusieurs pesticides sont présents en même temps dans l'eau et les concentrations de certains d'entre eux, notamment l'atrazine et le métolachlore dépassent les critères de qualité de l'eau établis pour la protection de la vie aquatique.

Les résultats des campagnes d'échantillonnage effectuées en 1996, 1997 et 1998 montrent que des pesticides sont encore régulièrement détectés, durant l'été, dans les rivières qui drainent les régions où l'on cultive le maïs et le soya. En effet, les quatre rivières retenues pour le suivi à long terme montrent encore la présence de plusieurs produits.

Les pesticides détectés sont surtout des herbicides reliés aux cultures de maïs et de soya. Les herbicides détectés le plus souvent sont, dans l'ordre : l'atrazine, le métolachlore, le bentazone, le dicamba, le diméthénamide, le 2,4-D et la simazine. Mais d'autres herbicides et des insecticides sont aussi détectés.

Même si l'atrazine est encore présente dans 100 % des échantillons prélevés dans les quatre rivières, les concentrations sont généralement plus faibles que les mesures de 1992 et 1993. En effet, l'analyse statistique montre une tendance significative à la baisse des concentrations. Cette baisse est cohérente avec la diminution de l'utilisation de ce produit rapportée dans les bilans de ventes de pesticides effectués par le Ministère.

Par contre, on note l'augmentation des concentrations de métolachlore au cours des dernières années ainsi que l'apparition de plus en plus fréquente dans l'eau du bentazone et du diméthénamide.

De plus, même si les dépassements du critère pour la protection de la vie aquatique sont moins fréquents qu'auparavant pour l'atrazine, ce produit et quelques autres pesticides dépassent encore quelquefois les critères de qualité de l'eau, et peuvent affecter les espèces aquatiques.

Plusieurs herbicides, notamment le dicamba et le MCPA, sont présents dans les quatre rivières échantillonnées en concentrations supérieures aux critères pour l'irrigation des cultures. Ceci implique que des dommages aux cultures pourraient survenir si ces rivières sont utilisées comme source d'alimentation pour l'irrigation.

Les producteurs et productrices de grandes cultures utilisent maintenant une gamme de produits plus diversifiée. Cette situation entraîne une plus grande diversité des pesticides détectés dans l'eau. Pour l'instant, l'état des connaissances scientifiques ne nous permet pas d'évaluer avec certitude le risque de la présence de ces mélanges complexes sur les espèces aquatiques. Selon l'hypothèse d'additivité des effets, de 2 % à 15 % des échantillons prélevés dans le cadre de notre étude présenteraient des teneurs d'herbicides susceptibles d'affecter les espèces aquatiques, en dépit du fait que chaque produit respecte les critères de qualité de l'eau.

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de travail.....	iii
Résumé.....	iv
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des figures.....	vi
INTRODUCTION.....	1
MÉTHODOLOGIE.....	3
Les stations et la fréquence d'échantillonnage.....	3
Les pesticides analysés et les critères de qualité de l'eau.....	3
Le traitement des données.....	7
RÉSULTATS.....	7
Diminution des concentrations d'atrazine et augmentation du métolachlore.....	7
Présence accrue d'autres herbicides.....	11
Dépassements des critères de qualité de l'eau.....	12
Évolution des concentrations de pesticides dans les rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin.....	13
DISCUSSION.....	18
Les effets des pesticides pour les espèces aquatiques.....	18
CONCLUSION.....	20
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	21

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 Méthodes d'analyse des pesticides et limites de détection
- Annexe 2 Résultats d'analyse des rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis, Saint-Zéphirin et Yamaska, 1992 à 1998
- Annexe 3 Statistiques descriptives par rivière
- Annexe 4 Évolution des concentrations dans les rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin, 1992 à 1998
- Annexe 5 Mécanismes de transport de l'atrazine et de ses produits de dégradation vers les cours d'eau

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Pesticides recommandés par le CPVQ pour la culture du maïs	1
Tableau 2	Pesticides recommandés par le CPVQ pour la culture du soya	2
Tableau 3	Superficies (km ²) et proportions du bassin versant (%) par type de culture en amont des stations d'échantillonnage en 1996.....	5
Tableau 4	Critères de qualité de l'eau pour les pesticides analysés (µg/L)	6
Tableau 5	Fréquence moyenne de détection des pesticides (%) dans les rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin de 1992 à 1998	8
Tableau 6	Analyse statistique des tendances de l'évolution des concentrations des pesticides les plus fréquemment détectés	9
Tableau 7	Fréquence moyenne de dépassement (%) des critères de qualité pour la protection de la vie aquatique dans l'eau des rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin de 1992 à 1998	9
Tableau 8	Fréquence de dépassement (%) du critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique pour l'atrazine.....	9
Tableau 9	Fréquence de dépassement (%) du critère de santé humaine (consommation d'organismes aquatiques) pour l'atrazine.....	9
Tableau 10	Fréquence de dépassement (%) des critères de qualité de l'eau pour l'irrigation des cultures.....	9

Figure 2	Localisation des stations d'échantillonnage pour la mesure des pesticides utilisés dans les cultures de maïs et de soya	4
Figure 3	Tendances temporelles pour l'atrazine et le métolachlore	10
Figure 4	Concentrations de quelques herbicides décelés dans la rivière Chibouet (µg/L)	14
Figure 5	Concentrations de quelques herbicides décelés dans la rivière des Hurons (µg/L).....	15
Figure 6	Concentrations de quelques herbicides décelés dans la rivière Saint-Régis (µg/L).....	16
Figure 7	Concentrations de quelques herbicides décelés dans la rivière Saint-Zéphirin (µg/L).....	17

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Évolution de la proportion (%) des ventes agricoles de quelques herbicides au Québec.....	2
----------	---	---

INTRODUCTION

Au Québec, la culture du maïs vient tout de suite après les cultures fourragères et les pâturages quant à l'importance des superficies. Les superficies en maïs ont augmenté d'environ 9 % entre 1992 et 1996. Alors qu'elles étaient de 353 165 hectares en 1992, elles occupent en 1996 une superficie de 383 629 hectares (Statistique Canada, 1996). Le maïs grain et le maïs fourrager, servant à l'alimentation animale, sont prédominants. Le maïs sucré destiné à l'alimentation humaine n'occupe que 3 % de la superficie totale en maïs.

Les cultures fourragères et les pâturages utilisent peu ou pas de pesticides. En raison de la superficie importante qu'elle couvre, la culture du maïs est donc celle qui utilise la plus grande proportion des pesticides commercialisés au Québec. Les produits utilisés sont surtout des herbicides.

Aujourd'hui, la culture du maïs est de plus en plus pratiquée en rotation avec celle du soya. Ces dernières années, la culture du soya a connu une augmentation de popularité au Québec. Les superficies en culture qui étaient de 20 319 hectares en 1992 (MAPAQ, 1993) sont passées à 96 693 hectares en 1996 (Statistique Canada, 1996). L'industrie agricole estime que les superficies actuelles sont de l'ordre de 120 000 hectares et qu'à moyen terme, elles rejoindront les superficies en maïs, comme cela s'est produit en Ontario (Lachance, 1998). Les techniques de culture se sont raffinées et un plus grand nombre de cultivars sont aujourd'hui disponibles. Le soya cultivé au Québec est principalement utilisé pour la production de tourteau pour l'alimentation animale, mais la production alimentaire (huile, lait de soya, tofu, yuba, miso, natto, sauce soya, germes, etc) destinée au marché asiatique est en expansion (CPVQ, 1996).

Les tableaux 1 et 2 identifient les pesticides recommandés au Québec pour la répression des mauvaises herbes et autres ravageurs dans le maïs et le soya. La figure 1 montre l'évolution de la proportion des ventes agricoles de quelques herbicides au Québec depuis le début de notre programme d'échantillonnage en 1992. L'atrazine et le métolachlore sont encore les produits les plus utilisés, quoique l'atrazine affiche une légère baisse d'utilisation. Toutefois, on note une hausse marquée pour le glyphosate et légère pour le bentazone. Une augmentation plus notable du bentazone sera probablement confirmée par les bilans des ventes de 1997 et 1998. Les bilans des ventes marquent aussi l'apparition du diméthénamide, de l'imazéthapyr,

Tableau 1 Pesticides recommandés par le CPVQ pour la culture du maïs

	Ingrédient actif	Nom commercial ¹
Herbicides	Atrazine	480 SU
	Atrazine/dicamba	MARKSMAN
	Atrazine/2,4-D ester	SHOTGUN
	Bentazone	BASAGRAN
	Bentazone/atrazine	LADDOK
	Bromoxynil	PARDNER
	Bromoxynil/MCPA	BUCTRIL
	Butilate	SUTAN
	Butilate/atrazine	SUTAZINE
	Clopyralide/flumésulam	FIELDSTAR
	Clopyralide/flumésulam/ 2,4-D	STRIKER
	Cyanazine	BLADEX
	Dicamba	BANVEL
	Diméthénamide	FRONTIER
	EPTC	ÉRADICANE
	Glyphosate	ROUNDUP, GLYFOS
	Glyphosate TMS	TOUCHDOWN
	Linuron	LOROX
	MCPB/MCPA	TROPOTOX
	Métolachlore	DUAL
	Métolachlore/atrazine	PRIMEXTRA
	Paraquat	GRAMOXONE
	Pendiméthaline	PROWL
Pyridate	LENTAGRAN	
Rimsulfuron	ELIM	
Rimsulfuron/nicosulfuron	ULTIM	
2,4-D/mécoprop/dicamba	KIL-MOR	
Insecticides	Carbaryl	SEVIN
	Carbofuran	FURADAN
	Chlorpyrifos	LORSBAN, PYRIFOS
	Cyperméthrine	CYMBUSH, RIPCORD
	Deltaméthrine	DECIS
	Endosulfan	THIODAN
	Méthomyl	LANNATE
	Oxydemeton-méthyl	METASYSTOX
	Parathion	PARATHION
	Perméthrine	AMBUSH, POUNCE
	Phorate	CYGARD
	Pyrimicarbe	PIRIMOR
	Tefluthrine	FORCE
	Trichlorfon	DYLOX
	Terbufos	COUNTER
Traitement de semences	Diazinon/lindane/captane	DLC

CPVQ, 1997 ; CPVQ, 1998

¹ La liste des noms commerciaux n'est pas exhaustive. Seuls quelques produits sont mentionnés à titre d'exemple.

du nicosulfuron et du rimsulfuron. Ces produits ne représentent encore qu'une faible proportion de la

quantité des herbicides utilisés, mais leur usage est en croissance. Par ailleurs, comme ils sont appliqués à quelques grammes à l'hectare, il est probable que le total des quantités vendues n'atteignent jamais celui des autres produits. Efficaces à plus faibles doses, ils peuvent aussi présenter un risque pour l'environnement.

Tableau 2 Pesticides recommandés par le CPVQ pour la culture du soya

	Ingrédient actif	Nom commercial ¹
Herbicides	Acifluorfen	BLAZER
	Acifluorfen/bentazone	STORM
	Bentazone	BASAGRAN
	Clethodim	SELECT
	Diclofop-méthyl	HOE-GRASS
	Diméthénamide	FRONTIER
	Diquat	REGLONE, REGLONE
	Éthalfuraline	EDGE D.C.
	Fénoxaprop-éthyl	EXCEL-SUPER
	Fluazifop-butyl	FUSILADE, VENTURE
	Flumésulam/métolachlore	BROADSTRIKE/DUAL
	Fomesafen	REFLEX
	Glyphosate	ROUNDUP, GLYFOS
	Glyphosate TMS	TOUCHDOWN
	Imazéthapyr	PURSUIT
	Linuron	LOROX
	Méthylfensulfuron	PINNACLE
	Métobromuron	PATORAN
	Métolachlore	DUAL
	Métolachlore/linuron	CHECK MATE EC
Métribuzine	METRIBUZINE	
Monolinuron	AFESIN	
Paraquat	GRAMOXONE	
Quizalofop-éthyl	ASSURE	
Séthoxydime	POAST	
Trifluraline	TREFLAN, RIVAL	

CPVQ, 1997

¹ La liste des noms commerciaux n'est pas exhaustive. Seuls quelques produits sont mentionnés à titre d'exemple.

En 1992, le ministère de l'Environnement instaurait un programme de suivi des pesticides portant sur la culture du maïs. Les premiers résultats des campagnes d'échantillonnage ont montré que la plupart des herbicides utilisés pour le maïs sont détectés dans l'eau des rivières et sont parfois présents en concentrations qui dépassent les seuils établis pour la protection de la vie aquatique. Depuis lors, de nombreuses stations échantillonnées ont révélé la présence d'herbicides provenant de la culture du maïs. Ce sont celles des

rivières des Fèves (bassin de la rivière Châteauguay), Saint-Régis, de la Tortue, l'Acadie et des Hurons (bassin de la rivière Richelieu), Salvail, à la Barbut, David, Chibouet, Noire et Yamaska (bassin de la rivière Yamaska), Saint-Esprit, l'Achigan et le ruisseau des Anges (bassin de la rivière L'Assomption), des rivières Bayonne, Saint-Zéphirin (bassin de la rivière Nicolet), Blanche (bassin de la rivière Bécancour) et Beaurivage (bassin de la rivière Chaudière).

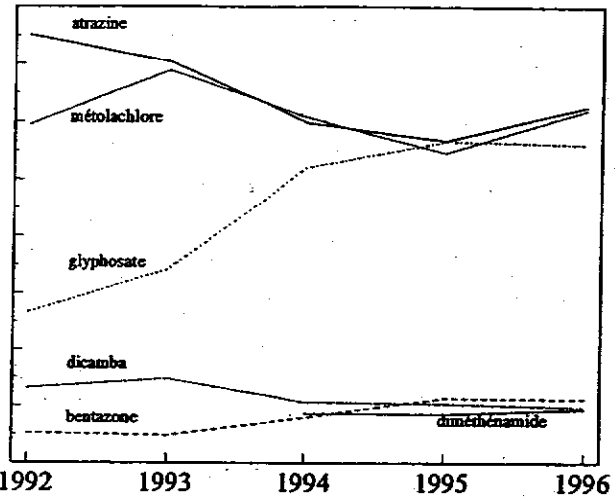


Figure 1 Évolution de la proportion (%) des ventes agricoles de quelques herbicides au Québec

Parmi ces stations, quatre furent retenues pour vérifier l'évolution à long terme de la contamination. Ce sont celles des rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin. Étant situées dans de petits tributaires et très près des champs en culture, elles présentaient une contamination importante. Elles ont été aussi choisies pour couvrir différents secteurs de la grande région de culture intensive du maïs. Pour avoir un aperçu du gradient amont-aval des concentrations de pesticides ainsi que des concentrations présentes à l'embouchure des tributaires du Saint-Laurent, nous effectuons aussi un suivi à l'embouchure de la rivière Yamaska. De plus, pour tenir compte de la popularité croissante de la rotation maïs-soya, des herbicides utilisés dans le soya sont graduellement ajoutés à la liste des paramètres analysés.

L'objectif du programme de suivi est de vérifier l'évolution à long terme de la contamination par les pesticides dans les régions où le maïs et le soya occupent des superficies importantes, afin d'orienter les efforts de réduction de l'utilisation de ces produits en agriculture. Le présent rapport montre l'évolution de la contamination en 1996, 1997 et 1998 pour les quatre rivières retenues pour le suivi à long terme.

MÉTHODOLOGIE

Les stations et la fréquence d'échantillonnage

La localisation des stations échantillonnées depuis 1992 est présentée à la figure 2. Les quatre stations retenues pour le suivi à long terme sont celles des rivières Chibouet (bassin de la rivière Yamaska), des Hurons (bassin de la rivière Richelieu), Saint-Zéphirin (bassin de la rivière Nicolet) et de la rivière Saint-Régis. Ces dernières années, nous avons aussi fait des prélèvements à l'embouchure de la rivière Yamaska. Les superficies en maïs, en soya et autres cultures de ces bassins, en 1996, sont présentées au tableau 3.

L'analyse des résultats d'échantillonnage de 1992 avait démontré qu'une fréquence de trois échantillons par semaine permettait de vérifier de façon optimale la fréquence de dépassement des critères de qualité de l'eau. En 1996, 1997 et 1998, comme pour les années antérieures, l'échantillonnage a donc été réalisé à une fréquence de 3 fois par semaine de la fin mai à la fin août. Les échantillons d'eau sont prélevés à partir d'un pont. Les bouteilles sont fixées à un support métallique lesté d'un bloc de plomb.

Des bouteilles de verre clair d'un litre sont utilisées pour le prélèvement. Le dessous du bouchon est couvert d'un papier d'aluminium pour éviter que les pesticides qui pourraient être présents dans l'échantillon ne soient adsorbés sur le plastique du bouchon. Les échantillons sont conservés au frais dans des glacières jusqu'à leur arrivée au laboratoire. Ils sont alors placés au réfrigérateur jusqu'à l'analyse.

Les pesticides analysés et les critères de qualité de l'eau

Au total, une quarantaine de pesticides ont été analysés pour les quatre stations retenues pour le suivi à long terme. Étant effectuées par balayage systématique, les analyses nous renseignent sur un ensemble de produits, mais en réalité, seulement une vingtaine d'entre eux peuvent être employés dans la culture du maïs ou du soya. Faute de méthodes ou d'appareils d'analyse performants dans nos laboratoires, des produits tels que le glyphosate et les herbicides de type sulfonyleurés n'ont pas été analysés. Les méthodes d'analyse et les limites de détection sont présentées à l'annexe 1.

Afin de juger de leur signification environnementale, les concentrations de pesticides mesurées dans les cours d'eau ont été comparées à des critères de qualité édictés

par des organismes responsables de la protection de l'environnement ou de la santé publique (tableau 4).

Critères pour la protection de la vie aquatique

Le critère de qualité utilisé pour évaluer le risque pour les organismes aquatiques est le critère de « toxicité aquatique chronique », soit la concentration maximale d'un produit à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pendant toute leur vie sans subir d'effets néfastes. Évidemment, le cycle de vie de certains organismes aquatiques peut être très court de sorte qu'une exposition à des concentrations qui dépassent les critères, même pour une durée relativement courte, peut entraîner des effets néfastes. Dans ce contexte, on estime que la situation est préoccupante lorsque la concentration d'un polluant dépasse le critère pendant quatre jours consécutifs (EPA, 1991).

De tels critères de qualité de l'eau n'ont pas été développés pour tous les pesticides. Dans certains cas, un critère provisoire a été calculé à l'aide de la méthode décrite dans MENVIQ, 1990. D'autre part, pour certains produits (ex. : diazinon, azinphos-méthyl, carbaryl, etc.), les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique sont inférieurs aux limites de détection des méthodes d'analyse. Lorsque ceux-ci sont détectés, ils dépassent automatiquement le critère de qualité de l'eau et lorsqu'il ne le sont pas, nous ne sommes pas assurés qu'ils ne sont pas présents en concentrations dommageables pour la vie aquatique.

Critères pour la protection de la santé humaine

Bien que nos données décrivent la qualité de l'eau brute provenant des cours d'eau, nous utilisons aussi les critères d'eau potable pour interpréter nos résultats. Ceux-ci sont basés sur une consommation à vie, et représentent la concentration en deçà de laquelle une substance peut se trouver dans l'eau potable sans entraîner d'effets néfastes sur la santé (SNBSC, 1993; OMS, 1994). Le respect de ces valeurs indique que l'eau est propre à la consommation. D'autre part, comme les critères sont basés sur une consommation à vie, un dépassement occasionnel de la norme ne signifie pas nécessairement que l'eau est impropre à la consommation mais révèle plutôt la nécessité d'un suivi pour éviter que la situation ne se détériore. Notre programme de suivi de l'eau des rivières peut aider à orienter le suivi de l'eau potable.

Il existe également un critère de qualité de l'eau, le critère de santé humaine (consommation d'organismes

Tableau 3 Superficies (km²) et proportions du bassin versant (%) par type de culture en amont des stations d'échantillonnage en 1996

Bassin Sous-bassin	Maïs		Soya		Autres cultures en rangs ¹		Céréales ²		Fourrages		Autres cultures ³		Superficie cultivée totale		Superficie totale
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²
Riv. Nicolet	220,9	6,5	40,9	1,2	14,2	0,4	112,8	3,3	604,9	17,8	4,22	0,1	997,9	29,4	3390
Riv. Saint-Zéphirin	34,1	36,7	4	4,3	2,4	2,6	8,0	8,6	29,5	31,7	0,00	0,0	78,0	83,9	93
Riv. Yamaska	856,4	19,0	173,1	3,8	77,0	1,7	169,9	3,8	648,1	14,4	34,78	0,8	1959,3	43,4	4510
Riv. Chibouet	58,9	49,3	13,6	9,1	1,5	1,1	14,7	9,8	23,5	15,7	0,20	0,1	112,4	74,9	150
Riv. Richelieu ⁴	816,9	21,1	232,1	6,0	85,7	2,2	148,8	3,8	438,7	11,3	24,99	0,6	1747,2	45,1	3874
Riv. des Hurons	72,1	26,0	24,9	9,0	10,8	3,9	14,1	5,1	29,7	10,7	4,03	1,5	155,6	56,2	277
Riv. Saint-Régis	32,4	51,2	16,7	16,1	19,1	18,4	11,1	10,7	21,4	20,6	1,14	1,1	101,8	97,9	104

¹ Cultures en rangs autres que le maïs ou le soya : pommes de terre, pois, haricots, légumes, etc.

² Céréales : blé, orge, avoine, seigle, sarrasin, colza, etc.

³ Autres cultures : arbres fruitiers, petits fruits, pépinières, etc.

⁴ Superficie de la partie québécoise du bassin (16 % de la superficie totale)

Source : Statistique Canada, 1996

Tableau 4 Critères de qualité de l'eau pour les pesticides analysés ($\mu\text{g/L}$)

	Vie aquat. Chronique ¹	Irrigation ¹	Eau potable ⁴
Atrazine	2	10	5 ⁵
Azinphos-méthyl	0,005		20
Bentazone	510 ²		
Bromoxynil	5	0,35	5
Butilate	77 ²		
Carbaryl	0,2		90
Carbofuran	1,75		90
Chlorfenvinphos	-		-
Chlorothalonil	0,18	5,8	-
Chloroxuron	-	0,5	-
Chlorpyrifos	0,0035		90
Cyanazine	2		10
2,4-D	47		100
2,4-DB	25 ²		
2,4-DP (Dichlorprop)	-		-
Diazinon	0,002		20
Dicamba	10	0,006	120
Dichlorvos	-		-
Diméthénamide	5,6 ²		-
Diméthoate	6,2		20
Disulfoton	-		-
Diuron	1,6		150
EPTC	39 ²		-
Éthyl-parathion	-		-
Linuron	7	3,3 ⁷ 0,071 ⁸	-
Malathion	0,1		190
MCPA	2,6	0,16 ⁷ 0,03 ⁸	
MCPB	7,3 ²		
Mécoprop	17 ²		
Méthyl-parathion	-		7
Métolachlore	8	28	50
Métribuzine	1	0,5	80
Mévinphos	-		-
Myclobutanil	11 ²		
Parathion	0,013		50
Phorate	-		2
Phosalone	-		-
Simazine	10	0,5	10 ou 2 ⁶
Tébutiuron	1,6	0,27	-
Terbufos	-		1
Triclopyr	-		-
Trifluraline	0,1		45

¹ MEF, 1998b; CCME, 1987 et mises à jour (1989-1996)² Critères calculés selon la méthode MENVIQ, 1992³ CCME 1987 et mises à jour (1989-1996)⁴ Santé Canada et Environnement Canada, 1995⁵ Somme de l'atrazine et de ses produits de dégradation⁶ OMS, 1994⁷ Critère pour l'irrigation des céréales⁸ Critère pour l'irrigation des autres cultures

aquatiques), qui établit à partir de quelle concentration dans l'eau certains produits peuvent commencer à s'accumuler dans la chair des organismes aquatiques. Ce critère vise à protéger la santé des personnes qui consomment des organismes aquatiques (poissons, mollusques, etc.) et à prévenir la perte d'utilisation de la ressource. Des dépassements fréquents de ce critère dans l'eau pourraient, par exemple, nous amener à recommander un suivi de la teneur dans la chair des poissons et à limiter la consommation de poissons.

Quoique les pesticides utilisés aujourd'hui soient moins bioaccumulables que les organochlorés autrefois utilisés, certains d'entre-eux présentent une certaine propension à s'accumuler dans la chair des organismes aquatiques. Parmi les produits analysés, un critère de santé humaine a été développé pour l'atrazine (0,78 $\mu\text{g/L}$), la cyanazine (0,47 $\mu\text{g/L}$) et le métolachlore (15 $\mu\text{g/L}$).

Critères pour les usages agricoles

Lorsqu'ils étaient disponibles, les critères pour la qualité de l'eau destinée à l'abreuvement des animaux ou à l'irrigation des cultures ont aussi été utilisés dans l'interprétation des résultats. Le plus souvent, c'est la valeur établie pour l'eau potable qui sert de critère pour l'abreuvement des animaux.

Présence simultanée de plusieurs pesticides et de leurs produits de dégradation

Les critères de qualité de l'eau sont actuellement établis en tenant compte de la toxicité d'une seule substance et de certaines conditions du milieu (pH, température, dureté de l'eau). Cependant, les organismes aquatiques sont typiquement exposés à de nombreux contaminants, soit simultanément, soit de façon séquentielle. De plus, la présence dans l'eau et la toxicité des produits de dégradation des pesticides sont encore peu connus. Mais dans certains cas documentés, les produits de dégradation sont plus toxiques que les produits parents.

Tel qu'évoqué dans notre rapport précédent (Giroux *et al.*, 1997), plusieurs chercheurs croient que le concept des effets additifs devrait être considéré dans l'évaluation des données de qualité de l'eau. L'approche proposée par Calamari et Vighi (1992) est le regroupement des contaminants en familles de produits dont le mode d'action est similaire et ce, même lorsque de faibles concentrations sont mesurées. Cette méthode a été appliquée aux résultats obtenus depuis 1992.

Le traitement des données

Les statistiques descriptives (nombre d'observations, pourcentage de détection, maximum, moyenne, médiane) ont été calculées pour tous les pesticides pour lesquels la fréquence de détection était supérieure à 50 %. Pour ce traitement, les résultats « non détectés » ont été remplacés par la valeur de la moitié du seuil de détection.

Une analyse de variance a été appliquée aux données pour vérifier l'existence d'une tendance temporelle dans les concentrations des pesticides détectés le plus fréquemment. La moyenne des moindres carrés est utilisée pour l'analyse de la variance lorsque le nombre d'échantillons varie d'une station à l'autre et d'une année à l'autre. L'analyse de variance a été réalisée à l'aide de la procédure PROC.MIXED du logiciel SAS. Cette procédure permet de tenir compte d'une éventuelle corrélation souvent présente dans les séries temporelles de données. De plus, elle s'accommode de certaines valeurs manquantes dans une série de données ou de séries qui n'ont pas toujours le même nombre de données d'une année à l'autre ou d'une station à l'autre.

L'analyse permet d'obtenir les paramètres de régression entre le logarithme des concentrations ($\mu\text{g/L} + 1$) de pesticides et l'année. Une pente significativement différente de zéro dans la régression veut dire qu'une tendance significative est observée aux cours des années étudiées.

Finalement, conformément à l'approche développée par Adams et Thurman (1991) et Thurman *et al.* (1991) et reprise par Pereira et Hostetler (1993), le rapport entre les concentrations de dééthyl-atrazine et celles de l'atrazine a été calculé afin de mieux comprendre les mécanismes de transport de l'atrazine vers les cours d'eau et d'évaluer la contribution de l'eau souterraine à cette contamination.

RÉSULTATS

Parmi les 42 pesticides analysés, 29 ont été détectés dans l'eau des rivières échantillonnées (tableau 5). Les résultats complets sont présentés à l'annexe 2. Plusieurs pesticides, en particulier des herbicides, sont encore détectés dans les quatre rivières retenues pour le suivi de l'évolution à long terme de la contamination (rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin). Les produits détectés le plus fréquemment (dans plus de 50 % des échantillons prélevés) en moyenne au cours des 7 dernières années sont, dans l'ordre, l'atrazine

(100 %), le métolachlore (96,5 %), le bentazone (90,7 %), le dicamba (78,3 %), le 2,4-D (69,3 %), le diméthénamide (68,2 %) et la simazine (56,2 %).

L'herbicide atrazine est détecté dans tous les échantillons prélevés dans les quatre rivières. Le métolachlore est encore détecté très fréquemment. Le bentazone, le dicamba et le diméthénamide dont l'usage est en croissance sont très souvent détectés eux aussi. Les produits de dégradation de l'atrazine (dééthyl-atrazine ou DEA et désopropyl-atrazine ou DIA) sont détectés respectivement dans 99 % et 95 % des échantillons. Plusieurs autres herbicides (bromoxynil, EPTC, métribuzine, linuron, 2,4-DB, 2,4-DP, butilate, diuron, MCPB), des insecticides (carbofuran, diméthoate, carbaryl, diazinon, chlorpyrifos, malathion, azinphos-méthyl) et un fongicide (myclobutanil) sont aussi été détectés dans l'eau.

Durant les périodes de pointe de concentrations d'atrazine ou de métolachlore, un grand nombre de pesticides sont détectés simultanément dans l'eau, 14 dans la rivière Chibouet, 15 dans la rivière Saint-Zéphirin, 18 dans la rivière Saint-Régis et 19 dans la rivière des Hurons.

Diminution des concentrations d'atrazine et augmentation du métolachlore

Quoique l'atrazine soit encore parmi les produits les plus utilisés au Québec et qu'il soit encore détecté dans 100 % des échantillons prélevés dans les quatre rivières échantillonnées, les valeurs maximales, moyennes et médianes des concentrations dans l'eau ont diminué ces dernières années, ainsi que la fréquence de dépassement du critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique. Sauf dans la rivière Saint-Zéphirin où l'on a mesuré des valeurs élevées, le critère de qualité de l'eau est dépassé moins souvent et lorsqu'il l'est, les concentrations sont un peu moins élevées.

L'analyse statistique (tableau 6 et figure 3) montre une tendance significative à la baisse des concentrations d'atrazine, de cyanazine et de simazine dans l'eau, mais une hausse du métolachlore. Quoique statistiquement significatives, les pentes des droites de régression sont faibles ce qui signifie que les tendances observées pourraient facilement être inversées par une seule année de tendance opposée. On a considéré que la tendance était significative lorsque la pente de la droite de régression était différente de 0 au seuil de 5 % ($\alpha \leq 0,05$).

Tableau 5 Fréquence moyenne de détection des pesticides (%) dans les rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin, 1992 à 1998

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Moy.
HERBICIDES								
Atrazine	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Dééthyl-atrazine</i>	100	100	99,3	100	99,3	100	100	99,8
<i>Déisopropyl-atrazine</i>	NA	NA	97,2	99,3	90,6	95,5	89,3	94,2
Métolachlore	83,8	92,5	100	100	99,3	100	100	96,5
Diméthénamide	NA	NA	NA	NA	57,7	78,7	65,7*	67,3
Simazine	67,6	62,5	78,7	58	67	51,6	6,1	56,2
Cyanazine	67,6	91,7	68,8	39,2	32,9	40	8,4	50,2
EPTC	13,5	27,5	22	17,5	26	19,3	22,4	21,2
Métribuzine	0	3,3	4,3	9,1	22,3	14,2	14,7	9,7
Linuron	0	10	11,3	8,4	16,1	3,8	1,7	7,3
Butilate	2,7	4,2	2,8	1,4	9,3	4,5	0	3,5
Diuron	0	1,7	7,1	2,1	2,5	0,6	0,6	2,0
Bentazone	NA	NA	NA	NA	NA	83,7	97,7	90,7
Dicamba	NA	92,9	58,7	46,9	88,2	93,7	89,6	78,3
2,4-D	NA	54,8	65,3	57,2	68,9	77,5	91,9	69,3
Mecoprop	NA	76,2	29,7	26,9	49,7	46,9	52,5	47,0
MCPA	NA	35,7	25,6	32,4	41	49,4	39,9	37,3
Bromoxynil	NA	NA	NA	NA	NA	30	26,7	28,3
2,4-DB	NA	2,4	4,1	3,4	7,4	8,1	10,1	5,9
2,4-DP	NA	2,4	0	2,8	7,4	15,6	2,1	5,0
MCPB	NA	0	0,8	1,4	3,1	2,5	1,1	1,5
INSECTICIDES								
Carbofuran	0	3,3	15,6	15,4	15,5	9	12,2	10,1
Diméthoate	8,1	7,5	12,1	12,6	14,3	5,8	3,9	9,2
Carbaryl	0	0	12,8	9,8	12,4	8,4	6,4	7,1
Diazinon	0	0	4,3	6,3	8,1	3,2	4,8	3,8
Chlorpyrifos	0	0	0	5,6	5	5,8	1,6	2,6
Malathion	0	1,7	2,8	3,5	1,8	1,3	2,1	1,9
Azinphos-méthyl	0	0,8	4,3	1,4	4,3	0	1,7	1,8
Phosalone	0	0	0,7	0	0	0	0	0,1
Chlorfenvinphos	0	0	0	0	0,6	0	0	0,1
FONGICIDE								
Myclobutanil	NA	NA	NA	0,7	8,7	1,3	2,8	3,4
N Triaz-OPS-autres	37	120	141	143	161	155	178	935
N Phénoxy	-	42	121	144	161	160	178	806

NA : Non analysé

* Si l'on exclu la rivière Saint-Zéphirin, la fréquence moyenne de détection pour les trois autres rivières est de 86 %.

Tableau 6 Analyse statistique* des tendances de l'évolution des concentrations des pesticides les plus fréquemment détectés

HERBICIDES	PENTE DE LA DROITE DE RÉGRESSION*	PROBABILITÉ
Atrazine	-0,0543	0,0007
Dééthyl-atrazine	-0,0237	0,0005
Déisopropyl-atrazine	-0,0034	0,4722
Métolachlore	0,0327	0,0191
Simazine	-0,0155	0,0001
Cyanazine	-0,0265	0,0001
Dicamba	-0,0040	0,8062
2,4-D	0,0074	0,1651

* Régression du logarithme naturel des concentrations ($\mu\text{g/L} + 1$) de pesticides en fonction de l'année.

Tableau 7 Fréquence moyenne de dépassement (%) des critères de qualité pour la protection de la vie aquatique dans l'eau des rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin de 1992 à 1998

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
HERBICIDES							
Atrazine	43,2	35,8	23,4	16,1	28,5	18,7	12,9
Métolachlore	0	2,5	2,8	0,7	5,6	1,2	1,1
Diméthénamide	NA	NA	NA	NA	0,6	0	0
Cyanazine	0	0,8	2,1	1,4	0,6	0,6	0
Métribuzine	0	0	0	0	1,2	0	0,5
MCPA	NA	2,4	0	0	1,2	0	0
MCPB	NA	0	0	0	0,6	0	0
INSECTICIDES							
Carbofuran	0	0	0	0	0,6	0	0
Carbaryl	0	0	8,5	5,6	0	0	0
Diazinon	0	0	4,3	6,3	4,3	0	4,9
Chlorpyrifos	0	0	0	4,9	4,9	0,6	1,7
Malathion	0	0	0	0,7	0	0	0,5
Azinphos-méthyl	0	0,8	4,3	1,4	4,3	0	1,6

N.A. : Non analysé

Tableau 8 Fréquence de dépassement (%) du critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique pour l'atrazine

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
CHIBOUE	47	50	43	21	30	30	16,6
DES HURONS	33	26	18	19,5	22	15	8,9
SAINT-RÉGIS	-	36	15	17	29,2	12,5	14,9
SAINT-ZÉPHIRIN	22	27,5	19	26	33	20,5	11,4

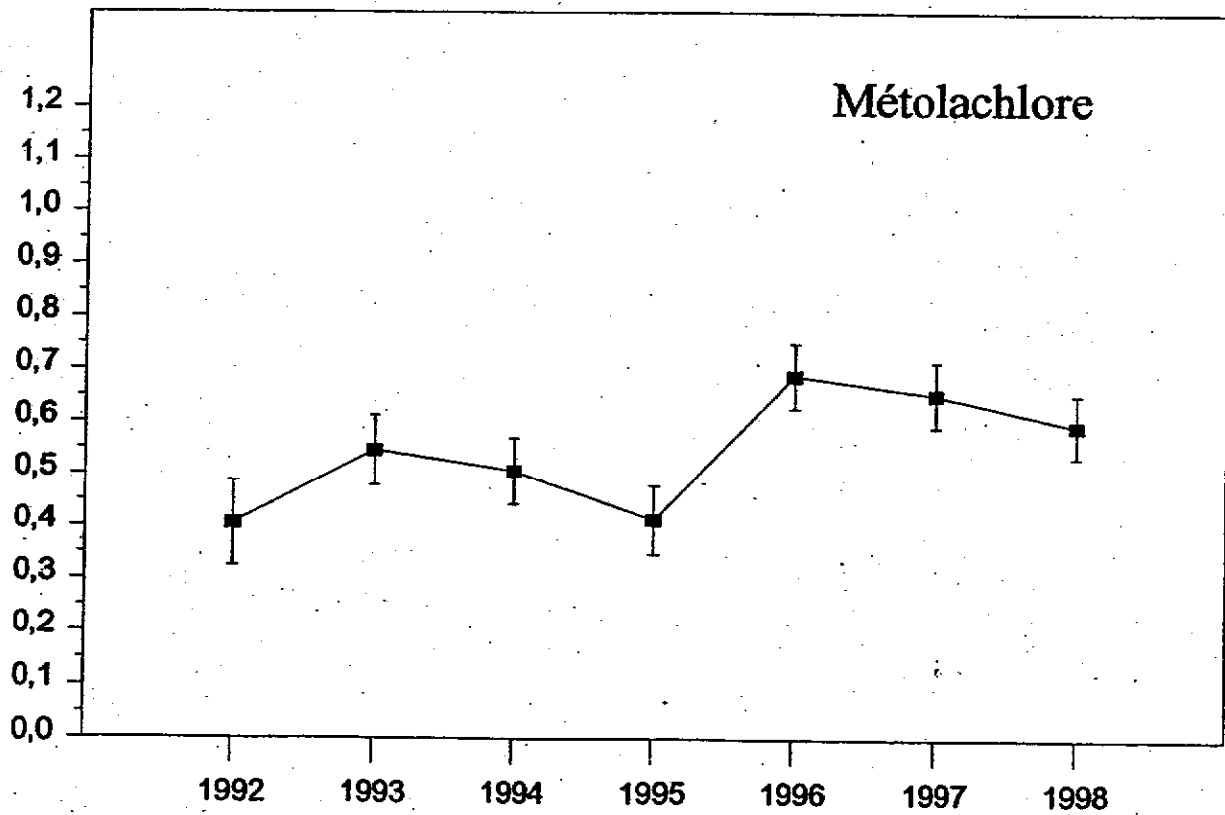
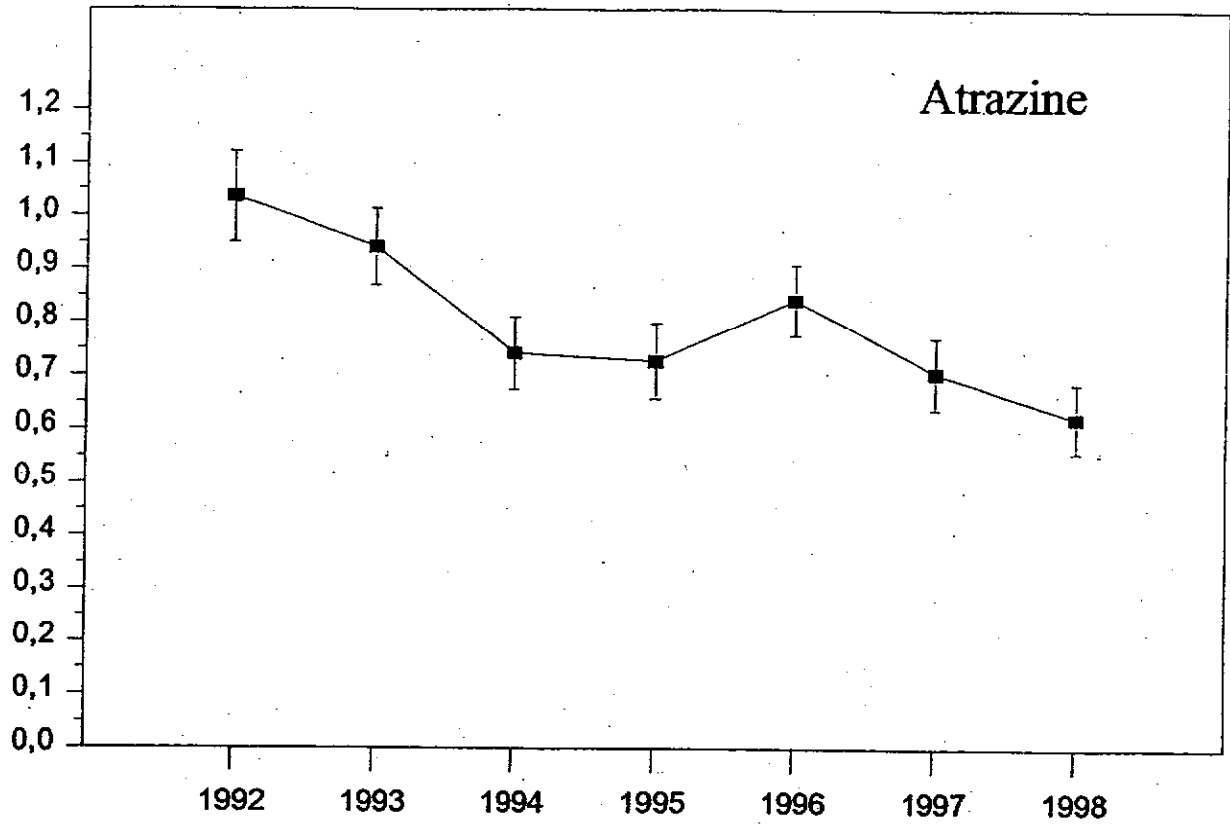
Tableau 9 Fréquence de dépassement (%) du critère de santé humaine (consommation d'organismes aquatiques) pour l'atrazine

	CHIBOUE			DES HURONS			SAINT-RÉGIS			SAINT-ZÉPHIRIN		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998
	60	78	50	53	33	35	53	42	25	54	64	43

Tableau 10 Fréquence de dépassement (%) des critères de qualité de l'eau pour l'irrigation des cultures

	CHIBOUE			DES HURONS			SAINT-RÉGIS			SAINT-ZÉPHIRIN		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998
Dicamba	>82,5	>90,5	85,7	>75,6	100	95,5	>92,7	100	100	58,9	79,5	75
MCPA	37,5	19	26,2	65,8	41	42,2	29,3	22,5	27,6	30,7	53,8	34
Atrazine	2,5	0	0	2,4	0	0	7,3	0	0	5,1	0	0
Métolachlore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,3
Simazine	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linuron	>10	0	4,8	>9,7	5,1	0	24,4	7,5	0	0	2,5	0

Figure 3 Tendances temporelles* pour l'atrazine et le métolachlore



* Tendances établies par le calcul des moyennes des moindres carrés (\pm erreur type) du logarithme naturel des concentrations ($\mu\text{g/L} + 1$) de pesticides selon les années dans les quatre rivières retenues pour le suivi à long terme.

En plus des quantités et de la distribution spatiale des pesticides utilisés, l'occurrence, l'ampleur et la distribution spatiale des précipitations influencent beaucoup le moment d'apparition des pesticides dans l'eau et l'importance de leurs concentrations. Pour observer l'influence des précipitations sur les teneurs mesurées, les hauteurs de pluie de diverses stations météorologiques situées autour des rivières étudiées ont été superposées aux concentrations d'atrazine. On observe souvent un décalage dans le temps entre les fortes précipitations et les fortes concentrations. Le décalage varie de un à deux jours selon les rivières mais cette règle n'est pas uniforme. On observe aussi des situations sans pluie où des teneurs élevées sont également mesurées. Comme les concentrations résultent d'une interrelation complexe entre différents facteurs, il n'a pas été possible de dissocier de la tendance temporelle, l'effet dû aux variations annuelles, saisonnières et spatiales des précipitations pour ne garder que la tendance qui serait attribuable à une hausse ou à une baisse des quantités de pesticides utilisées. Toutefois, comme l'analyse de la tendance est basée sur sept saisons de mesure au cours desquelles on peut s'attendre à ce qu'un équilibre entre les années sèches et pluvieuses soit survenu, il est donc raisonnable de croire que la baisse des concentrations d'atrazine est liée en bonne partie à la diminution de l'utilisation de l'atrazine au Québec, au cours des dernières années.

Par ailleurs, la diminution des concentrations d'atrazine n'est pas unique au Québec. En effet, à la suite de leur décision de retirer l'atrazine, plusieurs pays ont constaté une diminution des concentrations dans l'eau au cours des dernières années. Ainsi, en Italie, Griffini *et al.* (1997) rapportent une baisse remarquable des concentrations et de la fréquence de détection de plusieurs triazines incluant l'atrazine. Alors que l'atrazine était détecté dans 59 % des échantillons prélevés dans la rivière Arno en 1992, il était détecté dans 5 % seulement en 1995. Les auteurs attribuent cette baisse à la diminution de l'utilisation des triazines. En Suède, l'atrazine a été retirée du marché en 1989. Depuis lors, elle fut utilisée jusqu'à épuisement des stocks. Quoiqu'utilisée en quantité décroissante, elle a été détectée à chaque année de 1990 à 1996, dans l'eau d'un petit tributaire agricole où elle n'était pourtant pas parmi les produits les plus utilisés. La concentration médiane est de 0,1 µg/L (Kreuger, 1998). D'autre part, Buhler *et al.* (1993) ont trouvé de l'atrazine dans l'eau de drains souterrains jusqu'à trois ans après l'arrêt de l'application du produit.

Pour mieux comprendre les mécanismes de transport de l'atrazine vers les cours d'eau, une analyse du rapport

entre le dééthyl-atrazine et l'atrazine est présentée à l'annexe 5.

Présence accrue d'autres herbicides

En plus de la légère hausse des concentrations de métolachlore dans l'eau, on note une augmentation de la fréquence de détection du bentazone et du diméthénamide.

Avec l'accroissement des superficies en culture de soya, l'utilisation du bentazone a augmenté ces dernières années. Relativement peu utilisé avant 1996 (voir figure 1), on le retrouve aujourd'hui dans plus de 80 % des échantillons prélevés l'été dans les rivières qui drainent les champs en culture de maïs ou de soya. Ce produit est présent non seulement dans les quatre rivières retenues pour le suivi à long terme, mais aussi dans d'autres rivières échantillonnées en 1998. C'est le cas à l'embouchure de la rivière Yamaska, mais aussi dans les rivières Blanche (bassin de la rivière Bécancour), David (bassin de la rivière Yamaska), Beurivage (bassin de la rivière Chaudière), Bayonne (rive nord du Saint-Laurent), dans les ruisseaux Saint-Georges et Point-du-Jour (bassin de la rivière L'Assomption).

Comme nous ne suivons ce produit que depuis 1997, il est trop tôt pour établir une tendance ; mais son usage croissant laisse présager des concentrations élevées dans l'eau pour les prochaines années.

La documentation scientifique sur la présence de bentazone dans l'eau est assez limitée. Toutefois, il a déjà été détecté en Suède, en Finlande et en Norvège (Lundbergh *et al.*, 1995). Les concentrations mesurées au Québec sont dans les mêmes gammes ou en concentrations parfois supérieures à ce qui a été mesuré en Suède où l'on observe un maximum de 10 µg/L pour ce produit à l'exutoire d'un petit bassin versant agricole (Kreuger, 1998).

Le diméthénamide n'est utilisé au Québec que depuis 1994. Malgré le fait qu'il ne représente qu'une faible proportion des herbicides utilisés en 1996, il était déjà détecté dans 58 % des échantillons d'eau prélevés cette année-là. Il est aussi détecté dans 79 % des échantillons prélevés en 1997 et dans 66 %, en 1998.

Les concentrations mesurées sont généralement faibles, soit moins de 0,5 µg/L, mais le produit a déjà été détecté une fois dans la rivière Saint-Régis en concentration supérieure au critère de 6 µg/L pour le respect de la vie

aquatique. La concentration mesurée était alors de 7 µg/L.

Le diméthénamide est identifié comme un produit possiblement cancérigène chez l'humain (NYSDEC, 1997). Par ailleurs, l'oxalamide qui est le produit de dégradation du diméthénamide présenterait lui aussi une certaine toxicité. Pour l'instant, notre analyse chimique ne couvre pas l'oxalamide, mais celui-ci pourrait être ajouté à la liste des produits à analyser.

À l'exception d'études en parcelles, on ne trouve encore aucun article scientifique concernant la présence du diméthénamide dans les cours d'eau à la suite d'un usage normal au champ. Pour l'instant il est donc difficile de comparer nos données, notre étude étant probablement parmi les premières à mettre en lumière la présence du diméthénamide dans l'environnement.

Dépassements des critères de qualité de l'eau

Protection de la vie aquatique

En 1996, 1997 et 1998, on trouve encore des concentrations d'atrazine qui dépassent le critère de qualité de 2 µg/L pour la protection de la vie aquatique dans les quatre rivières retenues pour le suivi à long terme (tableaux 7 et 8). L'année 1996 fut une année de forte utilisation des herbicides ce qui s'est traduit par une hausse des maximums mesurés dans la plupart des cours d'eau échantillonnés cette année-là. Toutefois, cette tendance s'estompe en 1997 et 1998.

À l'exception de la rivière Chibouet où l'atrazine dépasse encore le critère dans 30 % des échantillons prélevés en 1996 et 1997, on note une baisse d'environ 10 % de la fréquence de dépassement du critère dans les autres rivières, baisse qui n'apparaît qu'en 1998 pour la rivière Chibouet.

Les autres herbicides qui dépassent à l'occasion les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique sont le métolachlore, la cyanazine, la métribuzine, le MCPA, le MCPB et le diméthénamide. En 1996 et 1998, les insecticides diazinon, azinphos-méthyl et chlorpyrifos montrent des dépassements de leurs critères pour la protection de la vie aquatique, de même que le carbofuran en 1996 et le malathion en 1998. Ces dépassements sont surtout mesurés dans les rivières Saint-Régis et des Hurons.

Eau potable et santé humaine

En 1996, 1997 et 1998, seul l'herbicide atrazine a dépassé occasionnellement le critère de qualité de 5 µg/L établi pour l'eau potable. Tous les autres produits respectent les recommandations.

Un critère de santé humaine a aussi été développé pour l'atrazine, la cyanazine et le métolachlore. Ce critère est fixé à 0,78 µg/L pour l'atrazine, à 0,47 µg/L pour la cyanazine et à 15 µg/L pour le métolachlore. Seule l'atrazine est présente dans l'eau en concentration assez élevée et pour une durée suffisamment longue pour que l'on puisse s'attendre à une certaine accumulation dans la chair des organismes aquatiques. La fréquence de dépassement du critère de santé humaine est présentée au tableau 9. Pour les trois dernières années de mesure le critère est dépassé, en moyenne, dans 63 % des échantillons de la rivière Chibouet, dans 50 % de ceux de la rivière Saint-Zéphirin et dans 40 % de ceux des rivières des Hurons et Saint-Régis.

Usages agricoles

En milieu agricole, l'eau de rivière peut parfois être utilisée pour le remplissage des réservoirs pour la préparation des mélanges de pesticides à pulvériser. Elle peut aussi être utilisée pour l'irrigation des cultures de légumes et de petits fruits, par exemple, ainsi que pour l'abreuvement du bétail.

Le critère de qualité de l'eau pour la présence de dicamba dans l'eau d'irrigation des cultures (0,006 µg/L) est dépassé dans 86 % des échantillons, en moyenne, pour les quatre rivières au cours des trois dernières années (tableau 10). Dans la rivière des Hurons en 1997 et dans la rivière Saint-Régis en 1997 et 1998, 100 % des échantillons prélevés dépassent la valeur recommandée pour l'eau d'irrigation. Le critère de qualité de l'eau d'irrigation pour le MCPA (0,03 µg/L) est aussi dépassé, en moyenne, dans 36 % des échantillons. Les autres herbicides qui dépassent occasionnellement les critères de qualité de l'eau d'irrigation sont l'atrazine, le métolachlore, la simazine et le linuron. Ainsi, des problèmes de phytotoxicité à certaines cultures pourraient survenir si l'eau de ces rivières est utilisée comme source d'alimentation pour l'irrigation.

Évolution des concentrations de pesticides dans les rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin

Les figures 4 à 7 montrent l'évolution de 1996 à 1998 des teneurs des principaux pesticides dans les quatre cours d'eau et l'annexe 3, les statistiques descriptives par bassin.

Rivière Chibouet (bassin de la rivière Yamaska)

Le bassin de la rivière Chibouet draine les eaux provenant des terres agricoles de Sainte-Hélène-de-Bagot et de Saint-Hugues. Des quatre sous-bassins retenus, celui-ci présente la proportion la plus élevée en culture de maïs, soit 39 % de la superficie du bassin. Les autres cultures d'importance sont les fourrages (15,7 %), n'utilisant que peu ou pas de pesticides, les céréales (9,8 %) et le soya (9,1 %).

Les valeurs maximales, moyennes et médianes d'atrazine ont diminué ces dernières années par rapport à 1993 et 1994. De même, la fréquence de dépassement du critère de qualité pour le respect de la vie aquatique pour l'atrazine passe de 50 % et 43 % en 1993 et 1994 à 30 % en 1996 et 1997 et à 16,6 % en 1998. Les autres herbicides décelés fréquemment (dans plus de 50 % des échantillons) sont le métolachlore, le bentazone, le diméthénamide, le dicamba et le 2,4-D. En 1997, le bentazone et le diméthénamide sont détectés dans 100 % et 92 % des échantillons. Plusieurs autres herbicides et des insecticides ont aussi été détectés dans cette rivière. Environ 17 pesticides différents y sont décelés chaque année.

Rivière des Hurons (bassin de la rivière Richelieu)

La rivière des Hurons draine les eaux provenant des municipalités de Sainte-Madeleine, Sainte-Angèle-de-Monnoir, Sainte-Marie-de-Monnoir et Saint-Jean-Baptiste. Le maïs occupe 26 % de la superficie du bassin et le soya, 9 %. En comparaison, les autres cultures employant des pesticides sont moins importantes : céréales (5,1 %), et autres cultures en rangées (3,9 %).

Chaque année dans la rivière des Hurons, on retrouve un grand nombre de pesticides différents. En excluant les produits de dégradation, plus de 20 pesticides différents ont été détectés dans la rivière en 1996, 1997 et 1998.

Ici aussi, les pesticides les plus fréquemment détectés sont des herbicides, mais on y retrouve également un grand nombre d'insecticides ainsi qu'un fongicide, ces

derniers n'étant pas nécessairement associés à la culture du maïs ou du soya.

En 1996 et 1997, ce n'est plus l'atrazine mais le métolachlore qui affiche les maximums les plus élevés, soit 16 µg/L en 1996 et 11 µg/L en 1997. En 1998, les concentrations d'atrazine et de métolachlore diminuent et celle du bentazone montre un pic plus élevé (5,8 µg/L). Les autres herbicides les plus fréquemment détectés sont, ici aussi, le dicamba, le bentazone et le diméthénamide. Plusieurs insecticides dépassent aussi leur critère pour la protection de la vie aquatique. Ce sont l'azinphos-méthyl (dans 7 % des échantillons), le diazinon et le carbofuran (dans 2,4 % des échantillons, chacun).

Rivière Saint-Régis (affluent direct au fleuve)

La rivière Saint-Régis draine les eaux provenant des municipalités de Saint-Isidore, Saint-Constant et une partie de Saint-Rémi. La culture du maïs y occupe une bonne partie de la superficie totale du bassin (31,2 %). Dans l'ensemble, les cultures y sont très diversifiées : soya (16,1 %), céréales (10,7 %) et autres cultures en rangs (18,4 %).

Compte tenu de la multitude de pesticides utilisés sur ces différentes cultures, les produits retrouvés dans l'eau sont multiples, soit 20 à 25 pesticides différents annuellement. Ce sont surtout des herbicides mais on trouve aussi plusieurs insecticides et un fongicide.

En 1996, le métolachlore y atteint une valeur élevée de 26 µg/L. Dix-sept pour cent des échantillons prélevés cet été-là présentent à la fois des concentrations d'atrazine au delà du critère de qualité de 2 µg/L et des concentrations de métolachlore supérieures au critère de qualité de 8 µg/L pour la protection de la vie aquatique. Au total, l'atrazine dépasse le critère dans 29 % des échantillons.

D'autres herbicides dépassent occasionnellement leur critère respectif soit le diméthénamide, le métribuzine, la MCPA et le MCPB. Les insecticides qui dépassent aussi occasionnellement les critères pour la protection de la vie aquatique sont le diazinon, le chlorpyrifos et l'azinphos-méthyl. Ces dépassements se produisent pour >24 % des échantillons pour le diazinon, pour >19,5 % des échantillons pour le chlorpyrifos et pour >10 % des échantillons pour l'azinphos-méthyl. Le chlorpyrifos dépasse même en une occasion le critère de toxicité aiguë de 0,081 µg/L. Ceci peut avoir causé des mortalités chez les espèces aquatiques sensibles.

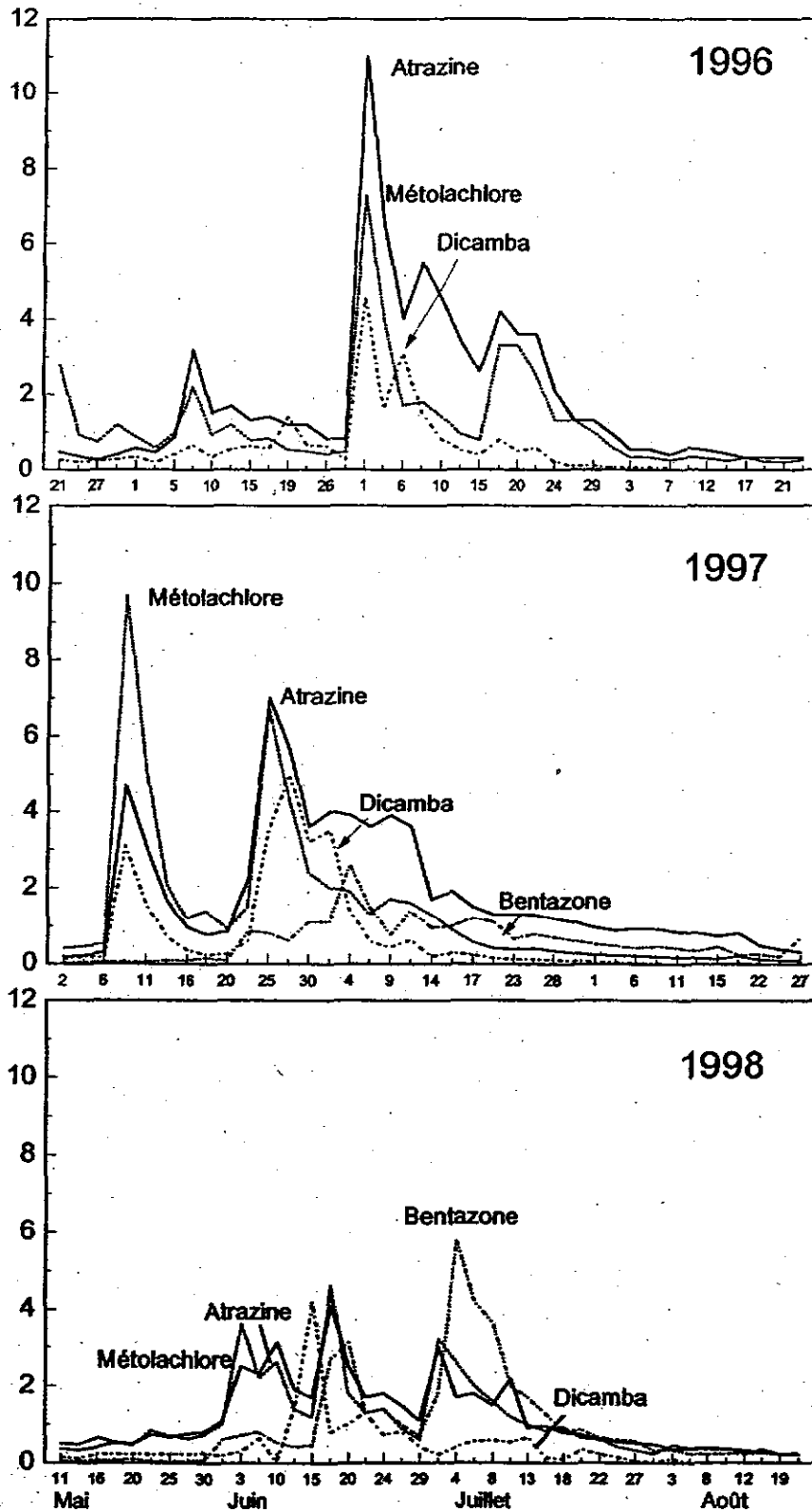


Figure 4 Concentrations de quelques herbicides décelés dans la rivière Chibouet ($\mu\text{g/L}$)

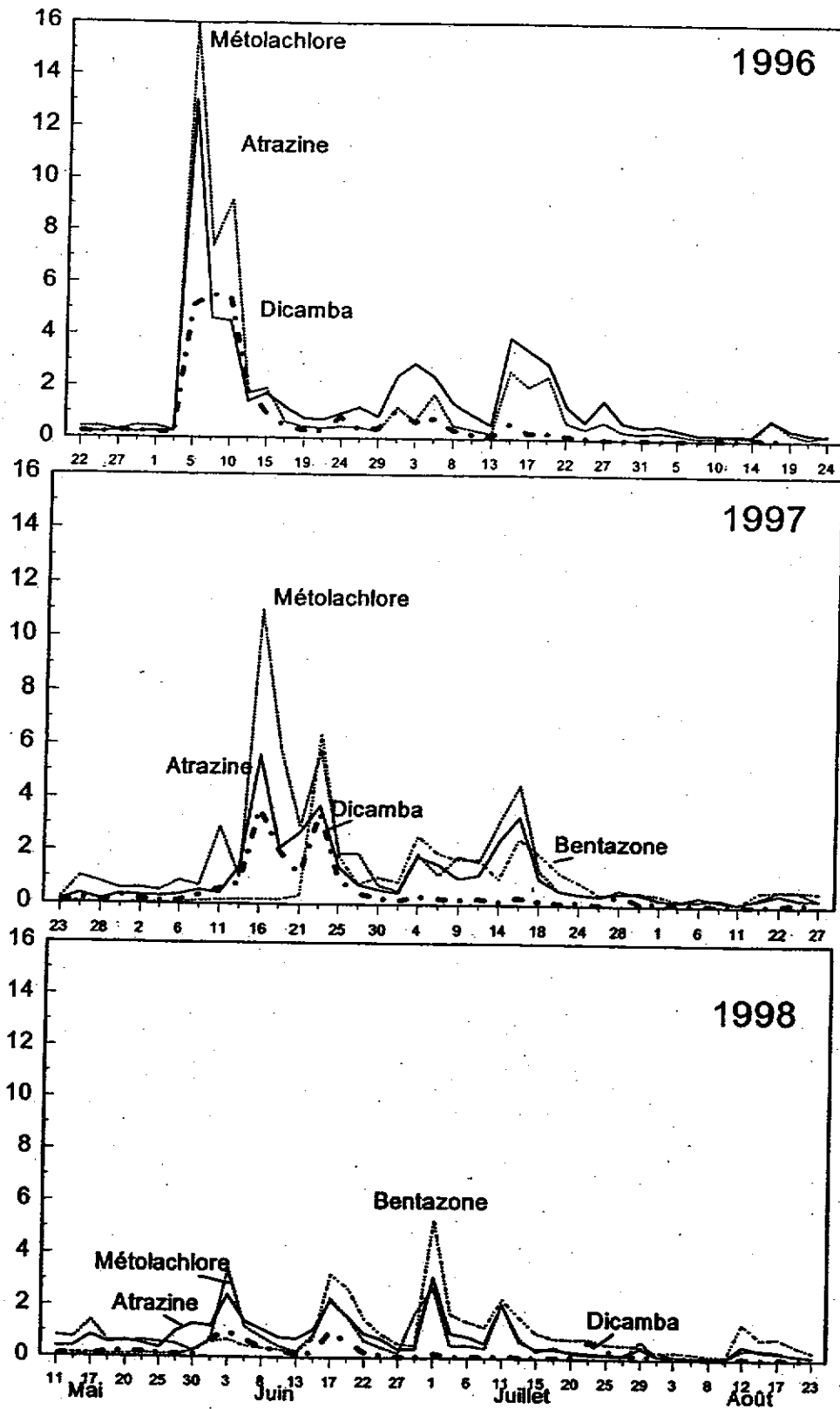


Figure 5 Concentrations de quelques herbicides décelés dans la rivière des Hurons ($\mu\text{g/L}$)

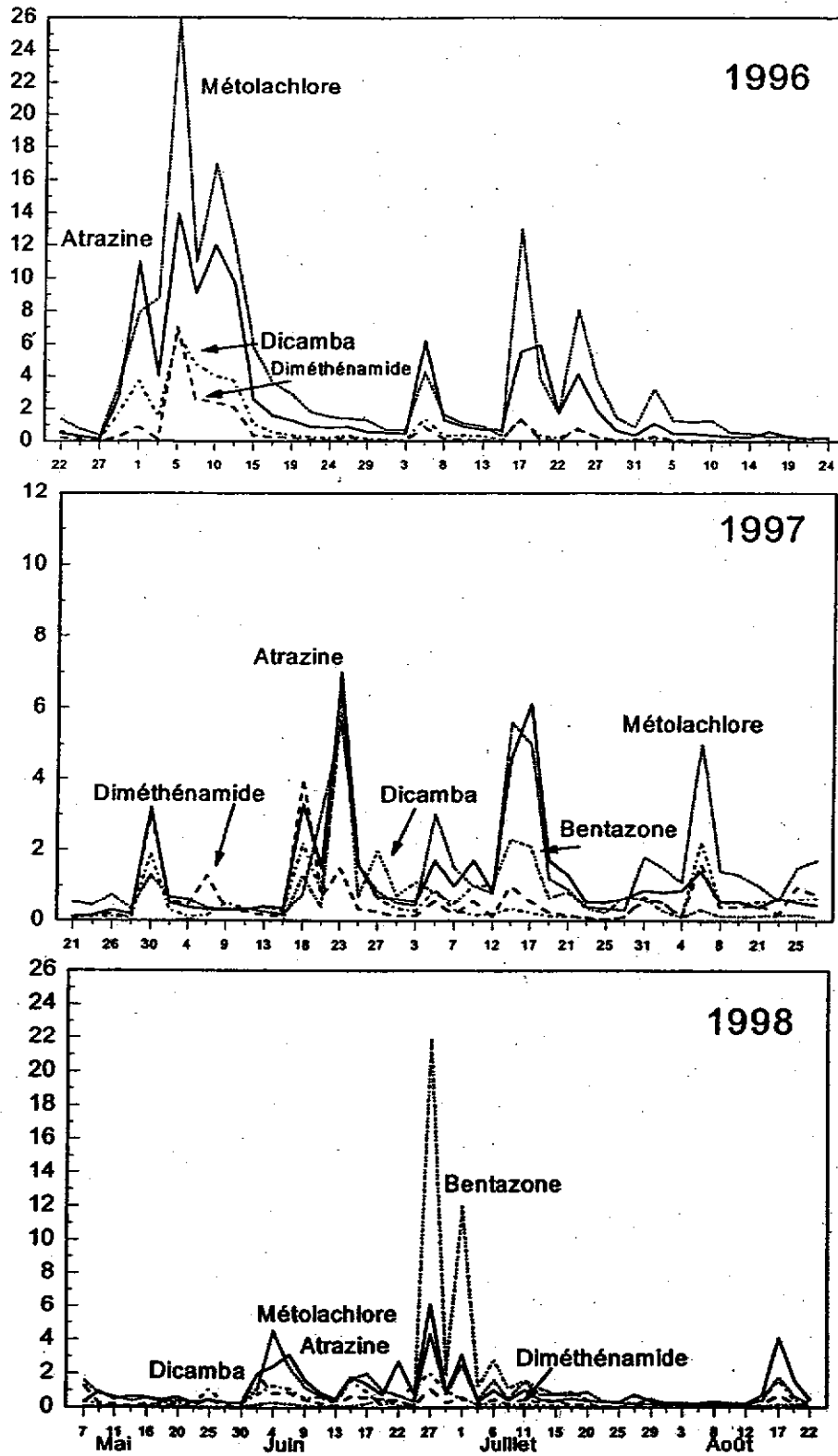


Figure 6 Concentrations de quelques herbicides décelés dans la rivière Saint-Régis ($\mu\text{g/L}$)

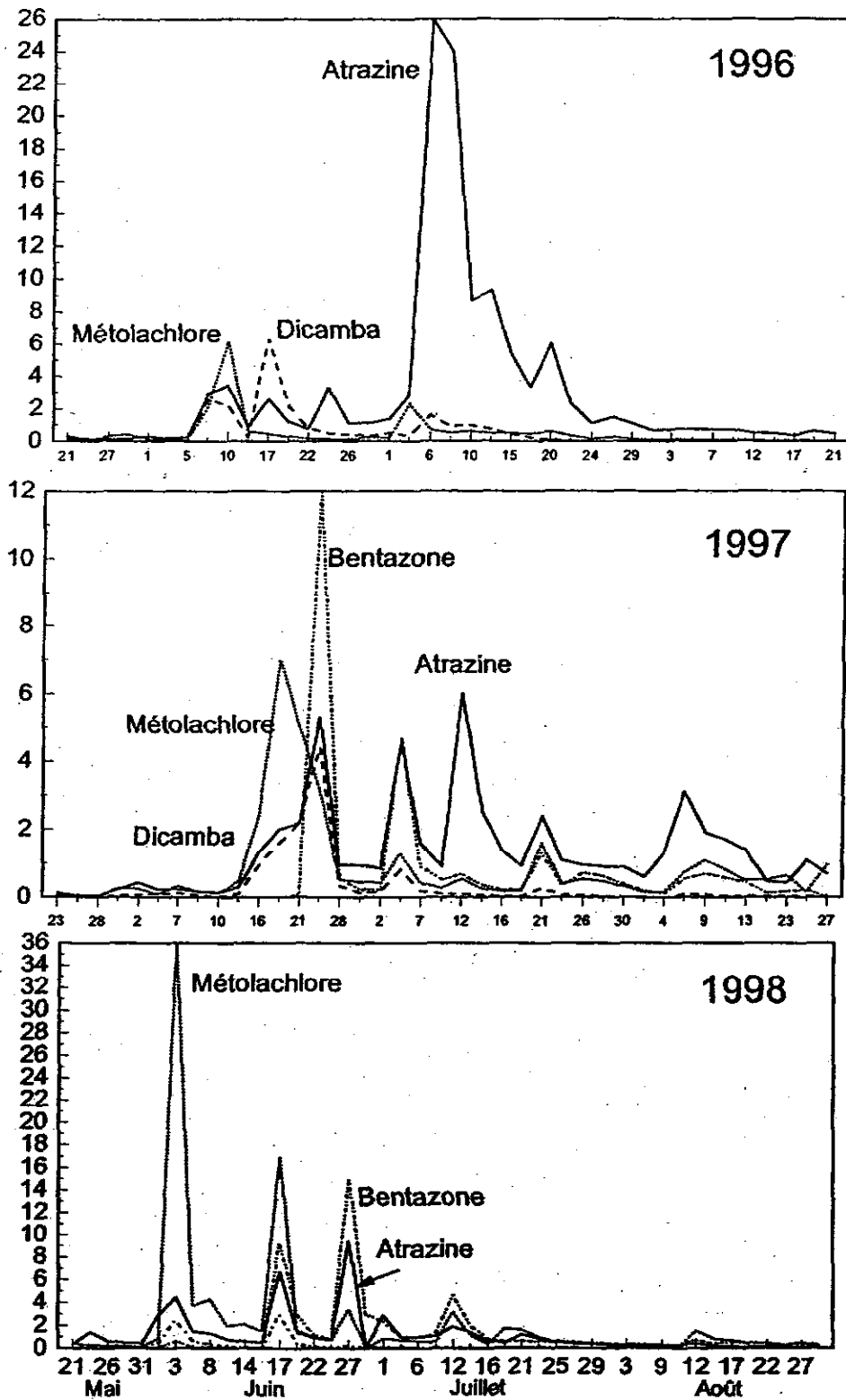


Figure 7 Concentrations de quelques herbicides décelés dans la rivière Saint-Zéphirin (µg/L)

En 1997 et 1998, seule l'atrazine dépasse le critère pour la protection de la vie aquatique. La proportion du nombre d'échantillons dépassant le critère de qualité diminue par rapport à l'année 1996 et passe à 12,5 % en 1997 et à 14,9 % en 1998.

Rivière Saint-Zéphirin (bassin de la rivière Nicolet)

La rivière Saint-Zéphirin recueille les eaux provenant des terres agricoles de Saint-Zéphirin et La Visitation-de-Yamaska. La culture du maïs occupe une superficie de 36,7 %. Des quatre sous-bassins, celui-ci possède la plus faible proportion en soya, soit 4,3 % de la superficie du bassin. Les céréales occupent une superficie de 8,6 % et les autres cultures en rangées ont une superficie de 2,4 %.

En 1996, l'on trouve dans la rivière Saint-Zéphirin la concentration la plus élevée d'atrazine, soit 26 µg/L. Cette année-là, 33 % des échantillons prélevés dans la rivière dépassent le critère de 2 µg/L pour l'atrazine. En 1997, la proportion diminue à 20 %, puis à 11,4 % en 1998. Par contre, le diméthénamide y est détecté moins fréquemment que dans les quatre autres rivières à l'étude. En 1998, on y trouve aussi une concentration record de métolachlore. La valeur maximale mesurée est de 36 µg/L. Celle-ci constitue la valeur la plus élevée mesurée pour ce produit dans l'une ou l'autre des rivières échantillonnées depuis 1992.

Par ailleurs, malgré une proportion plus faible en soya (4,3 %), on y trouve des concentrations de bentazone plus élevées que celles mesurées dans les rivières Chibouet et des Hurons où le soya représente environ 9 % de la superficie du bassin. Bien que cet herbicide soit couramment utilisé dans la culture du soya et que l'accroissement de cette culture explique probablement en bonne part la hausse de son utilisation au Québec, le bentazone n'est évidemment pas exclusif à la culture du soya.

Embouchure de la rivière Yamaska

Afin d'avoir un aperçu du gradient des concentrations amont-aval et d'estimer les concentrations présentes à l'embouchure des tributaires du Saint-Laurent, nous effectuons aussi un suivi à l'embouchure de la rivière Yamaska.

Par rapport à 1994, où près de 30 % des échantillons prélevés l'été à l'embouchure de la rivière Yamaska dépassaient le critère de 2 µg/L d'atrazine, les dernières années de mesure montrent une diminution de la fréquence de dépassement du critère. En 1996, 1997 et

1998, la proportion des échantillons dépassant le critère est d'environ 13 %. Les valeurs maximums d'atrazine mesurées ont aussi diminué par rapport à l'année 1994.

Toutefois, l'apport des tributaires et l'importance des superficies en maïs dans l'ensemble du bassin de la Yamaska font que, malgré le phénomène de dilution, les concentrations d'atrazine ne peuvent se diluer suffisamment pour respecter, en tout temps, à l'embouchure le critère de qualité pour la protection de la vie aquatique.

De plus, comme dans les tributaires cités précédemment, le métolachlore, le dicamba, le bentazone et le diméthénamide sont détectés dans plus de 50 % des échantillons. Bien que les concentrations de ces produits à l'embouchure de la Yamaska respectent leur critère pour la protection de la vie aquatique, chacun d'entre eux sont parfois présents simultanément en concentrations non négligeables, soit plus de 1 µg/L.

DISCUSSION

Les effets des pesticides sur les espèces aquatiques

La seule présence de vie dans un cours d'eau ne signifie pas nécessairement que l'écosystème soit en bonne santé. De nombreux cours d'eau agricoles ne présentent plus aujourd'hui que quelques espèces tolérantes à la pollution et la diversité biologique qui caractérise les milieux sains a disparu.

Au cours des trois dernières années d'échantillonnage, on trouve encore des dépassements des critères de qualité de l'eau. Par ailleurs, la tendance en agriculture est à la diversification des produits utilisés. Pour l'environnement, cela se traduit par un plus grand nombre de produits présents dans l'eau et ce, à des concentrations souvent un peu plus faibles que celles mesurées dans le passé avec l'atrazine ou le métolachlore. L'état des connaissances scientifiques ne nous permet pas de déterminer avec certitude si ces mélanges complexes sont plus toxiques ou moins toxiques qu'auparavant. Des outils ont toutefois été mis au point pour tenter d'en évaluer le risque.

Les effets des dépassements de critères de qualité de l'eau

Les effets de l'atrazine sur les espèces aquatiques ont été abondamment étudiés. Nos rapports précédents (Berryman et Giroux, 1994; Giroux *et al.*, 1997)

énumèrent les effets déjà cités dans la documentation scientifique :

- réduction de croissance des algues vertes;
- inhibition partielle de la photosynthèse du phytoplancton et d'une espèce de macrophytes;
- dommages au rein et au foie chez la truite;
- réduction réversible de la productivité primaire, de la production d'oxygène dissous et de la respiration des communautés aquatiques;
- réduction de la production de cellules chez l'algue *Scenedesmus spicatus*.

Outre l'atrazine, les autres herbicides détectés, ces dernières années, en concentration parfois supérieure au critère de qualité de l'eau sont le métolachlore, le diméthénamide, la cyanazine, le métribuzine, le MCPA et le MCPB.

Pour les insecticides, ce sont le carbofuran, le diazinon, le chlorpyrifos, le malathion et l'aziphos-méthyl. La documentation scientifique sur les effets de ces produits à des concentrations faibles et en milieu naturel est plutôt rare (effets chroniques) et tous les types d'effets possibles n'ont pas nécessairement été étudiés. Il est ainsi difficile de décrire les effets de ces produits sur les organismes aquatiques de nos cours d'eau.

Compte tenu de leur effet toxique sur les végétaux, les herbicides peuvent avoir, à certaines concentrations, des effets sur les plantes aquatiques. Quelques-uns des effets chroniques ont été décrits pour l'atrazine, notamment la réduction de croissance des algues. Il est fort probable que ce genre d'effet soit commun à bon nombre d'herbicides.

Dans la documentation scientifique, l'évaluation de la phytotoxicité des herbicides pour les espèces aquatiques repose souvent sur des procédures standards basées sur des concentrations plus élevées que ce que l'on trouve dans nos milieux aquatiques. Les tests sont aussi réalisés sur différentes espèces d'algues mais beaucoup plus rarement sur des plantes vasculaires supérieures (macrophytes). Bien que certains herbicides affectent des mécanismes communs à tous les végétaux, d'autres herbicides visent des mécanismes qui n'existent que dans certains types de végétaux comme les plantes vasculaires. Kirby et Sheahan (1994) rapportent que les tests basés uniquement sur les algues sont insuffisants pour rendre compte d'éventuels effets adverses sur les plantes aquatiques vasculaires. Ainsi, par exemple, les tests d'algues auraient été inappropriés pour évaluer la toxicité des herbicides phénoxyacides (dicamba, 2,4-D) parce que ces produits agissent comme les auxines pour

modifier la croissance des plantes alors que la croissance des algues n'est pas contrôlée par les auxines.

Par ailleurs, en plus des effets indirects sur les espèces aquatiques qui se servent des algues comme nourriture, comme support ou comme protection, il n'est pas exclu que les herbicides puissent avoir des effets directs sur les insectes aquatiques, mollusques et poissons. Il en est de même pour les insecticides détectés en concentrations dépassant les critères de qualité pour la protection de la vie aquatique.

Les effets combinés des pesticides sur les espèces aquatiques

Plusieurs chercheurs ont évalué la toxicité, pour le milieu aquatique, de mélanges de certains contaminants (Alabaster *et al.*, 1994) et de mélanges de pesticides (Hatakeyama *et al.*, 1997, Pape-Lindstrom *et al.*, 1997, Marinovitch *et al.*, 1996, Thompson, 1996, Faust *et al.*, 1993, Faust *et al.*, 1994, Altenburger *et al.*, 1990). Plusieurs croient que le concept d'additivité peut être utilisé pour évaluer la toxicité de mélanges de produits. Pour quantifier l'effet additif de mélanges de produits, Calamari et Vighi (1992) propose l'équation suivante pour les produits ayant un mode d'action similaire :

$$CQ_m = \sum_{i=1}^n C_i / CQ_i$$

où

n = nombre de produits dans le mélange

C_i = concentration de chacun des produits dans le mélange

CQ_i = critère de qualité de l'eau individuel

Lorsque le résultat est supérieur à 1, des effets sur le milieu aquatique peuvent survenir.

Bien que la plupart des études citées précédemment ont été confirmées à partir de tests de toxicité aiguë, on a appliqué le principe d'additivité aux concentrations sous-létales (chroniques) d'herbicides présentes dans les échantillons d'eau prélevés en 1996, 1997 et 1998. Le calcul ne tient pas compte d'éventuels effets additifs ou synergiques des insecticides, bien que ceux-ci soient également possibles.

Il ressort de ce calcul, que, pour les rivières Chibouet, des Hurons et Saint-Zéphirin, en plus des échantillons où un ou plusieurs pesticides dépassent les critères de qualité de l'eau, il y a 2 % à 8 % des échantillons qui présenteraient des teneurs en herbicides susceptibles d'affecter la vie aquatique, sans qu'aucun d'entre-eux ne dépasse les critères de qualité établis pour la protection

de la vie aquatique. Pour la rivière Saint-Régis, la proportion des échantillons où la somme des herbicides présents pourrait causer des effets à la vie aquatique est de l'ordre de 15 %.

Toutefois, si l'on restreint le calcul aux seuls herbicides qui ont un mode d'action connu et similaire pour les espèces végétales visées (mauvaises herbes dans les cultures), la somme demeure inférieure à 1 et il n'y aurait pas d'effets attendus sur les espèces aquatiques. Cependant, pour certains herbicides fréquemment détectés dans l'eau, tels que le métolachlore et le diméthénamide, le mode d'action précis chez les mauvaises herbes est encore inconnu; à plus forte raison les effets sur les espèces aquatiques.

À la suite de notre publication de 1997, (Giroix *et al.*, 1997), l'Institut français de l'environnement a utilisé cette même approche pour l'évaluation de leurs données de concentrations de pesticides dans l'eau (IFEN, 1998).

Afin de compléter le portrait des impacts sur le milieu aquatique, une étude est actuellement en cours au ministère (Direction des écosystèmes aquatiques). Elle vise à évaluer l'impact des polluants agricoles sur les organismes aquatiques pour un petit cours d'eau dont le bassin est principalement en culture de maïs, soya et céréales. Une telle étude de l'écosystème aquatique (diversité, abondance et état de santé des espèces aquatiques) ne nous permettra sans doute pas de distinguer l'effet spécifiquement lié à la présence de pesticides, mais elle pourra fournir quelques indications nouvelles sur les effets conjugués de la présence de faibles concentrations de plusieurs pesticides et d'autres polluants agricoles (azote, phosphore, etc.).

Déclin du Chevalier cuirré

Des études récentes montrent que, même à des concentrations très faibles, certains pesticides peuvent avoir des effets sur les activités de nage ou sur les comportements de regroupement des poissons (Saglio et Trijasse, 1998). Les pesticides, notamment l'atrazine, sont parmi les produits soupçonnés d'interférer dans les mécanismes de reproduction de certains poissons.

Au Québec, Gendron et Branchaud (1997) croient que de tels mécanismes sont parmi les causes qui expliquent le déclin du Chevalier cuirré (*Moxostoma hubbsi*), espèce unique au Québec et qui peuplait autrefois les rivières Richelieu et Yamaska. Son secteur de distribution se limite aujourd'hui presque essentiellement à la rivière Richelieu, où la population rencontre de sérieuses difficultés à se reproduire.

Selon Moore et Waring (1998) l'atrazine, même présente en très faible concentration (0,5 µg/L) peut produire une interférence olfactive sur certaines espèces de poissons.

CONCLUSION

Des pesticides sont encore régulièrement présents durant l'été dans les rivières qui drainent les régions où l'on cultive le maïs et le soya. En effet, les quatre rivières retenues pour le suivi à long terme montrent encore la présence de plusieurs produits.

Les pesticides détectés sont surtout des herbicides reliés aux cultures de maïs et de soya, notamment : l'atrazine, le métolachlore, le bentazone, le dicamba, le 2,4-D, le diméthénamide et la simazine. D'autres herbicides et des insecticides sont aussi détectés.

Même si elles sont encore présentes dans 100 % des échantillons prélevés dans les quatre rivières retenues pour le suivi à long terme, les concentrations d'atrazine sont généralement plus faibles que ce que l'on mesurait auparavant. En effet, l'analyse statistique montre une tendance significative à la baisse des concentrations d'atrazine. Cette baisse est cohérente avec la diminution de l'utilisation de ce produit rapportée dans les bilans de ventes de pesticides effectués par le ministère de l'Environnement.

Toutefois, cette note positive est atténuée par l'augmentation des concentrations de métolachlore au cours des dernières années ainsi que par l'apparition de plus en plus fréquente dans l'eau du bentazone et du diméthénamide. Le bentazone est maintenant détecté dans 91 % des échantillons et le diméthénamide dans 67 % des échantillons.

De plus, même s'ils sont moins fréquents qu'auparavant, des dépassements des critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique se produisent encore pour l'atrazine et pour quelques autres pesticides ce qui peut affecter les espèces aquatiques.

Plusieurs herbicides, notamment le dicamba et le MCPA, sont présents dans les quatre rivières échantillonnées, en concentrations supérieures aux critères pour l'irrigation des cultures. Ceci implique que certaines cultures pourraient être endommagées si ces rivières sont utilisées comme source d'alimentation pour l'irrigation.

Les producteurs et productrices de grandes cultures utilisent une gamme de produits plus diversifiée. Cette situation a entraîné une plus grande diversité des pesticides détectés dans l'eau. Pour l'instant, l'état des connaissances scientifiques ne nous permet pas d'évaluer avec certitude le risque de la présence de ces mélanges complexes sur les espèces aquatiques. Mais bon nombre de chercheurs croient que leurs effets pourraient s'additionner. Selon cette hypothèse, en plus des 10 % à 30 % d'échantillons qui dépassent encore les critères de qualité de l'eau, 2 % à 15 % des échantillons prélevés dans le cadre de notre étude présenteraient des teneurs d'herbicides susceptibles d'affecter les espèces aquatiques, en dépit du fait que chaque produit respecte les critères de qualité de l'eau.

La Stratégie phytosanitaire mise de l'avant par le MAPAQ et ses partenaires, en 1992, visait à réduire de 50 % l'utilisation des pesticides au Québec entre 1992 et l'an 2000 et à ramener les concentrations mesurées dans l'eau en deçà des critères de qualité de l'eau. À l'approche de l'échéance, on constate une baisse de la contamination de l'eau par l'atrazine. Mais en 1998, les concentrations mesurées dans l'eau dépassent encore de 9 % à 16 % du temps le critère établi pour la protection de la vie aquatique. L'amélioration est contrebalancée par l'apparition dans l'eau d'autres herbicides.

Le fait d'introduire des cultures de rotation et de diversifier l'utilisation des pesticides est peut-être une première étape vers des changements des pratiques culturales. Toutefois, des gains environnementaux réels ne pourront survenir sans diminution des superficies traitées et sans une réduction importante des quantités totales effectives d'herbicides (et autres pesticides) dans ces cultures.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMS, C.D., E.M. THURMAN, 1991. *Formation and Transport of Deethylatrazine in the Soil and Vadose Zone*, J. Environ. Qual, 20 : 540-547.
- ALABASTER, J.S., D. CALAMARI, V. DETHLEFSEN, H. KONEMAN, R. LLOYD, J.F. SOLBÉ. 1994. *Mixtures of toxicants*. Dans : *Water Quality for freshwater fish*, Ed. Gwyneth Howells, 222 p.
- ALTENBURGER, R., W. BÖDEKER, M. FAUST, H. GRIMME, 1990. *Evaluation of the Isobologram Method for the Assessment of Mixtures of Chemicals, Combination effect studies with pesticides in algal biotests*, Ecotoxicology and environmental safety, 20 : 98-114.
- BERRYMAN, D., I. GIROUX, 1994. *La contamination des cours d'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive de maïs au Québec ; Campagnes d'échantillonnage de 1992 et 1993*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq EN940594, rapport n° PES-4, 134 p., 5 annexes.
- BUHLER, D.D., G.W. RANDAL, W.C. KOSKINEN, D.L. WISE, 1993. *Atrazine and Alachlor Losses from Subsurface Tile Drainage of a Clay Loam Soil*. J. Environ. Qual., 22 : 583-588.
- CALAMARI, D., M. VIGHI, 1992. *A proposal to define quality objectives for aquatic life for mixtures of chemical substances*. Chemosphere. 25(4) : 531-542.
- CCME, 1987. *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*. + annexes 1989 à 1996. Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement.
- CPVQ, 1996. *Le soya en expansion*. Colloque sur le soya, Cahier des conférences. Conseil des productions végétales du Québec, 114 p.
- CPVQ, 1997. *Mauvaises herbes, Répression 1997-1998*. Agdex 640, publication V 9711. Conseil des productions végétales du Québec Inc., ISBN 2-89457-124-0, 217 p.
- CPVQ, 1998. *Répertoire des traitements de protection des cultures 1998-1999*. Agdex 605, VS 033, Conseil des productions végétales du Québec Inc., ISBN 2-89457-163-1, 139 p.
- EPA, 1991. *Technical support document for water quality-based toxics control*. Office of Water, U.S.E.P.A., Washington, DC 20460.
- FAUST, M., R. ALTENBURGER, W. BÖDEKER, L.H. GRIMME, 1993. *Additive effects of herbicide combinations on aquatic non target organisms*. The Science of the Total Environment, Supplement 1993,942-952.
- FAUST, M., R. ALTENBURGER, W. BÖDEKER, L.H. GRIMME, 1994. *Algal Toxicity of Binary Combinations of Pesticides*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 53 : 134-141.

Annexe 1 Méthodes d'analyse des pesticides et limites de détection

Balayage des organophosphorés triazines et autres

Pour l'analyse des triazines, organophosphorés et autres, les pesticides sont extraits de l'échantillon par passage à travers une colonne de type octadécyle (C18). Les pesticides retenus sur la colonne sont élués avec une solution d'acétate d'éthyl saturée d'eau. L'éluat est ensuite concentré à faible volume sous atmosphère d'argon. Une purification sur gel de silice est effectuée si nécessaire.

Les pesticides sont séparés dans une colonne de chromatographie en phase gazeuse et détectés par spectrométrie de masse. Les concentrations de pesticides contenues dans l'échantillon sont calculées en comparant la surface 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'un étalon d'extraction (propoxur et atrazine D₅) et d'un étalon d'injection (iprodione et terbutryne).

Phénoxyacides

Pour l'analyse des herbicides de type phénoxyacide, il y a d'abord acidification de l'échantillon à pH 2 pour activer la formation des formes non-ionisées. Les pesticides sont ensuite extraits par passage à travers une colonne de type octadécyle (C18). Les pesticides retenus sur la colonne sont élués avec un mélange d'acide acétique et d'acétonitrile. L'éluat recueilli est évaporé à sec sous atmosphère d'argon. Une estérification (méthylation) est effectuée à l'aide d'une solution de BF₃/méthanol acidifiée.

Les pesticides dérivés sont ensuite extraits avec une solution d'hexane et séparés dans une colonne de chromatographie en phase gazeuse. Le temps de rétention dans la colonne ainsi qu'un groupe d'ions caractéristiques permettent l'identification de chacun des composés présents au moyen d'un détecteur de masse spécifique (MSD). Les concentrations sont calculées en comparant les surfaces des pics des produits de l'échantillon à celles de solutions étalon de concentrations connues. Un contrôle de qualité est effectué sur chaque échantillon à l'aide de marqueurs isotopiques (dicamba-D₃ et 2,4-D C₁₃), comme étalon d'extraction et d'un étalon d'injection (1,3,5-tribromobenzène).

Triazines par méthode immunoenzymatique dans la rivière Yamaska en 1996 et 1997

L'analyse des triazines par la méthode immunoenzymatique a été utilisée pour le dépistage des triazines à l'embouchure de la rivière Yamaska. Cette analyse donne la somme des triazines présentes dans l'échantillon et non la concentration de chaque substance (ex. : atrazine, cyanazine, simazine). Aussi, dans certains cas, il est nécessaire de procéder à l'analyse complète par chromatographie pour comparer les résultats obtenus aux critères de qualité de l'eau, ceux-ci étant établis individuellement pour chaque produit. En 1996 et 1997, les analyses complètes ont été réalisées seulement pour les échantillons qui présentaient les concentrations de triazines les plus élevées.

Le seuil de détection pour l'analyse des triazines par la méthode immunoenzymatique est comparable à celui obtenu par l'analyse par chromatographie, soit 0,05 µg/L.

Limites de détection (µg/L) pour les pesticides analysés en 1996, 1997 et 1998

	1996	1997	1998
Atrazine	0,04	0,04	0,04
Dééthyl-atrazine	0,03	0,03	0,03
Déisopropyl-atrazine	0,03	0,03	0,03
Azinphos-méthyl	0,08	0,08	0,08
Bentazone	NA	0,03	0,03
Bromoxynil	NA	0,01	0,01
Butilate	0,02	0,02	0,02
Carbaryl	0,03	0,03	0,03
Carbofuran	0,04	0,04	0,04
Chlorfenvinphos	0,06	0,06	0,06
Chlorothalonil	0,06	0,06	0,06
Chloroxuron	0,09	0,09	0,09
Chlorpyrifos	0,03	0,03	0,03
Cyanazine	0,04	0,04	0,04
2,4-D	0,05	0,01	0,01
2,4-DB	0,05	0,05	0,05
2,4-DP(Dichlorprop)	0,05	0,03	0,03
Diazinon	0,02	0,02	0,02
Dicamba	0,05	0,01	0,01
Dichlorvos	0,04	0,04	0,04
Diméthénamide	0,05	0,06	0,03
Diméthoate	0,03	0,03	0,03
Disulfoton	0,03	0,03	0,03
Diuron	0,2	0,2	0,2
EPTC	0,02	0,02	0,02
Fonofos	0,02	0,02	0,02
Linuron	0,08	0,08	0,08
Malathion	0,02	0,02	0,02
MCPA	0,05	0,02	0,02
MCPB	0,05	0,02	0,02
Mecoprop	0,05	0,01	0,01
Méthidathion	NA	0,03	0,02
Méthyl-parathion	0,03	0,03	0,03
Métolachlore	0,02	0,02	0,02
Métribuzine	0,04	0,04	0,04
Mévinphos	0,04	0,04	0,04
Myclobutanil	0,05	0,04	0,04
Parathion	0,06	0,06	0,06
Phorate	0,04	0,04	0,04
Phosalone	0,03	0,03	0,03
Simazine	0,02	0,02	0,02
Terbuthiuron	0,19	0,2	0,2
Terbufos	0,05	0,05	0,05
Triclopyr	0,05	0,01	0,01
Trifluraline	0,06	0,06	0,06

NA : Non analysé

Grisé : La limite de détection a changé durant la période d'étude

ANNEXE 2

**Résultats d'analyse des rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis,
Saint-Zéphirin et Yamaska, 1992 à 1998**

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE CHIBOUET EN 1992 (µg/L)

HERBICIDES	Mai				Juin				Juillet				Août				Sept		Oct		Déc	
	4	11	20	25	2	8	16	22	29	6	14	20	28	3	17	26	31	9	21	5	20	1
Atrazine	0,24	0,14	0,31	0,57	4,4	3	4,2	3,16	2,63	1,71	5,6	5	5,6	1,92	1,3	0,73	0,35	0,5	0,39	0,33	0,35	0,2
DBA	0,15	0,12	0,11	0,14	0,33	0,23	0,47	0,37	0,38	0,3	1,44	2,6	2,6	0,73	0,83	0,34	0,25	0,36	0,31	0,29	0,27	0,28
Métochlor	0,1	0	0,1	0,4	2,6	1,1	1,1	0,8	0,6	0,3	1,1	1,5	1,3	0,4	0	0,1	0,2	0,2	0,1	0	0,1	0
Cyanazine	0	0	0	0,12	0,09	0,1	0,05	0,04	0	0,07	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simazine	0	0	0	0	0	0	0,04	0,07	0,04	0	0,09	0,05	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPTC	0,04	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE CHIBOUET EN 1993 (µg/L)

HERBICIDES	Jan	Pév	Mai			Juin										Juillet										Août					Sept		Oct		Nov		Déc																		
	11	8	17	25	31	4	7	9	11	14	16	18	22	24	26	28	30	2	5	7	9	12	14	16	19	21	23	26	28	30	2	4	6	8	15	22	29	6	20	3	17	7	21	5											
Atrazine	0,2	0,1	0,26	0,68	1	2,3	1,8	2,3	3,3	1,7	1,5	5,5	29	9,1	4,4	3,1	2,5	2,5	2,1	1,8	1,7	1,7	1,7	1,5	1,2	1,5	1,3	1	1,1	2,5	2,1	2,6	2,6	3,1	2,4	1,1	1,8	0,92	0,29	0,77	0,27	0,24	0,14	0,28											
DBA	0,08	0	0,1	0,14	0,22	0,37	0,22	0,22	0,25	0,24	0,21	0,3	4,1	1,3	0,72	0,56	0,43	0,46	0,41	0,37	0,36	0,36	0,37	0,3	0,26	0,32	0,31	0,24	0,31	0,49	0,72	0,8	0,67	0,73	0,76	0,42	0,6	0,75	0,31	0,67	0,32	0,26	0,16	0,23											
Métochlor	0,1	0	0	0,4	0,9	1,9	1,9	2,4	1,5	0,9	0,8	2,7	21	4,7	1,9	1,3	0,9	1	0,9	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,8	0,8	0,7	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4	0	0,03	0	0	0	0,1											
Cyanazine	0	0	0	0	0,07	0,05	0	0	0,07	0	0	0	0	1,7	0,5	0,41	0,29	0,21	0,42	0,25	0,18	0,16	0,18	0,17	0,15	0,14	0,16	14	0,12	0,06	1,2	1,2	0,62	0,55	0,77	1,3	0,09	0,08	0	0,08	0,09	0	0	0	0										
Simazine	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,03	0,12	0,36	0,24	0,17	0,16	0,29	0,28	0	0,11	0	0,03	0	0	0	0	0										
EPTC	0	0	0,06	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,03	0,12	0,36	0,24	0,17	0,16	0,29	0,28	0	0,11	0	0,03	0	0	0	0	0										
Butilate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
INSECTICIDE																																																							
Diméthose	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE CHIBOUET EN 1994 (µg/L)

HERBICIDES	Pév	Mars			Avril					Mai										Juin										Juillet										Août																
	29	6	20	4	17	1	12	15	16	18	29	1	2	3	5	6	8	10	13	15	17	19	20	22	27	29	4	6	8	11	13	18	20	22	25	27	29	31	2	5	17	19	22	24												
Atrazine	0,07	0,09	0,11	0,16	0,22	0,14	0,13	0,12	0,11	0,37	0,33	0,36	0,34	9,9	4,5	1,3	1,6	1,7	2,6	2,4	13	8,4	4,9	3	8,2	15	16	13	3,1	4,5	3,4	1,3	1,1	2,7	1,7	0,91	1,1	0,77	0,7	0,77	0,59	0,41	0,56	0,75	0,24	0,2	0,2	0,2								
DBA	0,05	0,07	0,07	0,1	0,19	0,12	0,09	0,1	0,09	0,16	0,13	0,12	0,11	0,48	1,5	0,21	0,21	0,22	0,19	0,19	0,97	0,86	0,53	0,44	0,92	1,3	1,5	1,9	0,59	1,5	1,1	0,5	0,45	0,84	0,57	0,42	0,45	0,46	0,74	0,68	0,48	0,32	0,4	0,22	0,21	0,14	0,12	0,12								
DIA	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0,15	0,39	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,37	0,31	0,18	0,16	0,32	0,49	0,48	0,61	0,17	0,39	0,31	0,13	0,09	0,23	0,14	0,13	0,12	0,14	0,18	0,17	0,1	0,06	0,09	0,15	0,04	0,04	0,04	0,04								
Métochlor	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0,05	0,05	0,4	0,2	0,3	0,27	9,8	3,4	1,5	1,6	1,8	1,3	1,3	8,4	6	3	1,9	5,2	11	12	6,6	1,7	3,4	2,6	0,91	0,77	2	0,92	0,9	0,65	0,82	0,71	0,74	0,43	0,26	0,42	0,39	0,14	0,11	0,12	0,11								
Cyanazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0,04	0	Tr	0,04	0,05	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Simazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,02	0,03	0,06	0,09	0,03	0,03	0,05	0,04	0	Tr	0,03	0,04	0,06	0,05	0,02	0,02	Tr	0	0	0,18	0,03	0,02	0,06	Tr	Tr	0,04	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
EPTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Butilate	0	0	0	0	0	0	0,17	0,07	0,33	0,07	0	0	0,02	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0,03	0,02	0,06	Tr	Tr	0,04	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Duron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Liauron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Méthibuzin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Dioncha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
MCPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
2,4-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
2,4-DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
INSECTICIDES																																																								
Diméthose	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Carbofuryl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Carbofuryl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

Le zéro signifie que le produit a été "non détecté" au vu de la détection présumée à l'échelle 1

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE CHIBOUET EN 1995 (µg/L)

HERBICIDES	Juin										Juillet										Août																		
	4	7	9	12	13	15	18	21	22	25	28	30	5	7	10	12	14	17	19	21	24	26	27	28	2	3	6	8	10	13	15	18	20	22	24	27	29	31	
Atrazine	11	3,9	2,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8	1,4	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2	1	0,8	0,92	0,67	0,66	1,2	3,1	11	3,8	6	2,6	1,8	0,74	1,8	0,74	0,58	0,83	0,76	0,74	0,63	0,5	0,62	0,7	0,61	
DEA	0,63	0,5	0,56	0,26	0,28	0,22	0,22	0,29	0,22	0,21	0,22	0,27	0,24	0,24	0,23	0,19	0,21	0,16	0,16	0,19	0,81	1,2	0,97	1,1	1,1	0,86	0,33	0,57	0,57	0,3	0,39	0,35	0,35	0,3	0,26	0,34	0,37	0,33	
DIA	0,23	0,17	0,13	0,09	0,11	0,07	0,08	0,12	0,08	0,08	0,08	0,1	0,09	0,09	0,08	0,07	0,08	0,06	0,07	0,31	0,42	0,32	0,36	0,32	0,25	0,12	0,16	0,15	0,08	0,13	0,1	0,11	0,09	0,08	0,09	0,11	0,08		
Métochloro	2,5	1,4	0,8	0,6	0,63	0,56	0,49	0,53	0,39	0,29	0,3	0,24	0,21	0,18	0,13	0,14	0,1	0,09	0,13	3,8	2,1	0,95	1,9	0,94	0,7	0,37	0,31	0,27	0,19	0,59	0,31	0,26	0,18	0,14	0,15	0,15	0,12		
Cyanazine	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Simazine	0,03	Tr	0	0	0	0	Tr	Tr	0	0	0	Tr	0	Tr	Tr	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EPTC	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,05	0,03	0,03	Tr	Tr	0,02	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Métribuzine	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dicamba	2,1	1	0,56	0,6	0,52	0,26	0,31	0,26	0,09	0,11	0,07	0,06	0,05	0	0	0	0	0	0	0,89	0,78	0,63	0,13	0,1	0,09	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MCFA	0,35	0,24	0,36	0,15	0,11	0	0,5	1,5	1,8	1,2	1,2	0,71	0,55	0,33	0,26	0,17	0,14	0,13	0,11	0,07	0	0,05	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	
2,4-D	0,15	0,14	0,3	1,3	0,31	0,23	0,22	0,32	0,49	0,88	0,89	0,82	0,45	0,36	0,27	0,28	0,21	0,17	0,24	0,07	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mécoprop	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INSECTICIDES																																							
Diméthoate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carbofuran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diazinon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Malathion	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE CHIBOUET EN 1996 (µg/L)

HERBICIDES	Mai				Juin										Juillet										Août															
	21	24	27	29	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	26	29	1	3	6	8	10	13	15	17	20	22	24	27	29	31	3	5	7	10	12	14	17	19	21	24
Atrazine	0,47	0,37	0,23	0,4	0,57	0,46	0,87	3,2	1,5	1,7	1,3	1,4	1,2	1,2	0,83	0,8	11	6,5	4	5,5	4,5	3,4	2,6	4,2	3,6	3,6	2,1	1,3	1,3	0,95	0,53	0,54	0,4	0,57	0,52	0,43	0,31	0,34	0,33	0,34
DEA	0,14	0,09	0,08	0,06	0	0,08	0,09	0,19	0,12	0,13	0,14	0,15	0,15	0,15	0,12	0,14	1,9	1,4	0,79	1	0,9	0,74	0,67	1,8	1,7	2,2	0,97	0,7	0,79	0,53	0,22	0,23	0,23	0,29	0,26	0,21	0,17	0,15	0,14	0,13
DIA	Tr	0	0	0	0,08	0	0,08	0,04	0,06	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04	0,06	0,06	0,93	0,43	0,29	0,41	0,32	0,25	0,23	0,81	0,68	1,8	0,29	0,21	0,23	0,17	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,06	0,05	0,03	0,04	0,04
Métochloro	2,8	0,94	0,73	1,2	0,87	0,58	1	2,3	0,92	1,2	0,77	0,85	0,53	0,49	0,41	0,47	7,3	4	1,7	1,8	1,4	0,95	0,78	3,3	3,3	2,5	1,3	1,3	1	0,59	0,33	0,34	0,26	0,34	0,31	0,23	0,32	0,22	0,21	0,27
Cyanazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,03	0,07	0,04	0,02	0,02	Tr	1,4	0,02	0,06	0,03	0,02	Tr	Tr	Tr	0,05	0,03	Tr	Tr	Tr	0	Tr	Tr	
Simazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EPTC	0,04	Tr	0	Tr	0	0,02	0,02	0,02	Tr	Tr	Tr	0,02	0	0	0	0	0,03	0,03	0,07	0,04	0,02	0,02	Tr	1,4	0,02	0,06	0,03	0,02	Tr	Tr	Tr	0,05	0,03	Tr	Tr	Tr	0	Tr	Tr	
Butilate	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Métribuzine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0,18	0,05	0,04	0,13	0,07	0,05	Tr	0,04	0,06	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Léruron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0,49	0,08	Tr	Tr	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diméthaméide	Tr	0	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0,25	0,18	0,22	0,08	0,11	0,06	Tr	Tr	0	1,6	0,93	0,22	0,27	0	0,2	0,15	0,22	0,26	0,2	0,09	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dicamba	0,27	0,21	0,23	0,27	0,35	0,19	0,42	0,66	0,34	0,54	0,63	0,56	1,4	0,66	0,62	0,23	4,6	3,1	1,6	1,5	0,81	0,52	0,39	0,8	0,49	0,58	0,21	0,1	0,11	0,06	0,06	0,07	0,05	Tr	Tr	0	0	0	0	
MCFA	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	Tr	0,08	0,13	0,08	0,19	0,12	0,07	7	0,13	0,07	Tr	Tr	0	0,13	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2,4-D	Tr	0	0	Tr	0,03	0	Tr	0,06	Tr	Tr	0,05	0,09	0	Tr	Tr	Tr	0,18	0,29	0,38	0,22	0,07	0,05	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mécoprop	0	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	
Dichloroprop	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0,27	0,19	0,17	0,03	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2,4-DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INSECTICIDES																																								
Diméthoate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Malathion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE CHIBOUET EN 1997 (µg/L)

HERBICIDES	Juin										Juillet										Août										Sept										
	2	4	6	9	11	13	16	18	20	23	25	27	30	2	4	7	9	11	14	16	17	21	23	25	28	30	1	4	6	8	11	13	15	18	22	25	27	28	29	30	1
Atrazine	0,19	0,22	0,31	4,7	3,1	1,7	0,97	0,78	0,84	2,2	7	5,7	3,6	4	3,9	3,6	3,9	3,6	1,7	1,9	1,5	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	0,96	0,88	0,93	0,93	0,84	0,82	0,74	0,81	0,49	0,39	0,32				
DEA	0,06	0,06	0,06	0,17	0,14	0,12	0,1	0,11	0,11	0,23	0,79	0,82	0,67	0,57	0,66	0,59	0,6	0,67	0,37	0,41	0,34	0,38	0,29	0,29	0,29	0,27	0,25	0,23</													

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE CHIBOUET EN 1998 (µg/L)

	Mai										Juin										Juillet										Août																													
	11	12	16	18	20	21	22	27	29		1	2	8	10	12	15	17	20	22	24	27	29	1	4	7	8	11	13	15	18	20	22	24	27	29	3	5	8	10	12	17	19	22																	
HERBICIDES																																																												
Azinphos	0,37	0,53	0,41	0,52	0,5	0,74	0,87	0,78	0,81	1,1	2,5	2,3	3,1	1,8	1,7	4,1	2,5	1,7	1,8	1,5	1,1		7	1,7	1,8	1,5	2,3	0,91	0,96	0,8	0,74	0,59	0,54	0,52	0,49	0,36	0,36	0,35	0,36	0,33	0,26	0,22	0,21																	
DIA	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07	0,08	0,09	0,1	0,09	0,16	0,3	0,35	0,56	0,39	0,33	0,93	0,66	0,59	0,39	0,46	0,37		0,52	0,54	0,58	0,48	0,51	0,56	0,6	0,41	0,4	0,4	0,35	0,32	0,29	0,17	0,17	0,21	0,15	0,13	0,12	0,08	0,09																	
Métolachlore	Tr	Tr	Tr	0,03	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0,06	0,08	0,11	0,27	0,18	0,14	0,33	0,24	0,2	0,21	0,16	0,12		0,27	0,33	0,24	0,2	0,16	0,16	0,18	0,18	0,12	0,13	0,11	0,1	0,09	0,05	0,05	0,06	0	0	0	0,04	0,03																	
EPTC	0	0	0	0	0,02	0,02	0	0	Tr	0	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
Dinoseb	0,09	0,06	0,16	0,1	0,07	0,04	0,03	0,03	0	0,03	0,09	0	0,52	0,2	0,13	0,16	0,49	0,07	0,07	0,06	0,04		0,1	0,04	0,06	0,05	0,58	0,34	0,2	0,13	0,43	0,18	0,08	0,05	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0	0																	
Méthylparathion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
Lindane	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																	
Diflufenican	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																	
Diuron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																	
Glifosate	0,11	0,12	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,25	0,2	0,3	0,44	0,03	1,4	4,2	0,8	1	1,3	0,73	0,01	0,42	0,21		0,41	0,56	0,59	0,54	0,67	0,15	0,09	0,33	0,32	0,14	0,06	0,01	0,1	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0	0	0																
MCFA	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,02	0	0	0,03	0		0,02	0,06	0,07	0,1	0,02	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
2,4-D	0	0	0	0	0,04	0,03	0,17	0,04	0,03	0,11	0,11	0,22	0,13	0,08	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,06	0,06		0,06	0,12	0,08	0,06	0,84	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0	0	0	0	0												
Misoprop	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0,01	0,01	0,17	0	0	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
2,4-DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																	
Dichlorprop	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																	
Simazine	0,05	0,06	0,07	0,06	0,09	0,05	0,04	0,05	0,08	0,03	0,71	0,8	0,53	0,42	0,46	2,7	3,1	1,3	1,4	1	0,7		1,8	3,8	4,2	3,6	2	1,7	1,3	0,85	0,86	0,66	0,6	0,58	0,33	0,33	0,24	0,22	0,34	0,23	0,14	0,22	0,22																	
Bromoxynil	0	0	0	0	0	0	0,02	0,01	0,01	0,04	0,12	0	0,02	0,01	0	0,03	0,04	0,03	0	0	0		0,03	0,07	0,04	0,05	0,02	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
INSECTICIDES																																																												
Carbofenthrate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																	
MSE	13	9	16	27	29	17	27	31	23	10	27	14	12	13	10	16	9				12		12	10	6	10	14	14	14	14	13	15	12	18	25	9	16	18	23	25	21	28	22																	

Le zéro signifie que le produit a été "non détecté" au seuil de détection précisé à l'annexe I

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE DES HURONS EN 1997(µg/L)

HERBICIDES	Mai										Juin										Juillet										Août													
	23	26	28	30	2	4	6	9	11	13	16	18	21	23	25	27	30	2	4	7	9	11	14	16	18	21	24	25	28	30	1	4	6	8	11	20	22	25	27					
Atrazine	0,13	0,35	0,15	0,34	0,31	0,29	0,35	0,52	0,4	1,4	5,6	2,1	2,7	3,7	1,4	0,74	0,55	0,43	1,8	1,5	0,97	1,1	2,4	3,3	0,98	0,54	0,42	0,37	0,43	0,47	0,24	0,17	0,34	0,19	0,12	0,28	0,46	0,29	0,21					
DEA	0,08	0,07	0,07	0,07	0,09	0,08	0,09	0,1	0,09	0,14	0,69	0,33	0,33	1	0,44	0,27	0,24	0,21	0,42	0,29	0,19	0,32	0,23	1,2	0,49	0,28	0,22	0,2	0,15	0,13	0,12	0,1	0,11	0,1	0,06	0,16	0,14	0,21	0,18					
DIA	0,03	Tr	Tr	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	0,45	0,23	0,16	0,44	0,19	0,09	0,09	0,11	0,28	0,13	0,1	0,14	0,09	0,51	0,19	0,1	0,08	0,08	0,06	0,06	0,07	0,03	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06						
Métochloro	0,2	1	0,79	0,54	0,58	0,5	0,58	0,7	2,9	1	11	5,9	2,9	3,8	1,9	1,9	0,71	0,5	1,9	1,1	1,8	1,6	3,1	4,5	1,3	0,53	0,41	0,33	0,28	0,42	0,23	0,17	0,2	0,28	0,1	0,33	0,59	0,57	0,26					
Cyfluthrin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0,15	0,1	0,34	0,09	0,05	0,05	Tr	0,07	Tr	Tr	0	0	0,19	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0						
Simazine	0	0,04	0,04	0,05	0,04	0,02	0,02	Tr	Tr	Tr	0	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0	0	Tr	0,02	0	0,02	0	0	0	0,02	0,02	Tr	Tr	Tr	0,09	0,05	0,03	0,02	0	0,13	0,02	Tr	Tr					
EPTC	0,04	Tr	0	0	0,03	0,03	Tr	Tr	0	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,02	Tr	Tr	Tr	0,09	0,05	0,03	0,02	0	0,13	0,02	Tr	Tr						
Linuron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Méributhiazine	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Bullfax	Tr	0,02	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0,12	0,04	Tr	0	0	0,05	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Dinoseb	0	0,4	0,11	0,11	0,21	0,12	0,09	0,1	0,05	0,5	0,74	0,5	0,12	0,38	0,09	0,04	0,03	Tr	0,18	0,02	0,1	0,15	0	0,09	0,06	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	Tr	0	0,04	0	0,03	0,06	0,06	0,03
Dicamba	Tr	0,21	0,05	0,31	0,17	0,12	0,14	0,33	0,94	0,77	3,6	2	1,1	3,4	0,94	0,4	0,24	0,14	0,3	0,22	0,18	0,21	0,12	0,27	0,14	0,07	0,12	0,03	0,42	0,08	0,11	0,04	0,06	0,04	0,03	0,07	0,14	0,1	0,06					
MCPA	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0,03	0,3	0,41	0,27	0,25	0,1	0	0,03	0,03	0,16	0,22	0,04	0,16	Tr	0,04	0,03	Tr	0	0	0,02	0,02	0,1	0	0,03	0,04	0,03	0,07	0,14	0,1	0,06					
Méoprop	0	0,02	0,05	0,04	0,06	0,06	0,04	0,07	0,05	0,07	0,19	1	1	0,04	0,04	0	0,02	0,03	0,09	0,03	0,19	0,04	0,05	0,03	0	0	0,07	0,03	0,02	0,06	0,03	0,02	0	0,09	0,16	0,09	0,07	0,11						
2,4-D	0	0,08	0,23	0,36	0,32	0,32	0,16	0,13	0,06	0,12	0,3	1,5	1,7	0,18	0,07	0,07	0,03	0,04	0,66	0,14	0,28	0,09	0,12	0,04	Tr	0,03	0,12	0,05	0,02	1	0,15	0,07	0,05	0,04	0,07	0,19	0,05	0,04	0,11					
2,4-DB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
MCPB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Bentazone	0,07	0,06	0	0	0,06	0,05	0,06	0,12	0,06	0,17	0,17	0,18	0,32	0,4	1,8	0,76	1	0,83	2,6	1,9	1,7	1,7	0,96	2,5	1,9	1,2	0,85	0,41	0,45	0,5	0,39	0,22	0,18	0,24	0	0	0	0	0					
Bromoxynil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,02	0,03	0,15	0,05	0,14	Tr	0	0	0,14	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	Tr	0	0,02	0	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
INSÉCTICIDES																																												
Diméthoate	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,07	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Carbofuran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Carbaryl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0	0	0,13	0,39	0,28	0,12	0,06	0	0	0	0,07	0,14	0,13	0					
Diazinon	0	0	0	Tr	0	0	0	Tr	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0,03	Tr	0	0	0	0	0,16	0	0	0	0	0	0	Tr	Tr	0,05					
PONICIDES																																												
Myclobutanil	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE DES HURONS EN 1998 (µg/L)

HERBICIDES	Mai										Juin										Juillet										Août																
	13	13	17	19	20	23	25	27	30	1	3	6	8	10	13	15	17	20	22	24	27	29	1	4	6	8	11	13	15	18	20	22	25	27	29	1	3	5	8	10	12	16	17	19	23		
Arsénine	0,38	0,4	0,83	0,54	0,64	0,53	0,37	1	1,3	1,2	2,4	1,4	1,1	0,78	0,73	1,1	2,2	1,6	0,93	0,71	0,32	0,37	3,1	0,95	0,82	0,56	2,1	0,65	0,37	0,37	0,28	0,23	0,19	0,16	0,43	0,13	0,12	0,11	0,08	0,07	0,53	0,34	0,28	0,21	0,13		
DEA	0,08	0,08	0,09	0,09	0,1	0,1	0,09	0,09	0,1	0,16	0,23	0,22	0,2	0,16	0,1	0,17	0,49	0,59	0,36	0,3	0,14	0,14	0,7	0,32	0,27	0,2	0,74	0,33	0,22	0,23	0,17	0,15	0,11	0,1	0,08	0,07	0,08	0,07	0,06	0,05	0,19	0,32	0,19	0,1	0,08		
DIA	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	Tr	Tr	0	0,04	0,11	0,09	0,07	0,07	0,06	0,07	0,19	0,23	0,13	0,13	0,07	0,07	0,35	0,11	0,1	0,07	0,28	0,11	0,08	0	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0	0	0	0	0,07	0,1	0,08	0,04	0,04			
Métochloro	0,8	0,73	1,4	0,62	0,58	0,64	0,58	0,53	0,25	0,67	3,4	1,2	0,79	0,44	0,25	0,35	2,3	1,6	0,65	0,4	0,18	1,7	2,7	0,49	0,49	0,38	2,1	0,78	0,28	0,44	0,21	0,14	0,13	0,09	0,7	0,13	0,11	0,08	0,06	0,04	0,38	0,42	0,35	0,18	0,09		
Cyfluthrin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Simazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,02	0,04	0,17	0,07	0,05	0,04	0,32	0,06	0,04	0,03	0,09	0,04	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPTC	0,03	0,02	0	Tr	0,15	0,04	Tr	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0,04	0	0	0	0	0,07	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méributhiazine	0	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,02	0,04	0,17	0,07	0,05	0,04	0,32	0,06	0,04	0,03	0,09	0,04	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dinoseb	0,09	0,15	0,04	0,13	0,04	0,1	0,07	0,05	0,04	0,05	0,04	0	0,69	Tr	0	0,09	0,09	0,04	0	0	0	0	0,07	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linuron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicamba	0,09	0,07	0,08	0,19	0,21	0,17	0,13	0,12	0,08	0,69	0,98	0,69	0,38	0,25	0,11	0,19	1	0,64	0,2	0,1	0,03	0,04	0,17	0,06	0,05	0,03	0,1	0,03	0,03	0,03	0,07	0,06	0,31	0,19	0												

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-RÉGIS EN 1993 (µg/L)

HERBICIDES	Juin										Juillet										Août								
	2	4	7	9	11	14	16	18	21	23	24	28	30	2	5	7	9	12	14	16	19	21	23	26	29	30	2	4	6
Atrazine	0,92	0,44	0,4	0,78	0,31	2,3	1,8	1,3	1,4	3,6	1	0,97	1,1	0,96	1	0,83	0,38	2,2	2,1	1,3	2,3	3,8	1,9	1,3	6,8	2,2	1,7	0,95	
DBA	0,22	0,13	0,12	0,11	0,12	0,17	0,2	1,5	0,39	0,66	0,28	0,26	0,32	0,28	0,29	0,26	0,17	0,53	0,24	0,24	0,25	0,35	0,28	1	1,6	0,57	0,39	0,22	
Métochloro	1,6	1,7	1,7	1,9	0,8	1,4	0,9	1,4	1,1	2,7	0,7	0,6	1	0,7	0,6	0,5	0,5	4,4	2	1,1	0,4	4,1	1,4	6,5	1,5	0,8	0,8	0,4	
Cyanazine	0,07	0,13	0,11	0,1	0,06	0,2	0,09	0,41	0,74	0,6	1	1,5	0,89	0,91	0,7	0,35	0,19	0,48	0,22	0,22	0,16	0,09	0,1	0,06	0,78	0,59	0,23	0,16	
Sinazine	0	0	0	0	0	0,03	0	0,45	0,83	0,84	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0,13	0,07	0,03	0,16	0,06	0,03	0,08	0,04	0	0	
BPTC	0,32	0,17	0,13	0,12	0,14	0,13	0,14	0,05	0,08	0,09	0,07	0,07	0,1	0,12	0,12	0,09	0,07	0,2	0,09	0,08	0,07	0,39	0,09	2,8	0	0	0	0,05	
Butilata	0	0	0	0	0	0	0	0,45	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Métribuzine	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Linuron	0	0	0,13	0,13	0	0,36	0,21	2,5	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0,93	0	0	0	0	
Dicron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0,19	0	0,12	0,12	0	0	0	
Tébutiuron	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diocamba	0,52		0,27			0,29				0,82			0,18	0,17	0,2		0,96	0,23							0,1	0	0	0	0
2,4-D	0,35		0,24			0,52							0,16	0,08	0		0,48	0,1						2,9		0,85			
MCPA	0		0,08			2,6		0,07	0,1				0,08	0,08	0		0	0							0,2		0		
Méoprop	0,13		0,2			0,29		0					0,13	0,08	0		0,19	0,07						0,07		0			
INSECTICIDES																									0,19		0,06		
Diméthoate	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Malathion	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-RÉGIS EN 1994 (µg/L)

HERBICIDES	Juin										Juillet										Août														
	1	4	6	8	12	12	15	19	20	22	25	27	2	4	6	10	11	13	16	18	20	23	25	27	30	1	3	7	8	10	13	15	17	20	
Atrazine	0,57	0,55	1,3	3,8	1,1	2,9	4,3	1,4	1,2	1,6	0,76	0,49	3,9	3	1,7	0,96	0,97	1,3	0,97	0,9	0,63	0,79	0,8	0,83	0,59	0,68	0,61	0,58	0,57	0,19	0,3	0,32	0,32	0,16	
DBA	0,15	0,16	0,17	0,29	0,21	0,33	0,3	0,32	0,26	0,29	0,16	0,14	0,8	0,69	0,46	0,29	0,3	0,34	0,33	0,32	0,24	0,3	0,32	0,25	0,18	0,19	0,18	0,17	0,18	0,06	0	0,1	0,1	0	
DIA	0,06	0,05	0,07	0,12	0,08	0,09	0,13	0,13	0,09	0,09	0	0,03	0,29	0,22	0,13	0,09	0,09	0,11	0,15	0,13	0,09	0,22	0,2	0,14	0,08	0,1	0,08	0,07	0,1	Tr	0,1	0,04	0,06	0	
Métochloro	0,71	0,55	0,4	4,8	0,84	1,4	1	0,87	0,81	0,56	0,32	0,23	1,3	1,3	1	0,45	0,21	0,92	0,29	0,41	0,32	0,31	0,34	0,48	0,45	0,48	0,4	0,67	0,6	0,11	0,16	0,17	0,23	0,08	
Cyanazine	0,5	0,5	0,39	0,79	0,28	0,2	0,37	0,15	0,15	0,12	0	0,06	0,11	0,09	0,09	0,06	0,03	Tr	0,05	Tr	0	Tr	Tr	0,07	Tr	0,04	0,03	Tr	Tr	Tr	0	0,05	0	0	
Sinazine	0,03	0,03	0,12	0,04	0,04	0,04	0,11	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	Tr	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	Tr	0,24	0,13	0,05	0,39	0,25	0,13	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0	Tr	Tr	0,03	0
BPTC	0	0	0,02	0,41	0,02	0,02	0,02	0,02	0	0	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	Tr	Tr	0	0	Tr	Tr	Tr	Tr	0	0	0	0	
Métribuzine	0	0	0	0,09	0	0	Tr	0	0	0	0	0	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	Tr	Tr	Tr	0	0	0	0	
Linuron	0	0	0	0,12	0	Tr	0,11	0	0	0	0	0	0,11	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dicron	0	0	0	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tébutiuron	0	0	0	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diocamba	0,36	0,73	0,3	0,84	0,33	0,23	0,34	0,37	0,3	0	0,24	0,14	0,38	0,28	0,16	0,11	0,06	0	0,08	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MCPA	0	0,24	0	0,4	0	0,05	0,71	0,03	0	0,03	0	0	0	0	0,31	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18	0	0	0	0	0	0,12	
Méoprop	0,07	0	0	0,38	0,21	0,85	0,89	0,37	0,86	0	0,35	0,1	0	0	0	0	0	0,04	0,14	0	0,2	0	0,06	0,12	0,09	0,1	0,07	0,08	0	0	0,5	0,23	0,09	0,55	
2,4-D	0,15	0,11	0,11	0,73	0,33	0,1	0,24	0,93	0,28	0,11	0,73	0,28	0,1	0,09	0,08	0,07	0,08	0,2	0,42	0,26	0,17	0,11	0,16	0,31	0,28	0,32	0,16	0,23	0,06	0,06	0,93	0,28	0,09	1	
INSECTICIDES																																			
Diméthoate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diazinon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,9	0,03	0,03	0	0	0	0	0	
Carbaryl	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0	0	0,05	
Azinphos-méthyl	0	0	0	0,18	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	
Malathion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Chlorpyrifos	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-RÉGIS EN 1995 (µg/L)

HERBICIDES	Juin										Juillet										Août															
	3	6	7	10	12	15	17	19	21	24	26	28	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9	12	13	17	19	21	23	26	28	30	
Atrazine	17	2,5	1,7	0,81	0,67	0,53	0,41	0,56	0,47	0,29	0,29	0,43	2,1	1,2	0,61	0,22	2,4	1,1	6,3	1,4	0,37	0,46	0,33	3,4	1,9	0,78	0,18	0,33	0,24	0,25	0,22	0,34	0,21	0,17	0,13	
DBA	1	0,4	0,28	0,21	0,17	0,2	0,13	0,14	0,14	0,09	0,1	0,13	0,32	0,23	0,15	0,07	0,22	0,21	0,89	0,38	0,1	0,15	0,12	0,82	0,87	0,46	0,09	0,17	0,16	0,11	0,1	0,12	0,08	0,08	0,06	
Métochloro	10	1,5	0,85	0,46	0,31	0,25	0,39	0,25	0,17	0,11	0,1	0,06	0,16	0,11	0,08	0,06	0,13	0,11	0,34	0,14	0,07	0,07	0,06	0,27	0,25	0,14	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,04	0,04	0,03		
Cyanazine	0,09	0,27	0,13	0,06	0,04	0,04	0	Tr	Tr	0	0	0,04	0,04	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	0,73	1	0,53	0,13	0,29	0,26	0,21	0,18	0,42	0,17	0,09
Sinazine	0,3	0,03	0,02	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0	Tr	0	0	0,07	0,04	0,02	0,02	0,09	0,03	0,04	0,02	0	Tr	0,02	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BPTC	0,04	0,02	0,02	0,02	Tr	Tr	Tr	Tr	0	0	0	0	0,07	0,04	0,02	0,02	0,09	0,03	0,04	0,02	0	Tr	0,02	0,03	0	0,03	0,03	0,02	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr			

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-RÉGIS EN 1996 (µg/L)

HERBICIDES	Mai				Juin												Juillet												Août														
	22	24	27	29	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	2	3	6	8	10	13	15	17	20	22	24	27	29	31	3	5	7	10	12	14	17	19	21	24		
Atrazine	0,51	0,31	0,15	2,8	11	4	14	9,1	12	9,7	2,6	1,6	1,3	0,91	0,83	0,89	0,59	0,53	0,46	4,1	1,3	0,91	0,72	0,68	5,3	5,9	1,7	4,1	1,9	0,68	0,37	1,1	0,5	0,5	0,38	0,29	0,28	0,6	0,29	0,19	0,24		
DEA	0,15	0,14	0,09	0,14	0,28	0,17	1,1	0,81	1,1	1,3	0,48	0,37	0,27	0,2	0,18	0,17	0,13	0,13	0,12	0,66	0,23	0,2	0,17	0,1	0,8	1,2	0,52	0,77	0,4	0,18	0,11	0,24	0,12	0,12	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,04	0,06		
DIA	0,05	0	0	0,04	0,08	0,06	0,59	0,33	0,42	0,49	0,18	0,08	0,12	0,08	0,07	0,07	0,06	0,03	0,04	0,31	0,12	0,09	0,06	0	0,43	0,59	0,23	0,39	0,22	0,11	0,1	0,09	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0	0,04	0,03		
Métolachlore	1,4	0,76	0,36	3,6	7,9	8,8	26	11	17	12	5,8	3,6	2,9	1,8	1,5	1,4	1,3	0,7	0,48	4,2	1,6	1,1	0,9	0,33	1,3	3,9	1,7	8,1	3,8	1,5	0,86	3,2	1,3	1,2	1,3	0,55	0,5	0,28	0,36	0,15	0,24		
Cyanazine	0	0	0	0	0	0,08	0,11	0,11	0	0	0	0,1	0,06	0	Tr	Tr	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	Tr	0	Tr	0	Tr	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	
Simazine	0	0	0	0	0,03	Tr	0,13	0,08	0,03	0,04	0,02	Tr	Tr	Tr	Tr	0,03	0,03	0	Tr	0,06	0,03	0,02	Tr	0	0,07	0,06	0,03	0,08	0,03	Tr	0	Tr	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	
Métribuzine	0,04	0	0	0	0,04	0,5	2,7	0,72	1,1	0,76	0,14	Tr	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0,07	0,09	0	0,09	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dicamba	0,23	0,06	Tr	0,26	0,89	0,12	7	2,6	2,4	2,1	0,39	0,27	0,23	0,11	0,09	0,25	0,08	0,06	Tr	0,88	0,16	0,11	0,08	Tr	1,4	0,17	0,07	0,73	0,27	0,07	Tr	0,3	0,1	0,08	0,07	Tr	Tr	0	0	0	0		
Butilate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EPTC	0	0	0	0	0	0	0,02	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	Tr	0,03	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trifluraline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Linuron	0	0	0	0	0	0	4,5	1,1	1,5	0,65	0,22	0,16	0,26	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diuron	0	0	0	0	0	0	0,8	0,2	0,3	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0,13	0	0	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dicamba	0,65	0,19	0,1	1,8	3,7	1,5	4,6	4,7	4	2,7	1,1	0,57	0,38	0,28	0,21	0,38	0,16	0,11	0,08	1,4	0,33	0,35	0,3	0,09	1,3	0,59	0,17	0,77	0,24	0,06	0,13	0,2	0,05	Tr	Tr	0,05	0	0,07	0,06	0,13	0,19		
MCPA	0	0	0	0	0	0	0,05	0,12	Tr	0,03	0	0	Tr	0,09	0	3,3	0,23	0,08	0,41	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2,4-D	0,1	Tr	0,07	0,23	0,19	0,1	0,23	1	0,09	0,09	0,06	0,07	0,06	0,08	0,09	0,3	0,16	0,14	0,11	0,19	0,13	0,06	0,05	0,67	0,44	0,32	0,07	1,2	0,34	0,14	0,77	0,28	0,16	0,12	0,45	0,16	0,3	0,2	0,14	0,98	0,88		
2,4-DB	0	0	0	0	0	0	0,47	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mécoprop	0,08	0,06	0,08	0,21	0,16	0,07	0,16	0,57	0,1	0,08	0,08	0,04	0,07	0,07	0,4	0,08	0,08	0,08	0,08	0,12	0,1	Tr	Tr	0,38	0,38	0,37	0,09	1,1	0,31	0,11	0,43	0,16	0,08	0,08	0,19	0,14	0,13	0,11	0,09	0,56	0,62		
MCPB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INSECTICIDES																																											
Dinéthose	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,28	0,15	Tr	0,17	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	
Diazinon	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,02	Tr	0,06	Tr	0	0	0	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carbaryl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0,04	0	Tr	Tr	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Azoxystrobin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Malathion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0	0	0	3,1	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2	
Chlorpyrifos	0	0	0	0,04	0	0	0	0,13	Tr	0,03	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carbofuran	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	
POMCIDE																																											
Myclobutanil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	1,5	0,85	0,11	0,89	0,13	0,05	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-RÉGIS EN 1997 (µg/L)

HERBICIDES	Mai					Juin												Juillet												Août												Sept
	21	23	26	28	30	2	4	6	9	11	13	16	18	20	23	25	27	2	3	4	7	9	12	14	17	18	21	23	25	28	31	1	4	6	8	11	21	22	25	27	29	
Atrazine	0,12	0,15	0,3	0,18	3,2	0,51	0,39	0,32	0,31	0,31	0,41	0,35	3,3	1,5	7	1,6	0,7	0,62	0,55	1,7	0,99	1,7	0,82	4,6	6,1	1,7	1,3	0,53	0,52	0,63	0,87	0,81	0,87	1,4	0,54	0,55	0,37	0,64	0,53	0,44		
DEA	0,05	0,06	0,06	0,07	0,1	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,17	0,17	1,4	0,4	0,23	0,24	0,2	0,43	0,29	0,2	0,18	1,3	1,7	0,52	0,42	0,21	0,17	0,13	0,18	0,16	0,14	0,23	0,14	0,14	0,09	0,08	0,09	0,08		
DIA	Tr	0	Tr	Tr	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,09	0,49	0,15	0,1	0,14	0,08	0,19	0,11	0,1	0,08	0,45	0,66	0,19	0,15	0,08	0,08	0,06	0,09	0,1	0,07	0,11	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05	0,03		
Métolachlore	0,53	0,44	0,75	0,33	1,5	0,69	0,62	0,37	0,32	0,35	0,25	0,18	0,75	3,1	5,6	1,6	0,86	0,51	0,44	3	1,5	1	0,79	5,6	5	1,2	0,9	0,39	0,34	0,3	1,8	1,5	1,1	5	1,4	1,3	1	0,6	1,5	1,7		
Cyanazine	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0	0,17	0,09	0,05	0,06	0,04	Tr	0,09	0,06	Tr	Tr	0,06	0,04	0,04	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Simazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0,02	0	Tr	Tr	0	0	Tr	0,02	Tr	0,02	0,02	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EPTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	0,02	Tr	0	0	0	0	0	0	
Dicamba	0,11	0,15	0,2	0,09	3	0,58	0,43	1,3	0,33	0,25	0,17	0,11	4	0,7	1,5	0,35	0,26	0,14	0,15	0,56	0,17	0,56	0,12	1	0,56	0,24	0,16	0,09	0,06	0,1	0,68	0,5	0,13	1,6	0,38	0,38	0,46	0,19	0,96	0,75		
Métribuzine	0	0	0	0	0	0	0	0,14	Tr	Tr	0	0	0	0,55	0,04	0,42	0,05	0	0	Tr	0	Tr	0	0,2	0,13																	

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-ZÉPHIRIN EN 1992 (µg/L)

	Mai		Juin			Juillet		Août		Sept
	6	20	2	16	30	14	28	10	26	9
HERBICIDES										
Atrazine	0,17	0,18	4,3	1,2	0,83	4,01	1,2	0,69	0,31	0,3
DEA	0,12	0,21	0,28	0,33	0,24	1,58	0,74	0,51	0,33	0,18
Métolachlore	0	0	0,5	0,2	0	0,3	0,1	0,1	0	0
Cyanazine	0	0	0,26	0,61	0,16	0,68	0,14	0	0	0
Simazine	0	0	0	0,06	0,03	0,13	0,04	0	0	0
BPTC	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-ZÉPHIRIN EN 1993 (µg/L)

	Mai	Juin												Juillet						Août											
	31	4	7	9	11	14	16	18	22	24	26	28	30	2	5	7	9	12	14	16	19	21	23	26	28	30	2	4	6		
HERBICIDES																															
Atrazine	0,36	0,31	1,1	0,53	0,59	1,7	0,73	0,6	5,1	2,2	1,4	1	0,72	0,84	1,1	1,3	1,4	1	1,6	1,6	1,9	3	8,6	10	1,8	2,3	5,5	2,1	1,7		
DEA	0,34	0,24	0,25	0,22	0,21	0,24	0,22	0,24	1,2	0,57	0,46	0,39	0,32	0,4	0,39	0,35	0,4	0,33	0,48	0,46	0,39	0,39	1,1	1,4	0,49	0,56	0,83	0,33	0,32		
Métolachlore	0,2	0,2	0,2	0,1	0,5	0,1	0,1	0,1	0,9	0,3	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,4	0,4	0,3	0	0,4	0,4	0,2	0,1		
Cyanazine	0	0	0	0	0,13	0,23	0,15	0,1	2,2	1,3	0,5	0,39	0,25	0,22	0,14	0,12	0,12	0,13	0,1	0,06	0,07	0,24	0,35	0,28	0,13	0,07	0,41	0,14	0,14		
Simazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,07	0,04	0,05	0,05	0,04	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0	0,03	0,03	0	0		
BPTC	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
INSECTICIDES																															
Diméthoate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-ZÉPHIRIN EN 1994 (µg/L)

	Mai			Juin															Juillet										Août										
	25	27	30	1	3	6	8	10	13	15	17	20	22	25	27	29	2	4	6	8	11	13	16	18	20	22	25	27	29	1	3	5	8	12	15	17	19		
HERBICIDES																																							
Atrazine	0,12	2,6	0,24	0,89	0,39	0,59	0,33	0,31	6,2	3,3	1,1	1,2	6,2	0,99	2,9	1,7	13	1,2	2,3	0,78	0,65	0,65	0,42	0,47	1,3	0,39	0,56	0,53	0,37	0,28	0,35	0,82	0,23	0,2	0,56	0,19	0,18		
DEA	0,18	0,26	0,18	0,19	0,22	0,22	0	0,18	0,38	0,5	0,33	0,29	0,62	0,25	0,4	0,46	2,1	0,47	0,78	0,37	0,24	0,35	0,29	0,31	0,32	0,23	0,28	0,34	0,27	0,22	0,24	0,7	0,24	0,21	0,37	0,17	0,16		
DIA	0,03	0,08	0,04	0,06	0,06	0,05	0	0,04	0,22	0,17	0,08	0,09	0,25	0,07	0,13	0,15	0,85	0,14	0,22	0,09	0,06	0,1	0,08	0,1	0,11	0,09	0,14	0,1	0,07	0,06	0,12	0,39	0,06	0,05	0,09	0,05	0,05		
Métolachlore	0,07	1,2	0,1	0,14	0,11	0,47	0,09	0,12	1,4	1,1	0,26	0,23	1,5	0,17	0,4	0,36	1,4	0,31	0,54	0,17	0,03	0,14	0,09	0,09	0,1	0,06	0,05	0	0,07	0,05	0,08	0,23	0	0,04	0,19	0,04	0,03		
Cyanazine	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0,13	3,1	1,1	1,3	1,6	0,79	0,12	0,38	0,5	0,2	Tr	0,07	0,05	0,1	0,04	0,09	0,17	0,1	0,08	0,06	0,13	0,44	Tr	0,04	0	Tr	Tr		
Simazine	0	0,04	0	0	0	0	0,04	0	0,48	0,16	0,04	0,02	0,06	0,04	0,03	0,04	0,21	0,03	0,06	0,02	0	0,03	Tr	Tr	Tr	Tr	0	0,03	0,04	0	0	Tr	0	0	0	0	0		
BPTC	0	0,24	0	0	0	0	0	0	8,1	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dicamba						0,13	0,17	0,96	1,4	0,33	0,27	1,3	0,16	0,35	0,14	0,08	0,06	0,16	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MCPA						0,07	0	0,93	0,11	0	0	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mécoprop						0	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2,4-D						0	0	0,43	0,35	0,16	0,11	0,23	0,31	0,12	0	0	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0,12	0	
2,4-DB						0	0	0,49	0,06	0	0	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
INSECTICIDES																																							
Diméthoate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Diazinon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Carbaryl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Le zéro signifie que le produit a été "non détecté" au seuil de détection présenté à l'annexe I

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-ZÉPHIRIN EN 1995 (µg/L)

HERBICIDES	Juin										Juillet										Août																	
	5	7	9	12	14	16	19	21	23	27	28	30	3	5	7	11	12	14	17	19	21	24	26	28	31	2	4	8	9	11	14	17	18	21	23	25	29	30
Atrazine	0,48	0,42	0,58	1,3	3,4	2,1	0,77	6	4,4	2	1,8	1,6	1,1	1,2	0,98	0,89	0,68	0,81	3,7	2	2,2	1,8	3,9	1,3	0,74	0,38	0,34	0,33	0,27	0,22	0,28	0,33	0,24	0,18	0,19	0,19	0,16	0,15
DEA	0,18	0,19	0,22	0,52	0,35	0,4	0,25	0,92	0,66	0,52	0,44	0,42	0,56	0,35	0,31	0,32	0,25	0,3	0,87	0,51	0,55	0,57	1,3	0,58	0,47	0,5	0,28	0,25	0,24	0,2	0,28	0,16	0,28	0,2	0,21	0,2	0,17	0,17
DIA	0,05	0,05	0,05	0,2	0,11	0,13	0,08	0,48	0,28	0,15	0,14	0,14	0,11	0,11	0,1	0,11	0,08	0,1	0,5	0,19	0,18	0,2	0,4	0,17	0,14	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05
Métolachlore	0,16	0,13	0,13	0,41	0,13	0,12	0,1	1,3	0,55	0,21	0,19	0,15	0,11	0,09	0,07	0,06	0,04	0,04	0,3	0,25	0,27	0,23	0,34	0,15	0,18	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,05	0,32	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
Cyanazine	0	0	0	3	0,45	0,54	0,1	2,7	1,4	0,78	0,68	0,57	0,39	0,36	0,32	0,29	0,21	0,23	1,3	0,1	Tr	0,06	0,07	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simazine	0	0	0	0,04	Tr	0,02	0	0,03	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPTC	0,02	0,02	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lisuron	0	0	0	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diuron	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicamba	0,25	0,11	0,1	0,92	0,26	0,09	0	0,88	0,22	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MCFA	0,13	0,05	0,15	0,41	0,11	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,4-D	0,05	0,21	0,2	0,15	0,11	0,08	0,06	0,13	0,07	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0
2,4-DB	0	0,14	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INSECTICIDES																																						
Diméthoate	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chlorpyrifos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-ZÉPHIRIN EN 1996 (µg/L)

HERBICIDES	Mai				Juin								Juillet										Août																
	21	25	27	29	1	3	5	8	10	12	17	19	22	24	26	29	1	3	6	8	10	13	15	17	20	22	24	27	29	31	3	5	7	10	12	14	17	19	21
Atrazine	0,32	0,15	0,14	0,16	0,31	0,19	0,26	2,9	3,4	0,89	2,6	1,2	0,75	3,3	1,1	1,1	1,4	2,9	2,6	2,4	3,7	9,3	5,4	3,3	6	2,3	1,1	1,5	1,1	0,68	0,73	0,74	0,73	0,72	0,51	0,51	0,34	0,65	0,47
DEA	0,1	0,09	0,11	0,12	0,11	0,11	0,22	0,16	0,16	0,21	0,16	0,15	0,19	0,16	0,21	0,27	0,55	4,5	4,2	2,4	3,2	1,4	1,2	1,8	0,97	0,05	0,91	0,64	0,45	0,52	0,45	0,41	0,5	0,33	0,31	0,27	0,36	0,27	
DIA	0	0	0	Tr	0,03	Tr	0	0,08	0,06	0,05	0,08	0,04	0,05	0,06	0,05	0,06	0,09	0,17	1,3	2	1,2	1,3	0,51	0,5	0,79	0,32	0,16	0,28	0,15	0,11	0,13	0,11	0,09	0,1	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06
Métolachlore	0,13	0,08	0,32	0,42	0,14	0,1	0,08	2,1	6,1	0,59	0,47	0,29	0,17	0,14	0,12	0,24	0,2	2,3	9,7	0,3	0,64	0,46	0,52	0,45	0,6	0,36	0,15	0,26	0,13	0,11	0,13	0,09	0,08	0,09	0,05	0,04	0,08	0	0,06
Cyanazine	0	0	0	0	0	0	0	0,98	0,08	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05	0	0,06	0,08	0,05	0	0,07	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Simazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EPTC	0	0	0	0	0,02	Tr	0,03	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,03	Tr	Tr	Tr	0	0	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Butilate	Tr	0	0	0	0	0,02	Tr	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diméthamidon	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicamba	0,23	0,11	0,13	0,06	Tr	Tr	Tr	2,6	2,3	0,26	6,3	2,1	0,81	0,51	0,43	0,33	0,55	0,32	1,6	0,91	0,99	0,73	0,45	0,22	0,08	0,06	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MCFA	0	0	0	0	0	0	0	0,28	0,06	0	0,72	0,19	0,1	0,07	Tr	0,06	0,05	0,06	0,09	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Méoprop	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,4-D	0	0	0	0	0	0	0	Tr	0,18	0,05	0	Tr	0,44	0,09	0,05	Tr	0,08	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,4-DB	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INSECTICIDES																																							
Diuron	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS DANS LA RIVIÈRE SAINT-ZÉPHIRIN EN 1997 (µg/L)

HERBICIDES	Mai				Juin										Juillet										Août														
	23	26	28	30	2	4	7	9	10	13	16	18	21	23	28	30	2	5	7	9	12	14	16	19	21	23	26	28	30	2	4	6	9	11	13	21	23	25	27
Atrazine	0,06	0,05	0,05	0,23	0,43	0,23	0,23	0,16	0,15	0,29	1,3	2	2,2	5,3	0,97	0,95	0,85	4,6	1,6	0,9	6	2,5	1,4	0,92	2,4	1,1	0,95	0,91	0,89	0,6	1,3	3,1	1,9	1,7	1,4	0,47	0,43	1,1	0,69
DEA	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08	0,11	0,1	0,1	0,12	0,26	0,38	0,42	1,1	0,33	0,39	0,33	1,3	0,59	0,39	0,43	0,34	0,27	0,23	0,45	0,3	0,3	0,27	0,26	0,21	0,16	0,22	0,26	0,27	0,27	0,16	0,15	0,12	0,14
DIA	Tr	0	0	0	Tr	0	0,03	0,03	Tr	0,04	0,11	0,13	0,14	0,48	0,1	0,15	0,1	0,42	0,17	0,13	0,14	0,1	0,07	0,07	0,17	0,1	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06	0,1	0,12	0,12	0,11	0,06	0,06	0,05	0,06
Métolachlore	0,14	0,06	0,06	0,27	0,25	0,1	0,32	0,17	0,12	0,46	2,4	7	5	3,2	0,52	0,46	0,42	1,3	0,42	0,27	0,34	0,25	0,17	0,18	1,6	0,39	0,54	0,47	0,32	0,15	0,16	0,72	1,1	0,8	0,51	0,52	0,65	0,16	0,97
Cyanazine	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,07	0,05	0,05	0,35	0,17	0,31	6,8	0,06	0,07	0,04	0,16	0,05	0,04	0	Tr	0	0	0,08	0	Tr	Tr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simazine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0,02	0	0	0,04	0,02	Tr	Tr	0,02	0	0	0	0	0	0	0,02	Tr	0	0	0	0	0	0
EPTC	0	0,06	1,5	0,04	0,03	Tr	0,02	0,02	Tr	0,06	0,02	0,09	0,02																										

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS À L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE YAMASKA EN 1994 (µg/L)

HERBICIDES	Mai			Juin															Juillet										Août							
	26	27	30	1	3	6	8	10	13	15	17	20	22	25	27	29	4	6	8	15	18	20	22	24	28	29	31	3	5	8	10	12	15	17	19	
Triazines					0,4	1,2	3,3	4,3	1,3	1,3	5,1	8,2	5,1	13	13	7,5	8,1	2	1,7	1	1,3	1,7	1,5	1,3	0,40	0,54	0,78	0,82	0,88	0,88	0,45	0,41	0,34	0,24	0,25	
Atrazine	0,12	0,48	4,3	0,62								4,3	6,7			5																				
DEA	0,07	0,11	0,26	0,13								0,47	1,3			0,83																				
DIA	0	0	0	0,04								0,18	0,35			0,31																				
Métolachlore	0,18	0,6	6,4	0,9								2,5	4,2			1,8																				
Cyanazine	0	0	0,26	0,1								0,34	0,24			0,12																				
Simazine	0,03	0,04	0,08	0,05								1,03	0,07			0,03																				
EPTC	0,02	0	0,04	0								Tr	0,02			Tr																				
Butylate	0	0	0,14	0								0	0,03			Tr																				
Métribuzine	0	0	0,1	0								0	0			0																				
Linuron	0	0	0,09	0								0	0			0																				

CONCENTRATIONS DES PESTICIDES DÉTECTÉS À L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE YAMASKA EN 1995 (µg/L)

HERBICIDES	Juin											Juillet												
	4	7	9	12	14	16	19	21	23	27	28	30	4	5	7	12	14	17	19	21	24	26	28	31
Triazines	4	1,9	1,3	0,82	0,92	0,47	0,43	0,39	0,4	0,35	0,36	0,34	0,33	0,34	0,33	0,29	0,24	0,29	0,33	0,28	1,8	0,76	0,95	2
Atrazine	3,2	1,3																			1,9			1,9
DEA	0,3	0,18																			0,37			0,52
DIA	0,13	0,07																			0,17			0,23
Métolachlore	2,6	1,2																			0,77			1,4
Cyanazine	0,17	0,07																			0			0,04
Simazine	0,07	0,05																			0,05			0,05
EPTC	Tr	0																			0			0
Butylate	0	0																			Tr			0
Métribuzine	Tr	0																			0,02			0
Dicamba	2	0,93	0,39	0,22	0,12	0,09	0,11	0,08	0,06	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,17	0,13	0,09
Mécoprop	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0,27
MCPA	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,4-D	0,16	0,14	0,1	0	0,12	0,06	0,05	0,08	0,13	0,09	0,09	0,06	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,05	0,13	0,12	0,69

