

Direction du suivi de l'état de l'environnement

**LA PRÉSENCE DE PESTICIDES DANS L'EAU
EN MILIEU AGRICOLE AU QUÉBEC**

Novembre 2004

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec

Envirodoq n° ENV/2004/0309
Collection n° QE/151

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Auteure :	Isabelle Giroux ¹
Révision scientifique :	Richard Desrosiers ² Raymond-Marie Duchesne ³ Isabelle Gorse ² Oneil Samuel ⁴ Patricia Robitaille ¹ Stéphanie Tellier ²
Analyses de laboratoire :	Nathalie Dassylva ⁵ Christian Deblois ⁵ François Houde ⁵ et l'équipe technique et professionnelle ⁵
Graphisme et cartographie :	Francine Matte-Savard ¹ Line Savoie ¹
Mise en page :	Lyne Martineau ¹

¹ Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7^e étage, Québec (Québec) G1R 5V7.

² Direction des politiques de l'eau et du milieu terrestre, Service des pesticides, ministère de l'Environnement, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 8^e étage, Québec (Québec) G1R 5V7.

³ Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Direction de l'environnement et du développement durable, 200, chemin Sainte-Foy, 8^e étage, Québec (Québec) G1R 4X6.

⁴ Institut national de santé publique du Québec, Direction de la toxicologie humaine, 945, avenue Wolfe, Sainte-Foy (Québec) G1V 5B3.

⁵ Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, complexe scientifique, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8.

LA PRÉSENCE DE PESTICIDES DANS L'EAU EN MILIEU AGRICOLE AU QUÉBEC

Référence : GIROUX, I., 2004. *La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole au Québec*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Envirodoq n° ENV/2004/0309, collection n° QE/151, 40 p.

Mots clés : Pesticides, eau de surface, eau souterraine, maïs, soya, pomme de terre, verger, culture maraîchère.

RÉSUMÉ

Les terres agricoles du Québec servent à la production d'une variété d'aliments indispensables aux humains et aux animaux. Le rendement des cultures est souvent minimisé par la présence de plantes indésirables, d'insectes ravageurs et de différentes maladies. Pour chacun de ces « ennemis », l'industrie a créé un moyen de défense, communément appelé [pesticide](#). L'utilisation de pesticides (insecticide, herbicide, fongicide, etc.) n'est toutefois pas sans risque pour l'environnement. Afin d'avoir un aperçu de la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines par les pesticides, le ministère de l'Environnement a mis en place plusieurs [projets d'échantillonnage](#) des eaux, dont les [résultats](#) montrent que les concentrations trouvées varient en fonction du pesticide utilisé et de la culture pour laquelle il est employé. Un [ensemble de facteurs](#), tels que la quantité de pesticides utilisés, les mécanismes de transport des pesticides et le type de culture, peut expliquer leur présence dans l'eau. Ces substances ne sont évidemment pas souhaitables dans l'eau de surface et dans l'eau souterraine en raison des [risques](#) pour la santé des êtres qui y vivent, par exemple les poissons, ou qui la consomment, par exemple les humains. Pour ces raisons, plusieurs [mesures](#) ont été prises par le gouvernement et les acteurs du milieu afin de mieux gérer l'utilisation des pesticides en milieu agricole.

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation	iii
Résumé	iv
Table des matières	v
INTRODUCTION	1
ÉTAT DE LA SITUATION DES PESTICIDES DANS L'EAU	2
Programmes d'échantillonnage.....	2
<i>Cultures ciblées</i>	2
<i>Eau de surface</i>	4
<i>Eau souterraine</i>	4
(Encadré) <i>Les critères de qualité de l'eau</i>	5
Résultats d'échantillonnage des pesticides	6
<i>Résultats d'échantillonnage près des cultures de maïs et de soya</i>	6
<i>Résultats d'échantillonnage des pesticides près des pommeraies</i>	14
<i>Résultats d'échantillonnage des pesticides dans la culture maraîchère</i>	17
<i>Résultats d'échantillonnage des pesticides dans la culture de la pomme de terre</i>	21
CAUSES DE LA PRÉSENCE DES PESTICIDES DANS L'EAU	23
Ventes de pesticides	23
Mécanismes de transport des pesticides dans l'environnement	24
Caractéristiques des cultures ciblées	25
<i>Culture du maïs et du soya</i>	25
<i>Vergers</i>	26
<i>Culture maraîchère</i>	28
<i>Culture de la pomme de terre</i>	29
(Encadré) <i>Le maïs et le soya transgéniques</i>	30
CONSÉQUENCES POUR L'ENVIRONNEMENT	31
Effets des pesticides sur la santé	31
Conséquences des pesticides sur les espèces vivantes	34
MESURES MISES DE L'AVANT PAR LE MILIEU AGRICOLE ET LES GOUVERNEMENTS	36
Au niveau fédéral	36
Au niveau provincial	36

<i>Loi sur les pesticides et Code de gestion</i>	36
<i>Stratégie phytosanitaire</i>	37
<i>Clubs-conseils</i>	37
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	39
GLOSSAIRE	40

INTRODUCTION

Les pesticides sont des substances, des matières ou des micro-organismes destinés à enrayer, détruire, amoindrir, attirer ou repousser un organisme considéré comme nuisible ou indésirable. Les pesticides sont groupés selon les ravageurs qu'ils visent; ils font partie des insecticides, des herbicides, des fongicides ou des autres groupes.

En agriculture, les insecticides visent à enrayer les insectes ravageurs pouvant affecter la qualité de la production ou le rendement des cultures, comme le doryphore de la pomme de terre et la mouche de la pomme. Les insecticides sont aussi utilisés en milieu urbain pour exterminer les insectes indésirables tels que les blattes, les fourmis, les araignées, les perce-oreilles, etc., à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments.

Parmi les différents types de pesticides, ce sont les herbicides qui sont les plus utilisés au Québec. Ils servent à éliminer les plantes indésirables qui peuvent nuire aux rendements en raison de la compétition qu'elles exercent en début de saison sur les cultures en émergence.

Les fongicides sont des produits destinés à lutter contre les champignons microscopiques responsables de certaines maladies des plantes, comme la tavelure de la pomme, le mildiou de la pomme de terre ou la moisissure grise des fraises.

Il existe aussi plusieurs autres types de pesticides tels que les rodenticides pour la dératisation, les produits de préservation du bois et les biocides pour lutter contre les moisissures, par exemple dans les systèmes de climatisation des édifices publics.

L'emploi des pesticides est généralisé dans tous les milieux. Ils sont utilisés pour protéger les productions agricole et forestière, les denrées alimentaires entreposées, les biens (bâtiments récréatifs ou infrastructures de service), pour assurer la salubrité des lieux ou pour diminuer la pression exercée par certains insectes piqueurs et plantes allergisantes.

Le bilan des ventes (<http://www.menv.gouv.qc.ca/pesticides/bilan2000/index.htm>) de pesticides en 2000 indique que 77,9 % des pesticides commercialisés au Québec sont pour usage agricole. Les autres secteurs d'utilisation sont, par ordre d'importance, le secteur domestique, celui de l'horticulture ornementale, le milieu industriel, le milieu forestier et l'extermination.

Depuis 1992, différents suivis ont été réalisés par le ministère de l'Environnement (MENV) dans des cultures où les pesticides sont largement utilisés ou dans les cultures de grande superficie.

Ce document résume les résultats de l'échantillonnage de l'eau en milieu agricole, près des principales cultures utilisatrices de pesticides au Québec. Il présente les causes de la contamination de l'eau par les pesticides et les conséquences appréhendées sur la santé et pour l'environnement. Il présente aussi les mesures prises pour gérer l'utilisation des pesticides en milieu agricole.

ÉTAT DE LA SITUATION DES PESTICIDES DANS L'EAU

Programmes d'échantillonnage

Cultures ciblées

Depuis 1992, le ministère de l'Environnement effectue un suivi de l'eau afin d'en échantillonner la présence des pesticides les plus couramment utilisés. Parce que le genre de pesticides, le mode et le moment de leur application varient d'une culture à l'autre, le suivi des pesticides est effectué en fonction des types de culture. Celles qui ont fait l'objet d'une surveillance et dont les résultats sont présentés dans ce document sont les suivantes :

Maïs et soya	En raison de l'importance des superficies ensemencées.
Vergers	En raison des quantités importantes de pesticides à l'hectare.
Culture maraîchère	En raison des quantités importantes de pesticides à l'hectare.
Pomme de terre	En raison de la vulnérabilité des nappes d'eau souterraine.

L'emplacement des stations de mesure est déterminé sur la base de deux principaux critères. Premièrement, les stations doivent être situées le plus près possible de la culture ciblée; deuxièmement, le bassin versant drainé doit comporter une dominance, ou du moins une superficie importante, des cultures ciblées. Pour ces raisons, les stations sont souvent situées sur des petites rivières agricoles. Le respect de ces deux critères facilite l'établissement de liens entre les cultures utilisatrices de pesticides et la contamination de l'eau de surface ou de l'eau souterraine.

Cultures cibles : maïs et soya

Bassin	Rivières échantillonnées	Années d'échantillonnage
Fleuve	Saint-Régis	1993-2001
	Beaudette	1994
	Delisle	1994
Rivière Châteauguay	Des Fèves	1993
Rivière Richelieu	Richelieu	1998-1999
	Des Hurons	1992-2001
	L'Acadie	1992-1993

Cultures cibles : maïs et soya (suite)

Bassin	Rivières échantillonnées	Années d'échantillonnage
Rivière Yamaska	Yamaska	1992, 1994-2001
	Chibouet	1992-2001
	Noire	1992 et 1994
	Barbue	1992-1993
	Salvail	1992-1993
	David	1996-1997
	Ruisseau Corbin	1996-1997
	Rivière Nicolet	Saint-Zéphirin
Rivière Bécancour	Blanche	1992
Rivière Chaudière	Beaurivage	1996-1997
Rivière L'Assomption	De l'Achigan	1996-1997
	Saint-Esprit	1994-1995
	Ruisseau des Anges	1994-1995
	Ruisseau Saint-Pierre	1996
	Ruisseau Saint-Georges	1998
Grisé : suivi permanent.		

Culture cible : vergers

Bassin	Rivières échantillonnées	Années d'échantillonnage
Rivière Yamaska	Ruisseau Déversant du Lac (Rougemont–Saint-Césaire)	1994-1996
Rivière aux Brochets (lac Champlain)	Ruisseau Boffin (Frelighsburg)	1994-1996
	Ruisseau d'Abbott's Corner (Frelighsburg)	1994

Culture cible : culture maraîchère

Bassin	Rivières échantillonnées	Années d'échantillonnage
Rivière Yamaska	Ruisseau Corbin	1996-1997
Rivière L'Assomption	Rivière de l'Achigan	1996-1997

Culture cible : pomme de terre

Nombre de puits	Années d'échantillonnage
72	1991-1993
79	1999-2001

Eau de surface

Depuis le début du programme d'échantillonnage en 1992, une trentaine de rivières ont été échantillonnées. Toutefois, en raison des coûts élevés des analyses, quatre stations seulement ont été retenues dans des zones où prédomine la culture du maïs et du soya, pour suivre l'évolution à long terme de la contamination par les pesticides. Pour les autres rivières, il s'agit de portraits sur de courtes périodes (2 ou 3 ans).

Stations d'échantillonnage des pesticides dans l'eau de surface au Québec



L'échantillonnage des pesticides dans les rivières sélectionnées se fait habituellement de la mi-mai à la fin d'août.

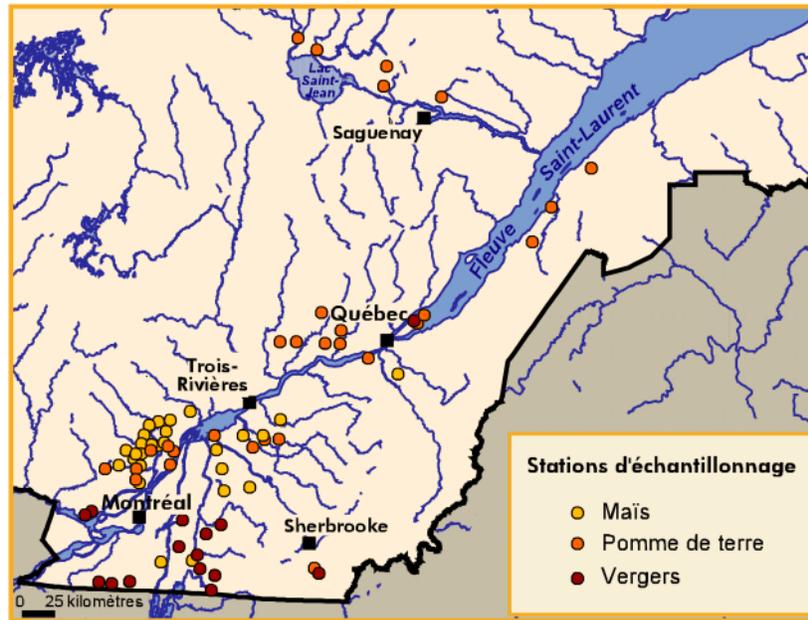
Eau souterraine

Pour la culture de la pomme de terre, le programme est exclusivement axé sur la mesure des pesticides dans l'eau souterraine. Cette culture est généralement pratiquée à même des sols

sableux. Dans ce type de sol, la nappe d'eau souterraine est particulièrement vulnérable à la présence de pesticides.

Un échantillonnage de l'eau souterraine de moindre envergure est aussi effectué dans les zones de vergers et de culture du maïs, en complément au suivi des cours d'eau. Les résultats seront présentés ultérieurement dans ce site Internet.

Stations d'échantillonnage des pesticides dans l'eau souterraine au Québec



Des puits individuels situés près des cultures ciblées sont utilisés comme stations d'échantillonnage de l'eau souterraine.

Les critères de qualité de l'eau

Afin de juger de leur signification environnementale, les concentrations de pesticides mesurées dans les rivières sont comparées aux critères québécois de qualité de l'eau. Lorsque l'eau sert de source d'alimentation en eau potable, les normes qui figurent dans le Règlement sur la qualité de l'eau potable sont utilisées. Dans le cas où il n'y a pas de norme ou de critère propres au Québec, les valeurs établies par d'autres organismes reconnus peuvent être utilisées.

Critère pour la protection de la vie aquatique

Le critère utilisé pour évaluer le risque pour les espèces aquatiques est appelé le critère de « toxicité aquatique chronique » et 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 critère est établi à partir d'études sur différentes espèces aquatiques. Pour chaque produit, c'est l'espèce la plus sensible à ce produit qui détermine la valeur du critère. De légers écarts épisodiques au-dessus du critère ne causent pas nécessairement d'effets néfastes sur les espèces aquatiques, mais si des valeurs au-dessus du critère sont maintenues pendant plus de quatre jours ou si les valeurs sont largement au-dessus du critère, il peut alors y avoir des effets néfastes. Habituellement, le critère retenu pour la protection de la vie aquatique est plus sévère (valeur plus faible) que celui pour l'eau potable, car il intègre l'exposition d'espèces aquatiques parfois très sensibles (algues, insectes, poissons, etc.).

Pour plus d'information, vous pouvez consulter le site Internet :

http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm.

Normes pour l'eau potable

Les normes pour l'eau potable peuvent, entre autres, servir pour interpréter les résultats dans les cas de rivières utilisées comme source d'alimentation en eau potable et pour l'eau souterraine. Ces normes sont basées sur la consommation d'eau d'un individu pendant toute sa vie et représentent la concentration en deçà de laquelle une substance peut se trouver dans l'eau potable sans entraîner d'effets néfastes sur la santé. Comme les critères se rapportent à une consommation à vie, un léger dépassement occasionnel ne signifie pas nécessairement que l'eau est impropre à la consommation, mais que, par mesure de prudence, elle devrait faire l'objet d'un suivi régulier et de mesures correctrices pour éviter que la situation ne se détériore.

Pour plus d'information, vous pouvez consulter le site Internet :

<http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/index.htm>.

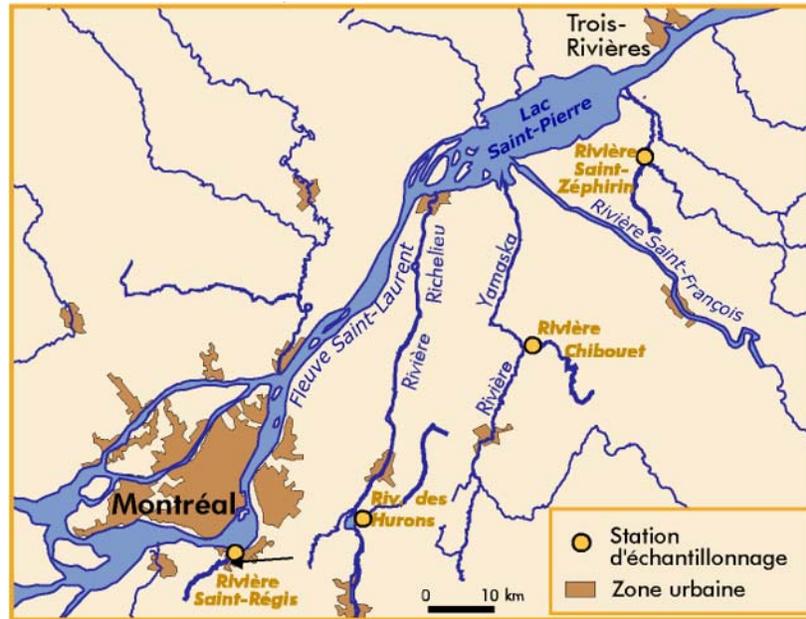
Résultats d'échantillonnage des pesticides

Les résultats d'échantillonnage sont ceux qui découlent des tournées les plus récentes effectuées pour les quatre grandes cultures suivantes : maïs et soya, pommeraies, cultures maraîchères et pommes de terre. Quoique la campagne d'échantillonnage des pesticides dans les cours d'eau au Québec soit restreinte en raison de ses coûts élevés, ces résultats permettent d'anticiper ce qui peut se passer dans d'autres rivières en milieu agricole. Afin de pouvoir apprécier la gravité des situations observées, les résultats d'analyse sont comparés avec les critères de qualité de l'eau.

Résultats d'échantillonnage près des cultures de maïs et de soya

Quatre rivières situées en zone agricole à culture prédominante de maïs ont été retenues pour faire un suivi à long terme de la contamination par les pesticides : la rivière Chibouet, dans le bassin versant de la rivière Yamaska, la rivière des Hurons dans le bassin de la rivière Richelieu, la rivière Saint-Régis, affluent du fleuve dans la région de la Montérégie et, enfin, la rivière Saint-Zéphirin, dans le bassin de la rivière Nicolet.

Stations d'échantillonnage dans des zones de culture du maïs au Québec



Ministère de l'Environnement, 2004

Les cultures de maïs et de soya occupent plus de 30 % de la superficie des bassins versants des rivières échantillonnées.

De manière générale, les résultats montrent que plusieurs pesticides sont souvent présents en même temps dans l'eau. Leur nombre est particulièrement élevé quand de fortes pluies suivent l'application. De 12 à 16 pesticides différents ont été détectés dans les quatre rivières échantillonnées peu après des épisodes de pluie. Dans des conditions plus sèches, leur présence simultanée se limite habituellement à quatre ou cinq. La fréquence de détection des pesticides dans les rivières échantillonnées est présentée globalement dans le tableau suivant.

Pesticides détectés en 2001 dans les échantillons des quatre rivières sous surveillance

Pesticides	Fréquence de détection (%)	Dépassement des critères de qualité de l'eau (%)
Herbicides		
Atrazine	100	9,6
Métolachlore	99	0,6
Bentazone	88	0
Dicamba	77	0
2,4-D	68	0
Mécoprop	61	0

Pesticides détectés en 2001 dans les échantillons
des quatre rivières sous surveillance (suite)

Pesticides	Fréquence de détection (%)	Dépassement des critères de qualité de l'eau (%)
Herbicides (suite)		
Diméthénamide	60	0
Clopyralide	51	0
MCPA	41	0
Glyphosate	38	0
EPTC	33	0,6
Bromoxynil	20	0
Cyanazine	19	0
Simazine	15	0
2,4-DB	6	0
Linuron	3	0
Butilate	3	0
Métribuzine	2	0
MCPB	1	0
Diuron	< 1	0
Insecticides		
Diazinon	17,5	17,5
Diméthoate	7	0
Carbaryl	4,5	2,8
Carbofuran	4,5	0
Malathion	2	0
Chlorpyrifos	1	1,1
Fongicides		
Myclobutanil	2	0
Chlorothalonil	< 1	0

Bien que la majorité des herbicides détectés soient utilisés dans le maïs et le soya, certains proviennent d'autres cultures et d'usages domestiques. Outre les dépassements de [critères de la qualité de l'eau](#), la présence simultanée de plusieurs pesticides dans l'eau peut avoir des effets sur les espèces aquatiques.

Parmi les 44 pesticides analysés, de 25 à 28 ont été détectés dans l'eau des rivières échantillonnées en 1999, 2000 et 2001. Les pesticides les plus souvent présents sont des herbicides. À ce titre, l'atrazine et le métolachlore sont détectés dans presque tous les échantillons prélevés. Le bentazone, le dicamba, le 2,4-D et le diméthénamide se trouvent, quant à eux, dans plus de 50 % des échantillons. Les concentrations d'herbicide commencent à

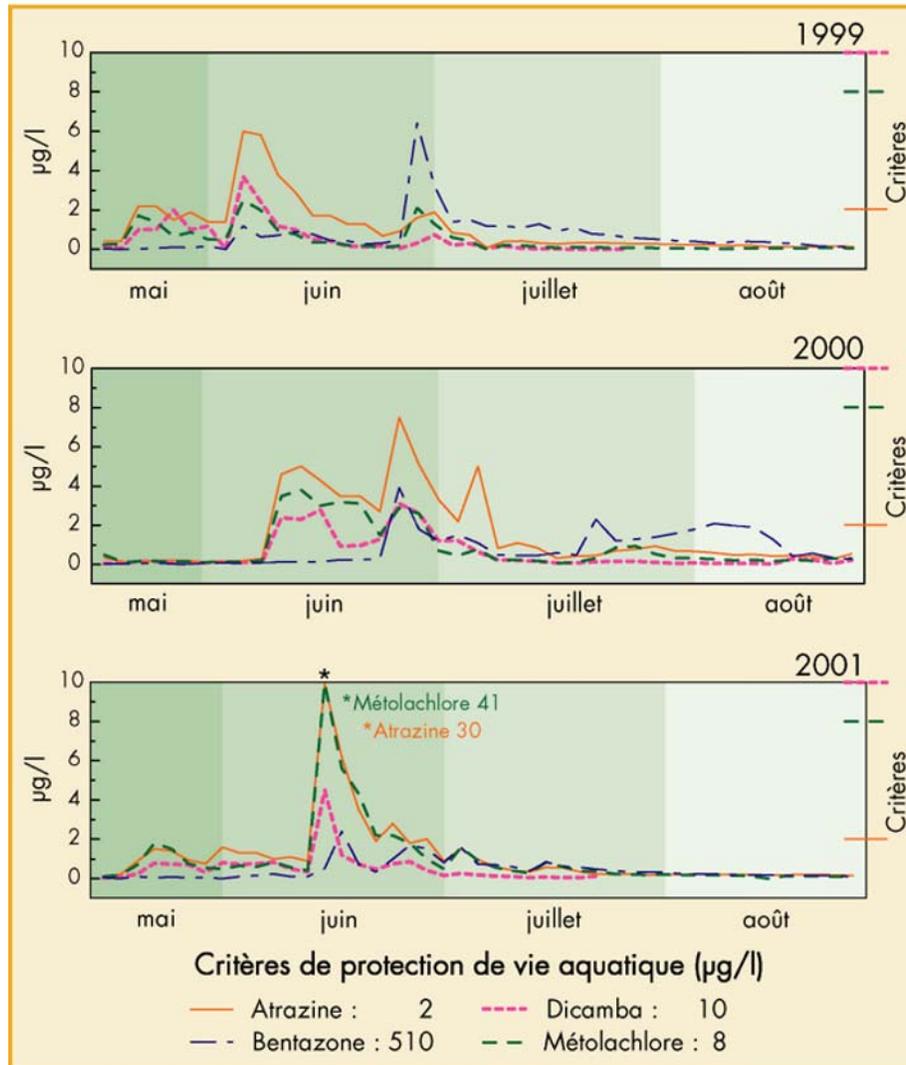
augmenter dans l'eau peu après la période d'application aux champs, puis connaissent des pics d'amplitude variable tout au cours de l'été, pour revenir à des concentrations plus faibles vers la fin d'août. Ces pics se produisent habituellement peu après des épisodes de pluie. De 9 % à 45 % des échantillons dépassent les critères établis pour la protection des espèces aquatiques. L'herbicide atrazine est celui qui dépasse le plus souvent son critère, mais des dépassements ont aussi été observés pour quelques autres herbicides (métolachlore, diméthénamide, EPTC) et pour des insecticides (diazinon, chlorpyrifos, carbaryl, malathion, azinphos-méthyl et carbofuran). Le diazinon est l'insecticide qui dépasse le plus souvent le critère de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique.



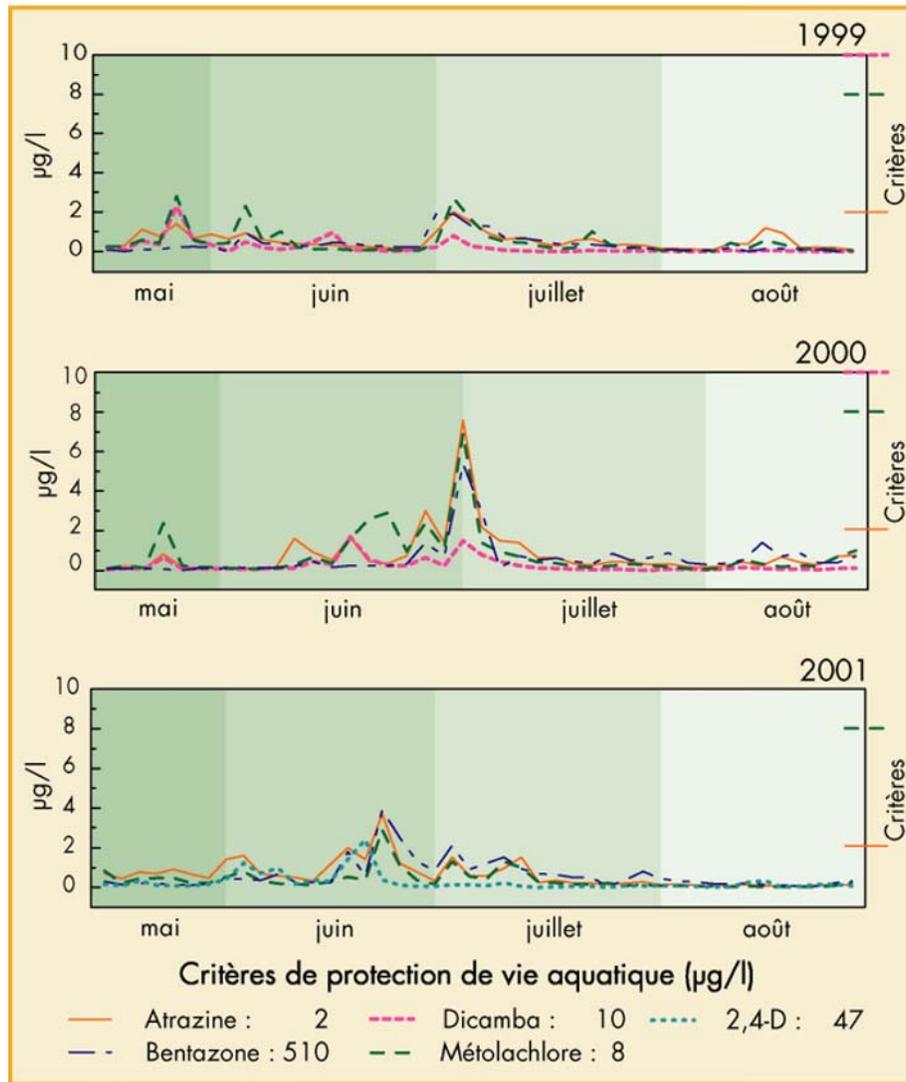
Ministère de l'Environnement

Le maïs est souvent cultivé jusqu'aux bords des cours d'eau, empiétant sur la végétation riveraine. Le Code de gestion des pesticides, en vigueur depuis le 3 avril 2003, interdit l'application de pesticides à des fins agricoles à moins de 1 mètre ou de 3 mètres d'un cours d'eau, dépendant du type de cours d'eau ou du fossé en cause.

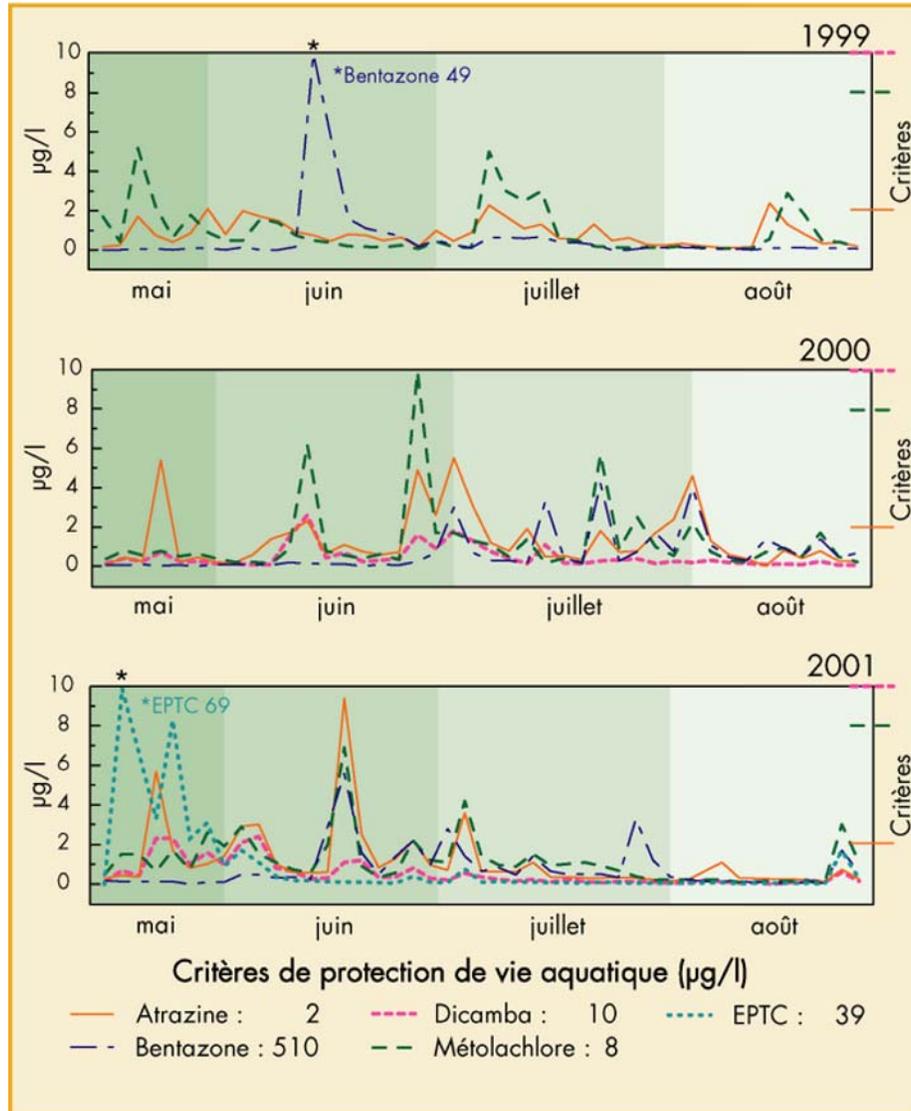
Des résultats détaillés pour les rivières [Chibouet](#), [des Hurons](#), [Saint-Régis](#) et [Saint-Zéphirin](#) sont présentés dans les pages suivantes.

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

Dans le bassin de la rivière Chibouet, le maïs et le soya couvrent respectivement 36 % et 7 % de la superficie du bassin. En plus de la présence simultanée de plusieurs pesticides, de 11 % à 28 % des échantillons prélevés entre 1999 et 2001 dépassaient les critères de qualité de l'eau établis pour la protection des espèces aquatiques. En 2001, les valeurs les plus élevées jamais mesurées depuis le début du programme d'échantillonnage en 1992 ont été enregistrées pour les herbicides atrazine (30 $\mu\text{g/l}$) et métochloré (41 $\mu\text{g/l}$). Quoique non illustrés dans les graphiques, des dépassements des critères de qualité de l'eau ont été enregistrés pour les insecticides chlorpyrifos et malathion.

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

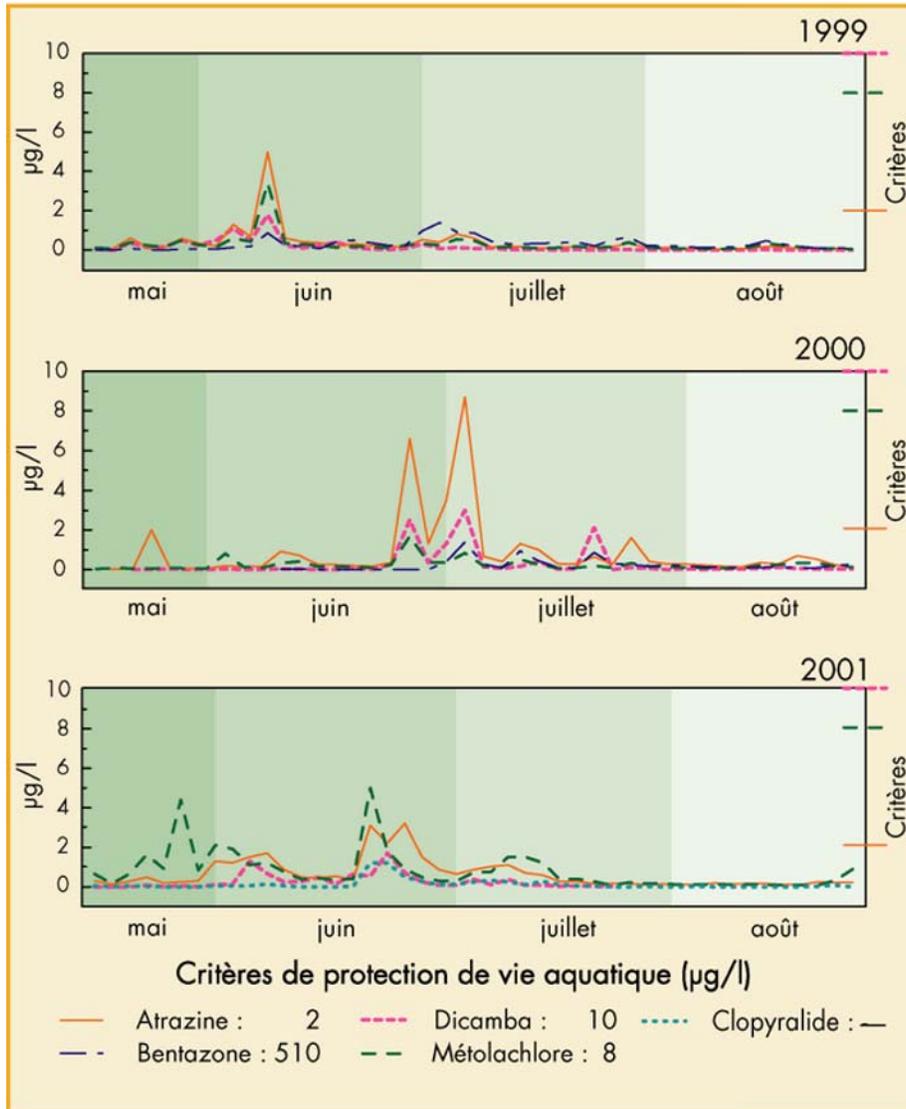
Le maïs occupe 30 % de la superficie du bassin versant de la rivière des Hurons et le soya en occupe 10 %. Jusqu'à 23 pesticides différents ont été détectés dans la rivière des Hurons. De 15 % à 30 % des échantillons prélevés entre 1999 et 2001 dépassaient les critères de qualité de l'eau établis pour la protection des espèces aquatiques. L'atrazine est le plus souvent en cause. Quoique non illustrés dans les graphiques, des dépassements pour plusieurs insecticides tels que le diazinon, le carbaryl, le malathion, le chlorpyrifos, l'azinphos-méthyl et le carbofuran ont été observés.

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

Ministère de l'Environnement, 2004

Le maïs et le soya occupent respectivement 20 % et 13 % de la superficie du bassin versant de la rivière Saint-Régis. La plus grande diversité de pesticides – jusqu'à 28 – a été détectée dans la rivière Saint-Régis. Des dépassements de critères de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques ont été enregistrés pour plusieurs herbicides illustrés dans les graphiques ainsi que pour les insecticides diazinon, carbaryl, chlorpyrifos, malathion et azinphos-méthyl.

Concentrations de quelques herbicides dans la rivière Saint-Zéphirin ($\mu\text{g/l}$)



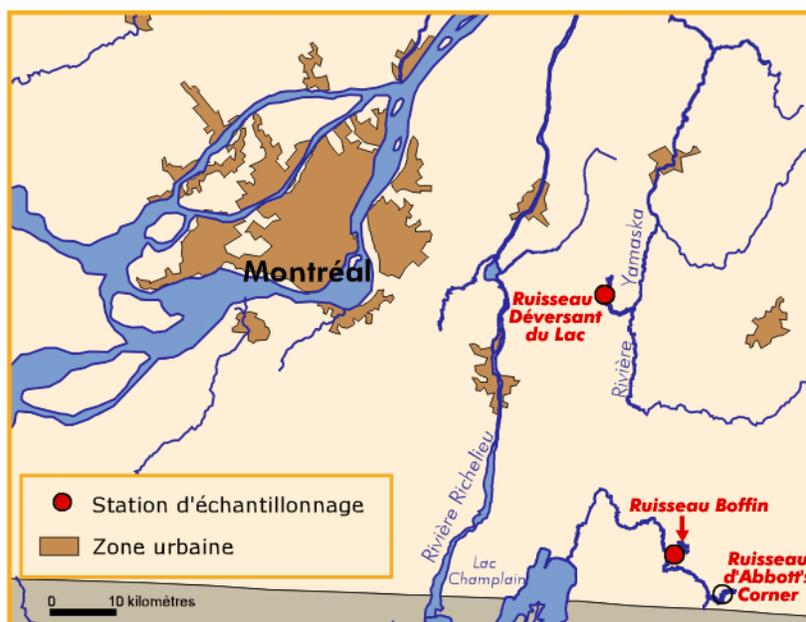
Ministère de l'Environnement, 2004

La culture du maïs occupe 25 % de la superficie du bassin de la rivière Saint-Zéphirin et le soya en occupe 6 %. Des quatre rivières échantillonnées, la rivière Saint-Zéphirin est celle où les dépassements des critères de qualité de l'eau ont été les moins fréquents. Des dépassements pour l'herbicide atrazine et pour les insecticides chlorpyrifos et diazinon y ont tout de même été enregistrés.

Résultats d'échantillonnage des pesticides près des pommeraies

Afin de vérifier la qualité de l'eau de surface dans certaines régions pomicoles du Québec, trois ruisseaux ont été échantillonnés dans les zones de vergers : le ruisseau Déversant du Lac, à Rougemont, un affluent de la rivière Yamaska à la hauteur de Saint-Césaire, ainsi que le ruisseau Boffin et le ruisseau d'Abbott's Corner, de petits tributaires de la rivière aux Brochets, laquelle se déverse dans le lac Champlain.

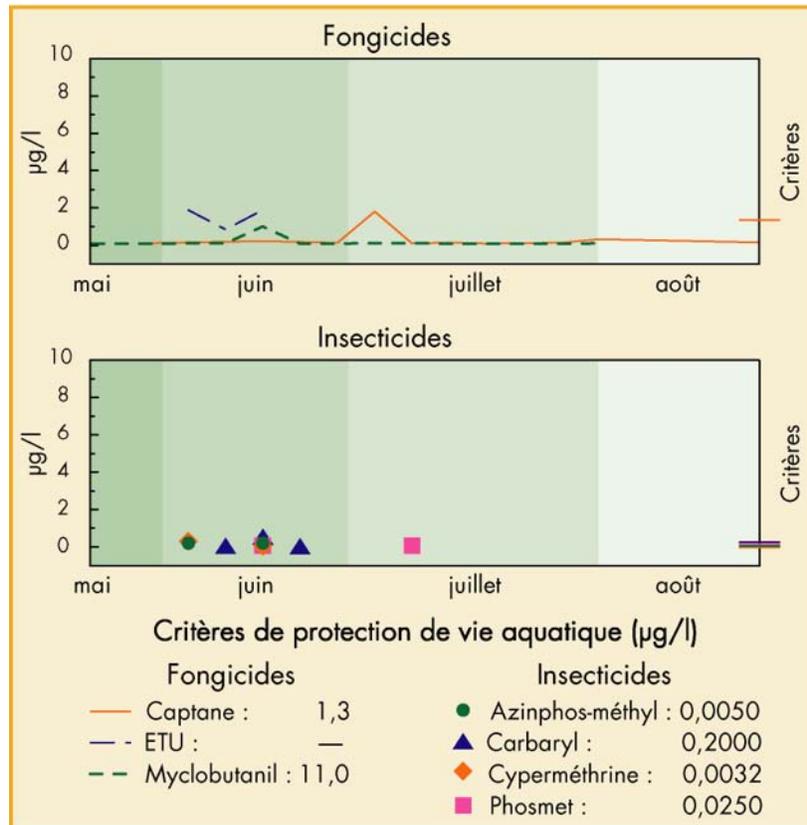
Stations d'échantillonnage dans des zones de vergers au Québec



Les municipalités de Rougemont (ruisseau Déversant du Lac) et de Frelighsburg (ruisseau d'Abbott's Corner) comptent parmi les municipalités où l'on trouve des superficies importantes de vergers.

Les niveaux de contamination de l'eau par les pesticides dans ces ruisseaux pourraient dépendre en grande partie de l'importance des superficies occupées par les vergers dans leur bassin versant. Dans le cas du ruisseau Déversant du Lac, la superficie en vergers représente 54 % de la superficie totale du bassin versant. Ce cours d'eau est celui où sont décelés le plus grand nombre de pesticides et les plus fortes concentrations. En comparaison, très peu de pesticides ont été décelés dans le ruisseau Boffin et aucun dans le ruisseau d'Abbott's Corner. Les superficies en vergers des bassins versants du ruisseau Boffin et du ruisseau d'Abbott's Corner ne représentent, respectivement, que 20 % et 9 % des superficies totales de leur bassin versant. De plus, il est fort probable que, pour le ruisseau d'Abbott's Corner, une bande riveraine formée d'arbres et d'arbustes ait été un facteur additionnel contribuant à protéger le ruisseau de la contamination. Des résultats détaillés pour le [ruisseau Déversant du Lac](#) sont présentés à la page suivante.

Concentrations de quelques pesticides mesurés dans le ruisseau Déversant du Lac à Rougement en 1996 (µg/l)



Ministère de l'Environnement, 2004

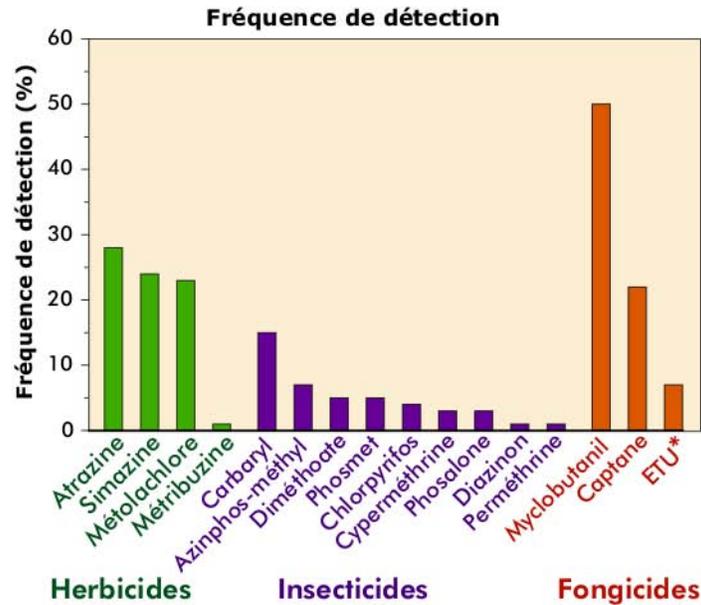
Les valeurs des critères de protection de la vie aquatique associées aux insecticides sont généralement beaucoup plus faibles que celles associées aux autres types de pesticides parce qu'une concentration, même faible, peut affecter certaines espèces aquatiques. Pour cette raison, les concentrations d'insecticide mesurées dans les échantillons sont plus susceptibles de dépasser les critères en question. C'est effectivement le cas des insecticides illustrés dans le graphique ci-dessous.



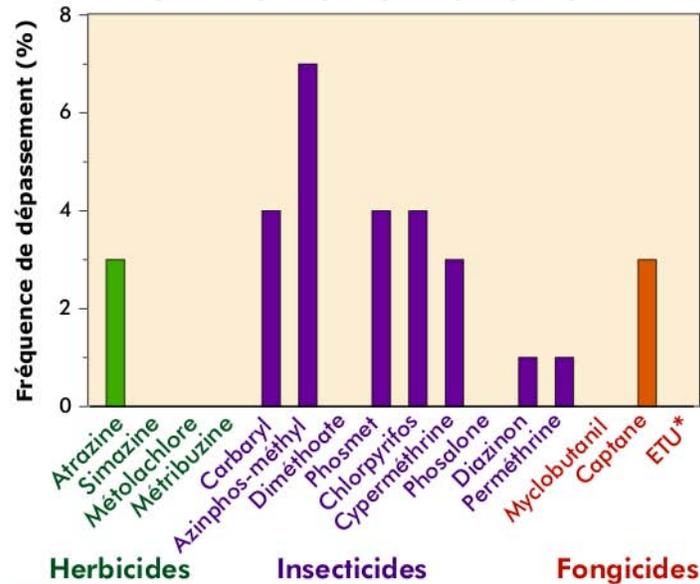
Ministère de l'Environnement

Pour combattre la tavelure et les différents insectes qui s'attaquent aux fruits, les producteurs des vergers commerciaux effectuent chaque année environ 3 traitements d'insecticide, de 0 à 2 traitements d'acaricide, de 7 à 12 traitements de fongicide et 1 ou 2 traitements d'herbicide.

Présence de pesticides dans les ruisseaux
Déversant du Lac et Boffin en 1995 et 1996



**Fréquence de dépassement des critères de qualité de l'eau pour
la protection des espèces aquatiques pour quelques pesticides détectés**



* ETU : produit de dégradation des fongicides de type dithiocarbamate

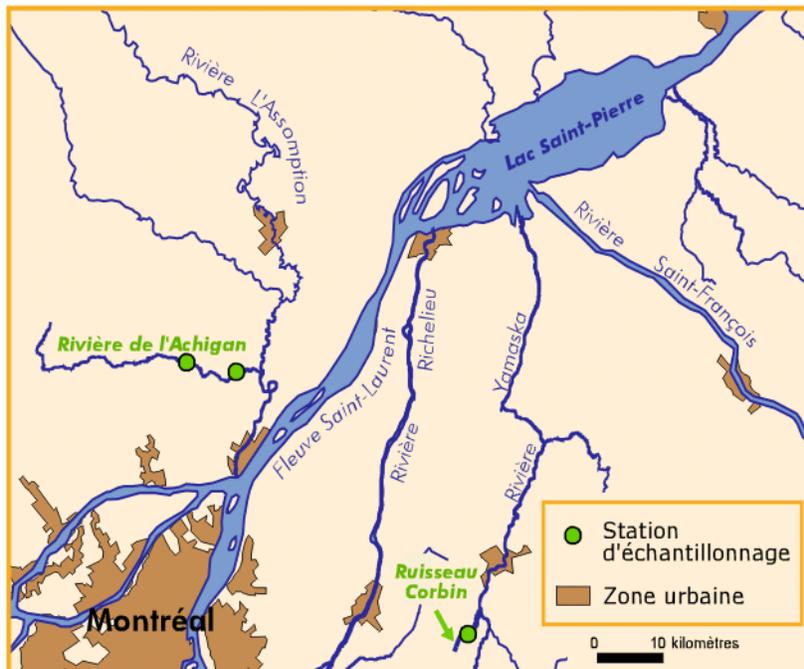
Ministère de l'Environnement, 2004

Les produits les plus fréquemment détectés dans les ruisseaux près des vergers sont des fongicides et des herbicides. Par ailleurs, les insecticides, quoique moins fréquents, présentent des teneurs souvent supérieures aux critères établis pour la protection des espèces aquatiques. Certains des pesticides détectés proviennent d'une utilisation dans d'autres cultures (ex. : atrazine, métolachlore et métribuzine).

Résultats d'échantillonnage des pesticides dans la culture maraîchère

Pour évaluer l'impact de l'utilisation des pesticides sur la qualité de l'eau dans les cultures de légumes, deux secteurs ont été retenus : le ruisseau Corbin, dans le bassin de la rivière Yamaska et la rivière de l'Achigan, dans le bassin de la rivière L'Assomption. La superficie occupée par la culture des légumes dans le bassin versant du ruisseau Corbin représente 18 % du territoire alors que pour la rivière de l'Achigan elle est de 10 %. Il s'agit de proportions importantes compte tenu de la dispersion de ce type de culture sur le territoire.

Stations d'échantillonnage dans des zones de culture maraîchère au Québec



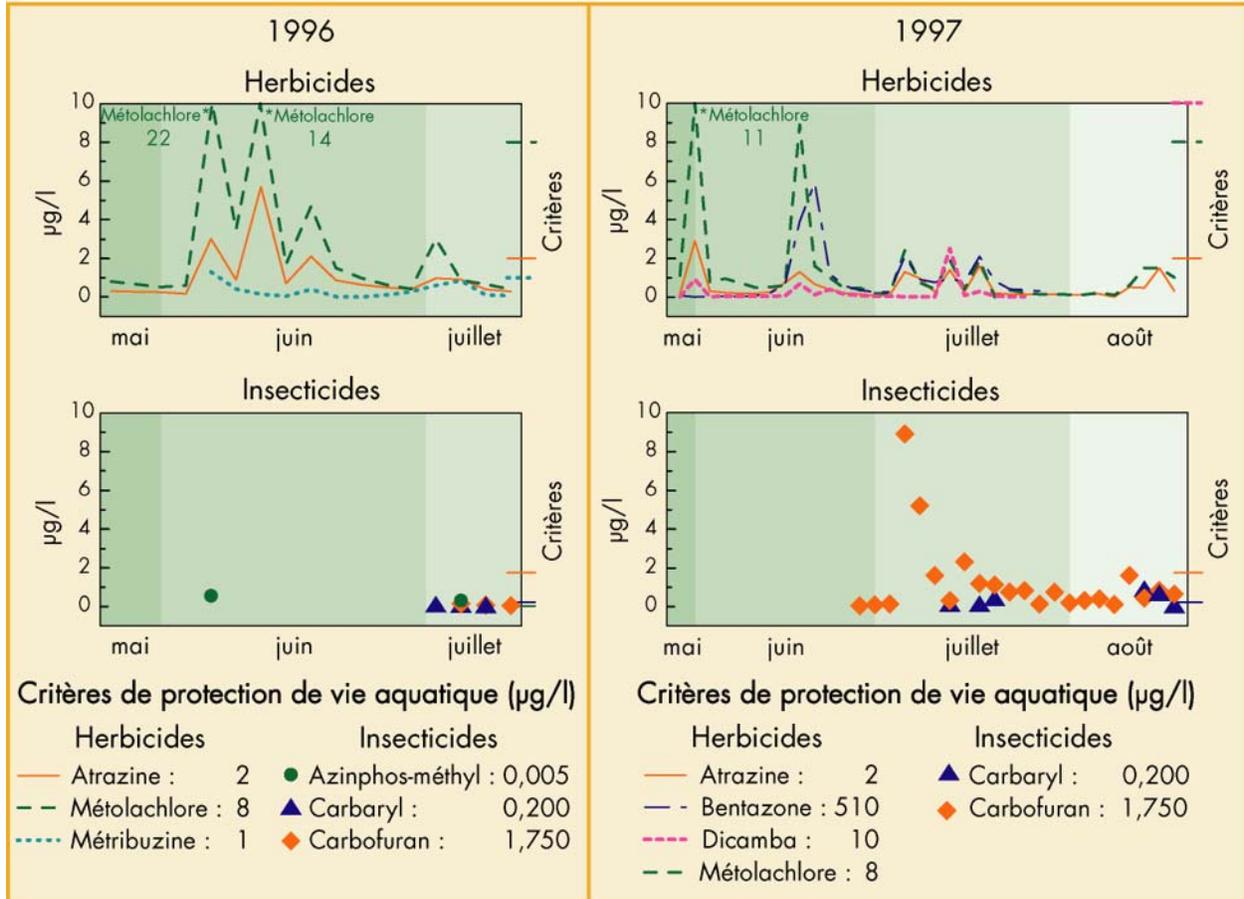
Ministère de l'Environnement, 2004

La culture des légumes, excluant la pomme de terre, est concentrée dans la région de la Montérégie (67 %). La région de Lanaudière, deuxième en ordre d'importance (12 %), arrive loin derrière.

Les cours d'eau des bassins où la culture des légumes est importante contiennent une diversité d'insecticides. La plupart des insecticides présentent une forte toxicité pour les organismes aquatiques. Pour cette raison, les critères de protection de la vie aquatique sont très bas. Cette situation augmente le risque que les concentrations d'insecticide dans l'eau dépassent les critères de protection, et ce, dans des ordres de grandeur importants. Dans les deux cours d'eau échantillonnés, plusieurs pesticides ont été détectés – jusqu'à 25 au cours de l'été 1997 dans le ruisseau Corbin. Pour l'un et l'autre cours d'eau, chaque échantillon pouvait contenir de 5 à 15 pesticides à la fois. Certains des insecticides dépassaient systématiquement les critères de qualité de l'eau établis pour le respect des espèces aquatiques. C'est le cas du diazinon, du chlorpyrifos et de l'azinphos-méthyl. Pour ce dernier, les concentrations mesurées ont atteint de 60 à 100 fois la valeur du critère.

Des résultats plus détaillés suivent pour le [ruisseau Corbin](#) et la [rivière de l'Achigan](#).

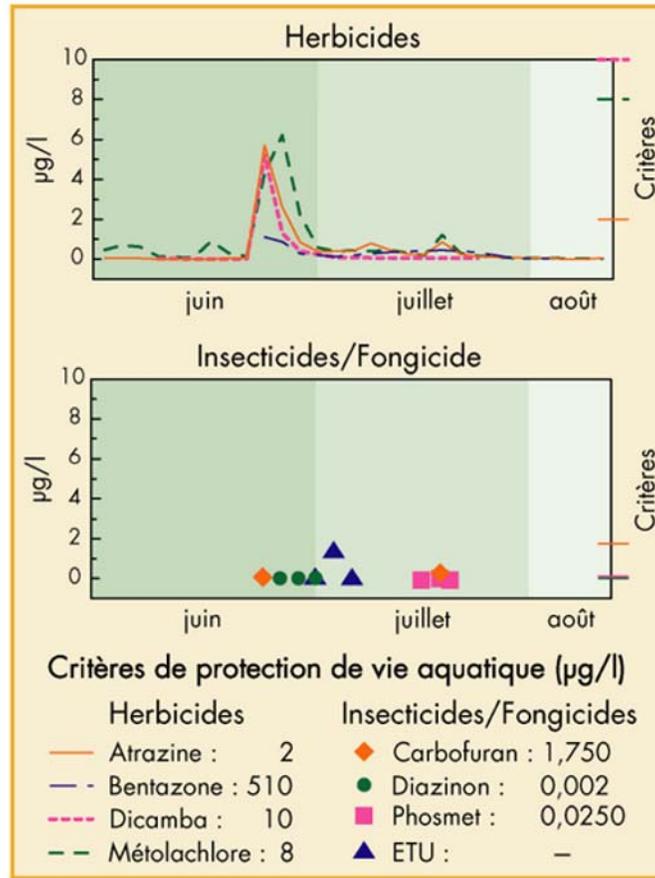
Concentrations de pesticides dans le ruisseau Corbin en 1996 et 1997



Ministère de l'Environnement, 2004

Dans le ruisseau Corbin, les herbicides métochloré et atrazine, largement utilisés pour le maïs, dépassent occasionnellement les critères établis pour la protection des espèces aquatiques, et ce, même si la valeur de leurs critères respectifs est relativement élevée. Des dépassements de critères ont aussi été observés pour l'insecticide azinphos-méthyl en 1996 et les insecticides carbofuran et carbaryl en 1997.

Concentrations d'herbicides, d'insecticides et de fongicides dans la rivière l'Achigan en 1997 (µg/l)



Ministère de l'Environnement, 2004

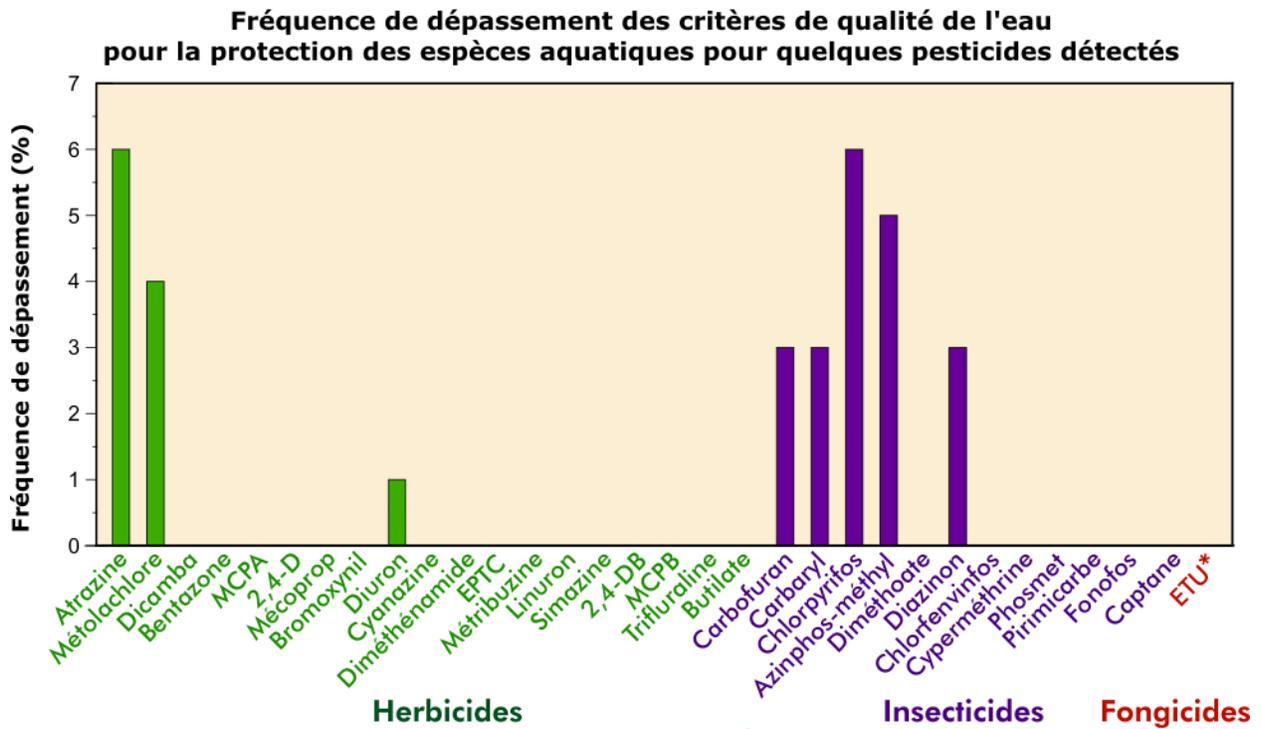
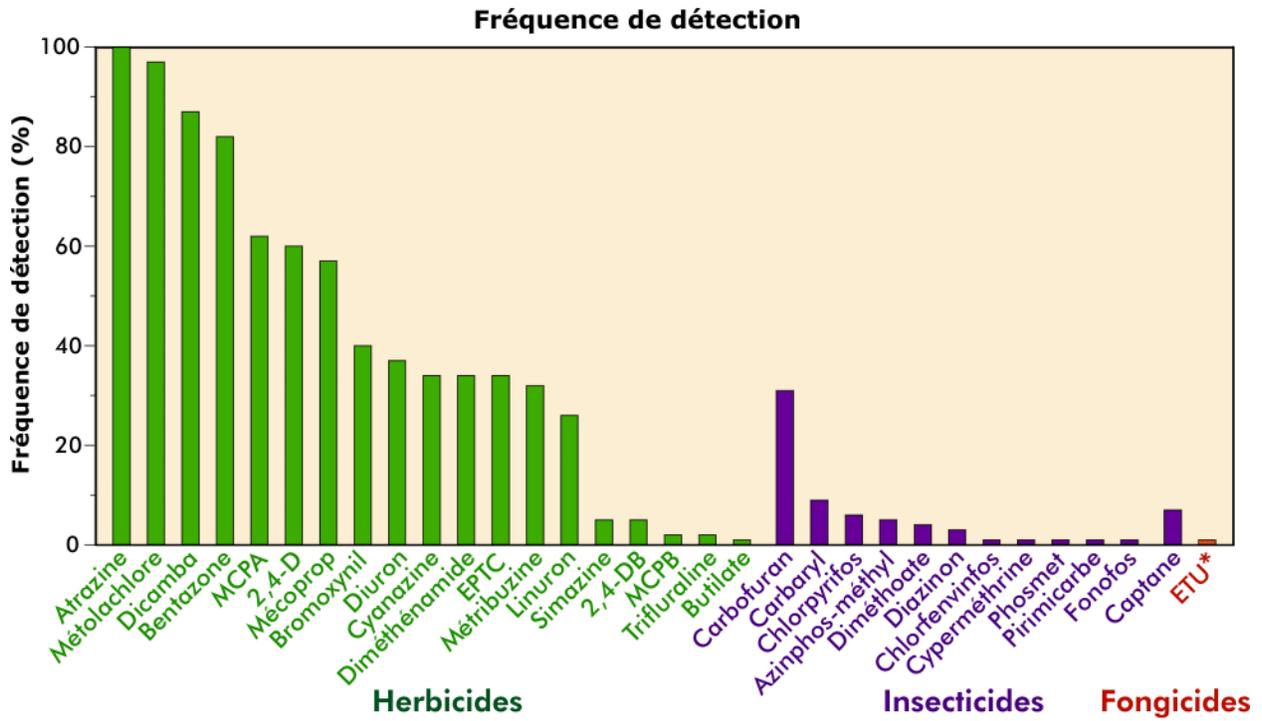
L'atrazine est le seul herbicide qui dépasse à une reprise le critère de protection de la vie aquatique. Quant aux insecticides illustrés dans ce graphique, il s'avère que le diazinon est parfois détecté en concentrations qui dépassent son critère de qualité de l'eau.



Ministère de l'Environnement

Les principales cultures pratiquées dans le bassin du ruisseau Corbin sont le maïs-grain, le maïs sucré, le soya et les légumes (pois, piments, haricots, tomates, oignons, aubergines, pommes de terre et autres). Les pesticides recommandés dans ces différentes cultures sont variés et le nombre de pesticides détectés dans l'eau est important.

Présence de pesticides dans le ruisseau Corbin
et la rivière de l'Achigan en 1996 et 1997



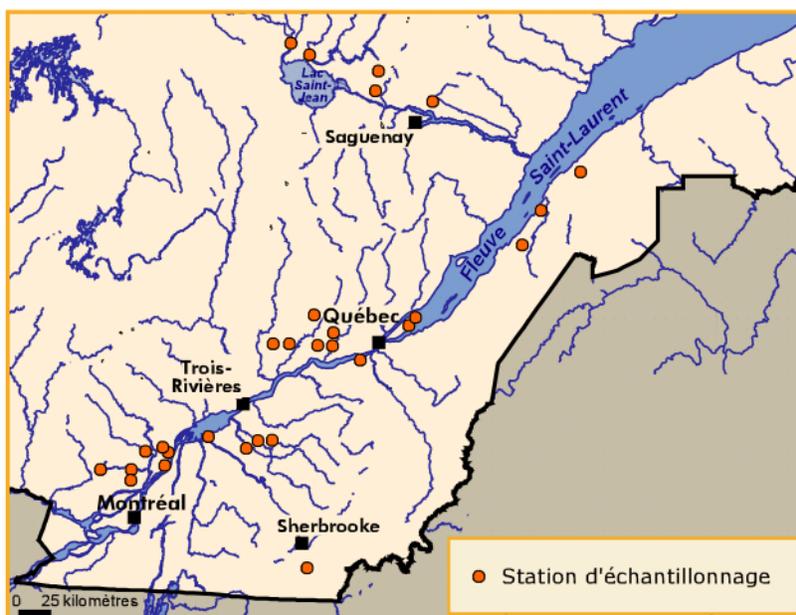
ETU* : produit de dégradation des fongicides de type dithiocarbamate

Comme le bassin de la rivière l'Achigan et celui du ruisseau Corbin présentent aussi des superficies en maïs, des herbicides liés à cette culture, comme l'atrazine, le métolachlore, le dicamba et le bentazone, y sont fréquemment détectés. Toutefois, contrairement aux rivières des bassins agricoles à seule dominance de maïs où on trouve fréquemment des herbicides, des insecticides sont régulièrement détectés en zone maraîchère. Leurs concentrations dépassent parfois les critères établis pour la protection des espèces aquatiques.

Résultats d'échantillonnage des pesticides dans la culture de la pomme de terre

L'échantillonnage de l'eau souterraine dans les zones de culture de la pomme de terre en 1999, 2000 et 2001 a montré que des pesticides sont détectés dans 49 % des puits individuels échantillonnés près des cultures de pommes de terre. Cette proportion est similaire à ce qui a été observé dans les années 1980 et 1990.

Stations d'échantillonnage dans des zones de culture de la pomme de terre au Québec



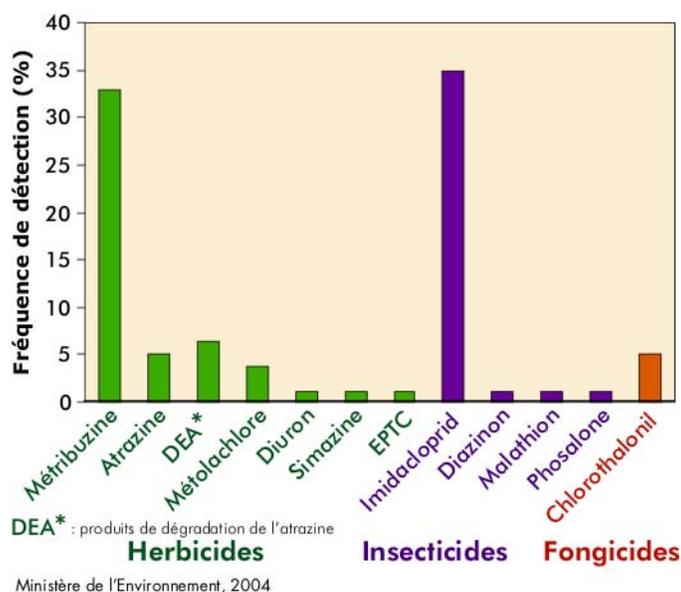
L'infiltration rapide des eaux de pluie dans les sols sableux, dans lesquels la pomme de terre est habituellement cultivée, rend la nappe d'eau souterraine vulnérable à la présence de pesticides.

Des pesticides se trouvent dans l'eau souterraine de toutes les régions où est cultivée la pomme de terre. Les régions les plus touchées sont celles de Portneuf et de Lanaudière. Les concentrations mesurées sont généralement faibles et respectent les normes ou valeurs de référence recommandées pour l'eau potable, dans le cas des pesticides pour lesquels une valeur de référence existe. Plusieurs puits montrent la présence simultanée de 2 à 4 pesticides souvent conjuguée à de fortes concentrations de nitrates. Les effets cumulatifs à long terme de ces mélanges complexes sur la santé sont encore inconnus.

Nombre de puits dans lesquels des pesticides ont été détectés, par région

Région	Puits échantillonnés	Puits avec pesticides
Québec	23	17
Lanaudière	25	15
Estrie	3	0
Centre-du-Québec	9	1
Saguenay–Lac-Saint-Jean	12	5
Bas-Saint-Laurent	7	1

Pesticides dans des puits près de champs de
pommes de terre pour quelques pesticides détectés
1999-2001

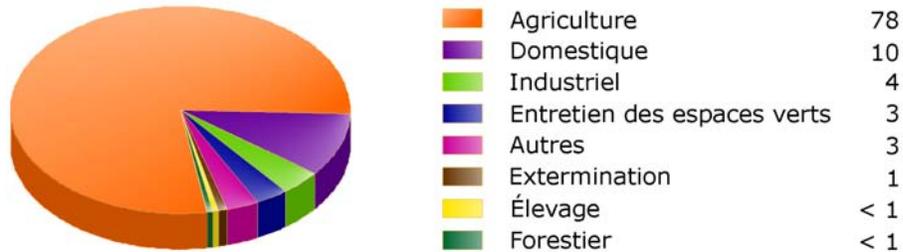


L'insecticide imidaclopride est le plus utilisé actuellement par les producteurs de pommes de terre pour la lutte contre le doryphore. Ce produit a remplacé l'aldicarbe, retiré du marché en 1990. L'imidaclopride est maintenant le pesticide le plus fréquemment détecté dans les puits près des champs en culture de pommes de terre, tout comme l'aldicarbe l'était autrefois, à 35 % dans des puits échantillonnés. Il n'existe pas encore de norme d'eau potable canadienne pour l'imidaclopride, mais les concentrations mesurées sont relativement faibles. L'herbicide métribuzine est présent dans 33 % des puits en concentration qui respecte les normes d'eau potable. Certains produits détectés proviennent d'autres cultures.

CAUSES DE LA PRÉSENCE DES PESTICIDES DANS L'EAU

Ventes de pesticides

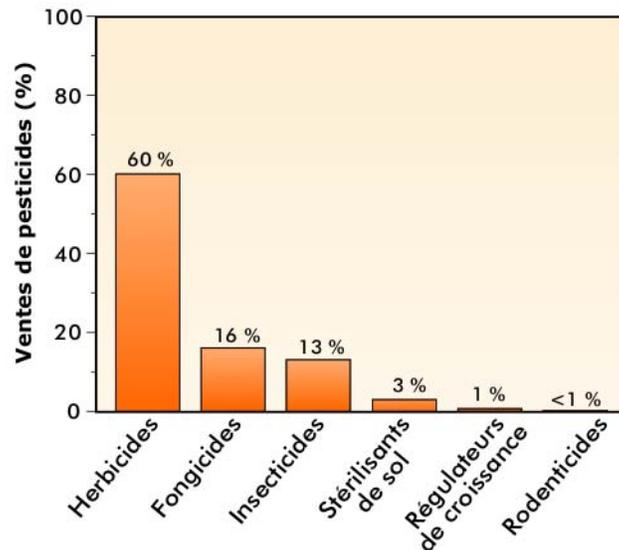
Répartition des ventes de pesticides par secteurs d'utilisation en 2000 (%)



Ministère de l'Environnement, 2004

Au Québec, le plus récent bilan des ventes, réalisé pour l'année 2000 par le ministère de l'Environnement, indique que la majorité (77,9 %) des pesticides commercialisés sont des produits destinés à l'agriculture. Les autres secteurs d'utilisation (domestique, entretien des espaces verts, industriel, extermination, etc.) en emploient des quantités beaucoup plus faibles.

Répartition des ventes de pesticides agricoles par type d'utilisation en 2000



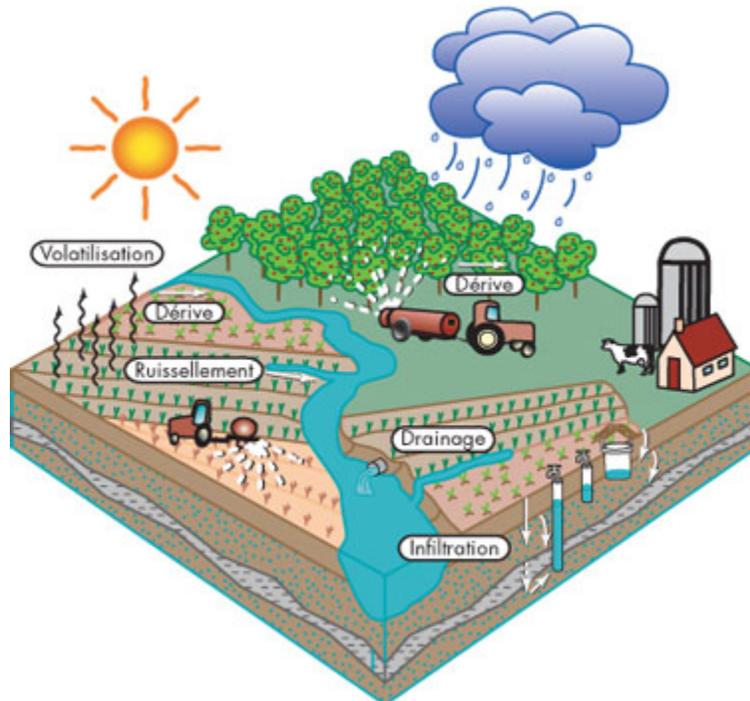
Ministère de l'Environnement, 2004

Les pesticides les plus vendus en agriculture sont les herbicides; ces derniers représentent plus de la moitié des ventes totales.

Mécanismes de transport des pesticides dans l'environnement

L'air et l'eau constituent des véhicules par lesquels les pesticides appliqués aux champs sont transportés vers d'autres cibles que celles initialement visées, c'est-à-dire les plantes ou les insectes à enrayer.

Mécanismes de transport des pesticides dans l'environnement



Ministère de l'Environnement, 2004

Ruissellement

Le ruissellement de surface des eaux de pluie survient lorsqu'une pluie est suffisamment forte ou d'une durée suffisamment longue pour que la couche superficielle du sol soit complètement imbibée. La pluie supplémentaire ne peut pénétrer dans le sol; elle s'écoule alors en surface en formant des rigoles ou en empruntant les voies de drainage des terres (fossés et drains souterrains) pour rejoindre les cours d'eau. L'entraînement des pesticides par ruissellement de l'eau est influencé par la pente du terrain, la nature du couvert végétal et son importance, le type de sol, les techniques culturales, l'intensité de la pluie, les caractéristiques physico-chimiques de chaque pesticide et le délai entre l'application du pesticide et la pluie qui suit cette application.

Infiltration

L'eau qui s'infiltré dans le sol peut entraîner les pesticides qui y sont dissous. Dans les couches superficielles, là où l'activité des micro-organismes du sol est importante, les pesticides peuvent subir une certaine dégradation. Des processus chimiques et physiques peuvent également transformer ou diluer les pesticides présents. Généralement, ces

différents processus rendent les pesticides moins toxiques. La rapidité d'infiltration de l'eau dépend de la porosité du sol. Un sol poreux est un sol fait de matériaux grossiers comme du sable et du gravier. Dans ce type de sol, l'eau s'infiltré rapidement et peut rejoindre la nappe d'eau souterraine. Cette dernière est donc vulnérable à la contamination. À l'inverse, un sol à texture fine, comme l'argile, est moins perméable à la contamination, car l'eau s'y infiltre plus lentement.

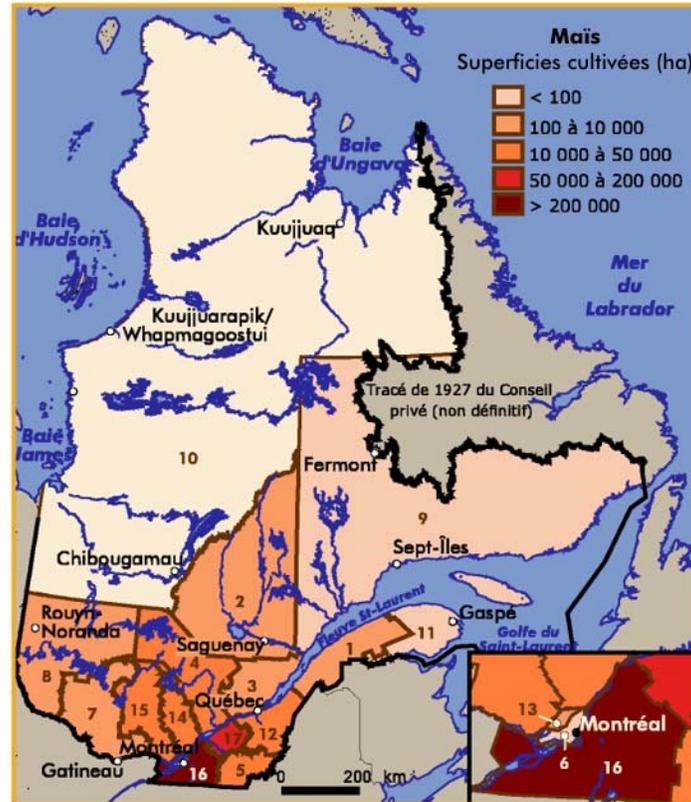
- Drainage souterrain** En milieu agricole, notamment dans les sols argileux ou à texture fine, les surplus d'eau sont évacués vers les cours d'eau par le drainage souterrain. Les pesticides qui se sont infiltrés dans le sol avec les eaux de pluie peuvent donc rejoindre le réseau de drainage souterrain et être déversés vers les cours d'eau.
- Dérive aérienne** Une dérive aérienne entraîne la dispersion par le vent de gouttelettes ou de vapeurs de pesticides en dehors de la zone visée. Elle peut constituer une source importante de contamination pour les secteurs voisins des zones traitées. Les principaux facteurs qui influencent la dérive sont la grosseur des gouttelettes du pesticide pulvérisé, la vitesse du vent et la hauteur de pulvérisation. Les grosses gouttelettes se déposent rapidement dans la zone traitée, mais les fines gouttelettes peuvent rester en suspension dans l'air plus longtemps et être transportées par le vent sur de longues distances.
- Volatilisation** Certains pesticides ont tendance à se volatiliser, c'est-à-dire à dégager une vapeur durant et après la pulvérisation. Ces vapeurs s'élèvent au-dessus de la zone traitée pour être ensuite transportées par les courants d'air sur des distances plus ou moins grandes. Le processus de volatilisation est accentué par la chaleur.

Caractéristiques des cultures ciblées

Culture du maïs et du soya

La production de maïs est en augmentation au Québec depuis les années 1970. En 2001, selon les données de Statistique Canada, les superficies totales atteignaient 498 923 hectares, soit 27 % des superficies cultivées, alors qu'elles ne représentaient que 7 % en 1971. Le maïs-grain, qui sert à l'alimentation animale, est largement prédominant. Le maïs fourrager et le maïs sucré occupent des superficies plus petites. De toutes les régions du Canada, c'est au Québec que le maïs-grain a connu l'accroissement le plus marqué des dernières années. Le prix élevé du marché, la demande accrue pour ce produit en raison de son rendement énergétique alimentaire important pour l'alimentation animale (vaches laitières, bovins de boucherie et porcs) et l'augmentation de la production porcine sont des éléments qui peuvent expliquer l'accroissement des superficies. Le soya, souvent pratiqué en association avec le maïs, est aussi en croissance au Québec. Les superficies enregistrées en 2001 étaient de 148 000 hectares. En raison des superficies importantes qu'elles couvrent, ces deux cultures, en particulier le maïs, utilisent la proportion la plus importante des herbicides commercialisés au Québec.

Culture du maïs au Québec par région administrative



Données : Statistique Canada, 2001
Ministère de l'Environnement, 2004

L'utilisation d'herbicide pour les superficies importantes que constituent les cultures de maïs et de soya se traduit par une quantité totale d'herbicide qui dépasse toutes les autres cultures. Les herbicides sont appliqués en début de saison, soit avant ou peu après l'émergence du plant de maïs, pour combattre les mauvaises herbes qui font compétition aux jeunes plants. Durant cette période, les champs sont encore relativement dénudés. Lors des épisodes de pluie, la végétation n'est pas suffisante pour limiter le ruissellement de surface, de sorte que les herbicides peuvent être facilement entraînés vers les cours d'eau voisins.

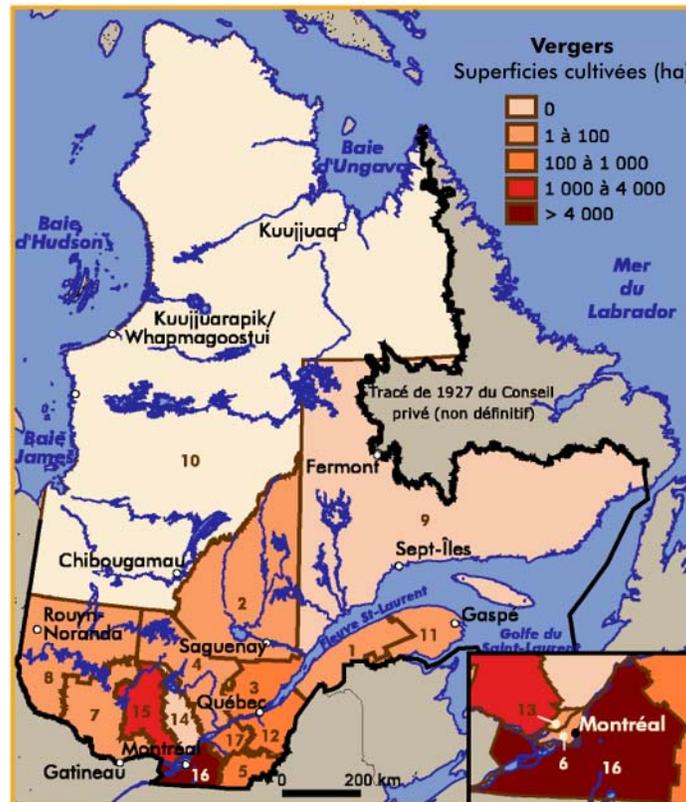
Les cultures en rangs espacés comme le maïs, le soya et les légumes couvrent moins bien le sol que les cultures fourragères ou céréalières. Le sol ainsi exposé est plus sensible à l'érosion. Les processus de ruissellement et d'infiltration de l'eau peuvent y être très importants. Pour ces raisons, des pics de concentrations de pesticides dans les cours d'eau sont généralement observés peu après des épisodes de pluie.

Vergers

Au Québec, en 2001, les vergers couvraient près de 7 000 hectares (Statistique Canada, 2001), ce qui constitue une légère diminution depuis 1971. Les vergers sont concentrés pour la plupart dans le sud-ouest du Québec. Quoique les vergers ne représentent qu'environ 1 % des superficies

cultivées, la quantité de pesticides employés par les producteurs commerciaux y est très importante. Elle correspond en fait à 17 % de tous les pesticides employés en agriculture.

Culture de la pomme au Québec



La tavelure du pommier, les insectes et les acariens peuvent affecter la production de pommes. Les fongicides, les insecticides et les acaricides utilisés sont nombreux et variés. Ils sont appliqués régulièrement chaque année. Les fongicides sont employés notamment contre le champignon responsable de la tavelure. Les insecticides et les acaricides, quant à eux, sont utilisés pour combattre les insectes et les acariens nuisibles de la pomme, tels que la mouche de la pomme, le charançon de la prune, le tétranyque rouge et la punaise terne. Les régulateurs de croissance, les herbicides et les rodenticides sont aussi parfois utilisés.

Une autre caractéristique de l'utilisation des pesticides dans la production de la pomme est l'intensité d'application. En effet, le nombre d'applications par année est important, soit de 11 à 19 traitements en moyenne, c'est-à-dire environ 3 traitements d'insecticide, de 0 à 2 traitements d'acaricide, de 7 à 12 traitements de fongicide et 1 ou 2 traitements d'herbicide.

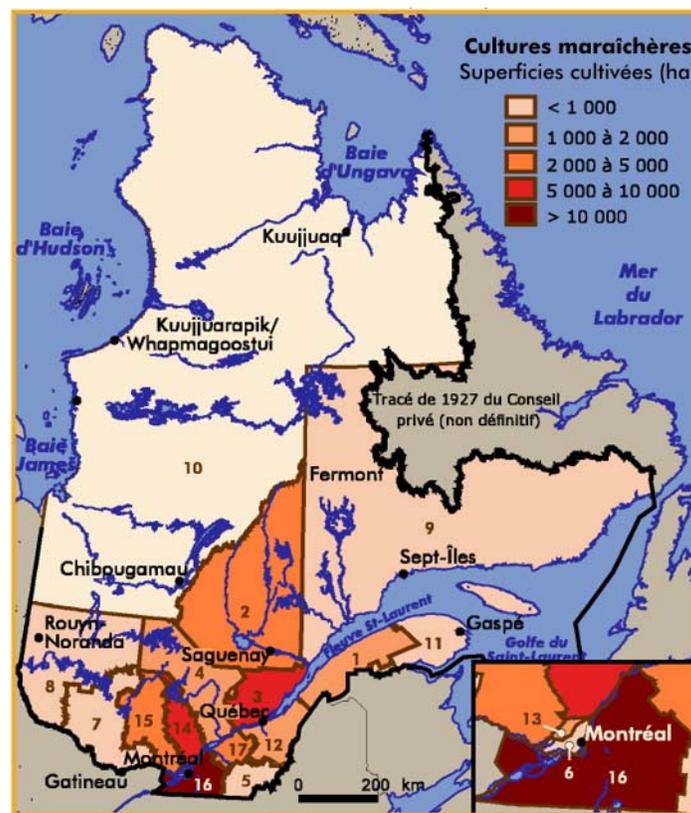
Plusieurs processus peuvent expliquer la présence de pesticides dans l'eau des ruisseaux : d'abord, la dérive des pesticides dans l'air lors de leur application ou peu après l'application, en raison du type d'équipement d'application utilisé; ensuite, le transport des pesticides par les eaux

de ruissellement ou de drainage souterrain lors des épisodes de pluie; et, finalement, l'utilisation des ruisseaux comme source d'alimentation en eau pour la préparation des mélanges de pesticides, etc.

Culture maraîchère

Au Québec, en 2001, les cultures maraîchères occupaient une superficie totale d'environ 32 000 hectares. Ces superficies sont demeurées relativement les mêmes depuis 1971. Cette donnée exclut toutefois le maïs et la pomme de terre. Les cultures maraîchères pratiquées sur plus de 1 000 hectares sont, par ordre d'importance, le haricot, le pois, la carotte, la laitue, le chou, l'oignon et le brocoli. Plus d'une dizaine d'autres types de légumes sont cultivés sur des superficies inférieures à 1 000 hectares (Statistique Canada, 2001).

Cultures maraîchères au Québec par région administrative



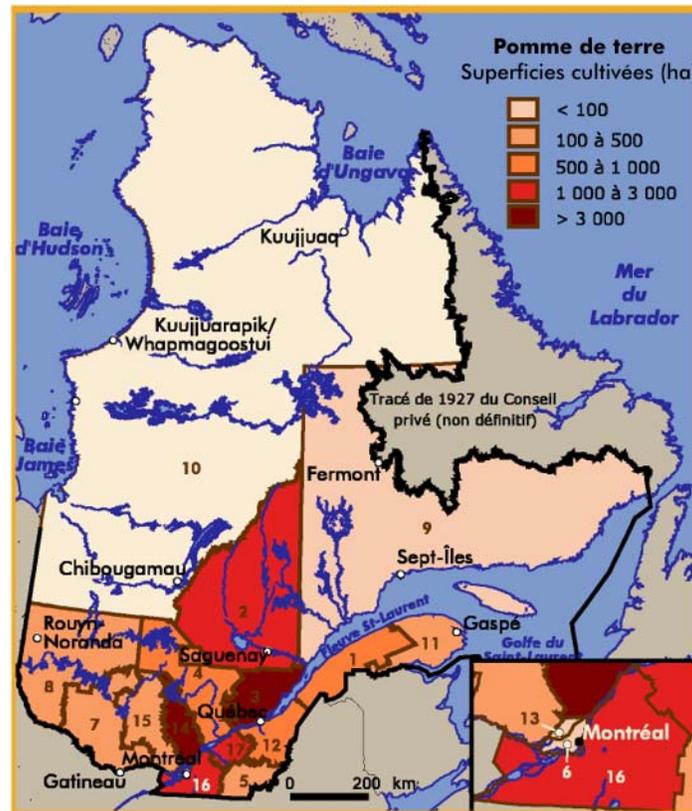
Ministère de l'Environnement, 2004

La culture maraîchère est très diversifiée. Pour cette raison, les pesticides utilisés sont aussi très variés et comprennent des herbicides, des insecticides et des fongicides. Tout comme les vergers, la culture maraîchère utilise des quantités importantes de pesticides.

Les légumes sont cultivés en rangées espacées. Comme le maïs et le soya, ils sont sujets au ruissellement et à l'infiltration des eaux ainsi qu'à l'érosion des sols.

Culture de la pomme de terre

Culture de la pomme de terre au Québec



L'importance des superficies en culture de la pomme de terre a peu changé depuis 1971. Au Québec, en 2001, la culture de la pomme de terre représentait environ 19 700 hectares (Statistique Canada, 2001). Les principales régions productrices sont celles de Lanaudière, de Québec, du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Montérégie et du Centre-du-Québec.

Sauf pour la région de la Montérégie où les sols sont plus argileux, la pomme de terre est habituellement cultivée sur des sols sableux. Dans ce type de sol, l'infiltration rapide des eaux de pluie est le processus dominant, ce qui rend la nappe d'eau souterraine particulièrement vulnérable à la présence de pesticides.

L'imidaclopride, un insecticide utilisé pour enrayer le doryphore de la pomme de terre, est le pesticide le plus utilisé dans cette culture en 2004. Des fongicides sont également employés pour lutter contre le mildiou notamment, ainsi que des herbicides pour combattre les plantes envahissantes.

Le maïs et le soya transgéniques

« Les OGM, ou organismes génétiquement modifiés, sont des plantes, des animaux ou des microorganismes (sic) dont le patrimoine génétique a été altéré à l'aide de la biotechnologie afin de leur conférer des caractéristiques qu'ils ne présentent pas à l'état naturel. Les méthodes utilisées [...] permettent de transférer les caractéristiques souhaitées entre des espèces qui, normalement, ne peuvent pas se reproduire entre elles (transgénèse). [...]

Jusqu'ici, la transgénèse a servi à transmettre trois types de caractéristiques aux plantes génétiquement modifiées [...] [:] la résistance aux insectes [...], la tolérance aux herbicides [...] et la résistance à certains pathogènes (sic) [...]. Quatre plantes seulement correspondent à 99 % de toutes les cultures transgéniques dans le monde : le soya (58 % du total), le maïs (23 %), le coton (12 %) et le colza (6 %). [...]

Ces modifications génétiques demeurent de portée essentiellement agronomique. Elles visent surtout à améliorer les rendements des producteurs agricoles et non à changer les caractéristiques du produit offert au consommateur. [...] »¹

La résistance aux insectes

Le procédé confère à des variétés de maïs des propriétés de résistance à la pyrale, un insecte ravageur de cette plante, par l'introduction d'un gène provenant d'une bactérie déjà présente dans la nature, le *Bacillus thuringiensis* (Bt). Le même procédé est utilisé pour certaines variétés de pommes de terre (Bt) afin de combattre le doryphore. Le plant ainsi modifié produit alors son propre insecticide.

Certains producteurs agricoles utilisaient déjà le Bt comme insecticide biologique en application sur le feuillage des cultures à protéger. Toutefois, dans les variétés transgéniques, la toxine du Bt peut être présente dans différentes parties de la plante, pendant toute sa durée de vie. Les insectes, qui sont donc exposés à la toxine sur une plus longue période, pourraient développer une résistance à cet insecticide, rendant alors inefficace l'un des rares insecticides biologiques disponibles en agriculture.

La tolérance à des herbicides

Le procédé confère à des variétés de maïs et de soya des propriétés de tolérance à certains herbicides, comme le glyphosate (Roundup), efficaces contre un grand nombre de plantes envahissantes. En d'autres mots, le gène introduit dans la plante lui permet de survivre à l'application de produits visant à tuer toutes les plantes sauf elle-même. Cette approche facilite le désherbage et peut diminuer le recours à des mélanges d'ingrédients actifs. Elle peut aussi contribuer à détourner les producteurs agricoles des méthodes non chimiques de lutte contre les mauvaises herbes.

¹ Conseil de la science et de la technologie, 2002, *OGM et alimentation humaine : impacts et enjeux pour le Québec*, Sainte-Foy, ISBN : 2-550-38817-8. Disponible dans le site du Conseil à l'adresse <http://www.cst.gouv.qc.ca>.

CONSÉQUENCES POUR L'ENVIRONNEMENT

Effets des pesticides sur la santé

La toxicité d'un pesticide est son potentiel à produire des effets nocifs sur la santé, à court ou à long terme. Si tous les pesticides peuvent, à la limite, présenter un risque pour la santé, il va de soi que le niveau de risque dépend grandement du degré de toxicité propre à chaque produit ainsi que de la fréquence et des conditions d'exposition. La toxicité des pesticides varie donc d'un produit à l'autre.

L'intoxication aiguë se manifeste à la suite d'une exposition unique ou de courte durée. Les symptômes apparaissent normalement dans un délai de quelques minutes à plusieurs heures après l'exposition. Le délai d'apparition varie en fonction de la toxicité du produit, de la dose reçue, de la voie d'absorption (orale, cutanée ou respiratoire) et de la sensibilité de la personne. En général, les insecticides présentent une plus forte toxicité aiguë pour l'être humain que les herbicides ou les fongicides. Les signes ou symptômes le plus souvent rapportés lors d'une intoxication aiguë aux pesticides sont des maux de tête, des nausées, des vomissements, des étourdissements, une fatigue anormale, une perte d'appétit et des irritations cutanées, oculaires ou respiratoires. Les intoxications aiguës résultent souvent d'une exposition accidentelle à la suite du non-respect des recommandations en matière d'utilisation ou d'entreposage des pesticides.

Outre les effets à court terme qui peuvent se produire lors d'une exposition à des doses de pesticides relativement élevées, des effets à long terme peuvent aussi être appréhendés. L'intoxication chronique survient normalement à la suite de l'absorption répétée de faibles doses de pesticides pendant plusieurs jours, plusieurs mois ou plusieurs années. Les signes d'une intoxication chronique sont souvent difficiles à reconnaître et leur délai d'apparition peut être relativement long. Parfois, ils peuvent même survenir alors que la personne n'est plus exposée aux pesticides depuis de nombreuses années. Par ailleurs, en raison de cette période de latence caractéristique, il est souvent difficile de faire le lien entre l'exposition chronique aux pesticides et les symptômes observés. Même si les signes ou symptômes d'une intoxication chronique peuvent parfois s'apparenter à ceux d'une intoxication aiguë, certaines études indiquent un lien potentiel entre l'exposition aux pesticides et certains effets néfastes tels que le cancer, les effets sur la reproduction, des perturbations du système endocrinien et du système immunitaire ainsi que des effets neurologiques.

Cancers

Plusieurs études expérimentales ou épidémiologiques laissent supposer un risque plus important d'être atteint par certaines formes de cancer à la suite de l'exposition chronique à certains pesticides couramment utilisés. Les organismes internationaux responsables de l'évaluation du potentiel cancérigène, tels le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) et l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (U.S. EPA), ont classé de nombreux pesticides comme probablement cancérigènes pour l'humain. Les types de cancers les plus souvent cités sont le cancer du cerveau, les sarcomes des tissus mous, les lymphomes non hodgkiniens, la maladie de Hodgkin et la leucémie.

Effets sur la reproduction	Des études menées sur des animaux de laboratoire indiquent que certains pesticides pourraient être responsables d'effets sur la reproduction et sur le développement du fœtus. Certains effets liés à la reproduction, dont l'avortement spontané, la prématurité, une diminution de la fertilité, une diminution de la production et de la mobilité des spermatozoïdes, sont parfois soupçonnés.
Perturbations du système endocrinien	Plusieurs pesticides sont soupçonnés de provoquer des effets perturbateurs endocriniens, c'est-à-dire causer un déséquilibre du système hormonal. L'Agence américaine de protection de l'environnement, la U.S. EPA, procède à des examens pour tenter de déterminer quels produits présentent des effets de ce genre. Par ailleurs, à partir d'effets observés chez les animaux, des chercheurs croient que certains pesticides seraient associés, chez l'être humain, au cancer du sein, de la prostate et des testicules, à l'endométriose, à des malformations des organes sexuels, à une réduction de la fertilité mâle, à la diminution de la réponse immunitaire et à des problèmes liés au comportement.
Effets sur le système immunitaire	Même si les études concernant les effets des pesticides sur les systèmes immunitaires sont encore limitées, certaines soulèvent la probabilité d'un lien entre l'exposition à ces produits et l'augmentation des risques d'être atteint de maladies infectieuses. Des effets comme la chute de production d'anticorps et des réactions d'hypersensibilité retardée pourraient aussi être associés à l'exposition à certains pesticides. Plusieurs pesticides communément utilisés pourraient supprimer la réponse normale du système immunitaire humain à l'invasion de virus, de bactéries, de parasites et de tumeurs.
Effets neurologiques	Certains pesticides, dont principalement quelques insecticides, pourraient aussi être responsables d'effets neurologiques, tant lors d'exposition aiguë que chronique. Ces effets peuvent parfois persister pendant plusieurs années et souvent sans que le lien ne soit fait avec l'exposition à ces produits. Des effets tels des difficultés comportementales, psychologiques, motrices, sensorielles et cognitives ont été rapportés dans la littérature scientifique. Par exemple, de la nervosité, des dépressions, des difficultés d'élocution et de concentration, des pertes de réflexes et des tremblements ont parfois été associés à l'exposition à des insecticides organophosphorés. Par ailleurs, de plus en plus d'études proposent un lien significatif entre la maladie de Parkinson et l'exposition chronique aux pesticides. Certaines données laissent aussi supposer que l'exposition à des insecticides pourrait interrompre le processus de développement neurologique normal lors de la période critique de développement du cerveau.

Les personnes les plus exposées aux pesticides utilisés en agriculture sont probablement les agriculteurs qui font les applications et les travailleurs agricoles qui effectuent des tâches sur des sites préalablement traités avec des pesticides. Ceux-ci peuvent être exposés aux pesticides par contact cutané avec les résidus présents sur les surfaces traitées, et ce, plusieurs jours après l'application. Cependant, les familles des agriculteurs et les gens du voisinage peuvent aussi être exposés. Les enfants sont généralement plus vulnérables aux effets des pesticides. En comparaison des adultes, les enfants font l'objet d'une exposition accrue aux pesticides en raison des caractéristiques propres à leur développement et à leur physiologie. Par unité de poids, l'enfant mange plus, boit plus et respire plus que l'adulte. Une étude exploratoire effectuée par la Direction de santé publique de la Montérégie en 1997 a montré qu'aucune des personnes testées vivant aux environs de vergers n'avait accumulé une charge corporelle de pesticides suffisante pour induire un effet dommageable sur leur santé.



Ministère de l'Environnement

Le phénomène d'étalement urbain a entraîné la construction de résidences de plus en plus près des zones agricoles, ce qui, dans certaines circonstances, favorise l'exposition d'un plus grand nombre de personnes aux pesticides. En Montérégie, où l'on trouve près de 70 % de la superficie totale des pommeraies du Québec, on estime à plus de 800 le nombre de résidences situées à moins de 30 mètres de vergers commerciaux périurbains. L'application fréquente de pesticides dans les vergers suscite des craintes chez les citoyens qui vivent près des vergers.



Ministère de l'Environnement

Dans le sud du Québec, quelque 27 prises d'eau potable municipales s'alimentant en rivière et desservant environ 75 municipalités sont susceptibles d'être exposées à la présence de faibles concentrations de plusieurs pesticides.

Conséquences des pesticides sur les espèces vivantes

Les pesticides sont des produits destinés à enrayer certaines espèces de plantes, d'insectes ou autres organismes jugés nuisibles. Même si certains pesticides sont plus spécifiques que d'autres, leur action peut aussi s'exercer sur des espèces non visées qui fréquentent les zones traitées ou qui vivent près de celles-ci, comme les insectes, les oiseaux, les amphibiens, les poissons et autres espèces aquatiques.

Insectes utiles Les pesticides, en particulier les insecticides, peuvent avoir des répercussions majeures sur les insectes utiles, notamment sur les pollinisateurs et les insectes prédateurs qui se nourrissent d'autres insectes. Les insectes pollinisateurs, comme les abeilles, qui contribuent à la reproduction de plusieurs espèces végétales, peuvent s'intoxiquer lors de la pulvérisation ou en butinant des fleurs de plantes qui ont été arrosées avec des pesticides. L'élimination des insectes entomophages par les pesticides a pour conséquence d'éliminer les agents de lutte naturelle contre certaines populations d'insectes.

Oiseaux Au Canada, une trentaine de pesticides homologués peuvent affecter les oiseaux. La plupart de ces produits sont des insecticides organophosphorés et carbamates. Les oiseaux peuvent absorber les pesticides par leurs pattes ou par leur peau, les inhaler ou les ingérer en se lissant les plumes après s'être frotté contre le sol ou le feuillage contaminé. Les pesticides granulaires sont particulièrement dangereux pour les oiseaux, qui peuvent confondre les granules avec des graines ou du gravier dont ils se servent pour broyer leur nourriture. De nombreuses mortalités d'oiseaux ont été observées au Canada par suite de l'utilisation d'insecticide granulaire dans les champs de maïs. Les oiseaux qui fréquentent les champs agricoles ou les vergers traités pour se nourrir d'insectes contaminés (sauterelles, hannetons et vers gris) sont également exposés aux pesticides.

Pour plus d'information, vous pouvez consulter le site Internet : http://www.ec.gc.ca/science/sandejuly02/article1_f.html.

Amphibiens Des études américaines et québécoises récentes montrent que l'herbicide atrazine, utilisé dans la culture de maïs peut induire des cas d'hermaphrodisme (grenouille qui a les deux sexes), des effets de démasculinisation et une diminution du développement des gonades chez les grenouilles mâles, ce qui pourrait avoir des conséquences sur la reproduction des amphibiens. Cet herbicide tend aussi à diminuer la réponse immunitaire, ce qui rend les grenouilles plus susceptibles aux infections par les parasites, souvent identifiés comme la cause des malformations observées chez les populations de grenouilles des régions agricoles. Des chercheurs d'Environnement Canada mènent actuellement une étude afin de vérifier l'hypothèse d'un lien potentiel entre la présence de pesticides et les taux parfois élevés de malformations chez les populations de grenouilles qui colonisent les étangs de fermes ou les milieux humides qui bordent les champs en culture.

Poissons et autres espèces aquatiques Les pesticides utilisés aujourd'hui en agriculture sont très diversifiés. Pour l'environnement, cela se traduit par un plus grand nombre de produits présents dans l'eau. Ces mélanges de pesticides peuvent avoir des effets toxiques cumulatifs sur les espèces aquatiques. En plus de leur toxicité individuelle et cumulée, les pesticides peuvent aussi agir comme perturbateurs endocriniens chez certaines espèces de poissons. Une étude du U.S. Geological Survey effectuée sur une vingtaine de cours d'eau américains montre une relation entre la somme des pesticides présents dans l'eau et des changements notés dans la balance estrogène/testostérone chez les carpes de ces rivières.

Des études indépendantes menées par des instituts de recherches en France, au Royaume-Uni et en Allemagne montrent également que, même à des concentrations très faibles, certains pesticides comme l'atrazine ou le diazinon peuvent avoir des effets sur les activités de nage des poissons, leurs comportements de regroupement et leurs mécanismes de reproduction. Ces effets sont parmi les causes soupçonnées dans le déclin du [chevalier cuivré](#). Cette espèce de poisson, unique au Québec, peuplait autrefois les rivières Richelieu et Yamaska. Aujourd'hui inscrite sur la liste des espèces menacées, son secteur de distribution se limite presque essentiellement à la rivière Richelieu, où la population restante éprouve de sérieuses difficultés à se reproduire.

Les pesticides ont également des effets néfastes sur d'autres composantes de l'écosystème aquatique, comme les mollusques, les insectes, les petits crustacés, les algues et les plantes aquatiques. L'herbicide atrazine, par exemple, peut entraîner une réduction de la productivité des plantes aquatiques et une diminution de l'oxygène dans l'eau, ce qui risque d'affecter les populations de poissons en gênant leur capacité de respiration.

MESURES MISES DE L'AVANT PAR LE MILIEU AGRICOLE ET LES GOUVERNEMENTS

Au Canada, la responsabilité de la gestion des pesticides est à compétence partagée entre le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux.

Au niveau fédéral

Le gouvernement fédéral a confié à l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA) la gestion de la Loi sur les produits antiparasitaires. Modifiée en 2003, celle-ci régit l'homologation des pesticides préalables à leur mise en marché au Canada. Afin de protéger la santé humaine, cette loi impose de tenir compte de l'exposition totale aux pesticides, des effets cumulatifs des pesticides comportant un mode de toxicité commun, de la vulnérabilité des enfants et des nouveaux-nés et des effets à caractère endocrinien. La Loi prévoit donner un meilleur accès aux biopesticides et à des pesticides à usage limité lorsque nécessaire. En ce qui concerne la protection de l'environnement, de nouvelles approches ont été adoptées en matière de précautions inscrites sur les étiquettes des pesticides (ex. : zone tampon).

Au niveau provincial

Loi sur les pesticides et Code de gestion

Le Québec possède sa propre législation sur les pesticides visant, entre autres, à encadrer les activités des vendeurs et des utilisateurs de ces produits. Au Québec, l'usage et la vente des pesticides sont réglementés par la Loi sur les pesticides et, de façon complémentaire, par la Loi sur la qualité de l'environnement. La [Loi sur les pesticides](#) poursuit deux grands objectifs : éviter et réduire les atteintes à l'environnement et à la santé ainsi que rationaliser et réduire l'usage des pesticides.

Le Conseil des ministres a adopté en mars 2003 le [Code de gestion des pesticides](#) présenté par le ministère de l'Environnement. Ce règlement régit plus sévèrement l'utilisation et la vente de pesticides au Québec. Plusieurs mesures visent à réduire l'utilisation des pesticides en milieu urbain et en milieu agricole. Au niveau agricole, l'accent a été mis sur la protection des eaux de surface et des eaux souterraines et de certains lieux habités tels que les centres de la petite enfance et les écoles. Des changements au Règlement sur les permis et certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides ont aussi été adoptés. Ainsi, l'exigence d'obtenir un certificat de compétence délivré par le ministère de l'Environnement vise maintenant tous les producteurs agricoles qui utilisent des pesticides. Les dispositions antérieures limitaient cette exigence à ceux qui utilisaient les produits d'usage restreint. Pour obtenir le certificat, le producteur doit avoir réussi un examen visant à mesurer ses connaissances sur les risques de l'utilisation des pesticides pour la santé et pour l'environnement ainsi que sur l'approche de la lutte intégrée. Les producteurs agricoles sont invités à faire l'apprentissage de ces notions par un cours d'une trentaine d'heures dispensé par des centres de formation.

Stratégie phytosanitaire

La stratégie phytosanitaire a été amorcée en 1992 par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), avec la participation de plusieurs partenaires, dont le ministère de l'Environnement (MENV) et l'Union des producteurs agricoles (UPA). Les objectifs de cette stratégie pour la période 1998-2003 visaient à réduire de 50 % les ventes de pesticides et à accroître de 70 % les superficies en lutte intégrée, notamment dans les cultures ciblées, soit le maïs, le soya, les céréales, la pomme et la pomme de terre. La stratégie phytosanitaire repose sur l'approche de la lutte intégrée, aussi appelée « gestion intégrée des ennemis des cultures ». Il s'agit d'une méthode décisionnelle qui a recours à différentes techniques pour réduire les populations d'organismes nuisibles de façon efficace et économique, tout en respectant l'environnement. Elle préconise l'utilisation d'un ensemble de moyens de lutte préventive ou curative : biologiques, mécaniques, culturaux, génétiques et chimiques. La lutte intégrée repose aussi sur l'identification des ennemis des cultures, qui nécessite un bon dépistage des mauvaises herbes, des insectes et des maladies, ainsi que sur l'établissement de seuils d'intervention.

La stratégie phytosanitaire a appuyé des projets de développement, de formation et de transfert technologique et a permis la production de matériel de sensibilisation et de formation. Pour les grandes cultures, les projets visaient à réduire les doses de pesticides, à valider des techniques de désherbage mécanique et à intégrer progressivement différentes pratiques de lutte intégrée. Pour la pomme, les projets ont porté principalement sur la mise au point d'un nouveau type de pulvérisateur antidérive et sur la recherche de solutions de rechange à l'usage des pesticides, comme le recours à des acariens prédateurs et l'application d'urée. Pour la pomme de terre, les projets étaient axés sur la lutte au doryphore, sur la réduction de l'usage des herbicides et sur le désherbage non chimique.

Des outils ont été mis au point, pour assister les producteurs agricoles dans le suivi des ennemis des cultures. Le MAPAQ gère le [Réseau d'avertissement phytosanitaire](#), qui informe périodiquement les producteurs de l'état et des prévisions concernant les stades de développement de différents ravageurs des cultures ainsi que des seuils critiques d'intervention. De leurs cotés, Environnement Canada et Agriculture et Agroalimentaire Canada ont mis sur pied des modèles de prévisions agrométéorologiques, qui servent à détecter les conditions favorables à la prolifération d'insectes et de maladies nuisibles aux récoltes et à déterminer les périodes les plus propices pour intervenir aux champs afin d'éviter les infestations. Ces outils permettent de mieux cibler les moments d'application des pesticides et de minimiser les traitements inutiles.

Clubs-conseils

Plusieurs [clubs-conseils](#) en agroenvironnement ou clubs d'encadrement technique ont vu le jour ces dernières années pour offrir aux producteurs agricoles une expertise en matière d'agroenvironnement et favoriser l'adoption de la lutte intégrée. Ces clubs-conseils reçoivent un financement grâce à une entente entre le MAPAQ et le CDAQ (Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec). Actuellement, il existe 79 club-conseils en agroenvironnement regroupant environ 5 000 exploitations agricoles membres.

Par ailleurs, une réflexion vient d'être amorcée au MENV concernant l'utilisation des pesticides en milieu agricole dans le but d'identifier des mesures complémentaires à celles prévues au Code de gestion des pesticides et visant à réduire l'impact de ces derniers sur l'environnement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BELLEVILLE, D., D. BOUDREAU et G. CARRIER, 1997. *Analyse des risques à la santé associés à l'exposition aux organophosphorés utilisés dans les vergers de la Montérégie*, Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Montérégie, Direction de la santé publique de la Montérégie, ISBN 2-89342-077-X, 59 p. et 2 annexes.

GIROUX, I., 2003. *Contamination de l'eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans les régions en culture de pommes de terre*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Envirodoq n° ENV/2003/0233, 23 p. et 3 annexes, [http://www.menv.gouv.qc.ca/pesticides/pomme_terre/index.htm].

GIROUX, I., 2002. *Contamination de l'eau par les pesticides dans les régions de culture de maïs et de soya au Québec, Campagnes d'échantillonnage de 1999, 2000 et 2001 et évolution temporelle de 1992 à 2001*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Envirodoq n° EN/2002/0365, rapport n° QE/137, 45 p. et 5 annexes, [http://www.menv.gouv.qc.ca/pesticides/maïs_soya/index.htm].

GIROUX, I., 1998. *Suivi environnemental des pesticides dans des régions de vergers de pommiers, Rapport d'échantillonnage de petits cours d'eau et de l'eau souterraine au Québec en 1994, 1995 et 1996*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq n° EN980361, 21 p. et 3 annexes, [<http://www.menv.gouv.qc.ca/pesticides/verger/index.htm>].

GIROUX, I., 1998. *Impact de l'utilisation des pesticides sur la qualité de l'eau des bassins versants des rivières Yamaska, L'Assomption, Chaudière et Boyer*, document rédigé par le ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, dans le contexte de Saint-Laurent Vision 2000, Envirodoq n° EN980182, rapport n° PES-11, 48 p.

GLOSSAIRE

Entomophage

Qui se nourrit d'insectes.

Nitrates (dans l'eau)

Présents dans les engrais de ferme (fumiers, lisiers ou engrais chimiques), les nitrates peuvent être entraînés dans les eaux souterraines à la fonte des neiges ou lors d'épisodes de pluie. Lorsqu'ils se trouvent dans des puits d'eau potable en concentration qui excède 10 mg/l N-NO₃, les nitrates peuvent causer la méthémoglobinémie, qui consiste en une réduction du transport de l'oxygène dans le sang. Les nourrissons de moins de six mois et les femmes enceintes sont les plus sensibles à cet effet.