

Figure 4 Sources d’approvisionnement pour les réseaux où des pesticides ont été détectés

Tableau 5 Pesticides analysés dans les rivières et critères de qualité de l'eau (µg/l)

| Pesticides | Vie aquatique Toxicité chronique ¹ | Irrigation ² | Consommation d'organismes aquatiques ¹ |
|----------------------|--|-------------------------|--|
| Atrazine | 2 | 10 | 0,78 |
| Azinphos-méthyl | 0,005 | | |
| Bendiocarbe | | | |
| Bentazone | 510 | | |
| Bromoxynil | 5 | 0,33 | |
| Butilate | 77 | | |
| Carbaryl | 0,2 | | |
| Carbofuran | 1,75 | | |
| Chlorfenvinphos | | | |
| Chlorothalonil | 0,18 | 5,8 | |
| Chloroxuron | | 0,5 | |
| Chlorpyrifos | 0,0035 | | |
| Clopyralide | | | |
| Cyanazine | 2 | 0,5 | 0,47 |
| 2,4-D | 47 | | |
| 2,4-DB | 25 | | |
| 2,4-DP (Dichlorprop) | | | |
| Diazinon | 0,002 | | |
| Dicamba | 10 | 0,006 | |
| Dichlorvos | | | |
| Diméthénamide | 5,6 | | |
| Diméthoate | 6,2 | | |
| Disulfoton | | | |
| Diuron | 1,6 | | |
| EPTC | 39 | | |
| Flumetsulam | | | |
| Éthyl-parathion | | | |
| Glyphosate | 65 | | |
| Imazéthapyr | | | |
| Linuron | 7 | 0,071 | |
| Malathion | 0,1 | | |
| MCPA | 2,6 | 0,025 | |
| MCPB | 7,3 | | |
| Mécoprop | 13 | | |
| Méthyl-parathion | | | |
| Métolachlore | 8 | 28 | 15 |
| Métribuzine | 1 | 0,5 | |
| Mévinphos | | | |
| Myclobutanil | 11 | | |
| Nicosulfuron | | | |
| Parathion | 0,013 | | |
| Phorate | | | |
| Phosalone | | | |
| Rimsulfuron | | | |
| Simazine | 10 | 0,5 | |
| Tébutiuron | 1,6 | 0,27 | |
| Terbufos | | | |
| Triclopyr | | | |
| Trifluraline | 0,1 | | |

¹ MDDEP, 2005.

² CCME, 1999.

Le critère 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. Comme le cycle de vie de certains organismes aquatiques peut être très court, 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 (US EPA, 1991; rév. 1992).

De tels critères de qualité de l'eau n'ont pas été établis pour tous les pesticides. Pour certains produits (ex. : diazinon, azinphos-méthyl, chlorpyrifos, 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'ils ne le sont pas, nous ne sommes pas assurés qu'ils ne soient pas présents en concentrations dommageables pour la vie aquatique.

Par ailleurs, le **critère de qualité pour la prévention de la contamination des organismes aquatiques** vise à protéger la santé des personnes qui consomment des organismes aquatiques (poissons, mollusques, etc.) et à prévenir la perte d'usage de la ressource. Ce critère est beaucoup plus sévère que les normes d'eau potable. Il vise à assurer la pleine intégrité des eaux de surface et représente en quelque sorte une qualité idéale à atteindre pour les personnes qui feraient un usage intensif du milieu aquatique par la consommation quotidienne et prolongée d'organismes aquatiques (ex. : poisson).

Quoique les pesticides utilisés aujourd'hui soient moins bioaccumulables que les organochlorés autrefois utilisés, certains d'entre eux peuvent présenter une légère propension à s'accumuler dans la chair des organismes aquatiques. Parmi les produits analysés, il existe un critère de qualité pour la prévention de la contamination des organismes aquatiques pour l'atrazine (0,78 µg/l), la cyanazine (0,47 µg/l) et le métolachlore (15 µg/l).

Lorsqu'ils sont disponibles, les **critères pour l'irrigation des cultures** ont aussi été utilisés dans l'interprétation des résultats.

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). Ils ne tiennent pas compte non plus de la toxicité des produits de dégradation des pesticides qui dans certains cas sont plus toxiques que les produits parents, ni de possibles effets perturbateurs endocriniens. Cependant, les organismes aquatiques sont typiquement exposés à de nombreux contaminants, soit simultanément ou de façon séquentielle. Il pourrait en résulter une sous-estimation des risques écotoxicologiques.

Tel qu'il a été évoqué dans les rapports précédents (Giroux *et al.*, 1997; Giroux, 1999), plusieurs chercheurs croient que le concept des effets additifs devrait être considéré dans l'évaluation des effets potentiels sur les espèces aquatiques. 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 pour tenter de cerner les effets potentiels sur les espèces aquatiques.

Réseaux de distribution d'eau potable

Les pesticides analysés dans les réseaux municipaux de distribution d'eau potable dans le cadre du Règlement sur la qualité de l'eau potable sont au nombre de 25 (tableau 6). Les limites de détection pour les pesticides analysés dans l'eau potable sont présentées à l'annexe 4. Les résultats obtenus ne doivent pas dépasser les concentrations indiquées à l'annexe 1 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (tableau 6). Les normes édictées relativement aux pesticides suivent les recommandations publiées par Santé Canada (2004). Ces recommandations sont basées 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. Si toutes les autres normes sont respectées par ailleurs, le respect des normes d'eau potable pour les pesticides indique que l'eau est propre à la consommation. Comme la norme est basée sur une consommation à vie, un dépassement occasionnel ne signifierait pas nécessairement que l'eau est impropre à la consommation à court terme. Cependant, il révélerait plutôt la nécessité d'imposer des mesures de correction ainsi qu'un suivi pour éviter que la situation ne perdure ou se détériore. Chaque situation de dépassement de norme doit être évaluée cas par cas.

Tableau 6 Pesticides analysés dans les réseaux de distribution d'eau potable et normes applicables à l'eau potable ($\mu\text{g/l}$)

| Pesticides | Norme ¹ | Pesticides | Norme ¹ |
|-----------------|--------------------|---------------|--------------------|
| Atrazine | 5 ² | Glyphosate | 280 |
| Azinphos-méthyl | 20 | Malathion | 190 |
| Bromoxynil | 5 | Méthoxychlore | 900 |
| Carbaryl | 90 | Métolachlore | 50 |
| Carbofuran | 90 | Métribuzine | 80 |
| Chlorpyrifos | 90 | Paraquat | 10 |
| Cyanazine | 10 | Parathion | 50 |
| 2,4-D | 100 | Phorate | 2 |
| Diazinon | 20 | Piclorame | 190 |
| Dicamba | 120 | Simazine | 10 |
| Diméthoate | 20 | Terbufos | 1 |
| Diquat | 70 | Trifluraline | 45 |
| Diuron | 150 | | |

¹ Gouvernement du Québec, 2001. Règlement sur la qualité de l'eau potable.

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

Ces normes sont fixées avec des marges de sécurité. Les variables utilisées dans le calcul d'une norme sont : l'apport quotidien acceptable (c'est-à-dire une dose de référence sans effet néfaste), le poids corporel moyen d'un adulte, le volume moyen d'eau potable ingéré chaque jour, et la proportion de l'apport quotidien total provenant de l'eau potable (par comparaison avec d'autres sources). Comme les études permettant d'établir une dose sans effet néfaste ont généralement été réalisées sur un nombre restreint d'individus d'une espèce animale, des facteurs de sécurité sont appliqués. Ainsi, pour l'atrazine, le métolachlore, le 2,4-D et le dicamba, les facteurs de

sécurité appliqués sont respectivement à 1 000, 300, 100 et 100 (Santé Canada, 1993a; Santé Canada, 1990; Santé Canada, 1993b; Santé Canada, 1989). Ces facteurs tiennent compte, selon le cas, des différences de sensibilité inter et intra espèces ou d'un possible caractère cancérigène.

Outre la transmission des résultats au responsable du système de distribution d'eau, le laboratoire qui procède à l'analyse doit aussi transmettre les résultats par voie électronique à la banque de données du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), et ce, dans les 60 jours suivant le prélèvement. Tout dépassement de norme doit être communiqué sans délai au responsable du système de distribution, au MDDEP et à la Direction de la santé publique de la région concernée, afin qu'ils évaluent les mesures à prendre.

Le traitement des données

Rivières

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 est supérieure à 50 %. Pour ce traitement, les résultats « traces » ont été remplacés par la valeur de la moitié du seuil de détection et les valeurs « non détectées » ont été remplacées par zéro.

La distribution des valeurs de concentrations de pesticides étant souvent asymétrique, la médiane constitue un meilleur indicateur de la tendance centrale des résultats, plutôt que la moyenne. La première analyse effectuée visait les données regroupées des quatre rivières afin de globalement la présence de tendances dans l'évolution temporelle des concentrations pour les pesticides détectés le plus fréquemment. Une analyse de régression linéaire simple a donc été appliquée aux concentrations médianes annuelles de chaque pesticide à l'aide du logiciel SIGMA-STAT 3.1 (Systat Software inc., 2004). Pour un pesticide et une année donnés, la valeur de la médiane a été établie à partir des données mesurées aux quatre stations. L'analyse statistique ainsi obtenue a une puissance réduite puisqu'elle utilise une seule valeur annuelle (la médiane).

Les tendances détectées par cette première approche ont ensuite été vérifiées à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA) bien adaptée aux données physico-chimiques. Les données de l'étude correspondent à un plan d'échantillonnage avec mesures répétitives puisque des mesures consécutives ont été effectuées sur les unités expérimentales que constituent les quatre rivières à l'étude. À l'intérieur de chaque bloc expérimental, on trouve les divers niveaux du facteur année (13 années de données). La procédure MIXED de SAS (SAS Institute inc., 2004) permet de tenir compte à la fois des effets fixes et des effets aléatoires. Cette procédure est une généralisation de la procédure GLM (SAS Institute inc., 2004) qui traite les modèles linéaires à effets fixes uniquement. La procédure MIXED est plus flexible parce qu'elle permet de modéliser les effets aléatoires selon diverses structures prédéterminées de covariance entre les données. Elle est particulièrement intéressante dans la présente étude, car elle permet de tenir compte d'une corrélation qui diminue dans le temps. En effet, les mesures de pesticides risquent davantage d'être corrélées si elles sont rapprochées dans le temps que si elles sont éloignées. L'ANOVA

effectuée à l'aide de la procédure MIXED permet de tenir compte de cet effet dans l'estimation des différences entre les rivières.

Par ailleurs, la procédure MIXED offre un avantage marqué parce qu'elle permet de traiter un ensemble de données qui comporte des valeurs manquantes. C'est un avantage important dans la présente étude puisque les dates d'échantillonnage ne sont pas les mêmes pour toutes les rivières et les années. La procédure a été appliquée aux données transformées par la racine carrée des concentrations, afin de tendre vers la normalité des résidus des droites de régression. Les variables de la base de données sont les rivières (quatre blocs expérimentaux) et l'année d'échantillonnage (13 années). Les dates d'échantillonnage ont été transformées en jour julien (rang 1 à 365 dans l'année). Le jour julien a été utilisé à la fois comme variable de classification des mesures répétitives et comme covariable dans l'estimation des concentrations en fonction de la date d'échantillonnage

Cette analyse a permis de confirmer les tendances décelées globalement pour l'ensemble des rivières, tout en faisant ressortir des particularités pour certaines d'entre elles.

En dernier lieu, lorsque la transformation des données par la racine carrée n'a pas permis d'obtenir la normalité des résidus de la courbe de distribution des résultats, une dernière analyse de variance univariée a été effectuée à l'aide de la procédure MIXED, à partir des valeurs médianes annuelles de chacune des rivières.

Réseaux de distribution d'eau potable

Les données présentées proviennent de la banque de données *Eau potable* du Ministère. Nous avons extrait de la banque de données l'ensemble des résultats pour les réseaux municipaux de distribution ayant fourni au moins un résultat de détection de pesticides. Les résultats de ces analyses de laboratoire ayant montré la détection d'un ou de plusieurs pesticides sont présentés sous forme de tableau à l'annexe 4 et sont présentés en synthèse à la section *Pesticides dans les réseaux de distribution d'eau potable* du rapport. Des informations relatives au type de source d'approvisionnement du réseau ainsi qu'à la population desservie ont aussi été extraites de la banque de données et sont utilisées dans l'interprétation des données.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX POUR LA PRÉSENCE DE PESTICIDES EN RIVIÈRE EN 2002, 2003 ET 2004

Parmi les 60 pesticides et produits de dégradation analysés, 31 à 36 ont été détectés en 2002, 2003 et 2004 dans l'eau des rivières à l'étude. Les résultats complets par rivière sont présentés à l'annexe 2, et les statistiques descriptives (moyenne, médiane, maximum) à l'annexe 3. Le tableau 7 expose les fréquences moyennes de détection pour chaque pesticide détecté et le tableau 8 montre les concentrations maximales mesurées annuellement. Par rapport au bilan des années 1992 à 2001 (Giroux, 2002), les herbicides sont encore les produits détectés le plus souvent dans les quatre rivières retenues pour le suivi à long terme de la contamination. On observe encore une grande diversité de pesticides présents dans l'eau. Pendant les mois de juin et juillet, il y a souvent jusqu'à 10 pesticides présents en même temps dans l'eau.

Les produits détectés en moyenne dans plus de 50 % des échantillons prélevés en 2002, 2003 et 2004 sont, dans l'ordre, l'atrazine (99,5 %), le métolachlore (99,3 %), le dicamba (85,7 %), le bentazone (79,9 %) et le diméthénamide (53,7 %). Les produits de dégradation de l'atrazine (dééthyl-atrazine ou DEA et déisopropyl-atrazine ou DIA) sont détectés respectivement dans 92,4 % et 29,9 % des échantillons. Quoique détectés dans moins de 50 % des échantillons, les herbicides 2,4-D (47,5 %), mécoprop (37,5 %), MCPA (37,5 %) et clopyralide (30,3 %) sont quand même souvent présents.

Les rapports précédents de ce programme de surveillance (Giroux, 2002; Giroux, 1999) avaient montré l'apparition du diméthénamide et du clopyralide dans l'eau des rivières à l'étude. À ces produits d'usage plus récent s'ajoutent maintenant dans l'eau les herbicides de nouvelle génération, notamment l'imazéthapyr, le flumetsulam et le nicosulfuron. Ces herbicides sont détectés régulièrement dans la rivière Chibouet et plus sporadiquement dans les autres rivières échantillonnées. En 2004, l'imazéthapyr est détecté dans 86,5 % des échantillons, le flumetsulam dans 67,6 % et le nicosulfuron dans 56,7 % des échantillons. Les valeurs maximales mesurées pour ces produits sont de 0,43 µg/l pour le flumetsulam, 0,84 µg/l pour l'imazéthapyr et de 0,56 µg/l pour le nicosulfuron. Leur détection dans l'eau à des concentrations de l'ordre du µg/l est surprenante compte tenu du fait qu'ils sont appliqués aux champs à des doses beaucoup plus faibles, soit de l'ordre de 0,1 kg/ha, par comparaison avec des doses de l'ordre de 1 kg/ha ou 1,5 kg/ha pour les produits plus conventionnels comme l'atrazine ou le métolachlore. Plusieurs autres herbicides (simazine, bromoxynil, cyanazine, EPTC, métribuzine, linuron, 2,4-DB, 2,4-DP, butilate, diuron, MCPB) ont aussi été détectés occasionnellement.

Analysé dans la rivière des Hurons en 2000, l'herbicide glyphosate n'a pas été détecté cette année-là, peut-être en raison d'un seuil de détection trop élevé (0,5 µg/l). Revu à la baisse, le seuil de détection utilisé en 2001 (0,1 µg/l) avait permis de détecter le produit dans 37,8 % des échantillons de la rivière Chibouet, seule rivière où ce paramètre a été analysé en 2001 (Giroux, 2002). En 2004, le seuil de détection de 0,04 µg/l a permis de trouver le produit dans 84,6 % des échantillons dans cette même rivière.

Plusieurs insecticides ont été décelés, notamment dans les rivières des Hurons et Saint-Régis. Le carbaryl, le chlorpyrifos et le diméthoate sont ceux qui sont détectés le plus souvent avec des

Tableau 7 Fréquence moyenne de détection des pesticides (%) dans les rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin, 1992 à 2004

| | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| HERBICIDES | | | | | | | | | | | | | |
| Atrazine | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 98,7 |
| <i>Dééthyl-atrazine</i> | 100 | 100 | 99,3 | 100 | 99,3 | 100 | 100 | 96,6 | 100 | 97,7 | 95,7 | 94,8 | 86,7 |
| <i>Déisopropyl-atrazine</i> | NA | NA | 97,2 | 99,3 | 90,6 | 95,5 | 89,3 | 89,3 | 59,8 | 63,8 | 39,6 | 28,2 | 22 |
| Métolachlore | 83,8 | 92,5 | 100 | 100 | 99,3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99,4 | 98,7 | 100 | 99,3 |
| Diméthénamide | NA | NA | NA | NA | 57,7 | 78,7 | 65,7 | 57,2 | 58,2 | 59,9 | 58,5 | 50,6 | 52,2 |
| Simazine | 67,6 | 62,5 | 78,7 | 58 | 67 | 51,6 | 6,1 | 21,6 | 22,8 | 14,7 | 35,3 | 11,5 | 10,1 |
| Cyanazine | 67,6 | 91,7 | 68,8 | 39,2 | 32,9 | 40 | 8,4 | 6,2 | 5,8 | 18,6 | 8,5 | 4,5 | 5,0 |
| EPTC | 13,5 | 27,5 | 22 | 17,5 | 26 | 19,3 | 22,4 | 24,4 | 21,0 | 32,7 | 7,3 | 8,3 | 5,7 |
| Métribuzine | 0 | 3,3 | 4,3 | 9,1 | 22,3 | 14,2 | 14,7 | 2,8 | 3,5 | 1,7 | 1,2 | 3,8 | 4,4 |
| Linuron | 0 | 10 | 11,3 | 8,4 | 16,1 | 3,8 | 1,7 | 0 | 0 | 3,4 | 0,6 | 1,3 | 0 |
| Butilate | 2,7 | 4,2 | 2,8 | 1,4 | 9,3 | 4,5 | 0 | 0 | 0 | 2,8 | 0 | 0 | 0 |
| Diuron | 0 | 1,7 | 7,1 | 2,1 | 2,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 1,2 | 0,6 | 0 | 0 | 0,6 |
| Bentazone | NA | NA | NA | NA | NA | 83,7 | 97,7 | 92,4 | 90,2 | 88,3 | 81,2 | 73,7 | 85 |
| Dicamba | NA | 92,9 | 58,7 | 46,9 | 88,2 | 93,7 | 89,6 | 76,5 | 95,1 | 77,3 | 81,8 | 90,4 | 85 |
| 2,4-D | NA | 54,8 | 65,3 | 57,2 | 68,9 | 77,5 | 91,9 | 81,3 | 72,7 | 68,1 | 50,9 | 39,1 | 52,5 |
| Mécoprop | NA | 76,2 | 29,7 | 26,9 | 49,7 | 46,9 | 52,5 | 32,5 | 42,2 | 60,9 | 31,5 | 37,8 | 43,1 |
| MCPA | NA | 35,7 | 25,6 | 32,4 | 41 | 49,4 | 39,9 | 29,6 | 38,0 | 40,8 | 38,2 | 30,8 | 43,7 |
| Bromoxynil | NA | NA | NA | NA | NA | 30 | 26,7 | 14,1 | 29 | 20,1 | 17 | 5,8 | 11,9 |
| 2,4-DB | NA | 2,4 | 4,1 | 3,4 | 7,4 | 8,1 | 10,1 | 2,9 | 6,8 | 6,1 | 3 | 0,6 | 1,9 |
| 2,4-DP | NA | 2,4 | 0 | 2,8 | 7,4 | 15,6 | 2,1 | 0 | 1,8 | 0 | 1,8 | 1,9 | 1,2 |
| MCPB | NA | 0 | 0,8 | 1,4 | 3,1 | 2,5 | 1,1 | 1,7 | 1,2 | 1,1 | 0 | 0 | 1,2 |
| Clopyralide | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 28,6 | 64,6 | 51,4 | 32,7 | 26,3 | 31,9 |
| Glyphosate | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 37,8 | 30,4 | 39,5 | (84,6) |
| <i>AMPA</i> | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 0 | 0 | 10,8 | (10) |
| Flumetsulam | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 27,4 | 3,2 | (67,6) |
| Imazéthapyr | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 63,7 | 12,9 | (86,5) |
| Nicosulfuron | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 26,6 | 13,5 | (56,7) |
| Rimsulfuron | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 11,3 | 1,3 | (2,7) |
| INSECTICIDES | | | | | | | | | | | | | |
| Carbofuran | 0 | 3,3 | 15,6 | 15,4 | 15,5 | 9 | 12,2 | 2,8 | 1,8 | 4,5 | 1,8 | 3,2 | 2,5 |
| Diméthoate | 8,1 | 7,5 | 12,1 | 12,6 | 14,3 | 5,8 | 3,9 | 10,2 | 6,2 | 7,3 | 1,2 | 3,8 | 13,2 |
| Carbaryl | 0 | 0 | 12,8 | 9,8 | 12,4 | 8,4 | 6,4 | 8,5 | 10,9 | 4,5 | 11,0 | 14,7 | 16,3 |
| Diazinon | 0 | 0 | 4,3 | 6,3 | 8,1 | 3,2 | 4,8 | 15,9 | 4,8 | 17,5 | 4,9 | 3,2 | 8,2 |
| Chlorpyrifos | 0 | 0 | 0 | 5,6 | 5 | 5,8 | 1,6 | 7,9 | 2,4 | 1,1 | 11,6 | 10,9 | 3,8 |
| Malathion | 0 | 1,7 | 2,8 | 3,5 | 1,8 | 1,3 | 2,1 | 5,7 | 2,4 | 1,7 | 7,3 | 3,8 | 0,6 |
| Azinphos-méthyl | 0 | 0,8 | 4,3 | 1,4 | 4,3 | 0 | 1,7 | 1,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 |
| Phosalone | 0 | 0 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chlorfenvinphos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bendiocarbe | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 0 | 0 | 0 | 0,60 |
| FONGICIDES | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorothalonil | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 | 0,6 |
| Myclobutanil | NA | NA | NA | 0,7 | 8,7 | 1,3 | 2,8 | 1,7 | 0 | 1,7 | 1,8 | 3,8 | 0,6 |
| N^{bre} total d'échantillons : | | | | | | | | | | | | | |
| Triaz-OPS-autres | 37 | 120 | 141 | 143 | 161 | 155 | 178 | 177 | 164 | 177 | 164 | 156 | 159 |
| Phénoxy | - | 42 | 121 | 144 | 161 | 160 | 178 | 174 | 163 | 179 | 165 | 156 | 160 |
| Glyphosate | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 45 | 69 | 129 | 39 |
| FRIN | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 124 | 155 | (37) |

NA : Non analysé.

() : Analyse effectuée pour une seule des quatre stations.

Tableau 8 Concentrations maximales de pesticides mesurées annuellement

| | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| HERBICIDES | | | | | | | | | | | | | |
| Atrazine | 6,2 | 29 | 16 | 17 | 26 | 7 | 9,4 | 6 | 8,7 | 30 | 62 | 6,9 | 8,5 |
| Métolachlore | 2,6 | 21 | 12 | 10 | 26 | 11 | 36 | 5,2 | 10 | 41 | 8,1 | 6,2 | 3,3 |
| Diméthénamide | NA | NA | NA | NA | 7 | 4 | 2 | 1,3 | 130 | 5,2 | 4,2 | 2,7 | 1,4 |
| Simazine | 3,73 | 5,2 | 0,88 | 0,3 | 1,4 | 0,43 | 0,13 | 0,11 | 0,26 | 0,25 | 0,24 | 0,1 | 0,08 |
| Cyanazine | 0,68 | 2,2 | 11 | 3 | 2,9 | 6,8 | 1,6 | 0,26 | 1,3 | 1,5 | 0,61 | 0,1 | 0,33 |
| EPTC | 0,31 | 2,8 | 0,44 | 0,08 | 0,22 | 1,5 | 0,32 | 0,47 | 0,11 | 69 | 0,1 | 2,6 | 0,09 |
| Métribuzine | - | 0,93 | 0,09 | 0,63 | 2,7 | 0,55 | 1,5 | 0,07 | 0,51 | 0,13 | 0,06 | 0,74 | 0,22 |
| Linuron | - | 2,5 | 0,12 | 1,3 | 4,5 | 0,2 | 0,69 | - | 1,7 | 0,17 | 1,2 | 0,55 | - |
| Butilate | Tr | 0,65 | 0,2 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | - | - | Tr | 0,11 | - | - | - |
| Diuron | - | 0,9 | 0,3 | 0,4 | 0,8 | Tr | 0,3 | Tr | 0,64 | - | - | - | 0,4 |
| Bentazone | NA | NA | NA | NA | NA | 12 | 22 | 49 | 5,4 | 5,6 | 34 | 2,8 | 3,1 |
| Dicamba | NA | 2,9 | 5,4 | 5,7 | 6,6 | 5,8 | 4,2 | 3,7 | 3,1 | 4,5 | 3,5 | 5 | 4,5 |
| 2,4-D | NA | 0,46 | 0,93 | 1,3 | 1,2 | 2,7 | 2,9 | 3,3 | 1,1 | 4,1 | 1,6 | 1,8 | 1,8 |
| Mécoprop | NA | 0,33 | 0,55 | 0,39 | 1,1 | 2,1 | 1,8 | 1,8 | 1 | 2 | 1,6 | 2 | 0,6 |
| MCPA | NA | 2,6 | 1,4 | 1,8 | 7 | 1,3 | 1,7 | 1,6 | 0,71 | 2,1 | 4,9 | 0,65 | 3,3 |
| Bromoxynil | NA | NA | NA | NA | NA | 0,22 | 0,27 | 0,15 | 0,56 | 0,31 | 0,7 | 0,24 | 0,33 |
| 2,4-DB | NA | 0,14 | 0,71 | 0,14 | 0,47 | 0,41 | 0,14 | 0,08 | 0,23 | 0,28 | 0,22 | 0,05 | 0,07 |
| 2,4-DP | NA | 0,09 | - | 0,37 | 0,27 | 0,2 | 0,26 | - | 0,07 | - | 0,04 | 0,06 | 0,05 |
| MCPB | NA | - | - | 0,09 | 10 | 0,09 | 0,21 | - | - | - | - | - | 3,1 |
| Clopyralide | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 1,1 | 2,3 | 2,3 | 1 | 0,86 | 0,63 |
| Glyphosate | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 0,2 | 0,2 | 1,6 | 1,5 |
| Flumetsulam | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 0,41 | 0,43 | 0,14 |
| Imazéthapyr | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 0,29 | 0,84 | 0,2 |
| Nicosulfuron | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 0,54 | 0,56 | 0,14 |
| Rimsulfuron | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | - | - | - |
| INSECTICIDES | | | | | | | | | | | | | |
| Carbofuran | - | 0,4 | 1 | 1,3 | 1,9 | 0,59 | 0,47 | 2,7 | 0,51 | 0,56 | 0,67 | 0,14 | 0,18 |
| Diméthoate | 0,27 | 1,1 | 2,9 | 0,33 | 0,96 | 0,23 | 0,36 | 0,19 | 2,6 | 0,53 | 0,1 | 0,19 | 8,5 |
| Carbaryl | - | - | 0,18 | 0,51 | 0,16 | 0,07 | 0,15 | 0,64 | 1,1 | 0,42 | 0,17 | 0,7 | 0,36 |
| Diazinon | - | - | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,02 | 0,15 | 0,45 | 0,16 | 0,75 | 0,84 | 0,11 | 1,8 |
| Chlorpyrifos | - | - | - | 0,82 | 0,13 | Tr | 0,07 | 0,3 | 0,16 | 0,61 | 0,41 | 1,5 | 0,11 |
| Malathion | - | 0,03 | 0,02 | 0,35 | 0,09 | 0,05 | 0,39 | 0,52 | 0,93 | 0,08 | 1,5 | 0,42 | 0,03 |
| Azinphos-méthyl | - | - | 0,18 | 0,45 | 3,1 | - | 0,09 | 0,14 | - | - | - | - | 0,46 |
| Phosalone | - | - | 0,03 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Chlorfenvinphos | - | - | 0,07 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Bendiocarbe | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0,2 |
| FONGICIDES | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorothalonil | - | - | - | - | - | - | - | 0,07 | 0,2 | 0,11 | - | - | 0,06 |
| Myclobutanil | - | - | - | - | 0,04 | Tr | 0,05 | 0,03 | - | 0,06 | 0,13 | 0,04 | 0,03 |

NA : Non analysé.

Gras : Les valeurs en caractères gras sont les valeurs les plus élevées mesurées pour ce produit depuis le début du programme d'échantillonnage.

fréquences moyennes de détection pour les trois années de 14 %, 8,8 % et 6,1 % respectivement. Le diazinon (5,4 %), le malathion (3,9 %) le carbofuran (2,5 %) l'azinphos-méthyl et le bendiocarbe (0,2 %) sont aussi trouvés. Notons que, pour l'azinphos-méthyl, le seuil de détection de la méthode d'analyse (0,22 µg/l) est 10 fois plus élevé que pour les autres insecticides, ce qui peut avoir comme conséquence de sous-estimer sa présence dans l'eau. Les fongicides chlorothalonil et myclobutanil ont aussi été décelés très sporadiquement dans l'eau.

Comparaison aux critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique

Le tableau 9 montre la fréquence moyenne de dépassement des critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique par produit pour l'ensemble des quatre rivières, et le tableau 10, la fréquence de dépassement pour l'ensemble des pesticides par rivière. Le détail des concentrations par rivière et par produit est présenté à l'annexe 3. Parmi les quatre rivières échantillonnées, la rivière Saint-Zéphirin est celle qui présente la plus faible fréquence de dépassement des critères pour la protection de la vie aquatique (4 % en moyenne sur les trois années) et c'est la rivière Saint-Régis qui présente la fréquence la plus élevée (48 %).

Tableau 9 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 2004

| | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| HERBICIDES | | | | | | | | | | | | | |
| Atrazine | 43,2 | 35,8 | 25,5 | 16,1 | 28,5 | 18,7 | 12,9 | 6,7 | 15,8 | 9,6 | 12,8 | 6,4 | 5,7 |
| Métolachlore | 0 | 2,5 | 2,8 | 0,7 | 5,6 | 1,2 | 1,1 | 0 | 0,6 | 0,56 | 0,6 | 0 | 0 |
| Diméthénamide | NA | NA | NA | NA | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cyanazine | 0 | 0,8 | 2,1 | 1,4 | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Métribuzine | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,2 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| EPTC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,56 | 0 | 0 | 0 |
| MCPA | NA | 2,4 | 0 | 0 | 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0,6 |
| MCPB | NA | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| INSECTICIDES | | | | | | | | | | | | | |
| Carbofuran | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0,56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Carbaryl | 0 | 0 | 8,5 | 5,6 | 0 | 0 | 0 | 2,75 | 3,6 | 2,8 | 0 | 1,9 | 3,8 |
| Diazinon | 0 | 0 | 4,3 | 6,3 | 4,3 | 0 | 4,9 | 11,8 | 6,1 | 17,5 | 4,9 | 3,2 | 8,2 |
| Chlorpyrifos | 0 | 0 | 0 | 4,9 | 4,9 | 0,6 | 1,7 | 6,2 | 2,4 | 1,1 | 11,6 | 10,9 | 3,8 |
| Malathion | 0 | 0 | 0 | 0,7 | 0 | 0 | 0,5 | 1,1 | 1,2 | 0 | 3 | 2,6 | 0 |
| Azinphos-méthyl | 0 | 0,8 | 4,3 | 1,4 | 4,3 | 0 | 1,6 | 1,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 |
| Diméthoate | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 |

Tableau 10 Fréquence de dépassement (%) des critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique pour l'ensemble des pesticides

| | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Chibouet | 47 | 48,6 | 38 | 23,7 | 30 | 29,7 | 16,6 | 20,4 | 28,2 | 11,1 | 21,4 | 20,5 | 17,5 |
| Des Hurons | 33,3 | 25 | 22,2 | 5,8 | 29,3 | 15,4 | 15,5 | 22,7 | 14,6 | 30,2 | 26,2 | 7,7 | 14,6 |
| Saint-Régis | - | 35,7 | 20,6 | 34,3 | 53,6 | 17,5 | 28,6 | 45,4 | 40,4 | 47,7 | 52,5 | 56,4 | 35,9 |
| Saint-Zéphirin | 22,2 | 27,6 | 21,6 | 26,3 | 33,3 | 17,9 | 11,4 | 8,9 | 9,5 | 8,8 | 7,5 | 2,6 | 2,6 |

Herbicides

De 2002 à 2004, l'**atrazine** dépasse son critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique dans 13 % à 19 % des échantillons dans la rivière Chibouet, dans 2,5 % à 9,5 % des échantillons pour la rivière des Hurons, dans 2,5 % à 12,5 % des échantillons de la rivière Saint-Zéphirin et dans 2,5 % à 10 % des échantillons pour la rivière Saint-Régis. L'amplitude du dépassement du critère, fixé à 2 µg/l pour la somme de l'atrazine et ses produits de dégradation, est parfois importante. Ainsi, les concentrations maximales mesurées pour ce produit au cours de la période d'étude de 2002 à 2004 ont toutes été mesurées en 2002. Ces concentrations sont de 19 µg/l dans la rivière Chibouet, 12 µg/l pour la rivière des Hurons, 11 µg/l pour la rivière Saint-Régis et 62 µg/l pour la rivière Saint-Zéphirin. Cette dernière valeur est la plus élevée mesurée pour ce produit dans les différentes rivières du Québec depuis le début du programme d'échantillonnage en 1992. Elle excède de 31 fois le critère pour la protection de la vie aquatique. Une concentration élevée (30 µg/l) avait aussi été détectée en 2001 dans la rivière Chibouet (Giroux, 2002).

Mis à part l'atrazine, les autres herbicides ne dépassent les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique que de façon très occasionnelle. Ainsi, les herbicides **métolachlore** et **MCPA** dépassent une seule fois leur critère respectif. Ces deux dépassements ont été observés en 2002, dans la rivière des Hurons pour le métolachlore et dans la rivière Saint-Zéphirin pour le MCPA. Pour le métolachlore, outre cet unique dépassement, on note quand même plusieurs valeurs qui s'approchent du critère pour la protection des espèces aquatiques (8 µg/l). Une concentration de 6,9 µg/l a été mesurée dans la rivière Saint-Régis en 2002, ainsi que plusieurs concentrations consécutives relativement élevées dans cette même rivière, vers la fin de mai et le début de juin 2003, dont une concentration maximale de 6,2 µg/l.

Une concentration relativement élevée de bentazone (34 µg/l) a été mesurée dans la rivière Saint-Régis en 2002. Une concentration de 49 µg/l avait été relevée dans cette rivière en 1999 (Giroux, 2002). Quoique ces valeurs respectent le critère de qualité de l'eau établi pour la protection des espèces aquatiques (510 µg/l), elles figurent parmi les valeurs les plus élevées rapportées pour ce produit. 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 du même ordre ou en concentrations parfois supérieures à celles mesurées en Suède où l'on a observé un maximum de 10 µg/l pour ce produit à l'exutoire d'un petit bassin versant agricole (Kreuger, 1998).

Insecticides

Plusieurs insecticides sont aussi détectés en concentrations qui dépassent les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique. Ce sont les insecticides **diazinon, chlorpyrifos, carbaryl, malathion, azinphos-méthyl et diméthoate**.

Les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique pour le diazinon et le chlorpyrifos sont très bas, soit 0,002 µg/l pour le diazinon et 0,0035 µg/l pour le chlorpyrifos. Comme les seuils de détection des méthodes d'analyse de ces produits dans l'eau sont respectivement de 0,03 µg/l et de 0,02 µg/l pour le diazinon et le chlorpyrifos, aussitôt qu'ils sont détectés dans l'eau, ils dépassent leur critère.

De 2002 à 2004, le diazinon dépasse son critère de protection de la vie aquatique dans 14 % à 43 % des échantillons prélevés dans la rivière Saint-Régis et dans 2 % à 25 % des échantillons prélevés dans la rivière des Hurons, mais il n'est pas détecté dans les deux autres rivières. Le chlorpyrifos dépasse le critère dans 2,5 % des échantillons de la rivière Chibouet en 2002 et 2004, dans 2,5 % à 7 % des échantillons de la rivière des Hurons et dans 2,5 % à 43,5 % des échantillons de la rivière Saint-Régis. Ce produit n'a pas été détecté dans la rivière Saint-Zéphirin.

Les rivières Saint-Régis et des Hurons montrent plus souvent des dépassements des critères de qualité de l'eau pour le chlorpyrifos et le diazinon. Ces produits ne sont pas nécessairement liés à un usage dans la culture du maïs ou du soya, mais pourraient aussi être associés à l'utilisation dans les cultures maraîchères et en milieu urbain. Les autres insecticides qui dépassent occasionnellement les critères de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques sont le carbaryl, le malathion, le diméthoate et l'azinphos-méthyl.

Comparaison aux normes d'eau potable et aux critères de prévention de la contamination des organismes aquatiques

Normes d'eau potable

Seul l'herbicide atrazine a dépassé occasionnellement la norme de 5 µg/l applicable pour l'eau potable. Pour les rivières échantillonnées, la norme est dépassée pour 2,5 % à 12 % des échantillons selon les années pour la rivière Chibouet qui est un affluent de la rivière Yamaska. Elle est dépassée dans 0 % à 5 % des échantillons dans les rivières Saint-Régis et Saint-Zéphirin et dans 0 % à 2,4 % des échantillons dans la rivière des Hurons. Ces rivières ne servent pas de source d'alimentation en eau potable. Toutefois, elles constituent, avec les autres petits tributaires agricoles, un apport de polluants vers les plus grandes rivières qui, elles, servent de source d'alimentation en eau potable.

Critères pour la prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques

Un tel critère existe pour l'atrazine, la cyanazine et le métolachlore. Il 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.

Seul l'herbicide atrazine est présent dans l'eau en concentration assez élevée et pour une durée suffisamment longue pour que l'on puisse s'attendre à une légère accumulation dans la chair des organismes aquatiques. La fréquence de dépassement du critère pour l'atrazine est présentée au tableau 11. Pour les trois dernières années, le critère est dépassé, en moyenne, dans 37 % des échantillons de la rivière Chibouet, dans 20 % de ceux de la rivière des Hurons, dans 23 % de ceux de la rivière Saint-Régis et dans 28 % de ceux de la rivière Saint-Zéphirin. Au cours des trois dernières années, comme pour les années précédentes, il y a donc des épisodes où les concentrations d'atrazine dans l'eau sont susceptibles de causer une certaine accumulation dans la chair des organismes aquatiques. La fréquence de ces épisodes a cependant diminué par rapport au début des années 1990.

Tableau 11 Fréquence de dépassement (%) du critère de qualité pour la prévention de la contamination des organismes aquatiques pour l'atrazine

| | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Chibouet | 65 | 94 | 57 | 68 | 60 | 78 | 50 | 41 | 41 | 44 | 48 | 33 | 30 |
| Des Hurons | 50 | 72 | 44 | 21 | 53 | 33 | 35 | 23 | 24 | 23 | 48 | 3 | 10 |
| Saint-Régis | - | 86 | 56 | 37 | 53 | 42 | 25 | 43 | 43 | 37 | 42 | 23 | 5 |
| Saint-Zéphirin | 55 | 76 | 43 | 50 | 54 | 64 | 43 | 7 | 21 | 29 | 42 | 15 | 26 |

Comme ce critère est beaucoup plus sévère que la norme d'eau potable, et qu'il s'agit d'un seuil préventif, des dépassements occasionnels du critère ne signifient pas qu'il y a menace pour la santé publique. Ils indiquent cependant que l'eau n'est pas non plus d'une qualité idéale.

Comparaison aux critères de qualité de l'eau pour les usages agricoles

En milieu agricole, l'eau de rivière peut parfois être utilisée pour le remplissage des réservoirs destinés à 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. Dans la rivière Chibouet, le critère est dépassé en moyenne pour 84,5 % des échantillons. Pour la rivière des Hurons, il est dépassé dans 87 % des échantillons, pour la rivière Saint-Régis, 98 % des échantillons prélevés dépassent la valeur recommandée pour l'eau d'irrigation et pour la rivière Saint-Zéphirin, 75,4 % des échantillons dépassent le critère.

Le critère de qualité de l'eau d'irrigation pour le MCPA (0,0025 µg/l) est aussi dépassé, en moyenne, dans 34,5 %, 46 %, 22 % et 34 % des échantillons respectivement pour les rivières Chibouet, des Hurons, Saint-Régis et Saint-Zéphirin. Les autres herbicides qui excèdent occasionnellement les critères de qualité de l'eau d'irrigation sont l'atrazine, la cyanazine, le

linuron, le bromoxynil et le métribuzine. Des problèmes de phytotoxicité pour certaines cultures ont donc pu survenir si l'eau de ces rivières a été utilisée comme source d'alimentation pour l'irrigation. Les critères pour l'abreuvement du bétail correspondent aux critères pour l'eau potable. Seul l'herbicide atrazine dépasse occasionnellement le critère de qualité de 5 µg/l pour l'eau potable.

ÉVOLUTION TEMPORELLE DE 1992 À 2004

Quoique l'atrazine soit encore parmi les produits les plus utilisés au Québec et qu'il soit encore détecté dans presque tous les échantillons prélevés dans les quatre rivières échantillonnées, la concentration médiane est significativement plus faible qu'au début du programme d'échantillonnage en 1992. La tendance à la baisse rapportée pour l'atrazine pour la période de 1992 à 2001 (Giroux, 1999; Giroux, 2002) se maintient pour la période de 1992 à 2004. En effet, l'analyse de régression effectuée sur les concentrations médianes (tableau 12 et figure 5) montre une tendance significative à la baisse de l'atrazine.

Tableau 12 Analyse statistique* des tendances dans l'évolution temporelle des concentrations pour les pesticides détectés dans plus de 50 % des échantillons

| HERBICIDES | FRÉQUENCE DE DÉTECTION EN 2004 | ANALYSE NON PARAMÉTRIQUE | | ANALYSE PARAMÉTRIQUE | |
|---------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------|--------------------------|-----------------|
| | | PENTE DE LA DROITE DE RÉGRESSION* | PROBABILITÉ | ESTIMATION DE LA PENTE** | PROBABILITÉ |
| Atrazine | 98,7 | - 0,0738 | < 0,001 | - 0,03019 | < 0,0001 |
| Métolachlore | 99,3 | - 0,0094 | 0,442 | 0,000769 | 0,8924 |
| Bentazone | 85 | - 0,0304 | 0,002 | - 0,04027 | 0,0005 |
| Dicamba | 85 | - 0,0007 | 0,900 | - 0,00100 | 0,9421 |
| 2,4-D | 52 | - 0,0021 | 0,456 | - 0,00554 | 0,0398 |
| Diméthénamide | 52,2 | - 0,0042 | 0,167 | - 0,01339 | 0,0230 |

* Régression linéaire des concentrations médianes pour l'ensemble des quatre stations en fonction de l'année.

** Analyse de variance réalisée à l'aide de la procédure MIXED de SAS sur l'ensemble des données transformées de concentrations de pesticides.

On observe également une baisse statistiquement significative des concentrations médianes de bentazone cohérente avec la baisse des superficies traitées par ce produit depuis 2001 (Dion, 2006). Les tendances à la baisse pour l'atrazine et le bentazone sont confirmées par les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) effectuée à l'aide de la procédure MIXED de SAS. Celle-ci montre également une tendance significative à la baisse pour le 2,4-D dans la rivière Chibouet et pour le diméthénamide dans la rivière Saint-Régis.

Les quantités de pesticides utilisées, leur répartition sur le territoire agricole, l'occurrence, l'ampleur et la répartition spatiale des précipitations influent beaucoup sur le moment d'apparition des pesticides dans l'eau et l'importance de leurs concentrations. Une analyse antérieure (Giroux, 1999) avait démontré un décalage de un à deux jours entre les fortes précipitations et les fortes concentrations. Devant l'hypothèse qu'une baisse des concentrations mesurées pourrait être attribuable à une diminution des précipitations au cours des dernières années, une analyse de tendance temporelle (analyse non paramétrique) a aussi été réalisée pour les données de précipitations à quatre stations météorologiques voisines des quatre stations de mesure des pesticides en rivière. Cette analyse montre qu'il n'y a pas de tendance générale à la baisse des précipitations estivales pour ces stations pour la période 1992 à 2004. Comme l'analyse de la tendance est basée sur 13 saisons de mesure où quatre stations ont été

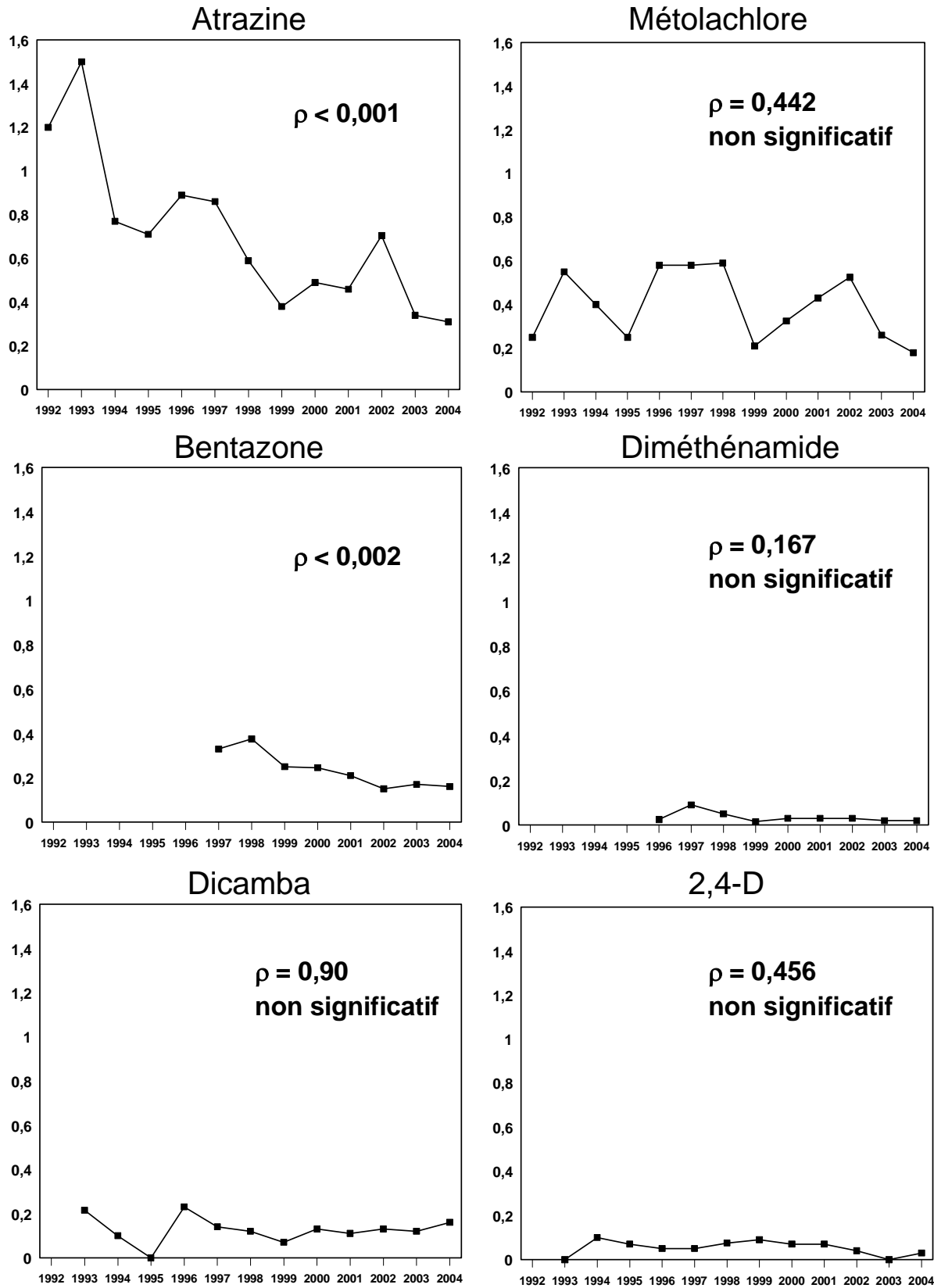


Figure 5 Tendances temporelles des concentrations médianes pour quelques herbicides ($\mu\text{g/l}$)

échantillonnées trois fois par semaine, il est raisonnable de croire que la baisse des concentrations est liée à la diminution de l'utilisation de ces produits au cours des dernières années, et non à des événements climatiques particuliers ni à un synchronisme fortuit de l'échantillonnage avec des périodes de temps sec.

Par ailleurs au cours des dernières années, l'utilisation croissante du glyphosate et des herbicides de type sulfonylurées fait que ces produits sont apparus dans l'eau des rivières. Puisqu'on les mesure seulement depuis quelques années, il n'est pas encore possible de faire une analyse des tendances temporelles pour la présence de ces produits dans l'eau. Toutefois, leur détection dans l'eau constitue en elle-même une tendance à la hausse des concentrations. Plutôt que d'assister à une baisse généralisée de l'ensemble des produits, on remarque un transfert dans l'utilisation de certains types de pesticides.

RÉSULTATS PAR RIVIÈRE

Des trois dernières années de mesure, c'est l'année 2002 qui montre les pics les plus importants pour les concentrations d'herbicides. Les figures 6 à 9 montrent l'évolution des teneurs des principaux herbicides dans les quatre cours d'eau au cours des étés 2002 à 2004. L'annexe 3 présente les statistiques descriptives par rivière.

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, c'est celui qui présente la proportion la plus élevée en culture de maïs, soit 36,5 % de la superficie du bassin. Les autres cultures d'importance sont les fourrages (10,8 %) qui n'utilisent que peu ou pas de pesticides, le soya (7,1 %) et les céréales (5,4 %).

Dans cette rivière, 21 pesticides différents ont été détectés au cours de l'été 2002, 18 en 2003 et 22 en 2004. En plus de l'atrazine et du métolachlore, les autres herbicides décelés dans plus de 50 % des échantillons sont le bentazone, le dicamba, le clopyralide, le diméthénamide et le MCPA. Le glyphosate, utilisé, entre autres, pour la production des cultivars transgéniques, est détecté dans 85 % des échantillons prélevés en 2004. Les nouvelles molécules comme l'imazéthapyr, le flumetsulam et le nicosulfuron sont détectées respectivement dans 86 %, 68 % et 57 % des échantillons. Les concentrations de ces produits sont généralement inférieures à 0,5 µg/l.

Les valeurs moyennes et médianes ainsi que la fréquence de dépassement du critère de qualité pour le respect de la vie aquatique pour l'atrazine ont diminué ces dernières années par rapport au début des années 1990. Toutefois, on ne note pas de changement majeur par rapport aux résultats de 1999 à 2001. L'analyse statistique montre pour cette rivière une tendance significative à la baisse des concentrations d'atrazine depuis 1992, une tendance significative à la baisse des concentrations de bentazone depuis 1997 et une légère baisse des concentrations de 2,4-D.

Malgré ces aspects positifs, des pointes de concentrations plus élevées sont toujours enregistrées au cours de l'été. Les périodes de pointe des concentrations de quelques herbicides sont illustrées à la figure 6.

Les critères de qualité de l'eau pour le respect de la vie aquatique sont dépassés en moyenne dans 20 % des échantillons. La plupart du temps, c'est l'atrazine qui est à l'origine de ces dépassements, mais on trouve quelques dépassements pour certains insecticides (chlorpyrifos en 2002 et 2004 et malathion en 2003). La norme d'eau potable pour l'atrazine est dépassée pour 12 % des échantillons en 2002, mais pour 2,5 % des échantillons en 2003 et 2004. Les critères de qualité de l'eau pour l'irrigation des cultures sont dépassés en moyenne pour 84,5 % des échantillons, principalement en raison de la présence de l'herbicide dicamba, et aussi de celle du MCPA. De plus, chaque année, plusieurs dates d'échantillonnage successives (37 % des échantillons en moyenne) montrent des teneurs en atrazine qui excèdent le critère de prévention de la contamination des organismes aquatiques.

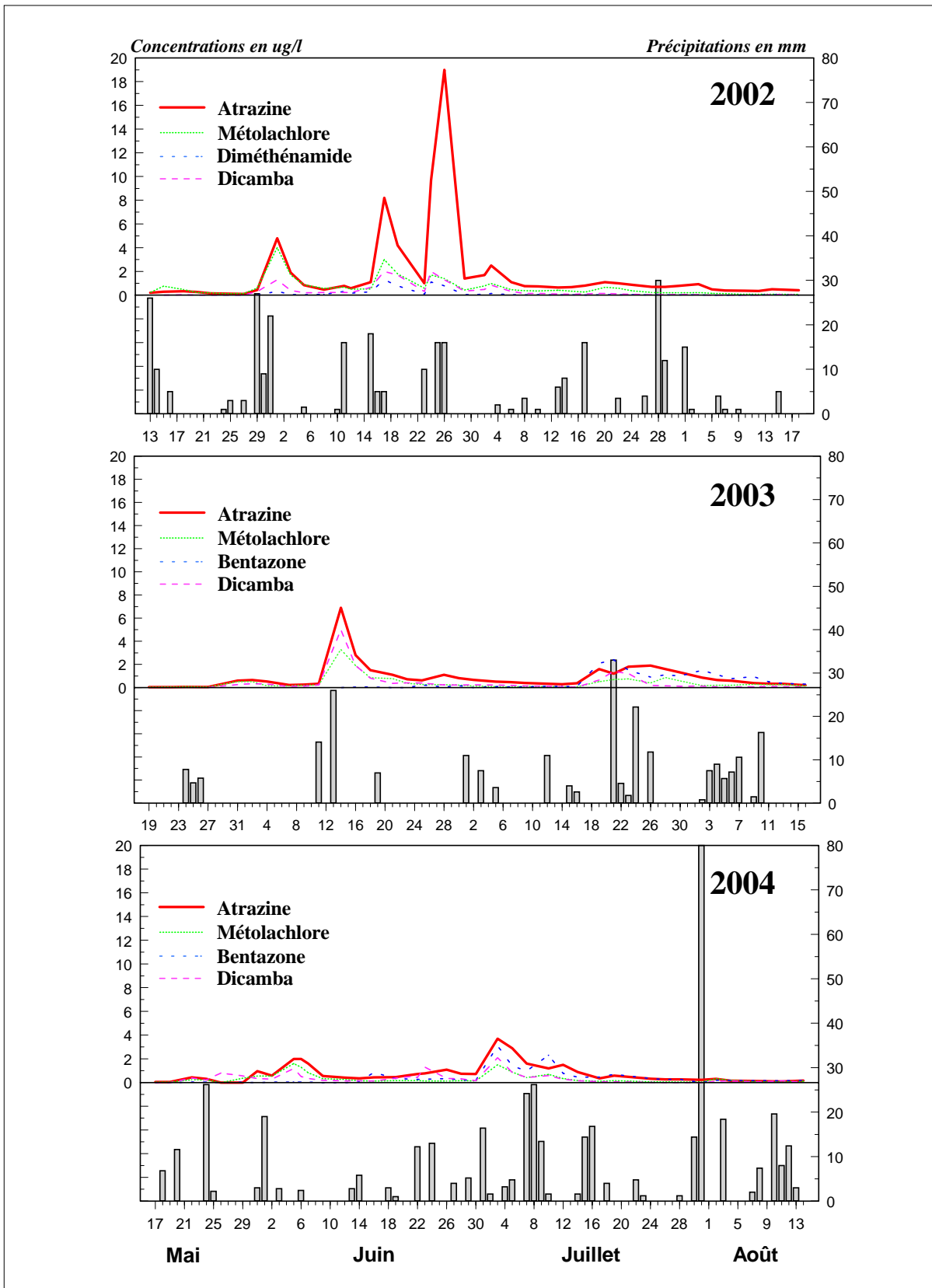


Figure 6 Concentrations de quelques herbicides décelés dans la rivière Chibouet ($\mu\text{g/l}$)

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 31 % de la superficie du bassin et le soya, 9,7 %. En comparaison, les autres cultures employant des pesticides sont moins importantes : autres cultures en rangées (6 %) et céréales (3,4 %). Les fourrages occupent une superficie de 8,4 %.

Chaque année, un grand nombre de pesticides différents sont détectés dans cette rivière. En excluant les produits de dégradation, 29 pesticides différents ont été trouvés dans la rivière en 2002, 25 en 2003 et 23 en 2004. La figure 7 illustre l'évolution des concentrations de quelques herbicides durant les étés 2002, 2003 et 2004.

Ici aussi, les pesticides les plus fréquemment détectés sont les herbicides atrazine, métolachlore, bentazone et dicamba, décelés respectivement dans 100 %, 99,3 %, 95 % et 86,6 % des échantillons en moyenne pour les trois années de mesure. Les autres herbicides fréquemment détectés sont le diméthénamide, le 2,4-D, le mécoprop, le MCPA, le glyphosate, la simazine et l'imazéthapyr. Plusieurs insecticides ainsi qu'un fongicide sont également détectés, mais ces produits ne sont pas nécessairement associés à la culture du maïs ou du soya. Des quatre rivières échantillonnées, les bassins des rivières des Hurons et Saint-Régis montrent les plus fortes proportions de cultures maraîchères, ce qui peut expliquer la détection plus fréquente des insecticides et des fongicides.

Comme pour les trois autres rivières, les concentrations d'atrazine et de bentazone montrent une tendance à la baisse des concentrations par rapport aux années antérieures. Toutefois, on trouve encore des concentrations d'atrazine et d'autres produits qui dépassent les critères de qualité de l'eau. Les pesticides qui dépassent les critères de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques sont : l'atrazine dans 2,5 % à 9,5 % des échantillons selon les années, le chlorpyrifos (jusqu'à 7 % des échantillons en 2002), le diazinon (5 % à 12 % des échantillons) le diméthoate et le carbaryl (2,4 % chacun).

La norme relative à la concentration maximale acceptable d'atrazine dans l'eau potable est rarement dépassée (0 % à 2,5 % des échantillons selon les années durant la période d'étude). Toutefois, on observe en 2002 plusieurs dépassements consécutifs du critère de prévention de la contamination des organismes aquatiques. En effet, cette année-là, 47 % des échantillons ont dépassé le critère de 0,78 µg/l fixé pour l'atrazine. Pendant une bonne partie de l'été 2002, ce produit était donc en concentration suffisante dans l'eau pour être présent dans l'organisme d'espèces aquatiques pouvant servir à l'alimentation (ex. : poissons).

Le critère pour la présence de dicamba dans l'eau d'irrigation est dépassé en moyenne dans 87 % des échantillons, et ces dépassements s'accompagnent quelquefois de dépassements pour le MCPA.

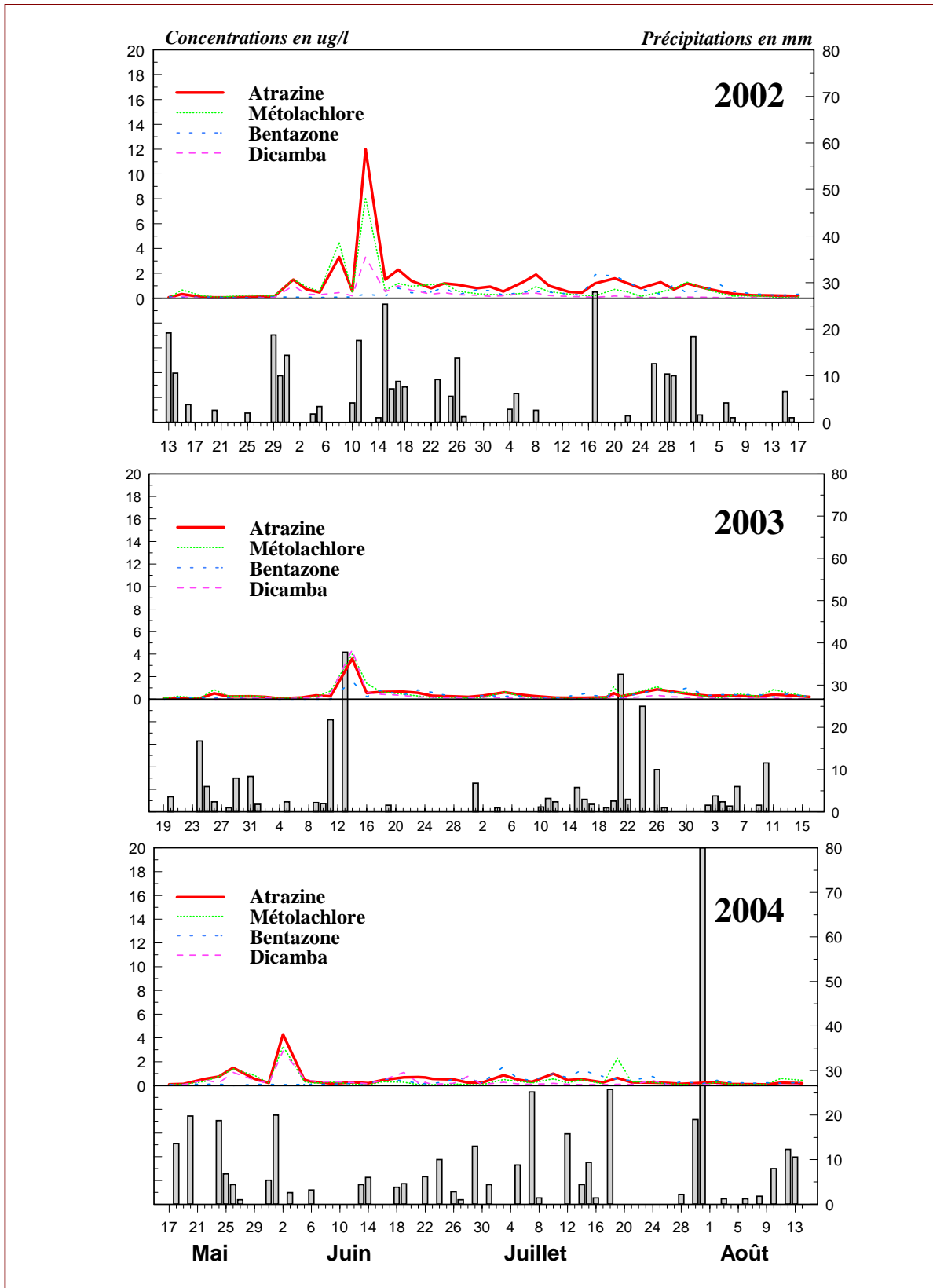


Figure 7 Concentrations de quelques herbicides dans la rivière des Hurons ($\mu\text{g/l}$)

Rivière Saint-Régis (affluent du fleuve Saint-Laurent)

La rivière Saint-Régis draine les eaux provenant des municipalités de Saint-Isidore, Saint-Constant et une partie de Saint-Rémi. Dans l'ensemble, les cultures y sont très diversifiées : maïs (20 % de la superficie totale du bassin), soya (13,2 %), autres cultures en rangées (8,4 %), céréales (5 %) et fourrages (7,5 %).

La diversité des pesticides utilisés sur ces cultures explique la multitude des produits trouvés dans l'eau : 20 à 25 pesticides différents ont été détectés de 2002 à 2004. Les herbicides atrazine et métolachlore sont découverts dans 100 % des échantillons. Le dicamba, le bentazone et le diméthénamide sont détectés respectivement dans 98 %, 89 % et 85 % des échantillons en moyenne. La figure 8 illustre l'évolution des concentrations de ces principaux herbicides. La fréquence de détection des herbicides 2,4-D et mécoprop y est particulièrement élevée par rapport aux autres bassins à l'étude. Ces deux herbicides, utilisés notamment pour le traitement des pelouses, peuvent provenir de la zone urbaine située dans la partie aval du bassin. Les insecticides y sont aussi détectés plus souvent que pour les trois autres bassins, notamment le carbaryl (détecté dans 34 % des échantillons), le chlorpyrifos (30 %), le diazinon (14,5 %), le malathion (11 %) et le diméthoate (8 %). Les insecticides carbofuran et azinphos-méthyl ont aussi été découverts ponctuellement. Le fongicide myclobutanil a également été mesuré en faible concentration en 2003.

Pour cette rivière, l'analyse statistique des tendances temporelles montre aussi une tendance significative à la baisse des concentrations d'atrazine par rapport aux années antérieures, ainsi qu'une tendance à la baisse pour le diméthénamide. Même si la tendance générale est à la baisse pour le bentazone, la rivière Saint-Régis est la seule des quatre rivières à l'étude où il n'y a pas de tendance à la baisse des concentrations de ce produit.

Certains pics de concentrations élevées sont encore enregistrés au cours des dernières années. De 2002 à 2004, les concentrations d'atrazine mesurées dans la rivière Saint-Régis dépassent le critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique (2 µg/l) pour 2,5 % à 10 % des échantillons. En 2002 et 2003, lors des épisodes de pointe, les concentrations de métolachlore s'approchent, mais sans toutefois dépasser le critère de 8 µg/l. En 2002, on détecte également une concentration de 34 µg/l de bentazone. Quoiqu'elle respecte largement le critère établi pour la protection des espèces aquatiques (510 µg/l), cette valeur excède de beaucoup les concentrations habituellement mesurées dans les rivières.

Les insecticides qui dépassent le plus souvent les critères pour la protection de la vie aquatique sont le chlorpyrifos et le diazinon. Pour ces deux produits, rappelons que le critère de qualité de l'eau (vie aquatique chronique) est plus bas que la limite de détection. Lorsqu'ils sont détectés dans l'eau, ils dépassent donc leur critère respectif, soit en moyenne dans 34 % et 14,5 % des échantillons. Le carbaryl, le malathion et l'azinphos-méthyl excèdent aussi occasionnellement le critère. Ces dépassements survenus à plusieurs dates d'échantillonnage consécutives et parfois pour plus d'un produit ont pu causer des cas de mortalité chez les espèces aquatiques sensibles. Ces insecticides ne viennent pas nécessairement des cultures de maïs ou de soya, mais ils peuvent provenir des cultures de légumes ou des zones urbaines voisines.

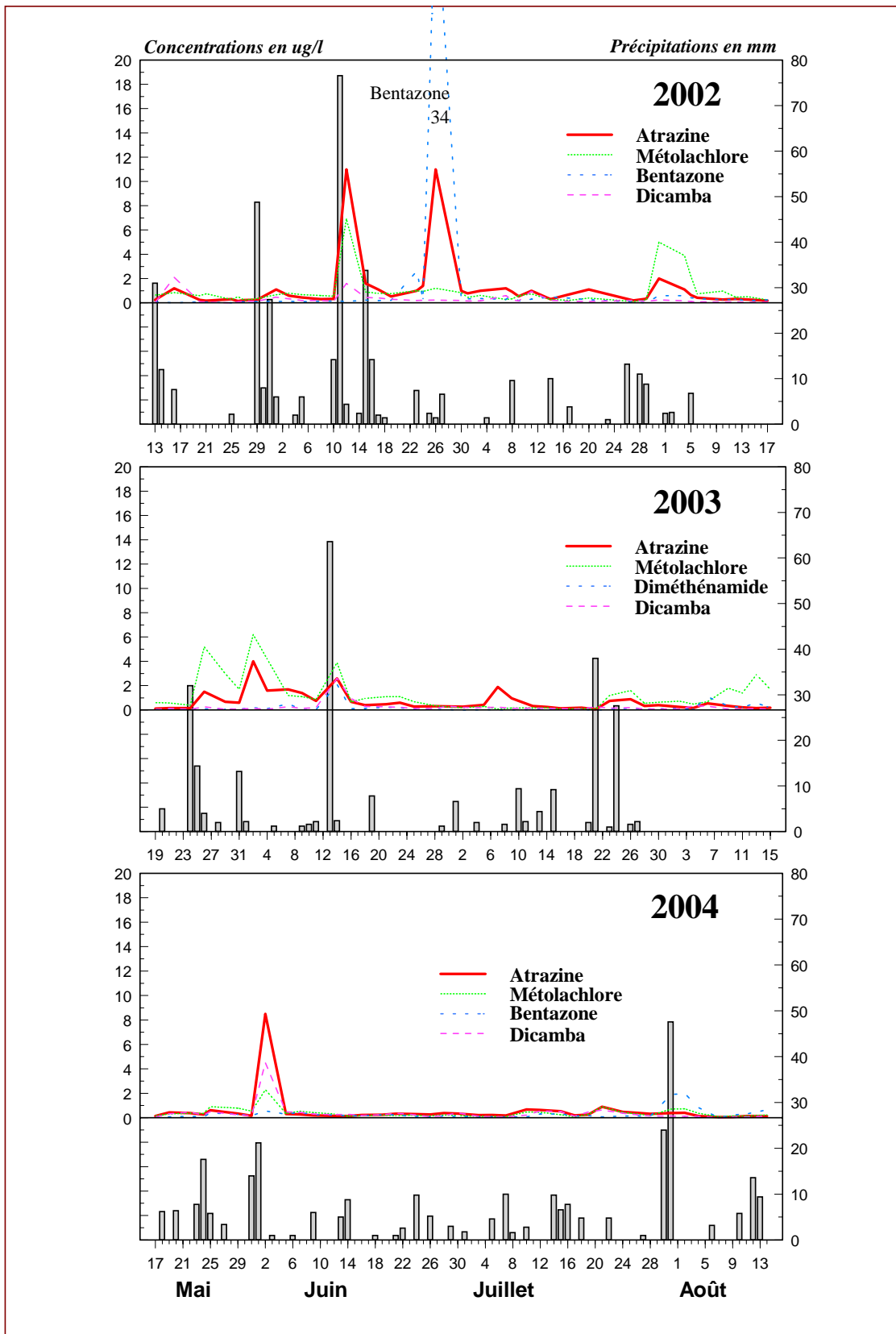


Figure 8 Concentrations de quelques herbicides dans la rivière Saint-Régis (µg/l)

Le critère de prévention de la contamination des organismes aquatiques est dépassé pour 42,5 % des échantillons en 2002, 23 % en 2003 et 5 % en 2004, en raison de la présence d'atrazine en concentration égale ou supérieure à 0,78 µg/l. Le critère de qualité de l'eau pour l'irrigation des cultures est dépassé pour 100 % des échantillons en 2003 et 2004, principalement en raison de la présence de l'herbicide dicamba. En 2002, c'est 95 % des échantillons qui excèdent ce critère. Outre le dicamba, les autres herbicides qui dépassent occasionnellement leur critère sont le MCPA (13 % à 39 % des échantillons), l'atrazine, le métribuzine et le bromoxynil (environ 2,5 % des échantillons).

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 24,6 %. Des quatre sous-bassins, celui-ci possède la plus faible proportion en soya, soit 5,6 % de la superficie du bassin. Les céréales occupent une superficie de 5,9 % et les autres cultures en rangées, 0,3 % du bassin. Par rapport aux autres bassins à l'étude, c'est celui qui présente la plus importante superficie en fourrages, soit 17,5 % de la superficie du bassin.

De 10 à 14 pesticides différents ont été détectés dans cette rivière au cours des trois dernières années d'échantillonnage. Comme pour les autres rivières, les herbicides atrazine, métolachlore, dicamba et bentazone sont les produits détectés le plus souvent. Ils sont présents en moyenne dans 100 %, 99 %, 74 % et 61 % des échantillons respectivement. Des insecticides sont rarement détectés dans cette rivière. Seul le diméthoate est trouvé de façon très sporadique et en faible concentration en 2004.

D'une manière générale sur l'ensemble de la période d'échantillonnage (1992 à 2004), l'analyse statistique des tendances temporelles montre une baisse significative des concentrations d'atrazine et de bentazone. Malgré cela, des pics de concentrations élevées sont toujours observés.

La figure 9 illustre l'évolution des concentrations de ces herbicides dans la rivière Saint-Zéphirin durant les étés 2002, 2003 et 2004. En 2002, 15 % des échantillons prélevés dépassent les critères de qualité de l'eau pour le respect de la vie aquatique. Il s'agit pour l'essentiel de dépassements pour l'atrazine et d'un seul dépassement pour le MCPA. En 2003 et 2004, 2,6 % des échantillons dépassent le critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique pour l'atrazine. Une valeur record de 62 µg/l d'atrazine a été mesurée en juin 2002. C'est la valeur la plus élevée d'atrazine mesurée dans les cours d'eau du Québec depuis le début du programme d'échantillonnage en 1992. Elle dépasse de 31 fois le critère de 2 µg/l établi pour la somme de l'atrazine et de ses produits de dégradation.

La norme de 5 µg/l pour l'atrazine est dépassée pour 5 % des échantillons en 2002 mais n'est pas dépassée en 2003 et 2004. Plusieurs échantillons présentent des concentrations d'atrazine suffisantes pour qu'on puisse s'attendre à une certaine accumulation du produit dans la chair des organismes aquatiques (poissons). En effet, selon les années, de 15 % à 42,5 % des échantillons dépassent le critère de 0,78 µg/l d'atrazine fixé pour la prévention de la contamination des organismes aquatiques. En moyenne, 75 % des échantillons présentent des teneurs en dicamba qui peuvent causer des dommages à certaines cultures, et 34 % contiennent en plus des concentrations de MCPA qui dépassent le critère pour l'irrigation.

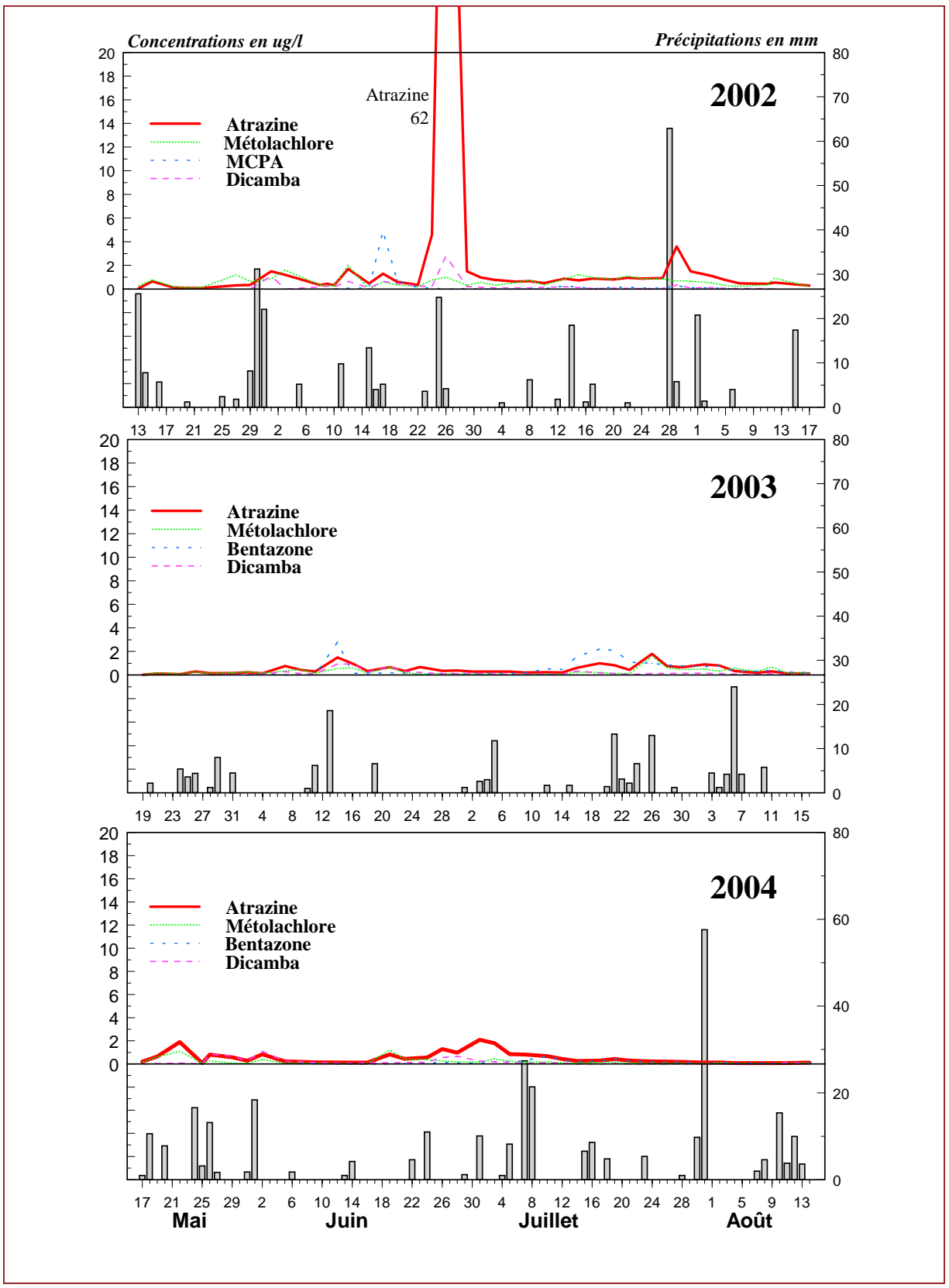


Figure 9 Concentrations de quelques herbicides dans la rivière Saint-Zéphirin (µg/l)

PESTICIDES DANS LES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

Depuis le 28 juin 2001, le Règlement sur la qualité de l'eau potable oblige les responsables de réseaux de distribution d'eau potable qui desservent plus de 5 000 personnes à réaliser un contrôle trimestriel de 25 pesticides dans l'eau qu'ils distribuent. Parmi les 213 réseaux municipaux analysés pour les pesticides, 116 (54 %) ont montré, à une occasion ou plus, la présence de faibles concentrations d'au moins un pesticide (figure 10). L'annexe 5 présente les réseaux municipaux et les dates où des pesticides ont été détectés ainsi que les concentrations mesurées pour chaque produit.

Les résultats des analyses, qui doivent être transmis au Ministère par les laboratoires accrédités, montrent que les pesticides détectés le plus souvent dans les réseaux sont, par ordre d'importance, les herbicides atrazine, métolachlore, 2,4-D et dicamba. Les autres pesticides détectés occasionnellement sont les herbicides simazine, diquat, paraquat, métribuzine, diuron, piclorame et glyphosate ainsi que les insecticides chlorpyrifos, diazinon, parathion, carbaryl et carbofuran (tableau 13). Les neuf pesticides non détectés sont les herbicides bromoxynil, cyanazine et trifluraline et les insecticides azinphos-méthyl, diméthoate, malathion, méthoxychlore, phorate et terbufos.

Tableau 13 Fréquence de détection, normes et concentrations maximales pour les différents pesticides décelés dans les réseaux de distribution d'eau potable

| | Nombre de réseaux avec détection | Fréquence de détection (%) | Norme eau potable (µg/l) | Concentration maximale mesurée (µg/l) |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| HERBICIDES | | | | |
| Atrazine | 77 | 36,1 | 5 | 0,9 |
| Métolachlore | 49 | 23 | 50 | 0,45 |
| 2,4-D | 45 | 21,1 | 100 | 0,75 |
| Dicamba | 12 | 5,6 | 120 | 0,29 |
| Simazine | 5 | 2,3 | 10 | 0,17 |
| Diquat | 3 | 1,4 | 70 | 1 |
| Paraquat | 3 | 1,4 | 10 | 0,6 |
| Métribuzine | 2 | 0,5 | 80 | 0,02 |
| Diuron | 2 | 0,5 | 150 | 0,6 |
| Glyphosate | 1 | < 0,5 | 280 | 0,8 |
| Piclorame | 1 | < 0,5 | 190 | 1 |
| INSECTICIDES | | | | |
| Chlorpyrifos | 4 | 1,9 | 90 | 0,16 |
| Diazinon | 3 | 1,4 | 20 | 0,06 |
| Parathion | 3 | 1,4 | 50 | 0,16 |
| Carbaryl | 1 | < 0,5 | 90 | 0,05 |
| Carbofuran | 1 | < 0,5 | 90 | 0,2 |

Les concentrations mesurées sont toutes largement en deçà des normes. Les concentrations maximales mesurées pour chacun des produits détectés sont présentées au tableau 13. La concentration maximale d'atrazine et de ses métabolites mesurée dans les réseaux de distribution entre 2001 et 2004 (0,90 µg/l) est comparable à la concentration maximale mesurée dans les

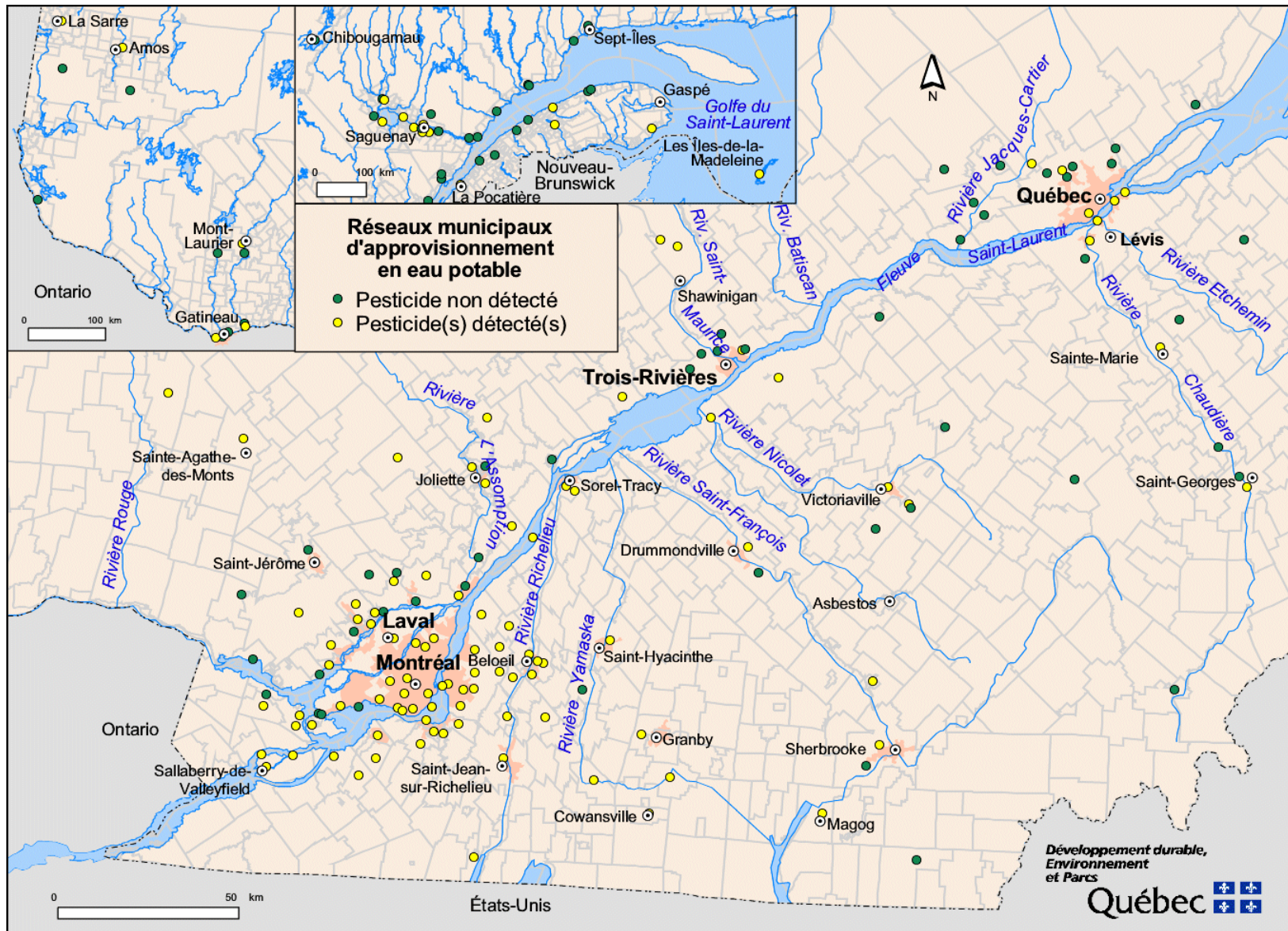


Figure 10 Réseaux municipaux de distribution d'eau potable où au moins un pesticide a été détecté

réseaux lors de la campagne d'échantillonnage en zone d'agriculture intensive réalisée par le Ministère en 2000. La concentration maximale d'atrazine s'était alors élevée à 0,87 µg/l (ministère de l'Environnement, 2003). Quant au métolachlore, la concentration maximale obtenue entre 2001 et 2004 (0,45 µg/l) est plus de deux fois inférieure à celle mesurée dans les réseaux lors de la campagne de 2000, soit 1,1 µg/l (ministère de l'Environnement, 2003). Il est à noter que lors de la campagne de 2000, 34 autres pesticides avaient été analysés, mais n'avaient pas été détectés dans les réseaux de distribution.

La présence de l'atrazine et du métolachlore est clairement liée aux grandes cultures (maïs et soya). Il ressort que la contamination des réseaux par ces produits ne se limite pas à la région agricole de la Montérégie où se concentrent principalement ces cultures, mais qu'elle est aussi présente dans d'autres régions agricoles où ces cultures sont présentes à plus petite échelle. Les figures 11 et 12 montrent les concentrations maximales d'atrazine et de métolachlore pour les réseaux où ces herbicides ont été détectés. Pour le 2,4-D et le dicamba, d'autres cultures et des usages urbains peuvent s'ajouter aux grandes cultures comme sources possibles pour expliquer leur détection dans les réseaux d'eau potable.

Parmi les 116 réseaux municipaux où des pesticides ont été détectés, 49 % montrent la présence d'un seul produit. Les 59 autres réseaux (51 %) ont montré la présence de plus d'un produit, le plus souvent deux, détectés simultanément dans l'eau (tableau 14). Pour quelques réseaux, des prélèvements montrent la présence de trois, quatre ou cinq pesticides présents en même temps dans l'eau distribuée. Les effets à long terme de faibles concentrations de pesticides ou de mélanges de ces produits sont encore peu connus (Larson, *et al.*, 1997). On ne connaît pas non plus avec précision tous les pesticides ayant un potentiel perturbateur endocrinien ni les concentrations susceptibles de produire ces effets. Toutefois, tel qu'il a été mentionné précédemment, des marges de sécurité importantes sont utilisées lors du processus d'élaboration des normes.

Tableau 14 Nombre de pesticides détectés par réseau

| Nombre de pesticides | Nombre de réseaux | % | Nombre de pesticides simultanément | Nombre de réseaux | % (sur 59 réseaux) |
|----------------------|-------------------|-----|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | 57 | 49 | > 1 mais pas simultanément | 9 | 15,3 |
| 2 | 36 | 31 | 2 | 41 | 69,5 |
| 3 | 14 | 12 | 3 | 6 | 10,2 |
| 4 | 7 | 6 | 4 | 2 | 3,4 |
| 5 | 2 | 1,7 | 5 | 1 | 1,7 |

Si un réseau donné montre plus d'une situation (ex : plusieurs dates avec un seul pesticide, mais une date, par exemple, avec trois pesticides simultanément), il apparaît dans le groupe 3 pesticides.

Les concentrations maximales les plus élevées pour l'atrazine, le métolachlore et le dicamba sont observées pour les réseaux qui s'approvisionnent en rivière (tableau 15) et pour les mois de juin et juillet. Pour le 2,4-D, les concentrations les plus élevées sont mesurées tant dans le fleuve que dans les rivières, les lacs ou l'eau souterraine. Ces valeurs sont observées pour les mois d'octobre et novembre.

Tableau 15 Concentrations maximales mesurées par type d’approvisionnement (µg/l)

| Type d’approvisionnement | Nombre de réseaux avec détection | Atrazine | Métolachlore | Dicamba | 2,4-D | Autres |
|----------------------------|----------------------------------|----------|--------------|---------|-------|---|
| Rivière | 33 | 0,9 | 0,45 | 0,29 | 0,23 | Diquat : 1 Diuron : 0,25 Simazine : 0,11 Glyphosate : 0,8 Chlorpyrifos : 0,16 |
| Fleuve | 40 | 0,15 | 0,03 | 0,05 | 0,75 | Métribuzine : 0,02 Chlorpyrifos : 0,06 Diazinon : 0,06 |
| Lac | 13 | 0,09 | 0,03 | 0,03 | 0,45 | |
| Souterrain | 13 | 0,12 | - | - | 0,52 | Diquat : 1 Paraquat : 0,06 Simazine : 0,17 Métribuzine : 0,02 Carbofuran : 0,2 Chlorpyrifos : 0,03 Parathion : 0,16 |
| Mixte | 14 | 0,08 | 0,41 | - | 0,04 | Carbaryl : 0,05 Parathion : 0,08 |
| Information non disponible | 3 | 0,26 | 0,02 | - | - | Piclorame : 1 Parathion : 0,12 |