

**LES PESTICIDES UTILISÉS DANS LES  
ESPACES VERTS URBAINS :**

**PRÉSENCE DANS L'EAU DES REJETS  
URBAINS ET DANS L'AIR AMBIANT**



Photo : Michel Bisson, MENV, 2001

**Direction du suivi de l'état de l'environnement  
Juin 2005**

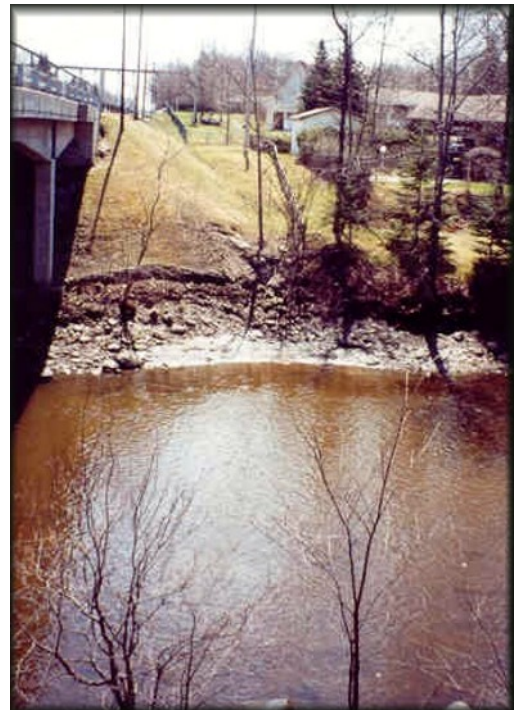


Photo : Isabelle Giroux, MENV, 2001

**Développement durable,  
Environnement  
et Parcs**

**Québec** 

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec

ISBN 2-550-44907-X (PDF)  
Envirodoq n° ENV/2005/0165  
Collection n° QE/164

---

Référence : GIROUX, I. et M. THERRIEN, 2005. *Les pesticides utilisés dans les espaces verts urbains : présence dans l'eau des rejets urbains et dans l'air ambiant*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN 2-550-44907-X (PDF), Envirodoq n° ENV/2005/0165, collection n° QE/164, 21 p. et 4 annexes.

---

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

---

Rédaction et coordination :	Isabelle Giroux <sup>1</sup> Manon Therrien <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7 <sup>e</sup> étage, Québec (Québec) G1R 5V7.
Revue de littérature sur les effets sur la faune :	Isabelle Giroux <sup>1</sup> Annie St-Amant <sup>1</sup> Mathieu Trépanier <sup>1</sup>	<sup>2</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur le milieu atmosphérique, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7 <sup>e</sup> étage, Québec (Québec) G1R 5V7.
Révision scientifique :	Isabelle Guay <sup>3</sup> Carole Lachapelle <sup>3</sup> Michel Bisson <sup>2</sup> Sylvain Dion <sup>4</sup> Fabienne Gauthier <sup>4</sup> Isabelle Gorse <sup>4</sup> Cécile Laverdière <sup>4</sup> Onil Samuel <sup>5</sup> Raymonde Verville <sup>6</sup>	<sup>3</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et des expertises, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7 <sup>e</sup> étage, Québec (Québec) G1R 5V7.
Échantillonnage :		<sup>4</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques en milieu terrestre, Service de pesticides, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 9 <sup>e</sup> étage, Québec (Québec) G1R 5V7.
Eau :	Yves Laporte <sup>1</sup> Yanek Szychowski <sup>1</sup> Isabelle Giroux <sup>1</sup>	<sup>5</sup> Institut national de santé publique du Québec, Direction de la toxicologie humaine, 945, avenue Wolfe, Sainte-Foy (Québec) G1V 5B3.
Air :	Manon Therrien <sup>2</sup> Michel Bisson <sup>2</sup> Michel Huot <sup>2</sup> Yanek Szychowski <sup>1</sup>	<sup>6</sup> Ministère des Affaires municipales et des Régions, Direction des politiques municipales et urbaines, 10, rue Pierre-Olivier-Chauveau, Québec (Québec) G1R 4J3.
Analyse de laboratoire :	Nathalie Dassylva <sup>7</sup> Philippe Daigle <sup>7</sup> Mélanie Beaumont <sup>7</sup>	<sup>7</sup> Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8.
Mise en page :	Lyne Martineau <sup>1</sup>	

---

## REMERCIEMENTS

L'équipe tient à remercier les responsables des stations de traitement des eaux usées pour leur collaboration à la planification de l'échantillonnage. Mentionnons notamment M. Daniel Lessard, M. Guy Lord et M<sup>me</sup> Anne Lajoie pour les stations de traitement des eaux usées de la CUQ (Québec Est et Québec Ouest), M<sup>me</sup> Janic Chainey et M. Sylvain Houde de la station d'épuration La Pinière à Laval, M. Christian Bélanger de la station d'épuration de Repentigny, M. André Robert, de la Division assainissement des eaux usées de la ville de Sherbrooke, M. Jean-François Audet de la compagnie Aquatech, firme responsable de l'exploitation de la station d'épuration de Sherbrooke, M. Pierre Audet de la station d'épuration de Saint-Hyacinthe et M. André Charbonneau de la station d'épuration de Granby. Nous tenons aussi à remercier les équipes techniques de ces stations qui ont intégré notre échantillonnage à leur travail régulier durant la période estivale. Nous souhaitons aussi remercier M. Gilles Boulet, M. Henri Durocher et M. Jean Audet pour avoir permis l'épandage et l'échantillonnage de pesticides sur leur terrain.

---

## TABLE DES MATIÈRES

<b>Équipe de travail</b> .....	i	<b>LA MESURE DES IMPACTS SUR LA</b>	
<b>Remerciements</b> .....	ii	<b>QUALITÉ DE L’AIR AMBIANT EN MILIEU</b>	
<b>Table des matières</b> .....	iii	<b>URBAIN</b> .....	16
<b>Liste des tableaux et figure</b> .....	iv		
<b>Liste des annexes</b> .....	iv	Matériel et méthode .....	16
<b>INTRODUCTION</b> .....	1	Méthode de prélèvement.....	16
L’utilisation des pesticides pour l’entretien des espaces verts .....	1	Méthode d’extraction et de dosage des échantillons .....	16
Préoccupations et réglementation de l’utilisation des pesticides en milieu résidentiel.....	1	Critère de qualité de l’air ambiant.....	16
<b>LA MESURE DES IMPACTS SUR LA</b>		Résultats.....	18
<b>QUALITÉ DE L’EAU</b> .....	4	Campagne de mesures dans la région de Québec .....	18
Matériel et méthode .....	4	Discussion .....	18
Échantillonnage à l’effluent de sept stations d’épuration des eaux usées municipales .....	4	<b>CONCLUSION</b> .....	20
Échantillonnage de six rejets pluviaux et de quelques cours d’eau de la Communauté urbaine de Québec .....	6	<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	21
Critères de qualité de l’eau pour la protection des espèces aquatiques.....	6		
Résultats .....	8		
Pesticides à l’effluent de sept stations d’épuration des eaux usées municipales .....	8		
Pesticides décelés dans des rejets pluviaux et des cours d’eau de la Communauté urbaine de Québec .....	12		
Discussion.....	13		
Impact sur les espèces aquatiques.....	12		
Concentrations décelées à l’effluent des stations d’épuration des eaux usées municipales et relation avec les épisodes de pluie .....	14		
Comparaison avec d’autres programmes de suivi similaires ailleurs dans le monde .....	14		

**LISTE DES TABLEAUX ET FIGURE**

Tableau 1	Principaux pesticides récemment utilisés en milieu urbain pour l'entretien des espaces verts .....	2
Tableau 2	Caractéristiques des stations d'épuration des eaux usées échantillonnées pour les pesticides.....	5
Tableau 3	Critères et normes de qualité de l'eau pour les principaux pesticides utilisés en milieu résidentiel pour le traitement des pelouses et jardins ( $\mu\text{g/l}$ ).....	8
Tableau 4	Fréquence de détection des pesticides à sept stations d'épuration des eaux usées municipales (%).....	9
Tableau 5	Concentrations maximales de pesticides mesurées aux stations d'épuration des eaux usées municipales ( $\mu\text{g/l}$ ) .....	10
Tableau 6	Nombre (N) d'échantillons qui dépassent le critère et amplitude (A) de dépassement des critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique (chronique).....	11
Tableau 7	Concentrations des pesticides mesurés en temps de pluie dans six rejets pluviaux et dans des cours d'eau de la Communauté urbaine de Québec ( $\mu\text{g/l}$ )	13
Tableau 8	Comparaison des concentrations moyennes, médianes et maximales en temps de pluie et par temps sec à l'effluent des stations d'épuration échantillonnées ( $\mu\text{g/l}$ ).....	15
Tableau 9	Concentrations de pesticides dans l'air à l'hôtel de ville de Mont-Saint-Hilaire pendant 24 h .....	17
Tableau 10	Caractéristiques des campagnes de mesure .....	17
Tableau 11	Concentrations d'herbicides dans l'air au site de Sillery .....	19
Tableau 12	Concentrations d'herbicides dans l'air au site de Sainte-Foy .....	19

Tableau 13	Concentrations d'herbicides dans l'air au site de Cap-Rouge.....	19
Figure 1	Localisation des points d'échantillonnage du réseau pluvial de la Communauté urbaine de Québec.....	7

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1	Revue de littérature sur les effets des pesticides sur la faune urbaine
Annexe 2	Pesticides analysés, limites de détection et méthodes d'analyse
Annexe 3	Concentrations des pesticides décelés aux sept stations d'épuration des eaux usées municipales ( $\mu\text{g/l}$ )
Annexe 4	Plan des sites d'échantillonnage pour la mesure des impacts des pesticides sur la qualité de l'air ambiant

---

## INTRODUCTION

### L'utilisation des pesticides pour l'entretien des espaces verts

L'engouement pour l'horticulture ornementale a amené une utilisation croissante des pesticides en milieu urbain. Le bilan des ventes de pesticides au Québec pour l'année 2001 montre une augmentation constante des ventes dans le secteur de l'entretien des espaces verts depuis 1992. En 2001, les ventes de pesticides à usage commercial et domestique utilisés pour l'entretien des espaces verts atteignaient 209 477 kg d'ingrédients actifs (Gorse, 2005). Les produits utilisés sont surtout des herbicides employés pour le traitement des pelouses. Les herbicides de la famille des phénoxyacides forment le groupe chimique le plus vendu et représentent 76,7 % des ventes d'ingrédients actifs. Les principaux pesticides utilisés pour le traitement des espaces verts en milieu urbain sont présentés au tableau 1.

D'autres pesticides, tels que les biocides employés dans les systèmes de climatisation des grands édifices ou encore les produits utilisés en extermination, n'ont pas été considérés dans le cadre de cette étude. L'attention s'est portée uniquement sur les produits utilisés pour le traitement des espaces verts publics ou résidentiels.

### Préoccupations et réglementation de l'utilisation des pesticides en milieu résidentiel

L'augmentation de l'utilisation des pesticides en milieu résidentiel a comme corollaire l'accroissement du risque d'exposition de la population, et particulièrement des enfants. Ceci constitue l'une des principales préoccupations liées à l'usage de ces produits.

Dans son rapport intitulé *Les pesticides, un choix judicieux s'impose*, déposé en mai 2000, le Comité permanent de l'environnement et du développement durable (Chambre des communes du Canada) remettait en question l'utilisation des pesticides à des fins esthétiques. Quoique le gouvernement canadien n'envisage pas de bannir les usages « cosmétiques », il reconnaît qu'une sensibilisation des citoyens à l'égard des pesticides utilisés à la maison est nécessaire.

Des instances gouvernementales canadiennes et américaines ont révisé leur réglementation pour réduire l'exposition des enfants aux pesticides. À la suite de l'Environmental Protection Agency (EPA) aux États-Unis, le gouvernement canadien annonçait, en septembre 2000, le retrait de l'insecticide chlorpyrifos pour les usages domestiques en raison du risque pour les enfants. Des restrictions ont aussi été imposées dans le

cas du diazinon dont l'usage en milieu domestique devrait prendre fin avec l'année 2005. D'autres organophosphorés, actuellement en réévaluation par l'Agence canadienne de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), risquent d'être touchés à leur tour. De plus, des modifications ont récemment été apportées à la Loi fédérale sur les produits antiparasitaires. Elles introduisent de nouvelles mesures au processus d'homologation des pesticides de manière à mieux tenir compte des différentes sources d'exposition dans l'évaluation des risques pour la santé. Parmi les sources possibles, les activités à la maison et à l'école ont été ajoutées. La nouvelle loi impose aussi des exigences particulières afin que les nourrissons et les enfants soient mieux protégés de l'exposition aux pesticides.

Plusieurs chercheurs ont aussi souligné la possibilité d'effets oestrogéniques des herbicides phénoxyacides (notamment le 2,4-D). Une étude récente indique que la présence de ce produit dans le sperme des travailleurs, qui fabriquent ou appliquent le 2,4-D, pourrait avoir des incidences génétiques et être associée de façon significative à l'augmentation des avortements spontanés (Arbuckle *et al.*, 1999). Après que des doutes aient été soulevés par la communauté scientifique, des études récentes indiqueraient toutefois un faible potentiel d'effet cancérigène pour le 2,4-D. L'ARLA, après réévaluation du produit, s'apprêterait à reconduire son homologation pour les usages sur les pelouses, bien que des incertitudes aient été soulevées en matière d'effets potentiels sur le système nerveux, sur la reproduction et sur le développement.

Par ailleurs, en raison d'une pression populaire de plus en plus importante, environ 130 municipalités ont adopté une réglementation concernant les pesticides au Québec. Une soixantaine d'entre elles restreignent ou interdisent l'utilisation des pesticides pour l'entretien des espaces verts aux fins esthétiques. Dans la cause opposant la ville de Hudson et la société d'arrosage Spraytech, la Cour suprême du Canada a statué en 2001 que les municipalités ont le pouvoir de réglementer les pesticides pour assurer le bien-être général sur leur territoire.

À la suite du rapport du Groupe de réflexion sur les pesticides en milieu urbain (Gouvernement du Québec, 2002) et pour réduire l'exposition des personnes et de l'environnement aux pesticides, le gouvernement du Québec adoptait, en mars 2003, le **Code de gestion des pesticides**. Ce règlement, en vigueur depuis avril 2003, met de l'avant des normes plus rigoureuses pour encadrer l'usage des pesticides, notamment en milieu urbain. L'approche préconisée vise à réduire de façon

Tableau 1 Principaux pesticides récemment utilisés en milieu urbain pour l'entretien des espaces verts

Ingrédients actifs	Principaux noms commerciaux	Utilisation dans les espaces verts	Remarque
<b><u>HERBICIDES</u></b>			
2,4-D/mécoprop/dicamba	KILLEX PAR III TRI-KILL	Contrôle sélectif des plantes indésirables à feuille large des pelouses (pissenlit, plantain, etc.).	Utilisé en traitement localisé ou sur toute la surface gazonnée.
MCPA	MCPA	Contrôle sélectif des plantes indésirables à feuille large des pelouses (pissenlit, plantain, etc.).	Utilisé en traitement localisé ou sur toute la surface gazonnée.
Glyphosate	ROUNDUP	Destruction de la végétation herbacée dans les terrains vagues et dans les interstices de recouvrement de sol inertes. Rénovation de pelouse.	Applicateurs commerciaux et usage domestique.
<b><u>INSECTICIDES</u></b>			
Diazinon	DIAZINON BASUDIN	Contrôle des insectes à l'extérieur des bâtiments (perce-oreilles, fourmis, insectes des potagers, etc.).	Retrait progressif du marché pour les usages domestiques. Le retrait devrait être complété à la fin de 2005.
Carbaryl	SEVIN	Contrôle de certains insectes des pelouses. Contrôle des insectes des pommiers ou des arbres ornementaux.	
Chlorpyrifos	DURSBAN	Contrôle des insectes à l'extérieur des bâtiments (fourmis, criquets, araignées, perce-oreilles, etc.).	Retiré du marché pour les usages domestiques en 2001.
Diméthoate	CYGON	Contrôle des insectes des arbres et arbustes ornementaux.	
Imidaclopride	MERIT	Contrôle du hanneton européen ou du scarabée japonais sur les pelouses.	
<b><u>FONGICIDE</u></b>			
Chlorothalonil	CIL Lawn fungicide DACONIL DEECOP	Contrôle des maladies du gazon. Contrôle des maladies des légumes du potager (tomates et pommes de terre).	



significative les usages non essentiels de pesticides pour l'entretien des surfaces gazonnées. Les principales mesures sont :

- d'interdire l'épandage des pesticides les plus nocifs sur les surfaces gazonnées des terrains publics, parapublics et municipaux;
- d'autoriser seulement l'utilisation des pesticides présentant le moins de risques pour la santé et pour l'environnement à l'extérieur ou à l'intérieur des centres de la petite enfance et des écoles primaires et secondaires;
- d'interdire la vente d'un pesticide mélangé ou imprégné à un fertilisant et celle d'un pesticide dans un emballage regroupant plus d'un contenant de pesticides (ex : ensemble pour pelouse avec quatre traitements);
- de réduire l'accès aux produits les plus nocifs en rendant obligatoire la vente derrière un comptoir (le client doit s'adresser à un vendeur qualifié pour obtenir le produit);
- d'interdire la vente des pesticides les plus nocifs pour l'entretien des surfaces gazonnées, en 2006.

Ailleurs dans le monde, des chercheurs ont démontré la présence de pesticides dans l'eau, l'air et le sol à la suite de leur utilisation en milieu urbain (USGS, 2003). Une étude exploratoire menée en 1999 par le Ministère, dans le contexte d'une étude plus large portant sur la toxicité des effluents municipaux, avait montré la présence des pesticides utilisés en milieu urbain à l'effluent des stations d'épuration des eaux usées de la Communauté urbaine de Montréal (CUM) et de Longueuil (MENV et Environnement Canada, 2001). Le Ministère souhaitait donc investiguer davantage la présence de pesticides dans l'eau et l'air en milieu urbain au voisinage des zones traitées, et ce, afin de mieux évaluer leur impact sur le milieu naturel. Le Ministère entreprenait donc en 2001 une campagne de mesure dans l'eau et dans l'air.

Par ailleurs, pour mieux cerner les effets potentiels de ces produits sur la santé humaine, le Ministère réalisait, en 2001, avec l'Institut national de santé publique du Québec, un projet pilote portant sur la mesure de l'exposition aux herbicides utilisés en milieu urbain chez un nombre restreint d'enfants. Cette phase exploratoire a permis à l'INSPQ de s'assurer de la faisabilité technique d'une étude plus élargie qui a été d'ailleurs réalisée en 2003 (Valque *et al.*, 2004). Le rapport de l'INSPQ révèle que 15 % des enfants ayant participé à cette étude et dont les parents avaient utilisé des herbicides sur leur terrain ont été exposés aux herbicides chlorophénoxy et que 98,7 % étaient exposés,

possiblement par l'alimentation, aux pesticides organophosphorés.

Le présent rapport fait état des données de qualité de l'eau et de l'air recueillies en 2001 et 2002. Ces données permettent de faire un portrait de la présence dans l'environnement des pesticides utilisés pour le traitement des pelouses en milieu urbain. Il donne donc un portrait de la situation avant l'entrée en vigueur du Code de gestion des pesticides en avril 2003.

Le rapport présente aussi en annexe 1 un survol de la littérature scientifique disponible sur les effets des pesticides sur la faune terrestre en milieu urbain.

## LA MESURE DES IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

### Matériel et méthode

Les zones urbaines se caractérisent par une proportion importante de surfaces imperméables telles que le béton, le ciment et l'asphalte utilisés pour les routes, les stationnements et les trottoirs. Si des pesticides atteignent ces surfaces imperméables, soit par dérive, par application directe, par ruissellement à partir des pelouses ou autres végétaux traités, ils risquent d'être facilement transportés vers le réseau de collecte des eaux de pluie, puis vers les cours d'eau lors des épisodes de pluie ou en toute autre occasion où l'eau ruisselle sur ces surfaces (irrigation, lavage de rue, etc.) (Hoffman *et al.*, 2000).

Dans certains quartiers, notamment dans les quartiers plus anciens, les eaux de pluie sont acheminées dans un « réseau unitaire » où une seule conduite transporte à la fois les eaux de pluie et les eaux usées domestiques. Le réseau unitaire est généralement relié à la station d'épuration. Dans d'autres quartiers, et c'est souvent le cas en banlieue, les eaux de pluie et les eaux usées domestiques empruntent des conduites séparées. Les eaux usées domestiques sont acheminées au réseau d'égout vers la station d'épuration et les eaux de pluie rejoignent le « réseau pluvial » et sont rejetées directement vers les cours d'eau, sans traitement.

Comme les pesticides sont susceptibles d'être détectés à la fois à l'effluent des stations d'épuration municipales ainsi qu'à la sortie des nombreux rejets pluviaux, il a été convenu d'échantillonner l'effluent des stations d'épuration des eaux usées pour un certain nombre de villes d'importance et d'effectuer un échantillonnage exploratoire du réseau pluvial pour l'une d'entre elles. Pour des raisons pratiques, le territoire de la Communauté urbaine de Québec a été retenu pour cet échantillonnage exploratoire.

#### *Échantillonnage à l'effluent de sept stations d'épuration des eaux usées municipales*

L'effluent de sept stations d'épuration des eaux usées a été échantillonné. Il s'agit des stations d'épuration de Laval (La Pinière), Repentigny, CUQ Est et CUQ Ouest qui ont été échantillonnées en 2001 et de celles de Sherbrooke, Saint-Hyacinthe et Granby, échantillonnées en 2002 (tableau 2). Les municipalités ont été retenues principalement sur la base de l'importance de la population raccordée à la station. L'hypothèse est que plus la population est élevée dans les quartiers de banlieue, plus l'utilisation des pesticides sur les

pelouses est importante. Le programme exploratoire mené en 1999 avait déjà permis de recueillir des données pour les rejets de la CUM et de Longueuil. Ces villes n'ont donc pas été retenues dans le cadre du présent programme. Pour des raisons pratiques, les stations d'épuration dotées d'étangs aérés (ex. : Trois-Rivières) n'ont pas été retenues non plus pour cette étude. En raison du temps de séjour plus long des eaux usées dans les étangs, un décalage de plusieurs mois de l'échantillonnage aurait été nécessaire pour vérifier le rejet des pesticides.

#### Fréquence et durée de l'échantillonnage

Un maximum de trente échantillons ont été prélevés à chaque station. Des échantillons composites sur 24 heures ont été prélevés à raison de trois fois par semaine du 14 mai au 18 juillet en 2001, et du 13 mai au 17 juillet en 2002. Le choix de cette procédure d'échantillonnage repose sur l'hypothèse voulant que sur 30 dates de prélèvement durant la période ciblée, il est probable de trouver des situations de temps sec et de temps de pluie, ces dernières étant les plus propices au transport des pesticides vers le réseau d'égout.

#### Appareils utilisés et type d'analyse

Les échantillons ont été prélevés à l'aide d'échantillonneurs automatiques de type ISCO équipés pour la mesure des pesticides (bouteilles de verre, tuyaux de Teflon, etc.). L'échantillonneur est réglé de façon à prélever un échantillon de 125 ml par heure pour un total de 3 litres sur une période de 24 heures. Les contenants de verre ambré utilisés pour composer l'échantillon sont renouvelés à chaque date d'échantillonnage pour éviter toute trace de contamination. À partir du composite, deux sous-échantillons sont constitués. L'un sert pour l'analyse des pesticides de type phénoxyacides et autres. L'autre échantillon sert pour le balayage des organophosphorés et autres (annexe 2). Les sous-échantillons sont placés au frais dans des glacières et envoyés par courrier rapide au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.

L'analyse des phénoxyacides et autres couvre notamment les herbicides 2,4-D, mécoprop et dicamba utilisés pour le traitement des pelouses. Le balayage OPS couvre une trentaine de pesticides dont plusieurs insecticides (diazinon, chlorpyrifos, diméthoate, carbaryl) et un fongicide (chlorothalonil) qui peuvent être utilisés en milieu urbain. La description des méthodes d'analyse, la liste des pesticides analysés et les limites de détection pour chaque paramètre sont présentées à l'annexe 2.

Tableau 2 Caractéristiques des stations d'épuration des eaux usées échantillonnées pour les pesticides

Municipalité (station d'épuration)	Population raccordée	Lieu du rejet	Type de traitement	Débit de conception moyen (m <sup>3</sup> /jour)	Estimation de la proportion du type de réseau (%) <sup>1</sup>	
					Unitaire	Séparé
Laval (La Pinière)	211 630	Rivière des Prairies	Physicochimique (désinfection UV)	254 000	45	55
CUQ Est	270 140	Saint-Laurent rive nord	Biofiltration (désinfection UV)	231 000	40	60
CUQ Ouest	237 015	Saint-Laurent rive nord	Biofiltration (désinfection UV)	185 000	10	90
Sherbrooke	143 485	Rivière Saint-François	Biofiltration (désinfection UV)	87 131	75	25
Repentigny	69 955	Saint-Laurent rive nord	Physicochimique	43 181	30-40	60-70
Saint-Hyacinthe	51 520	Rivière Yamaska	Boues activées	45 000	80	20
Granby	38 400	Rivière Yamaska	Boues activées avec aération prolongée	50 000	70	30

<sup>1</sup> Information approximative fournie par les responsables des stations d'épuration.

---

*Échantillonnage de six rejets pluviaux et de quelques cours d'eau de la Communauté urbaine de Québec*

Les rejets pluviaux vers les cours d'eau sont très nombreux en milieu urbain. Le temps de réponse de la conduite au cours d'un épisode de pluie dépend de l'importance et de l'intensité de la pluie, de même que de la longueur et des dimensions de la conduite d'eau. L'évaluation précise de la qualité des eaux rejetées aux cours d'eau est donc relativement complexe.

Pour avoir une idée de l'importance des concentrations rejetées vers les cours d'eau par le réseau pluvial, un échantillonnage exploratoire de six rejets pluviaux et de trois cours d'eau récepteurs de la Communauté urbaine de Québec a été effectué en 2001. Les cours d'eau qui ont fait l'objet de l'étude sont la rivière Cap-Rouge, le ruisseau des Commissaires et la rivière Saint-Charles. Les rejets pluviaux retenus sont des conduites qui déversent leurs eaux directement dans un de ces cours d'eau. Les conduites ont été retenues pour leur grande dimension, l'importance attendue de l'écoulement en temps de pluie ainsi que pour leur accessibilité rapide au moment de l'échantillonnage.

Des échantillons ont été prélevés dans la rivière Cap-Rouge en amont de la zone urbaine, à l'intersection de la route 138 et près de son embouchure, au pont du boulevard Chaudière. Parmi les 23 rejets pluviaux répertoriés qui se jettent dans la portion urbanisée de la rivière Cap-Rouge, trois ont été échantillonnés : l'égout pluvial de la rue Jean-Juchereau, celui de la rue Antoine-Martin, et celui de la rue de la Rivière.

Dans le ruisseau des Commissaires, des échantillons ont été prélevés en amont et en aval de zone urbanisée. Des prélèvements ont aussi été effectués dans trois rejets pluviaux déversant leurs eaux dans ce ruisseau. Ces rejets sont situés sur la rue de la Seigneurie, sur la rue des Platanes et sur la rue des Pervenches.

Finalement, des échantillons ont été prélevés en amont et en aval de la rivière Saint-Charles. Les échantillons en amont ont été recueillis à la sortie du lac Saint-Charles et ceux en aval ont été prélevés au pont du boulevard Central, en aval du ruisseau des Commissaires (figure 1).

*Fréquence et durée de l'échantillonnage*

L'échantillonnage a été réalisé lors d'un épisode de pluie survenu le 28 mai 2001, soit durant une période intensive d'application d'herbicides. Cette journée-là, une averse importante a commencé vers 14 heures. Les données d'Environnement Canada rapportent un total de 15,7 mm de pluie. Pour chacun des secteurs ciblés, des échantillons ont été prélevés manuellement à 2 ou 3 reprises au cours de l'averse, et ce, pour chacun des points d'échantillonnage.

Les échantillons ont été placés au frais dans des glacières et ont été acheminés au laboratoire le jour de l'échantillonnage dans le cas de la rivière Cap-Rouge et le lendemain dans le cas de la rivière Saint-Charles et du ruisseau des Commissaires. Les analyses effectuées ont principalement porté sur les herbicides phénoxyacides. Toutefois, pour compléter le portrait, quelques analyses OPS ont été effectuées dans le milieu récepteur.

*Critères de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques*

Les résultats d'analyse ont été interprétés par comparaison avec les critères de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques (tableau 3). Le critère de « toxicité aquatique chronique » correspond à la concentration maximale d'un produit à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pendant toute leur vie sans subir d'effets néfastes. Le respect de ces critères permet le développement normal des organismes du milieu aquatique qui seraient exposés à ces produits. De courts dépassements occasionnels ne produiront pas nécessairement d'impact sur le biote aquatique si ces dépassements demeurent sous les concentrations pouvant entraîner des effets aigus. En théorie, les critères chroniques doivent être respectés en moyenne sur quatre jours, tandis que les critères aigus doivent être respectés en moyenne sur une heure. En pratique, le peu de données généralement disponibles ne nous permet pas de connaître les variations réelles des concentrations sur de si courtes périodes et de calculer des moyennes. Pour cette raison, chaque donnée individuelle doit donc être comparée directement au critère de qualité. Par ailleurs, il faut préciser que les organismes ne sont pas exposés au rejet lui-même (rejet pluvial ou de station d'épuration), mais à des concentrations diluées dans le milieu récepteur.

Les normes d'eau potable ont aussi été utilisées à titre indicatif.



Figure 1 Localisation des points d'échantillonnage du réseau pluvial de la Communauté urbaine de Québec

Tableau 3 Critères et normes de qualité de l'eau pour les principaux pesticides utilisés en milieu résidentiel pour le traitement des pelouses et jardins ( $\mu\text{g/l}$ )

Pesticides	Critères de protection des espèces aquatiques chroniques (CVAC) <sup>1</sup>	Normes pour l'eau potable <sup>2</sup>
<b>HERBICIDES</b>		
2,4-D	47	100
Mécoprop	13	-
Dicamba	10	120
MCPA	2,6 <sup>3</sup>	-
<b>INSECTICIDES</b>		
Diazinon	0,002 <sup>4</sup>	20
Carbaryl	0,2	90
Chlorpyrifos	0,0035 <sup>4</sup>	90
Diméthoate	6,2	20
<b>FONGICIDE</b>		
Chlorothalonil	0,18 <sup>5</sup>	-

- Les traits indiquent qu'il n'existe pas de normes pour ces pesticides.

<sup>1</sup> MDDEP, 2005

<sup>2</sup> MENV, 2004

<sup>3</sup> Ce critère s'applique à toutes les formes de MCPA et à tous ses produits de transformation dans l'environnement.

<sup>4</sup> La limite de détection du diazinon et du chlorpyrifos (annexe 2) est supérieure au CVAC. Ainsi, même lorsque ces produits ne sont pas détectés par les appareils de mesure, il n'est pas certain que les concentrations respectent les critères. De plus, lorsqu'ils sont détectés, ils dépassent systématiquement le CVAC.

<sup>5</sup> Ce critère s'applique à la concentration totale de chlorothalonil et de son produit de transformation hydroxylé.

## Résultats

### *Pesticides à l'effluent de sept stations d'épuration des eaux usées municipales*

Les herbicides utilisés pour le traitement des pelouses en milieu urbain, soit le 2,4-D, le mécoprop et le dicamba, sont régulièrement détectés à l'effluent de toutes les stations échantillonnées (tableau 4). Quoique fréquemment détectés au cours de la période d'étude, ces produits ne dépassent jamais les critères établis pour la protection des espèces aquatiques. Les concentrations maximales mesurées pour le 2,4-D, le mécoprop et le dicamba sont de 5,7  $\mu\text{g/l}$ , 6,3  $\mu\text{g/l}$  et 0,68  $\mu\text{g/l}$ , respectivement.

Les insecticides diazinon et carbaryl sont également détectés aux sept stations. Lorsqu'il est détecté, l'insecticide diazinon dépasse largement, pour toutes les

stations, le critère de qualité de l'eau de 0,002  $\mu\text{g/l}$  établi pour la protection des espèces aquatiques (tableau 5). Comme la présence de ce produit a été relevée à toutes les stations, celles-ci présentent toutes à un moment ou l'autre des dépassements pour ce paramètre. Le critère de qualité de l'eau de 0,2  $\mu\text{g/l}$  pour le carbaryl a été dépassé aux stations de Repentigny, CUQ Est, CUQ Ouest et Laval. On détecte aussi à l'occasion le 1-naphtol qui est le produit de dégradation du carbaryl. Les concentrations d'autres insecticides tels le malathion et le chlorpyrifos sont aussi occasionnellement supérieures aux critères pour la protection des espèces aquatiques. Les concentrations maximales mesurées sont de 0,74  $\mu\text{g/l}$ , 1,1  $\mu\text{g/l}$ , 2,1  $\mu\text{g/l}$  et 0,02  $\mu\text{g/l}$  respectivement pour le diazinon, le carbaryl, le malathion et le chlorpyrifos (tableau 5). Les concentrations les plus élevées de diazinon et de malathion ont été mesurées à la station de Repentigny.

Tableau 4 Fréquence de détection des pesticides à sept stations d'épuration des eaux usées municipales (%)

Pesticides	Laval 2001	Repentigny 2001	CUQ Ouest 2001	CUQ Est 2001	Sherbrooke 2002	Saint-Hyacinthe 2002	Granby 2002
<b><u>HERBICIDES</u></b>							
2,4-D	100	100	100	89	30	44	14
Mécoprop	100	96	100	93	70	81	86
Dicamba	92	81	79	70	13	81	62
MCPA	12	11	-	4	-	4	-
MCPB	32	41	32	26	-	-	-
2,4,5-T	4	4	-	4	-	-	-
Fénoprop	-	-	-	7	-	-	-
Clopyralide	-	4	-	11	-	-	-
Bentazone	-	4	4	-	-	-	-
Atrazine	32	15	14	4	18	100	93
DEA	4	-	-	-	-	59	3
DIA	-	-	-	-	-	37	-
Simazine	-	-	4	-	4	7	3
Métolachlore	20	33	4	4	4	100	100
Diméthénamide	-	-	-	-	-	18	-
Bromoxynil	-	-	-	-	-	-	3
<b><u>INSECTICIDES</u></b>							
Diazinon	68 ( <b>68</b> )	70 ( <b>70</b> )	71 ( <b>71</b> )	55 ( <b>55</b> )	32 ( <b>32</b> )	63 ( <b>63</b> )	24 ( <b>24</b> )
Carbaryl	40 ( <b>8</b> )	63 ( <b>22</b> )	64 ( <b>18</b> )	30 ( <b>4</b> )	39	44	28
<i>l-naphtol</i>	20	4	-	-	-	-	-
Malathion	8 ( <b>8</b> )	7 ( <b>7</b> )	8	4 ( <b>4</b> )	-	-	-
Diméthoate	8	22	14	4	7	4	-
Chlorpyrifos	-	-	-	-	-	-	3 ( <b>3</b> )
Bendiocarbe	12	18	-	11	4	-	-
<b><u>FONGICIDE</u></b>							
Chlorothalonil	4	-	4	4( <b>4</b> )	-	-	3 ( <b>3</b> )

Gras : % des échantillons totaux qui dépassent les critères de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques.

Grisé : principaux pesticides utilisés en milieu urbain.

Tableau 5 Concentrations maximales de pesticides mesurées aux stations d'épuration des eaux usées municipales (µg/l)

Pesticides	Critère vie aquatique chronique	Laval 2001	CUQ Est 2001	CUQ Ouest 2001	Sherbrooke 2002	Repentigny 2001	Saint-Hyacinthe 2002	Granby 2002
<b><u>HERBICIDES</u></b>								
2,4-D	47	2,2	1,3	0,77	1	5,7	1,4	0,47
Mécoprop	13	2,4	1,2	0,78	0,97	6,3	3,4	0,62
Dicamba	10	0,28	0,19	0,12	0,06	0,68	0,36	0,25
MCPA	2,6	0,06	0,07	-	-	0,08	0,1	-
MCPB	7,3	0,23	0,07	0,06	-	0,25	-	-
2,4,5-T	-	0,01	0,02	-	-	0,01	-	-
Fénoprop	-	-	0,05	-	-	-	-	-
Clopyralide	-	-	0,05	-	-	0,07	-	-
Bentazone	510	-	-	0,03	-	0,05	-	-
Atrazine	2	0,18	0,02	0,03	0,1	0,13	0,79	0,56
DEA	-	0,03	-	-	-	0,14	1,2	0,11
DIA	-	-	-	-	-	-	0,22	-
Simazine	10	-	-	0,04	0,1	-	0,03	0,02
Métolachlore	8	0,16	0,02	0,03	0,07	-	0,51	5,8
Diméthénamide	5,6	-	-	-	-	-	0,07	-
Bromoxynil	5	-	-	-	-	-	-	0,26
<b><u>INSECTICIDES</u></b>								
Diazinon	0,002	0,6	0,31	0,2	0,71	0,74	0,17	0,09
Carbaryl	0,2	1,1	0,26	0,26	0,18	1	0,07	0,08
<i>1-naphtol</i>	-	0,29	-	-	-	0,18	-	-
Malathion	0,1	0,81	0,15	0,17	-	2,1	-	-
Diméthoate	6,2	0,23	0,13	0,09	0,79	0,44	0,22	-
Chlorpyrifos	0,0035	-	-	-	-	-	-	0,02
Bendiocarbe	-	0,09	0,08	-	0,16	0,12	-	-
<b><u>FONGICIDE</u></b>								
Chlorothalonil	0,18	0,16	0,26	0,06	-	-	-	0,43

Les limites de détection de ces produits sont indiquées à l'annexe 2.

Grisé : principaux pesticides utilisés en milieu urbain.



Le tableau 6 montre le nombre d'échantillons qui dépassent le critère de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques et l'amplitude des dépassements des critères pour chaque station. L'amplitude du dépassement de critère pour le diazinon est élevée à toutes les stations. Les autres insecticides détectés mais qui ne dépassent pas les critères sont le diméthoate et le bendiocarbe.

Le fongicide chlorothalonil dépasse ponctuellement, aux stations de Granby et de CUQ Est, le critère pour la protection de la vie aquatique (0,18 µg/l).

Rappelons toutefois que, même si les critères sont dépassés à l'effluent des stations d'épuration, dans les faits, les organismes aquatiques sont susceptibles d'être exposés à des concentrations plus faibles en raison de la dilution du rejet dans le milieu récepteur.

Les autres herbicides détectés sont l'atrazine (et ses produits de dégradation DEA et DIA) et le métolachlore. Les herbicides MCPA, MCPB, simazine, clopyralide, bentazone, bromoxynil et diméthénamide ont aussi été détectés, mais à une fréquence moindre. Les seules stations d'épuration où l'atrazine et le métolachlore ont été régulièrement détectés sont celles situées en milieu agricole (Saint-Hyacinthe et Granby).

Ces différents produits ne sont pas utilisés habituellement en milieu urbain. Leur détection à l'effluent des stations d'épuration pourrait résulter de

leur présence dans l'eau brute alimentant les villes, d'un usage inhabituel ou non autorisé en milieu urbain ou de leur présence potentielle dans les eaux de pluie acheminées à la station d'épuration.

On détecte aussi, très ponctuellement, la présence des herbicides 2,4,5-T et fénoprop qui ne sont plus vendus depuis plus de dix ans. Leur détection pourrait être attribuable à l'utilisation d'anciens produits entreposés. L'ensemble des résultats d'analyse pour les sept stations d'épuration des eaux usées municipales apparaît à l'annexe 3.

C'est à l'effluent des stations de Laval, Québec Ouest et Repentigny que les fréquences de détection sont les plus élevées pour les cinq pesticides les plus fréquemment utilisés sur les pelouses (2,4-D, mécoprop, dicamba, diazinon et carbaryl).

Par ailleurs, comme les concentrations mesurées directement au rejet respectent déjà les normes établies pour l'eau potable, les impacts attendus sur la qualité de l'eau potable tirée des prises d'eau situées en aval de ces rejets municipaux sont très faibles.

Les résultats obtenus mettent toutefois en évidence que les ouvrages de traitement des eaux usées, conçus notamment pour réduire les charges en matières organiques, sont insuffisants pour éliminer entièrement les pesticides.

Tableau 6 Nombre (N) d'échantillons qui dépassent le critère et amplitude (A) de dépassement des critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique (chronique)

Pesticide		Laval	Repentigny	CUQ Ouest	CUQ Est	Sherbrooke	Saint-Hyacinthe	Granby
Diazinon	N	17	19	20	15	9	17	7
	A	15-300	10-370	15-100	20-155	20-355	20-85	15-45
Carbaryl	N	2	6	5	1	-	-	-
	A	1,15-5,5	1-5	1-1,3	1,3	-	-	-
Malathion	N	2	2	1	1	-	-	-
	A	1,5-8,1	3-21	1,7	1,5	-	-	-
Chlorpyrifos	N	-	-	-	-	-	-	1
	A	-	-	-	-	-	-	5,7
Chlorothalonil	N	-	-	-	1	-	-	1
	A	-	-	-	1,4	-	-	2,3

*Pesticides décelés dans des rejets pluviaux et des cours d'eau de la Communauté urbaine de Québec*

Les herbicides pour pelouses 2,4-D, mécoprop et dicamba ont été détectés aux six rejets pluviaux échantillonnés à Québec lors de l'averse du 28 mai 2001 (tableau 7). Ces mêmes herbicides sont présents en concentrations mesurables dans le ruisseau des Commissaires, puis plus en aval dans la rivière Saint-Charles de même que dans la rivière Cap-Rouge.

Les valeurs maximales mesurées pour les rejets pluviaux du secteur de Charlesbourg, soit 3,6 µg/l pour le 2,4-D, 3,2 µg/l pour le mécoprop et 0,5 µg/l pour le dicamba, sont supérieures aux valeurs mesurées à l'effluent de la station CUQ Est. De la même façon, les concentrations maximales mesurées dans les rejets pluviaux du secteur de Cap-Rouge, soit 2,2 µg/l pour le 2,4-D, 2,1 µg/l pour le mécoprop et 0,33 µg/l pour le dicamba, sont supérieures aux valeurs mesurées pour l'effluent de la station CUQ Ouest. Ceci tend à confirmer l'hypothèse que les teneurs en pesticides acheminées vers le milieu récepteur par l'égout pluvial sont plus concentrées que celles transportées par le réseau d'égout; ces dernières étant diluées avec les eaux usées domestiques avant d'être acheminées à la station d'épuration. L'efficacité des systèmes de traitement des eaux usées pour réduire les concentrations de pesticides n'a pas été évaluée dans le contexte de cette étude. Cependant, il est possible que ceux-ci permettent, en plus de la dilution, une certaine diminution des concentrations de pesticides acheminés à la station.

Les concentrations de ces herbicides mesurées dans les rejets pluviaux, les ruisseaux et les rivières échantillonnés ne dépassent pas les critères établis pour la protection des espèces aquatiques.

Il faut aussi noter que la station amont de la rivière Cap-Rouge, dans un secteur moins urbanisé, présente aussi de faibles concentrations des herbicides 2,4-D, mécoprop et dicamba. La partie amont drainée par cette station présente quelques résidences, mais draine aussi une zone plus agricole. Il est donc possible qu'une certaine partie des concentrations mesurées en aval provienne de cette zone agricole. Toutefois, la contribution du secteur urbain à la contamination de la rivière par les pesticides est démontrée par la présence de ces produits dans les rejets pluviaux drainant des zones exclusivement résidentielles.

Des concentrations d'insecticides, notamment de diazinon, supérieures aux valeurs établies pour la protection de la vie aquatique ont été mesurées dans le

ruisseau des Commissaires et dans la rivière Cap-Rouge au mois de mai. Cette situation est étonnante puisque les insecticides sont habituellement appliqués sur les pelouses plus tard dans l'été. Il peut s'agir de teneurs résiduelles de l'année précédente et transportées vers les cours d'eau lors des épisodes de pluie. Si tel est le cas, les concentrations de ces produits dans les périodes habituelles d'application risquent d'être encore plus élevées. Sa présence peut aussi résulter d'autres utilisations (ex : extermination et traitement contre les fourmis).

**Discussion**

Les résultats obtenus montrent que les pesticides utilisés pour le traitement des pelouses en milieu urbain sont acheminés vers les cours d'eau par les rejets pluviaux ou par les rejets des stations d'épuration des eaux usées. Ces rejets contribuent à la contamination des cours d'eau par les pesticides.

Les résultats détaillés (annexe 3) montrent que les pics de concentrations des herbicides 2,4-D, mécoprop et dicamba surviennent aux mêmes dates, ce qui appuie l'hypothèse que la détection résulte d'une application simultanée de ces trois produits, comme c'est le cas dans les formulations utilisées pour le traitement des pelouses.

*Impact sur les espèces aquatiques*

Tel qu'il a été indiqué précédemment, les concentrations d'herbicides respectent les critères établis pour la protection des espèces aquatiques. Toutefois, on note de nombreux dépassements des critères pour les insecticides, en particulier pour le diazinon.

Les concentrations les plus faibles en diazinon mesurées à chacune des stations d'épuration sont de 10 à 20 fois supérieures au critère de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatique (toxicité chronique) et les concentrations maximales sont de 45 à 370 fois supérieures au critère.

À proximité immédiate du rejet, on peut donc s'attendre à des effets sur les espèces aquatiques, d'autant plus que des dépassements surviennent simultanément pour plusieurs insecticides.

L'étendue de la zone pour laquelle des effets pourraient survenir n'a pas été évaluée. Pour les concentrations les plus faibles mesurées pour le diazinon, et pour les stations dont les rejets se font dans le Saint-Laurent (Laval, Repentigny et CUQ Est et CUQ Ouest), on s'attend à ce que l'impact soit limité à une zone restreinte en aval du rejet en raison du niveau de

Tableau 7 Concentrations des pesticides mesurés en temps de pluie dans six rejets pluviaux et dans des cours d'eau de la Communauté urbaine de Québec (µg/l)

Bassin rivière Saint-Charles (28 mai 2001)

Pesticides	Rivière Saint-Charles (amont)		Ruiss. des Commissaires amont	Rejets pluviaux dans le ruisseau des Commissaires							Ruisseau des Commissaires (aval)			Rivière Saint-Charles (aval)	
				de la Seigneurie			des Platanes			des Pervenches					
	1	2		1	2	3	1	2	3	1	1	2	3	1	2
<u>HERBICIDES</u>															
2,4-D	-	-	-	3,3	2	3,6	0,89	0,11	0,13	0,42	0,48	0,79	0,09	0,38	0,32
Mécoprop	-	-	-	2,3	1,5	3,2	0,55	0,11	0,09	0,23	0,27	0,55	0,13	0,47	0,47
Dicamba	-	-	-	0,3	0,15	0,5	0,11	0,03	-	0,07	0,07	0,1	-	0,07	0,07
Atrazine	-	-	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0,04	-	0,07	0,04
<u>INSECTICIDES</u>															
Diazinon	-	-	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0,07	0,04	-	0,05
Malathion	-	-	na	na	na	na	na	na	na	na	na	0,11	-	-	-
Diméthoate	-	-	na	na	na	na	na	na	na	na	na	-	0,46	-	-

Bassin rivière Cap-Rouge (28 mai 2001)

Pesticides	Rivière Cap-Rouge (amont)		Rejets pluviaux dans la rivière Cap-Rouge						Rivière Cap-Rouge (aval)	
			Jean-Juchereau		Antoine-Martin		de la Rivière			
	1	2	1	2	1	2	1	1	2	
Heure prélèvement	14 h 17	17 h 20	14 h 35	17 h 40	14 h 50	19 h 00	15 h 15	15 h 5	18 h 20	
<u>HERBICIDES</u>										
2,4-D	-	0,19	0,11	1,8	0,04	0,76	2,2	0,35	0,35	
Mécoprop	-	0,14	0,09	2	1,5	1,6	2,1	0,37	0,33	
Dicamba	-	0,04	0,03	0,31	-	0,09	0,33	0,06	0,06	
Dichlorprop	-	0,02	-	-	0,06	0,05	-	-	-	
2,4,5-T	-	-	-	-	0,21	-	-	-	-	
Clopyralide	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	
Atrazine	na	0,06	na	na	na	na	na	na	0,05	
<u>INSECTICIDES</u>										
Diazinon	na	-	na	na	na	na	na	na	0,17	
Malathion	na	-	na	na	na	na	na	na	-	
Diméthoate	na	0,33	na	na	na	na	na	na	0,05	

Début de la pluie vers 14 h.

Total des précipitations : 15,7 mm (Source : Environnement Canada, Direction de l'environnement atmosphérique).

na : paramètre non analysé.

dilution important. Toutefois, pour les concentrations plus élevées déversées dans le fleuve, pour les rejets dans les rivières Saint-François (station de Sherbrooke) et Yamaska (stations de Granby et de Saint-Hyacinthe), ainsi que pour les rejets pluviaux dans les ruisseaux ou rivières en milieu urbain, on peut s'attendre à ce que les taux de dilution ne permettent pas de ramener rapidement les concentrations à des valeurs inférieures au critère. Cette hypothèse est soutenue par les valeurs supérieures au critère mesurées pour le diazinon à l'embouchure des rivières Saint-Charles et Cap-Rouge à Québec.

*Concentrations décelées à l'effluent des stations d'épuration des eaux usées municipales et relation avec les épisodes de pluie*

Les résultats de l'étude montrent que des pesticides sont présents à l'effluent des stations d'épuration aussi bien par temps de pluie qu'en l'absence de précipitations. Mis à part les stations de Laval et de la CUQ (station Est), où les concentrations médianes en temps de pluie sont significativement plus élevées; pour toutes les autres stations, la différence entre les concentrations par temps de pluie et par temps sec n'est pas significative (tableau 8).

Quelques hypothèses ont été soulevées pour expliquer la présence de ces produits en dehors des périodes de pluie. D'abord, il est possible qu'il y ait eu dépôt sur les surfaces imperméables et que les pesticides aient été transportés par l'arrosage des pelouses, le lavage des rues ou d'une autre manière, vers le réseau d'égout. Il est aussi possible que ce dernier ait été utilisé pour la vidange des eaux de nettoyage ou des surplus des pulvérisateurs domestiques ou commerciaux. À cet égard, Kroll et Murphy (1994), dans une enquête auprès de 500 résidences de la ville de Baltimore, ont noté que certains des résidents qui avaient effectué eux-mêmes les applications de pesticides déclaraient vidanger leur pulvérisateur directement dans l'égout pluvial.

*Comparaison avec d'autres programmes de suivi similaires ailleurs dans le monde*

Dans le cadre de son programme NAWQA (National Water Quality Assessment) l'organisme gouvernemental américain US Geological Survey (USGS) mentionne le 2,4-D comme l'un des quatre pesticides le plus couramment détecté dans les rivières drainant des milieux urbanisés. Il souligne aussi la prévalence importante des insecticides diazinon, carbaryl, chlorpyrifos et malathion (USGS, 2003; Hoffman *et al.*, 2000).

Wotzka *et al.* (1994) ont évalué la présence d'une variété de pesticides à usage urbain et à usage agricole dans un lac urbain de Minneapolis (Minnesota). Ils ont trouvé que 85 % des échantillons prélevés par temps de pluie contiennent des pesticides communément utilisés en milieu urbain (2,4-D, dicamba, mécoprop et MCPA). Schueler (1995) indique la présence des mêmes herbicides ainsi que des insecticides diazinon et chlorpyrifos dans les effluents urbains.

Lee (1998) rapporte que le diazinon et le chlorpyrifos ont été identifiés comme contaminants toxiques des effluents urbains rejetés vers la baie de San Francisco.

En Ontario, à la suite d'une étude portant sur deux cours d'eau urbains de la ville de Hamilton et de deux étangs de rétention des eaux pluviales de la ville de Guelph, Struger *et al.* (1994) rapportent que des concentrations de 2,4-D, de mécoprop et de dicamba ont été décelées dans ces cours d'eau.

Tableau 8 Comparaison des concentrations moyennes, médianes et maximales en temps de pluie et par temps sec à l'effluent des stations d'épuration échantillonnées ( $\mu\text{g/l}$ )

Pesticides	Laval		CUQ Est		CUQ Ouest		Sherbrooke		Repentigny		Saint-Hyacinthe		Granby	
	Pluie	Temps sec	Pluie	Temps sec	Pluie	Temps sec	Pluie	Temps sec	Pluie	Temps sec	Pluie	Temps sec	Pluie	Temps sec
<b>MOYENNE</b>														
2,4-D	0,7	0,38	0,204	0,325	0,269	0,267	0,299	0,044	0,89	0,82	0,299	0,044	0,035	0,014
Mécoprop	0,75	0,31	0,224	0,269	0,268	0,223	0,679	0,113	0,992	0,99	0,679	0,113	0,213	0,183
Dicamba	0,12	0,057	0,049	0,038	0,052	0,041	0,159	0,106	0,121	0,11	0,159	0,106	0,065	0,05
Diazinon	0,1	0,071	0,018	0,061	0,03	0,052	0,12	0,019	0,162	0,105	0,098	0,041	0,015	0,011
Carbaryl	0,048	0,092	0,045	0,029	0,081	0,111	0,031	0,023	0,012	0,147	0,04	0,015	0,004	0,014
<b>MÉDIANE</b>														
2,4-D	0,97	0,265	0,23	0,1	0,355	0,19	0	0	0,2	0,235	0,31	0	0	0
Mécoprop	0,66	0,275	0,295	0,1	0,36	0,17	0	0	0,23	0,335	0,29	0,09	0,14	0,15
Dicamba	0,16	0,06	0,06	0,03	0,09	0,04	0	0	0,04	0,07	0,18	0,1	0,05	0,05
Diazinon	0,1	0,04	0	0,05	0,025	0,045	0	0	0,14	0,075	0,11	0,04	0	0
Carbaryl	0	0	0,04	0	0,055	0,125	0,04	0	0	0,09	0,04	0	0	0
<b>MAXIMUM</b>														
2,4-D	2,2	2	1,1	1,3	0,77	0,56	0,74	1	1,1	5,7	1,4	0,74	0,13	0,47
Mécoprop	2,4	1,8	0,55	1,2	0,79	0,48	0,67	0,97	1,3	6,3	3,4	3,3	0,39	0,62
Dicamba	0,27	0,28	0,08	0,19	0,12	0,08	0,05	0,06	0,12	0,68	0,27	0,36	0,25	0,17
Diazinon	0,17	0,13	0,07	0,31	0,07	0,14	0,71	0,12	0,31	0,74	0,17	0,09	0,05	0,09
Carbaryl	0,23	1,1	0,1	0,26	0,2	0,26	0,07	0,18	0,06	1	0,07	0,06	0,04	0,08

Différence significative entre les concentrations en temps de pluie et en temps sec selon le test de Mann-Whitney.  
On considère qu'il y a pluie lorsqu'il y a 5 mm et plus de pluie.

## LA MESURE DES IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT EN MILIEU URBAIN

Les données québécoises relatives à la présence de pesticides dans l'air ambiant sont rares. En 1996, le Ministère réalisait une étude exploratoire afin de vérifier la présence dans l'air ambiant des pesticides utilisés dans les vergers de pommiers. Des prélèvements avaient alors été effectués à la suite de pulvérisations dans deux vergers commerciaux de la Montérégie. En plus des concentrations des pesticides utilisés dans ces vergers (Bisson *et al.*, 1998), les résultats d'analyse montraient aussi la présence de faibles quantités de deux pesticides non homologués pour usage dans les vergers. Il s'agit de l'insecticide chlorpyrifos et du fongicide chlorothalonil. Les concentrations mesurées variaient de 0,23 à 4,1 ng/m<sup>3</sup> pour le chlorothalonil et de 0,21 à 0,30 ng/m<sup>3</sup> pour le chlorpyrifos. L'utilisation dans d'autres cultures ou dans les zones urbaines voisines est l'hypothèse alors envisagée pour expliquer leur détection.

En 1997, une étude complémentaire a été effectuée afin de vérifier la présence de pesticides dans l'air ambiant, mais cette fois, d'un secteur urbain voisin de vergers. Les échantillons prélevés près de l'hôtel de ville de Mont-Saint-Hilaire visaient particulièrement les insecticides organophosphorés. En plus des pesticides liés à l'utilisation dans les vergers voisins, l'échantillonnage mettait encore en évidence la présence des insecticides diazinon et chlorpyrifos ainsi que du fongicide chlorothalonil. Ces trois produits peuvent être utilisés dans diverses cultures de même qu'en milieu urbain. Le chlorpyrifos et le chlorothalonil ne sont pas homologués pour les vergers et leur présence dans l'air ambiant de la ville, alors que les autres cultures étaient plus éloignées, laissait croire à un usage urbain. Les données sont présentées au tableau 9. Les concentrations mesurées de chlorpyrifos varient entre 0,13 et 14 ng/m<sup>3</sup>, celles du chlorothalonil entre 0,29 et 1,47 ng/m<sup>3</sup>, et celles du diazinon entre 0 et 0,34 ng/m<sup>3</sup>. Il faut noter que les utilisations domestiques du chlorpyrifos ne sont plus permises depuis 2001.

Ces premières données acquises dans un contexte de suivi du milieu agricole, incitaient le Ministère à investiguer davantage les impacts sur la qualité de l'air des pesticides utilisés en milieu urbain. La section qui suit porte sur les résultats des campagnes de mesures de l'air ambiant effectuées sur des terrains résidentiels dans l'arrondissement Sillery à Québec en 2001 ainsi que dans ceux de Sainte-Foy et Cap-Rouge en 2002.

## Matériel et méthode

Un sommaire des caractéristiques des campagnes de mesure à chacun des sites est présenté au tableau 10 et l'illustration de l'appareil d'échantillonnage est présentée à l'annexe 4.

### *Méthode de prélèvement*

La méthode utilisée pour faire le prélèvement des échantillons correspond à la méthode intitulée : *Reference Method for the Determination of Suspended Particulate Matter in the Atmosphere (High-Volume Method)* publiée par le U.S. Environmental Protection Agency, 40 CFR 50, Appendix B, sauf pour quelques modifications.

L'échantillonneur à grand débit est modifié de manière à recevoir une cartouche en aluminium dans laquelle sont insérés deux cylindres en polypropylène contenant chacun un tampon de mousse de polyuréthane.

On peut trouver une description générale de la méthode d'échantillonnage dans le rapport intitulé *Étude exploratoire sur la présence des pesticides dans l'air ambiant et au sol à proximité des vergers de pommiers* (MEF, 1998).

### *Méthode d'extraction et de dosage des échantillons*

Les filtres et les mousses de polyuréthane sont extraits respectivement avec du dichlorométhane et de l'hexane pendant 16 heures au « Soxhlet ». Les échantillons (filtres et mousses) ont préalablement été fortifiés à l'aide d'un mélange de substances analogues pour évaluer le rendement de la procédure analytique. Les extraits peuvent ensuite être combinés ou traités séparément. L'extrait est concentré et dosé par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse basse résolution en mode ions sélectifs.

### *Critère de qualité de l'air ambiant*

Au Québec, il n'y a pas actuellement de norme à l'égard des concentrations de pesticides dans l'air ambiant. Dans son Règlement sur l'utilisation des pesticides (04-041) en vigueur depuis avril 2004, la Ville de Montréal a cependant, inscrit une disposition restrictive à l'application de pesticides lorsqu'un avertissement de smog est en vigueur (article 24, 7<sup>o</sup> alinéa).

Tableau 9 Concentrations de pesticides dans l'air à l'hôtel de ville de Mont-Saint-Hilaire pendant 24 h

Substance (ng/m <sup>3</sup> )	1997-07-23 Volume : 1 667 m <sup>3</sup>	1997-07-25 Volume : 1 562 m <sup>3</sup>	1997-07-28 Volume : 1 352 m <sup>3</sup>	1997-07-30 Volume : 1 562 m <sup>3</sup>	1997-08-04 Volume : 1 404 m <sup>3</sup>	1997-08-06 Volume : 1 667 m <sup>3</sup>
Diazinon	0,00	0,18	0,34	0,00	0,00	0,00
Chlorothalonil	0,29	0,36	1,47	1,37	0,56	0,33
Chlorpyrifos	15,33	4,52	10,68	3,27	1,70	1,43
Phosmet	0,53	0,11	0,00	0,00	0,12	0,00
Captane	1,30	0,83	0,37	0,38	2,70	0,37

Échantillon du 23 juillet 1997 : vent de 5 km/h du NO le matin et calme en fin de journée.

Échantillon du 25 juillet 1997 : vent calme et SO de 2 km/h au cours des dernières heures.

Échantillon du 28 juillet 1997 : vent O entre 5 et 10 km/h.

Échantillon du 30 juillet 1997 : vent SO entre 10 et 15 km/h.

Échantillon du 4 août 1997 : vent de 5 km/h du SO le matin et calme en fin de journée.

Échantillon du 6 août 1997 : vent de 2 km/h du N le matin et calme en fin de journée.

Tableau 10 Caractéristiques des campagnes de mesure

Site	Ville	Superficie	Mélange pulvérisé	Quantité (l)	Période	Nombre d'échantillons	Durée de mesure	Environs
Hôtel de ville de Mont-Saint-Hilaire	Mont-Saint-Hilaire	—	Aucun	—	Juillet et août 1997	6	24 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrain de la ville traité.</li> <li>• Résidences à 0,2 km traitant potentiellement leur gazon.</li> </ul>
Sillery	Québec	800 pi <sup>2</sup>	Tri-Kill Dicamba (1,8 %), Mécoprop (44,8 %), 2,4-D (53,4 %)	Non disponible	Juin 2001	4	2 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voisins traitant potentiellement leur gazon.</li> <li>• Bois-de-Coulonge à proximité.</li> </ul>
Sainte-Foy	Québec	400 pi <sup>2</sup>	Killex (Dicamba (5,8 %), Mécoprop (32,5 %), 2,4-D (61,7 %))	7	Juillet 2002	6	2 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voisins traitant potentiellement leur gazon.</li> </ul>
Cap-Rouge	Québec	375 pi <sup>2</sup>	Killex (Dicamba (5,8 %), Mécoprop (32,5 %), 2,4-D (61,7 %))	1	Juillet 2002	6	2 h	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voisins traitant potentiellement leur gazon.</li> <li>• Terrain de golf à 0,3 km.</li> </ul>

## Résultats

### *Campagne de mesures dans la région de Québec*

Dans le cadre de la présente étude, deux campagnes de mesure ont été réalisées dans la région de Québec afin de vérifier les concentrations d'herbicides présentes dans l'air ambiant en milieu urbain à la suite de pulvérisation d'herbicides sur les pelouses. La première campagne a été tenue à Sillery en 2001, la seconde, à Sainte-Foy et Cap-Rouge en 2002.

Les mélanges pulvérisés étaient similaires aux trois sites. Sur les sites de Sillery et de Sainte-Foy, des pulvérisations généralisées ont été effectuées sur tout le terrain traité. Pour le site de Cap-Rouge, une application localisée a été effectuée (application sur les zones d'infestation de mauvaises herbes seulement).

Les résultats recueillis au site de Sillery (tableau 11) et de Sainte-Foy (tableau 12) après les pulvérisations sont assez semblables. On note des concentrations qui varient de 0 à 93 ng/m<sup>3</sup> pour le mécoprop, de 0 à 5 ng/m<sup>3</sup> pour le 2,4-D et de 0 à 3 ng/m<sup>3</sup> pour le dicamba. À Cap-Rouge (tableau 13), les concentrations de ces trois produits sont beaucoup plus faibles que celles mesurées à Sainte-Foy et à Sillery. Elles varient entre 0,50 et 2,78 ng/m<sup>3</sup> pour le mécoprop et sont, en général, non détectables dans le cas du dicamba et du 2,4-D. Les résultats démontrent que l'application localisée contribue à réduire les teneurs détectées dans l'air ambiant des zones traitées.

Il n'existe pas de critère de qualité de l'air ambiant pour les pesticides. Toutefois, notons que des valeurs admissibles en milieu de travail sont parfois disponibles. Pour le 2,4-D, une valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) de 10 mg/m<sup>3</sup> est proposée dans le Règlement québécois sur la qualité de l'air en milieu de travail. Il n'existe pas de valeur de référence pour le mécoprop ni pour le dicamba. La comparaison avec un seuil établi en contexte industriel n'est pas idéale. Elle nous donne cependant une indication du risque pour la santé humaine associé à la présence de ces produits dans l'air ambiant. Considérant que la valeur maximale mesurée dans l'air pour ce produit (5 ng/m<sup>3</sup>) est très faible et de plusieurs ordres de grandeur en deçà de la VEMP pour le 2,4-D (10 mg/m<sup>3</sup>), les risques pour la santé humaine devraient donc être minimes, et ce, même dans le contexte d'une exposition environnementale. Cependant, il faut préciser que cette conclusion ne tient pas compte de la présence possible de plus d'un produit dans l'air ambiant ni d'autres sources potentielles d'exposition.

## Discussion

Les résultats recueillis au cours des diverses campagnes d'échantillonnage réalisées en milieu urbain ont montré que les pesticides utilisés pour le traitement des pelouses peuvent se retrouver dans l'air ambiant. Les résultats obtenus à Mont-Saint-Hilaire semblent aussi indiquer une occurrence possible des insecticides.

Les données recueillies dans la région de Québec font ressortir l'influence du mode d'application (localisé vs surface totale) sur les concentrations mesurées dans l'air ambiant. L'application localisée effectuée à Cap-Rouge, qui consiste à ne traiter que les surfaces affectées, se traduit par des concentrations beaucoup plus faibles de pesticides dans l'air ambiant en comparaison du traitement sur toute la surface réalisé à Sillery et Sainte-Foy.

Bien que l'on ait prévu des concentrations élevées au moment de l'application suivies d'une diminution graduelle avec le temps, curieusement, pour les trois sites, on observe une augmentation des concentrations d'herbicides dans le temps au cours de la période de mesure. Il est possible que les produits d'abord présents sous forme soluble au moment de l'application se soient volatilisés par la suite graduellement à partir de la surface traitée pour atteindre des concentrations plus élevées sous forme gazeuse dans les heures et les jours qui ont suivi l'application.

Compte tenu de la proportion plus élevée de 2,4-D dans le mélange commercial appliqué (entre 53 % et 62 %), on aurait aussi pu s'attendre à mesurer les produits dans les mêmes proportions dans l'air ambiant. Or, c'est le mécoprop qui est mesuré en plus forte concentration, alors que le 2,4-D et le dicamba présentent des concentrations plus faibles. Ceci peut s'expliquer par une plus grande volatilité du mécoprop en solution dans l'eau par rapport aux deux autres produits (Gorse *et al.*, 2002). Dans l'étude de l'INSPQ (Valcke *et al.*, 2004), les dosages urinaires effectués chez les enfants exposés montraient aussi des concentrations plus élevées pour le mécoprop.

Notons cependant que l'échantillon n°1 du site de Sainte-Foy, qui a été pris une journée avant la pulvérisation, montre qu'une certaine quantité de mécoprop était déjà présente dans l'air; ce test n'avait pas été fait à Sillery.



Tableau 11 Concentrations d'herbicides dans l'air au site de Sillery

Substance (ng/m <sup>3</sup> )	2001-06-06			2001-06-07
	n°1 Volume : 126 m <sup>3</sup> 2 h	n°2 Volume : 129 m <sup>3</sup> 2 h	n°3 Volume : 122 m <sup>3</sup> 1 h 52	n°4 Volume : 125 m <sup>3</sup> 2 h
Dicamba	0,88	1,00	0,57	3,26
Mécoprop	44,90	33,90	15,00	92,72
2,4-D	1,90	1,80	1,10	5,10

Échantillon n°1 : entre 13 h 30 et 15 h 30 (HAE), vent O à NNO de 25 à 22 km/h.

Échantillon n°2 : entre 16 h et 18 h (HAE), vent NNO de 25 à 7 km/h.

Échantillon n°3 : entre 18 h 40 et 20 h 32 (HAE), vent SO à O entre 6 et 8 km/h.

Échantillon n°4 : entre 12 h 30 et 14 h 30 (HAE), vent S à SSO de 12 à 21 km/h.

Tableau 12 Concentrations d'herbicides dans l'air au site de Sainte-Foy

Substance (ng/m <sup>3</sup> )	2002-07-09	2002-07-10		2002-07-11	2002-07-12	
	n°1 Volume : 139 m <sup>3</sup> 2 h 05	n°2 Volume : 167 m <sup>3</sup> 2 h 15	n°3 Volume : 141 m <sup>3</sup> 1 h 53	n°4 Volume : 158 m <sup>3</sup> 2 h 06	n°5 Volume : 179 m <sup>3</sup> 2 h 15	n°6 Volume : 156 m <sup>3</sup> 1 h 59
Dicamba	0,00	0,35	0,36	0,63	1,01	0,96
Mécoprop	1,51	19,66	15,37	34,09	39,09	31,75
2,4-D	0,00	0,72	0,71	1,08	2,01	2,12

Échantillon n°1 : entre 14 h 15 et 16 h 20 le 9 juillet (HAE), vent O à NO de 16 à 22 km/h.

Échantillon n°2 : entre 7 h 55 et 10 h 10 le 10 juillet (HAE), vent NNO et O entre 23 et 28 km/h.

Échantillon n°3 : entre 10 h 34 et 12 h 27 le 10 juillet (HAE), vent O à NO entre 18 et 25 km/h.

Échantillon n°4 : entre 12 h 55 et 15 h 1 le 10 juillet (HAE), vent NO à O entre 25 et 13 km/h.

Échantillon n°5 : entre 8 h 09 et 10 h 24 le 11 juillet (HAE), vent O à NNO entre 20 et 24 km/h.

Échantillon n°6 : entre 8 h 08 et 10 h 07 le 12 juillet (HAE), vent O à SO entre 26 et 22 km/h.

Tableau 13 Concentrations d'herbicides dans l'air au site de Cap-Rouge

Substance (ng/m <sup>3</sup> )	2002-07-09	2002-07-10		2002-07-11	2002-07-12	
	n°1 Volume : 124 m <sup>3</sup> 1 h 50	n°2 Volume : 180 m <sup>3</sup> 2 h 38	n°3 Volume : 156 m <sup>3</sup> 2 h 16	n°4 Volume : 167 m <sup>3</sup> 2 h 11	n°5 Volume : 146 m <sup>3</sup> 2 h 06	n°6 Volume : 133 m <sup>3</sup> 2 h 00
Dicamba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mécoprop	0,00	0,50	0,77	0,96	1,71	2,78
2,4-D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30

Échantillon n°1 : entre 14 h 25 et 16 h 15 le 9 juillet (HAE), vent O à NO de 16 à 22 km/h.

Échantillon n°2 : entre 8 h 55 et 11 h 33 le 10 juillet (HAE), vent NNO et O entre 23 et 28 km/h.

Échantillon n°3 : entre 11 h 59 et 14 h 15 le 10 juillet (HAE), vent O à NO entre 18 et 25 km/h.

Échantillon n°4 : entre 14 h 41 et 16 h 52 le 10 juillet (HAE), vent NO à O entre 25 et 13 km/h.

Échantillon n°5 : entre 8 h 48 et 10 h 54 le 11 juillet (HAE), vent O à NNO entre 20 et 24 km/h.

Échantillon n°6 : entre 8 h 37 et 10 h 37 le 12 juillet (HAE), vent O à SO entre 26 et 22 km/h.

## CONCLUSION

Les pesticides utilisés pour le traitement des espaces verts urbains ont été détectés à l'effluent des sept stations d'épuration des eaux usées municipales étudiées en 2001 et 2002 ainsi que dans les six rejets pluviaux de la Communauté urbaine de Québec échantillonnés à titre exploratoire. Ces rejets contribuent à la contamination des cours d'eau par les pesticides. Les résultats obtenus pour les stations d'épuration des eaux usées concordent avec ce qui avait été observé en 1999 pour les effluents de la CUM et de Longueuil (MENV et Environnement Canada, 2001).

Les herbicides 2,4-D, mécoprop et dicamba, utilisés dans les mélanges commerciaux pour le traitement des pelouses, sont détectés de façon quasi continue au cours de l'été à l'effluent des stations d'épuration des eaux usées et contribuent à la contamination des cours d'eau qui drainent les zones urbaines. Bien qu'on note certains pics de concentrations plus élevées au cours de l'été, les concentrations mesurées pour ces herbicides sont généralement faibles et respectent déjà, à l'effluent, les critères établis pour la protection des espèces aquatiques dans le milieu récepteur.

Les insecticides sont détectés moins fréquemment, mais, lorsqu'ils sont présents, les concentrations dépassent largement les critères de qualité de l'eau établis pour le respect des espèces aquatiques. C'est le cas, notamment, pour le diazinon détecté à l'effluent de toutes les stations et dont les concentrations maximales dépassent de 45 à 370 fois le critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique (chronique). Les espèces aquatiques à proximité et dans la zone d'influence des rejets pourraient donc être affectées par la présence de cet insecticide, d'autant plus qu'il est parfois présent simultanément avec d'autres insecticides. Le risque est d'autant plus grand que le milieu récepteur est petit.

Les pesticides peuvent donc atteindre le milieu aquatique récepteur par les rejets pluviaux dont les eaux ne sont pas traitées. Ils peuvent aussi atteindre le milieu récepteur après avoir transité par la station d'épuration des eaux usées, laquelle n'est pas conçue pour retenir ce type de produits.

On estime que les prises d'eau potable qui pourraient se trouver en aval de ces rejets en seront très peu affectées puisque d'une part, les teneurs mesurées directement aux rejets respectent déjà les normes d'eau potable, et d'autre part parce que ces prises d'eau seraient exposées à des concentrations diluées dans le milieu récepteur.

En 1997, une étude portant sur la présence des insecticides organophosphorés dans l'air ambiant au voisinage de vergers commerciaux avait montré que certains produits mesurés dans les zones urbaines voisines de vergers, notamment le chlorpyrifos et le diazinon, seraient davantage d'origine urbaine. Les données acquises dans la région de Québec en 2001 et 2002 démontrent aussi que les herbicides utilisés pour le traitement des pelouses sont également détectés en faible concentration dans l'air ambiant des terrains traités. Des concentrations mesurables d'herbicides sont décelées jusqu'à trois jours après l'application. Les concentrations mesurées pour le 2,4-D sont largement en deçà des seuils susceptibles de causer des risques pour la santé humaine. Toutefois, cette conclusion doit être nuancée par le fait qu'il peut y avoir la présence de plus d'un pesticide dans l'air ambiant ainsi que plusieurs autres sources potentielles d'exposition.

La présence de ces produits dans le milieu de vie familial accroît les risques d'exposition des individus, en particulier des enfants. L'étude de l'INSPQ rendue publique en 2004 montre que 15 % des enfants des familles ayant appliqué des herbicides ont absorbé une partie de ces produits qui sont en concentrations mesurables dans leur organisme.

Les pesticides peuvent potentiellement causer des effets sur la petite faune présente en milieu urbain ainsi que sur les animaux domestiques.

L'entrée en vigueur en 2003 du Code de gestion des pesticides, par lequel on introduit des mesures réglementaires visant spécifiquement les utilisations en milieu urbain ainsi que les réglementations municipales particulières, devraient permettre de réduire à la source l'utilisation de ces produits en milieu urbain. Par conséquent, la diminution attendue de l'utilisation devrait réduire l'exposition humaine ainsi que la contamination de l'environnement par ces produits.

Les données actuelles ont permis d'établir les niveaux de référence avant l'entrée en vigueur des principales mesures réglementaires. D'autres études devront être réalisées afin d'évaluer les améliorations obtenues par les mesures réglementaires adoptées après 2002.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARBUCKLE, T. E., D. A. SAVITZ, L. S. MERY et K. M. CURTIS, 1999. "Exposure to phenoxy herbicides and the risk of spontaneous abortion, *Epidemiology*", vol. 10, p. 752-760.

BISSON, M., R. DESROSIERS et I. GIROUX, 1998. *Étude exploratoire sur la présence des pesticides dans l'air ambiant et au sol à proximité des vergers de pommiers – Région de la Montérégie*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Envirodoq EN970127, ISBN 2-550-31716-5, 39 p.

GORSE, I., 2005. *Bilan des ventes de pesticides au Québec pour l'année 2001*, Québec, ministère de l'Environnement, Envirodoq ENV/2005/0140, 70 p.

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

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2002. *Rapport du Groupe de réflexion sur les pesticides en milieu urbain*, Envirodoq ENV/2002/90, ISBN 2-550-39070-9, 63 p.

HOFFMAN, R. S., P. D. CAPEL et S. J. LARSON, 2000. "Comparison of pesticides in eight U.S. urban streams", *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 19, n° 9, p. 2249-2258.

KROLL, J. et D. MURPHY, 1994. Residential Pesticide Usage Survey, 60 p., Water Management Administration, Maryland Department of Environment, Baltimore, MD, dans Schueler, T., 1995. *Urban pesticides : From the Lawn to the Stream*, Watershed Protection Techniques, vol. 2, n° 1, 13 p.

LEE, G. F., 1998. *Screening Urban Pesticide Use for Potential Water Quality Impacts*, G. Fred Lee & Associates, El Macero, CA, 2 p.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 2005. « Critères de la qualité de l'eau de surface au Québec – mise à jour 2004 », dans le site du *ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Gouvernement du Québec*, [En ligne]. [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm) (page consultée le 9 mai 2005).

Ministère de l'Environnement (MENV), 2004. *Règlement sur la qualité de l'eau potable, En bref*, ISBN 2-550-42425-5, Envirodoq ENV/2004/0108, 32 p.

Ministère de l'Environnement (MENV) et Environnement Canada, 2001. *Évaluation du potentiel toxique des effluents des stations d'épuration municipales du Québec - Rapport final*, Saint-Laurent Vision 2000, Phase III-volet industriel et urbain, Tome I : rapport, 136 p. et Tome II : annexes, 222 p.

SCHUELER, T., 1995. "Urban pesticides : From the Lawn to the Stream", *Watershed Protection Techniques*, vol. 2, n° 1, 13 p.

STRUGER, J., D. BOYTER, Z. J. LICSKO et B. D. JOHNSON, 1994. Environmental Concentrations of Urban Pesticides, p. 85-98, dans *Environmental Concentrations of Urban Pesticides*, Environment Canada, University of Guelph, Reprinted from Current practices in Modeling the Management of Stormwater Impacts, CRC Press, Boca Raton, FL.

USGS, 2003. *Pesticides in the Nation's Water Resources – Water Environment Federation Briefing Series, March 19, 1999*, Capitol Building, Washington, DC », National Water Quality Assessment (NAWQA), [En ligne]. <http://ca.water.usgs.gov/pnsp/present/water/>.

VALCKE, M., O. SAMUEL, D. BELLEVILLE, P. DUMAS, E. SAVOIE, M. BOUCHARD et C. TREMBLAY, 2004. *Caractérisation de l'exposition aux pesticides utilisés en milieu résidentiel chez des enfants québécois âgés de 3 à 7 ans*, Institut national de santé publique du Québec, Direction risques biologiques, environnementaux et occupationnels, INSPQ-2004-053, ISBN 2-550-43305-X, 62 p. et 5 annexes.

WOTZKA, P. J., J. LEE, P. D. CAPEL et M. LIN, 1994. Pesticide concentrations and fluxes in an urban watershed, p. 135-145, dans *Proceeding AWRA National Symposium Water Quality*, Technical Publication Series TPS-94-4, American Water Resources Association, Herndon, VA.



## Annexe 1 Revue de littérature sur les effets des pesticides sur la faune urbaine

Avant 1990, il existait peu de documentation sur les effets des pesticides sur la faune urbaine. Avec l'usage grandissant des pesticides en milieu urbain et l'accroissement des préoccupations du public concernant les effets de ces produits sur la santé et l'environnement, les recherches à cet égard se sont intensifiées. Les études disponibles portent principalement sur les effets de certains insecticides sur la faune, notamment du chlorpyrifos et du diazinon, alors que très peu de celles-ci s'intéressent aux effets des herbicides. Par ailleurs, on a peu de données sur les effets des pesticides sur les petits mammifères qui vivent en milieu urbain ou périurbain (écureuils, tamias, marmottes, etc.).

### FAUNE DU SOL

Coderre (1990) a démontré que le nombre et la biomasse des vers de terre diminuent de façon significative à la suite de l'application de chlorpyrifos. Cette diminution entraîne une baisse marquée de nourriture pour les oiseaux. Une simple application de carbaryl, au taux d'application recommandé, réduit la population des vers de terre de 60 % à 99 % (Potter, 1993). Le diazinon ne causerait pas de toxicité aiguë aux taux d'application recommandés ou même au double de la dose recommandée (Coderre, 1990). Toutefois, il a entraîné une réduction de 40 % à 60 % du nombre de vers de terre lors d'études à long terme et pour des expositions répétées (Potter *et al.*, 1990).

L'utilisation d'herbicides n'affecte pas significativement l'abondance ni la biomasse des vers de terre. Les terrains traités aux herbicides montrent des richesses et des indices de diversité similaires (Coderre, 1990; Potter *et al.*, 1990; Potter *et al.*, 1994). Voss et Groffman (1997) ont démontré que plus la biomasse et la quantité de matière organique du sol sont importantes, plus la dégradation des herbicides 2,4-D et dicamba est rapide et complète.

### INSECTES POLLINISATEURS

MacKenzie et Winston (1989), dans une étude portant sur les effets de l'exposition sublétales aux pesticides, ont démontré que le diazinon et le carbaryl présentaient des effets sur la longévité et le butinage des abeilles ouvrières. Le carbaryl est le plus nocif des deux aux doses sublétales. Les ouvrières naissantes sont plus sensibles aux pesticides que les ouvrières plus âgées.

### OISEAUX

L'exposition des oiseaux se fait par voie orale (ingestion) et cutanée. Les oiseaux tels que les merles, les étourneaux et les quiscales qui sondent le feutre (chaume) des pelouses à la recherche d'invertébrés ont un risque d'exposition élevé, d'une part, à cause du contact direct avec le gazon contaminé (contact cutané) et, d'autre part, à cause de l'ingestion de proies contaminées (Brewer *et al.*, 1993).

Dans une étude portant sur les effets, sur les oiseaux, de l'utilisation du chlorpyrifos sur les pelouses résidentielles, Décarie et Desgranges (1990) indiquent que l'usage répété de cet insecticide n'a pas d'effet sur la fréquentation des pelouses par le merle d'Amérique et l'étourneau sansonnet. Toutefois, ils notent une baisse de productivité (nombre d'œufs) des nids de merles d'Amérique. Selon eux, la diminution de l'abondance et de la biomasse des lombriciens pourrait expliquer cet effet.

Stephenson *et al.* (1997) ont montré que l'application de diazinon aux doses recommandées pour les pelouses présentait peu de risque d'intoxication aiguë pour les oiseaux qui s'alimentent de vers de terre contaminés par ce produit. Décarie *et al.* (1993) notent une baisse de la cholinestérase dans le sang des femelles de merles d'Amérique à la suite de l'exposition à du diazinon appliqué sur des arbres ornementaux. Cependant, cela ne provoque pas de changements comportementaux marqués quant aux soins apportés aux oisillons.

### AMPHIBIENS

Les amphibiens sont particulièrement sensibles aux pesticides en raison de leur peau semi-perméable. Bishop (1992) dans une revue de la littérature, rapporte divers effets (métamorphoses, paralysie, réduction de croissance et mortalité) chez les têtards à la suite d'expositions au 2,4-D. Le carbaryl aurait aussi été associé à une réduction de l'éclosion des œufs et à des malformations chez les larves d'amphibiens. Des études en laboratoire ont aussi démontré que l'exposition de larves d'amphibiens au carbaryl ou au malathion peut entraîner une perte d'équilibre, une diminution de l'habileté à nager et une diminution de la capacité de s'alimenter.

## Annexe 1 Revue de littérature sur les effets des pesticides sur la faune urbaine (suite)

### MAMMIFÈRES

Mineau (1991) affirme que les mammifères sont moins sensibles aux effets toxiques des pesticides agissant sur l'acétyl-cholinestérase que les oiseaux. En effet, les mammifères auraient des systèmes de détoxification plus efficaces. Par exemple, les oiseaux seraient jusqu'à cent fois plus sensibles que les mammifères au diazinon.

Grue *et al.* (1997), dans une étude synthèse, font le point concernant les effets des organophosphorés et des carbamates sur la faune. Ils soulignent que les pesticides nuisent à trois types de comportements : la consommation de nourriture, la régulation thermique et la reproduction.

Les mammifères exposés seraient affectés d'un dérèglement de l'appétit. En effet, l'inhibition de l'acétyl-cholinestérase du cerveau interfère avec la sensation de satiété.

Les mammifères et les oiseaux exposés aux organophosphorés et aux carbamates démontrent des signes d'hypothermie. La baisse de température corporelle serait un système de défense contre l'intoxication. En effet, elle entraînerait une baisse du métabolisme et, par conséquent, une réduction de la production de métabolites toxiques.

Les organophosphorés modifieraient le niveau d'hormones et pourraient ainsi affecter la reproduction. En effet, les mammifères exposés auraient quelques fois démontré des comportements d'accouplement altérés.

### LES ANIMAUX DOMESTIQUES

Les animaux de compagnie peuvent aussi être affectés par l'usage des pesticides. Les organophosphorés (diazinon, chlorpyrifos) et les carbamates (carbaryl) agissent comme inhibiteurs de l'acétylcholinestérase (Beasley, 1993). L'inhibition de cette enzyme du système nerveux se traduit par des symptômes tels que les troubles gastro-intestinaux, des convulsions, des nausées et des vomissements. Certaines formulations de chlorpyrifos, notamment celles utilisées pour le contrôle des puces et tiques, ont déjà été associées à des expositions létales ou à des changements prolongés du comportement chez le chat (Beasley, 1993).

Reynolds *et al.* (1994) rapportent que les chiens qui vivent dans les zones résidentielles ayant reçu des applications récentes (moins de sept jours) de l'herbicide 2,4-D en absorbent des quantités mesurables dans leur organisme au cours des premiers jours qui suivent l'application.

Sur la base d'une enquête réalisée sur des cas rapportés en clinique vétérinaire, une association significative a été notée entre l'utilisation de 2,4-D et l'apparition de lymphome malin chez le chien avec un risque proportionnel au nombre annuel d'applications du produit (Hayes *et al.*, 1991). Toutefois, ces résultats ont ensuite été remis en question par Kaneene et Miller (1999). Selon eux, l'évaluation de l'exposition dans cette étude était peu précise, et les questionnaires souffraient de plusieurs biais.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BEASLEY, V. R., 1993. "Pesticides and pets", p. 344-351, dans *Pesticides in Urban Environments : Fate and Significance*, Racke, K. D. et A. R. Leslie, American Chemical Society, Washington, DC.

BISHOP, C. A. 1992. "The effects of pesticides on amphibians and the implications for determining causes of declines in amphibian populations", p. 19-20, dans *Declines in Canadian amphibian populations : designing a national monitoring strategy* (C.A. Bishop and K. Pettit, eds.), Can. Wildl. Serv. Occ., Paper n° 76, Ottawa, ON.

BREWER, L. W., R. A. HUMMEL et R. J. KENDALL, 1993. "Avian response to organophosphorus pesticides applied to turf", p. 320-330, dans *Pesticides in urban environments : fate and significance*, Racke, K. D. et A. R. Leslie, American Chemical Society, Washington, DC.

CODERRE, D. 1990. *Effet de l'insecticide chlorpyrifos sur l'abondance, la biomasse et la diversité de la communauté lombricienne en milieu urbain*, G.R.E.B.E. inc., pour Dow Chemical Canada Inc. et Service canadien de la faune d'Environnement Canada, rapport n° 1059-110, 30 p.

## Annexe 1 Revue de littérature sur les effets des pesticides sur la faune urbaine (suite)

- DÉCARIE, R. et J. L. DESGRANGES, 1990. *Effets physiologiques et comportementaux du traitement des pelouses au chlorpyrifos sur le merle d'Amérique (Turdus migratorius)*, G.R.E.B.E. inc. pour Environnement Canada et Dow Chemical Inc., Série de rapports techniques, n° 105, Service canadien de la faune, région du Québec, IX + 82 p. + annexes.
- DÉCARIE, R., J. L. DESGRANGES, C. LÉPINE et F. MORNEAU, 1993. "Impact of insecticides on the American Robin (*Turdus migratorius*) in a suburban environment", *Environmental Pollution*, vol. 80, p. 231-238.
- GRUE, C. E., P. L. GILBERT et M. E. SEELEY, 1997. "Neurophysiological and behavioral changes in non-target wildlife exposed to organophosphate and carbamate pesticides : thermoregulation, food consumption, and reproduction", *American Society of Zoologists*, vol. 37, n° 4, p. 369-388.
- HAYES, H. M., R. E. TARONE, K. P. CANTOR, C. R. JESSEN, D. M. MCCURNIN et R. C. RICHARDSON, 1991. "Case-control study of canine malignant lymphoma : positive association with dog owner's use of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid herbicides", *Journal of the National Cancer Institute*, vol. 83, n° 17, p. 1226-1231.
- KANEENE, J. B. et R. MILLER, 1999. "Re-analysis of 2,4-D use and the occurrence of canine malignant lymphoma", *Vet. Hum. Toxicol.*, vol. 41, n° 3, p. 164-170.
- MACKENZIE, K. E. et M. L. WINSTON, 1999. "The effects of sublethal exposure to diazinon, carbaryl and resmethrin on longevity and foraging in *Apis Mellifera L.*", *Apidology*, vol. 20, p. 29-40.
- MINEAU, P. (éd.), 1991. *Cholinesterase-inhibiting Insecticides : Their Impact on Wildlife and the Environment*, Volume 2 - Chemicals Agriculture, p. 151-275, Environnement Canada, Service canadien de la faune, New York, Elsevier, 275 p.
- POTTER, D. A., 1993. "Pesticide and fertilizer effects on beneficial invertebrates and consequences for thatch degradation and pest outbreaks in turfgrass", p. 331-343, dans *Pesticides in Urban Environments : Fate and Significance*, Racke, K. D. et A. R. Leslie, American Chemical Society, Washington, DC.
- POTTER, D. A., M. C. BUXTON, C. T. REDMOND, C. G. PATTERSON et A. J. POWELL, 1990. "Toxicology of pesticides to earthworms (*oligochaeta : Lumbricidae*) and effects on thatch degradation in Kentucky bluegrass turf", *J. Econ. Entomol.*, vol. 83, n° 6, p. 2362-2369.
- POTTER, D. A., P. G. SPICER, C. T. REDMOND et A. J. POWELL, 1994. "Toxicity of pesticides to earthworms in kentucky bluegrass turf", *Bulletin of Environmental Toxicology*, vol. 52, p. 176-181.
- REYNOLDS, P. M., J. S. REIF, H. S. RAMSDELL et J. D. TESSARI, 1994. "Canine exposure to herbicide-treated lawns and urinary excretion of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid", *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, vol. 3, p. 233-237.
- STEPHENSON, G. L., C. D. WREN, I. C. J. MIDDLEAARD et J. E. WARNER, 1997. "Exposure of the earthworm, *Lumbricus terrestris*, to Diazinon, and the Relative Risk to Passerine Birds", *Soil Biol. Biochem.*, vol. 29, n° 3/4, p. 717-720.
- VOSS, G. et P. M. GROFFMAN, 1997. "Relationships between microbial biomass and dissipation of 2,4-D and dicamba in soil", *Biol. Fertil. Soils*, vol. 24, p. 106-110.





## Annexe 2 Pesticides analysés, limites de détection et méthodes d'analyse

### BALAYAGE DES ORGANOPHOSPHORÉS, TRIAZINES ET AUTRES

Pour l'analyse des triazines, des 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'éthyle 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 sur 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-d<sub>5</sub>) et d'un étalon d'injection (iprodione et terbutryne). De plus, des échantillons de contrôle de qualité provenant de matériaux de référence certifiés sont utilisés pour chaque série d'analyses.

### PHÉNOXYACIDES

L'échantillon est acidifié avec du H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N par litre d'eau) afin d'obtenir un pH < 2 et de favoriser ainsi la forme non ionisée des acides. Les aryloxyacides sont extraits sur une colonne de type octadécyle (C18) et ils sont élués avec un mélange de dichlorométhane et de méthanol. L'éluat recueilli est évaporé à sec sous atmosphère d'argon et estérifié avec une solution de diazométhane.

Les pesticides dérivés sont ensuite purifiés sur une colonne de gel de silice et transférés dans l'acétate d'éthyle. Ils sont analysés par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse en mode de balayage d'ions. Le temps de rétention ainsi qu'un groupe d'ions caractéristiques permettent l'identification de chacun des composés présents. Les concentrations sont calculées en comparant les surfaces des pics des produits de l'échantillon à celles de solutions étalons de concentrations connues. Un contrôle de qualité est effectué sur chaque échantillon à l'aide de marqueurs isotopiques (dicamba-d<sub>3</sub> et 2,4-D-d<sub>3</sub>) utilisés comme étalon d'extraction, de deux étalons d'injection (1,3,5-tribromobenzène et 2,3,3,4,6-pentachlorobiphényle) et d'un étalon de dérivation (2,3D). De plus, des échantillons de contrôle de qualité provenant de matériaux de référence certifiés sont utilisés pour chaque série d'analyses.

## Annexe 2 Pesticides analysés, limites de détection et méthodes d'analyse (suite)

Limites de détection ( $\mu\text{g/l}$ ) pour les pesticides analysés

	2001	2002
Atrazine	0,02	0,02
Dééthyl-atrazine	0,03	0,05
Déisopropyl-atrazine	0,03	0,03
Azinphos-méthyl	0,22	0,22
Bentazone	0,03	0,03
Bromoxynil	0,02	0,02
Butilate	0,02	0,03
Carbaryl	0,05	0,03
Carbofuran	0,06	0,06
Chlorfenvinphos	0,06	0,06
Chlorothalonil	0,06	0,06
Chloroxuron	0,08	0,08
Chlorpyrifos	0,03	0,02
Clopyralide	0,03	0,03
Cyanazine	0,03	0,03
2,4-D	0,02	0,02
2,4-DB	0,03	0,03
2,4-DP(Dichlorprop)	0,02	0,02
Diazinon	0,02	0,03
Dicamba	0,03	0,03
Dichlorvos	0,02	0,02
Diméthénamide	0,02	0,02
Diméthoate	0,04	0,04
Diuron	0,23	0,25
EPTC	0,02	0,03
Fonofos	0,02	0,02
Linuron	0,04	0,04
Malathion	0,02	0,02
MCPA	0,02	0,02
MCPB	0,02	0,02
Mécoprop	0,02	0,02
Méthidathion	0,05	0,02
Méthyl-parathion	0,06	0,06
Métolachlore	0,01	0,01
Métribuzine	0,02	0,02
Mévinphos	0,03	0,06
Myclobutanil	0,04	0,02
Parathion	0,09	0,16
Phorate	0,07	0,07
Phosalone	0,03	0,03
Simazine	0,01	0,01
Tébutiuron	0,24	0,24
Terbufos	0,11	0,04
Triclopyr	0,02	0,02
Trifluraline	0,03	0,05

Grisé : modification de la limite de détection.



### Annexe 3 Concentrations des pesticides décelés aux sept stations d'épuration des eaux usées municipales (µg/l) (suite)

#### STATION D'ÉPURATION DE LA CUQ (STATION EST) 2001

	Critère µg/l	Mai								Juin								Juillet											
		15	16	21	22	23	28	29	30	4	5	6	11	12	13	18	19	20	26	27	3	4	9	10	11	16	17	18	
Pluie (mm)							11	11,2	0,2				11				13,2							0,2	3,8		0,2		29,2
Débit de la station (m <sup>3</sup> /j)		207 076	205 967	189 208	192 031	189 491	234 941	299 519	201 297	265 380	228 978	211 660	235 513	205 192	200 046	196 921	235 381	202 277	214 742	210 684	193 566	218 851	206 301	221 392	213 544	197 594	213 113	194 722	
<b>HERBICIDES</b>																													
2,4-D	47	0,06	0,18	0,35	0,12	-	0,26	0,18	0,07	0,16	-	0,1	0,2	0,06	0,75	0,06	0,42	0,08	1,3	0,1	0,12	0,21	0,13	0,29	-	0,07	0,72	1,1	
Mécoprop	13	-	0,13	0,24	0,2	0,13	0,26	0,27	0,08	0,32	0,17	0,1	0,22	0,06	0,73	0,05	0,4	0,07	1,2	0,07	0,09	0,18	-	0,2	0,02	0,07	0,83	0,55	
Dicamba	10	-	0,04	0,05	-	-	0,06	0,06	0,05	0,08	0,05	0,04	0,06	-	0,09	-	0,07	0,03	0,19	0,03	-	0,04	-	0,04	0,03	-	0,11	0,08	
MCPA	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-		
MCPB	7,3	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,07	-	0,03	0,03	-	-	0,03	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-		
2,4,5-T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Clopyralide	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-		
Fénoxyprop (Silvex)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-		
Atrazine	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Métolachlore	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<b>INSECTICIDES</b>																													
Diazinon	0,002	-	-	-	0,08	0,05	0,04	-	0,31	-	-	-	-	0,07	-	0,07	-	0,05	0,2	0,04	0,16	0,06	-	0,06	0,08	-	0,05	0,07	
Carbaryl	0,2	-	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-	0,26	0,09	-	-	-	0,08	0,11	-	-	-	-	0,06	-	-	0,06	-	0,1	
Malathion	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Diméthoate	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Bendiocarbe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-	0,06	-	
<b>FONGICIDES</b>																													
Chlorothalonil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	

#### STATION D'ÉPURATION DE LA CUQ (STATION OUEST) 2001

	Critère µg/l	Mai								Juin								Juillet											
		15	16	21	22	23	28	29	30	4	5	6	11	12*	13	18	19	25	26	27	2	3	4	9	10	11	16	17	18
Pluie (mm)			0,2				15	18,6		11			0,4			0,2	9,8					0,6	4,4	2,4	5	4,6		6,2	
Débit/affluent (m <sup>3</sup> /j)		158 533	156 411	152 608	152 881	149 009	182 856	241 767	171 609	245 300	208 481	182 145	162 020	158 293	151 494	155 336	176 773	170 252	161 731	160 178	144 100	141 733	148 245	147 918	141 949	166 459	134 513	167 957	144 116
<b>HERBICIDES</b>																													
2,4-D	47	0,3	0,48	0,56	0,47	0,19	0,74	0,77	0,22	0,27	0,09	0,14	0,25	0,1	0,16	0,47	0,4	0,15	0,06	0,26	0,07	0,19	0,25	0,07	0,31	0,2	0,17	0,07	0,11
Mécoprop	13	0,31	0,48	0,47	0,23	0,2	0,79	0,78	0,3	0,38	0,14	0,17	0,18	0,11	0,13	0,46	0,34	0,12	0,06	0,19	0,08	0,17	0,35	0,04	0,17	0,08	0,07	0,05	0,07
Dicamba	10	0,06	0,08	0,07	0,04	-	0,11	0,12	0,05	0,12	0,07	0,06	0,05	0,03	0,03	0,07	0,07	0,04	0,03	0,05	-	0,04	-	-	0,05	0,04	0,04	-	-
MCPB	7,3	-	-	-	-	-	0,04	0,02	-	-	-	-	-	0,03	0,03	0,03	-	0,04	0,04	0,06	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
Bentazone	510	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atrazine	2	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	
Simazine	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Métolachlore	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	
<b>INSECTICIDES</b>																													
Diazinon	0,002	-	-	-	0,14	0,1	0,05	-	0,06	-	0,03	-	0,06	0,05	0,03	0,05	0,07	0,03	0,03	0,2	-	0,09	0,09	0,06	-	0,04	0,04	0,06	0,05
Carbaryl	0,2	-	-	0,19	-	0,12	-	-	-	-	-	-	0,22	0,17	0,2	0,13	0,18	0,09	0,19	0,07	0,11	0,26	0,13	0,23	0,2	0,17	-	0,11	0,16
Malathion	0,1	-	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Diméthoate	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	0,08	-	0,09
<b>FONGICIDE</b>																													
Chlorothalonil	0,18	-	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* Mise en fonction du traitement UV.

### Annexe 3 Concentrations des pesticides décelés aux sept stations d'épuration des eaux usées municipales (µg/l) (suite)

#### STATION D'ÉPURATION DE SAINT-HYACINTHE 2002

	Critère µg/l	Mai								Juin												Juillet									
		7 Blanc	7 Essai	12*	19	20	21	26	27	28	2	3	4	9	10	11	16	17	18	24	25	26	3	4	8	9	10	15	16	17	
Pluie (mm)		6,6		0,2			0,2	3,5		1,2					9,2	9,3	5,8	1,4	0,4	0,3	14,8					1,8				15,2	
Débit/effluent (m <sup>3</sup> /j)		39 490		31 294	28 967	31 370	33 915	28 109	33 158	30 987	36 297	41 047	37 241	27 975	36 640	51 311	47 631	47 898	45 022	31 352	40 873	47 635	35 277	39 225	33 489	33 020	31 619	32 081	30 411	47 940	
<b>HERBICIDES</b>																															
2,4-D	47	-	-	-	-	-	0,34	-	-	0,17	0,41	0,11	0,03	0,07	0,67	0,12	1,4	0,74	0,14	-	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mécoprop	13	-	-	0,09	0,09	0,07	-	0,51	0,34	0,19	0,41	0,15	0,1	0,06	0,29	0,19	3,4	3,3	0,25	0,25	0,31	-	-	0,05	-	0,04	0,04	-	0,05		
Dicamba	10	-	-	-	-	-	-	0,09	0,1	0,25	-	0,2	0,1	0,08	0,18	0,25	0,27	0,36	0,19	0,12	0,13	0,19	0,28	0,16	0,14	0,09	0,15	0,09	0,09		
MCPA	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Atrazine	2	-	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,1	0,06	0,47	0,5	0,38	0,11	0,12	0,28	0,35	0,45	0,52	0,28	0,26	0,3	0,79	0,47	0,51	0,56	0,39	0,37	0,32	0,37		
DEA		-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	0,25	0,19	0,05	-	-	0,17	0,23	0,3	0,18	0,37	0,2	0,66	0,65	0,45	1,2	-	-	0,25	0,28		
DIA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	0,12	0,13	-	-	0,22	0,14	0,14	0,16	0,1	0,07	0,04	-		
Métolachlore	8	-	0,03	0,05	0,06	0,05	0,05	0,12	0,08	0,51	0,36	0,28	0,07	0,1	0,34	0,3	0,32	0,26	0,13	0,15	0,12	0,18	0,12	0,11	0,12	0,13	0,09	0,08	0,1		
Diméthénamide		-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	0,07	0,02	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Simazine		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,01	-	-	-	-	-	-	-	
<b>INSECTICIDES</b>																															
Diazinon	0,002	-	-	0,05	-	0,04	0,05	0,06	0,04	-	-	-	0,05	0,1	0,17	0,11	0,1	-	0,08	-	0,11	-	0,07	0,04	0,06	0,06	0,09	-	-	-	
Carbaryl	0,2	-	-	0,03	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-	0,06	0,07	-	0,04	-	-	0,03	0,06	-	-	-	0,03	0,05	0,06	0,04	0,03	-	
Diméthoate	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

\*Arrêt de la station pour entretien; pas d'échantillon prélevé les 13 et 14.

#### STATION D'ÉPURATION DE GRANBY 2002

	Critère µg/l	Mai								Juin												Juillet										
		8 Blanc	8 Essai	12	13	14	20	21	26	27	28	3	4	5	10	11	12	16	17	18	24	25	26	2	3	4	8	9	10	15	16	17
Pluie (mm)				16,2	15,2	0,2	1,2	5,8							8,8	22	11	3,8	3,2	2,4		1	1,6									
Débit/effluent (m <sup>3</sup> /j)			55 005	40 940	61 560	87 010	50 170	52 790	55 928	48 177	48 220	62 300	58 284	65 056	49 540	68 210	83 509	61 001	81 131	81 859	55 750	56 000	63 595	54 240	48 640	61 940	52 600	66 960	44 330	66 120	45 600	61 430
<b>HERBICIDES</b>																																
2,4-D	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13	0,47	-	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	-
Mécoprop	13	-	-	0,06	0,39	0,39	0,61	0,62	0,38	0,2	0,1	0,55	0,26	0,16	0,12	0,07	0,14	0,12	0,25	0,13	0,32	0,15	0,17	0,1	0,04	-	-	0,15	-	0,27	0,12	
Dicamba	10	-	-	-	-	-	-	0,06	0,04	0,04	0,13	-	0,06	0,05	0,04	0,25	0,2	0,15	0,17	0,14	0,09	0,06	0,07	-	-	-	-	0,05	-	0,09	0,05	
Atrazine	2	-	-	-	0,04	0,17	0,08	0,04	0,17	0,05	0,02	0,06	-	0,07	0,04	0,03	0,56	0,41	0,23	0,33	0,26	0,14	0,24	0,06	0,02	0,03	0,08	0,03	0,11	0,03	0,19	0,08
DEA		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	-	-	-	-	
Simazine	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	
Métolachlore	8	-	0,37	0,17	1	5,8	0,7	0,35	0,97	0,4	0,14	1,1	0,43	0,53	0,15	0,19	1,4	1,3	1,2	1,9	0,65	0,39	0,27	0,12	0,12	0,11	0,11	0,15	0,07	0,26	0,2	
Bromoxynil		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	-	-	-	
<b>INSECTICIDES</b>																																
Diazinon	0,002	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	0,05	0,03	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,09	-	-	-
Carbaryl	0,2	-	-	-	-	-	0,03	-	-	0,03	-	-	-	-	0,04	-	0,05	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	0,04	-	0,03	-	0,08	-
Chlorpyrifos	0,0035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-
<b>FONGICIDE</b>																																
Chlorothalonil	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,43	-	-	-	-	-

### Annexe 3 Concentrations des pesticides décelés aux sept stations d'épuration des eaux usées municipales (µg/l) (suite)

#### STATION D'ÉPURATION DE SHERBROOKE 2002

	Critère µg/l	Mai											Juin											Juillet													
		9 Blanc	9 Essai	12	13	14	20	21	22	26	27	28	3	4	5	9	11	11	16	17	18	24	25	26	2	3	4	9	10	11	16	17	17				
Pluie (mm)				25			1,6		3,2						0,6		3,2		14,4	2,4	9	18,4	14,2	81			7,2						12				
Débit/effluent (m <sup>3</sup> /j)		70 435		68 952	71 110	77 836	65 689	67 496	67 275	55 485	57 594	57 096	73 711	65 130	59 808	60 714	60 096	80 840	83 829	78 895	78 128	60 977	69 596	78 366	67 698	77 595	83 585	82 834	71 298	68 131	65 393	73 166	70 521				
<b>HERBICIDES</b>																																					
2,4-D	47	-	-	-	-	0,6	-	0,14	-	-	-	-	1	-	0,22	-	-	0,36	-	-	-	0,21	-	-	-	0,41	0,3	0,74	-	-	-	-	-	-			
Mécoprop	13	-	-	0,1	0,29	0,67	0,11	-	-	0,24	0,1	0,21	0,97	-	-	0,08	0,11	0,15	0,16	0,09	0,12	0,22	-	0,44	0,04	0,27	0,16	0,55	-	0,04	-	-	-				
Dicamba	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,05	-	-	-	-	0,05	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-				
Atrazine	2	-	-	-	-	0,02	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	DM	-	0,03	-	0,02	DM	-	-	-	-				
Métolachlore	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	-	-	-	-	-	DM	-	-	-	-	DM	-	-	-	-				
Simazine	10	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DM	-	-	-	-	DM	-	-	-	-				
Bendiocarbe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	-	-	-	-	DM	-	-	-	-	DM	-	-	-	-				
<b>INSECTICIDES</b>																																					
Diazinon	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	-	0,05	-	0,07	0,71	0,08	-	DM	-	0,04	0,12	-	DM	0,06	-	-	0,05				
Carbaryl	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	0,06	0,03	-	-	0,06	0,07	0,1	DM	-	-	-	0,05	DM	0,18	0,04	0,04	0,04					
Diméthoate	6,2	-	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79	-	-	-	-	DM	-	-	-	-	DM	-	-	-	-	-				

DM : pot cassé à l'arrivée au laboratoire.

#### Annexe 4 Plan des sites d'échantillonnage pour la mesure des impacts des pesticides sur la qualité de l'air ambiant

La zone rayée rouge est la zone où les pesticides ont été pulvérisés.  
Le carré noir représente l'endroit où était situé l'appareil utilisé pour mesurer les pesticides dans l'air ambiant.

##### Sillery



Photo : Michel Bisson, MEF, 1997

##### Sainte-Foy

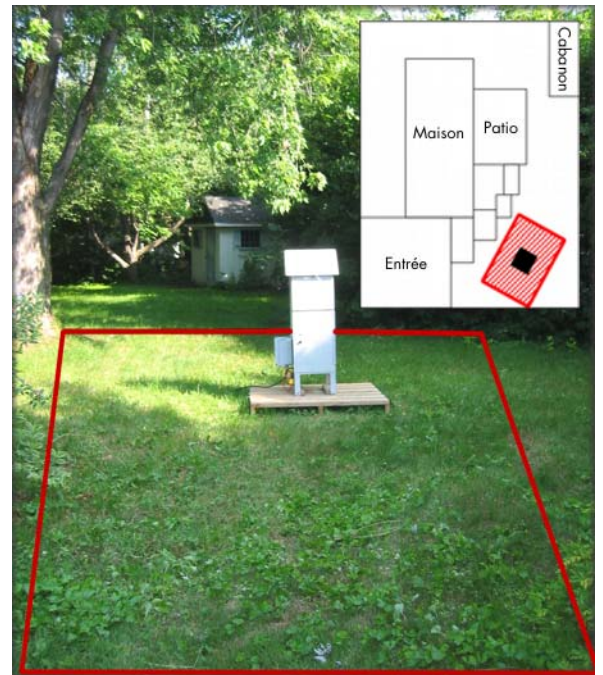


Photo : Manon Therrien, MENV, 2002

##### Cap-Rouge

La zone de pulvérisation est ciblée, mais comprise dans la zone rayée rouge que l'on trouve sur le schéma suivant :

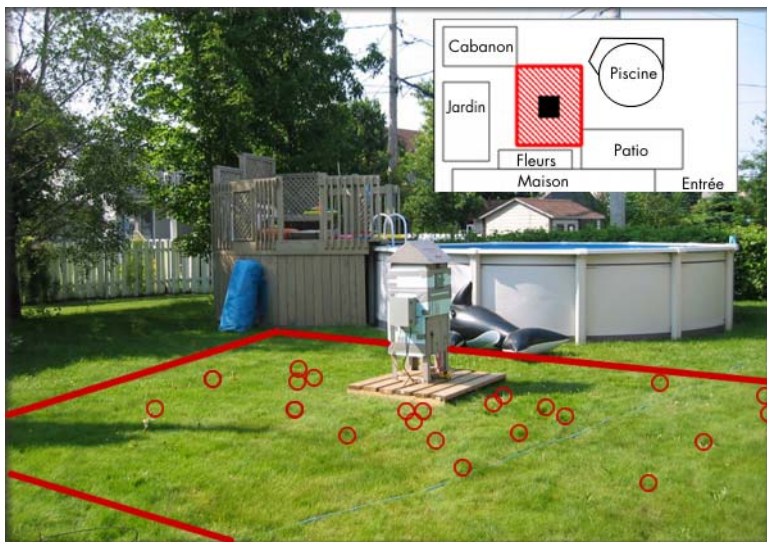


Photo : Manon Therrien, MENV, 2002