



**ENSP**  
ÉCOLE NATIONALE DE  
LA SANTÉ PUBLIQUE

RENNES

*Institut national  
de santé publique*

**Québec** 

---

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES  
Ingénieur du Génie Sanitaire  
Promotion 2006**

---

## **Étude du risque associé à la présence de traces de pesticides dans les réseaux d'eau potable du Québec**

### **État de situation et recommandations pour la protection de la santé publique**

---

**Aurélie THOUET  
Ingénieur E.N.S.C.R.**

*Lieu de stage : Institut National de Santé Publique du Québec (Québec, Canada)  
Référent professionnel : Dr. Patrick LEVALLOIS  
Référent pédagogique : Pr. René SEUX*

---

# Remerciements

---

Je tiens à exprimer mes remerciements à Daniel BOLDUC pour m'avoir accueillie au sein de son service à l'Institut National de Santé Publique du Québec.

Je remercie Patrick LEVALLOIS, pour son encadrement et sa disponibilité pour répondre à mes questions et m'aider dans la réflexion sur ce projet.

Un grand merci à Manuel RODRIGUEZ, co-encadrant du projet, pour avoir permis le financement mais également pour tous ses conseils au cours du stage.

Je souhaite aussi exprimer ma gratitude à Isabelle GIROUX, Hélène TREMBLAY, Caroline ROBERT et Isabel PARENT, du ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, pour leur aide précieuse dans l'obtention des données, ainsi que pour nos multiples échanges.

Je tiens également à remercier chaleureusement Onil SAMUEL, Denis GAUVIN et Denise PHANEUF, de l'Institut National de Santé Publique du Québec, pour leur aide tout au long du stage.

Je remercie Bruno SYLVESTRE pour m'avoir permis d'apporter des éléments cartographiques et pour sa participation dans la partie statistique.

Aussi, un grand merci à Claire LALIBERTÉ, Denise MERCIER et Diane BIZIER-BLANCHETTE pour leur omni-disponibilité ainsi qu'à toute l'équipe du service pour sa sympathie et sa bonne humeur !

Enfin je tiens à citer et à remercier sincèrement l'Office Franco-Québécois pour la Jeunesse pour leur soutien tant financier qu'administratif dans mes démarches, sans lequel ce voyage n'aurait pas pu se réaliser.

---

# Sommaire

---

Liste des sigles utilisés.....	i
Liste des tableaux & figures .....	iii
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>1 Présentation générale du contexte québécois.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Cadre géographique et démographique.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Cadre hydrographique.....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Diversité des ressources en eau.....	3
1.2.2 Le fleuve Saint-Laurent.....	4
<b>1.3 Cadre agricole.....</b>	<b>4</b>
1.3.1 Généralités.....	4
1.3.2 Production végétale .....	5
<b>2 Présentation de la problématique.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Organisation de la production et de la distribution d'eau potable au Québec.....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Distribution .....	6
2.1.2 Approvisionnement .....	7
2.1.3 Traitements .....	9
<b>2.2 Pesticides au Québec.....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Définitions et classification.....	9
2.2.2 Contrôles.....	11
2.2.3 Usages et consommation .....	12
<b>2.3 Réglementation et gestion du suivi des pesticides dans l'eau potable.....</b>	<b>14</b>
2.3.1 Acteurs de la surveillance et de la gestion de l'eau potable .....	14
2.3.2 Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable (RQEP).....	14
2.3.3 Règlement sur le captage des eaux souterraines (RCES) .....	17
2.3.4 Autres.....	17
<b>2.4 Constats &amp; préoccupations vis-à-vis de la présence de pesticides .....</b>	<b>17</b>
2.4.1 Impact environnemental.....	17
2.4.2 Effets des pesticides sur la santé humaine.....	19
<b>3 Objectifs et méthodologie .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Objectifs de l'étude.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Choix de la méthodologie .....</b>	<b>22</b>
3.2.1 Consultations .....	22
3.2.2 Étude bibliographique .....	23
3.2.3 Extraction et tri des données .....	23
3.2.4 Analyse des données & outils.....	25

<b>4</b>	<b>Résultats</b>	<b>26</b>
4.1	<b>Présentation des réseaux étudiés</b>	<b>26</b>
4.1.1	Réseaux desservant plus de 5 000 personnes	26
4.1.2	Réseaux desservant 5 000 personnes et moins	27
4.2	<b>Surveillance réglementaire (plus de 5 000 personnes desservies)</b>	<b>28</b>
4.2.1	Mise en conformité des réseaux	28
4.2.2	Pesticides détectés	29
4.2.3	Caractérisation des réseaux les plus touchés par la présence de pesticides	30
4.2.4	Étude temporelle des détections de pesticides	33
4.3	<b>Résultats des réseaux volontaires (5 000 personnes desservies et moins)</b>	<b>36</b>
4.4	<b>Estimation du risque associé à la présence de pesticides dans l'eau potable</b>	<b>37</b>
4.4.1	Niveaux d'exposition	37
4.4.2	Populations vulnérables	38
4.4.3	Évaluation de l'exposition à l'atrazine	38
4.4.4	Conclusions	40
4.5	<b>Limites rencontrées</b>	<b>41</b>
4.5.1	Analyse des données de la base <i>Eau potable</i>	41
4.5.2	Variété des seuils de quantification	41
<b>5</b>	<b>Discussion</b>	<b>43</b>
5.1	<b>Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable</b>	<b>43</b>
5.1.1	Fréquence d'échantillonnage	43
5.1.2	Taille des réseaux surveillés	43
5.1.3	Choix des pesticides contrôlés	44
5.1.4	Gestion de la base de données <i>Eau Potable</i>	44
5.2	<b>Gestion du risque</b>	<b>45</b>
5.2.1	Approvisionnement	45
5.2.2	Critères de qualité de l'eau	45
5.2.3	Surveillance environnementale	45
5.2.4	Prévention auprès des utilisateurs de pesticides	46
5.3	<b>Incertitudes scientifiques et principe de précaution</b>	<b>46</b>
<b>6</b>	<b>Recommandations pour la protection de la santé publique</b>	<b>47</b>
6.1	<b>Connaissance du risque</b>	<b>47</b>
6.1.1	Effets des pesticides sur la santé	47
6.1.2	Exposition	47
6.2	<b>Mesures de gestion du risque</b>	<b>47</b>
	<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>	<b>49</b>

---

## Liste des sigles utilisés

---

ARLA	Agence de Réglementation de la Lutte Antiparasitaire
BAPE	Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement
CAG	Charbon Actif en Grain
CCN	Conseil Canadien des Normes
CEAEQ	Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CMA	Concentration Maximale Autorisée
CRAD	centre de Recherche en Aménagement et en Développement
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INSPQ	Institut National de Santé Publique du Québec
ISQ	Institut de la Statistique du Québec
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEP	Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs
MSSS	Ministère de la Santé et des Services Sociaux
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
RCES	Règlement sur le Captage des Eaux Souterraines
RQEP	Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable

---

## Liste des tableaux & figures

---

### Liste des tableaux :

Tableau 1. Répartition du nombre de réseaux actifs en fonction de leur taille .....	7
Tableau 2 . Épandage sur les terres en culture de pesticides au Québec de 1995 à 2000 .....	14
Tableau 3. Présentation des pesticides faisant l'objet de normes dans le RQEP .....	16
Tableau 4. Répartition des réseaux étudiés selon les régions administratives du Québec .....	26
Tableau 5. Approvisionnement des réseaux étudiés desservant plus de 5 000 personnes .....	27
Tableau 6. Approvisionnement des réseaux desservant 5 000 personnes et moins, ayant transmis des résultats d'analyse de pesticides .....	28
Tableau 7. Synthèse des résultats d'analyse obtenus entre juillet 2001 et mars 2006 .....	30
Tableau 8. Répartition des détections de pesticides selon les régions administratives .....	31
Tableau 9. Analyse statistique sur le type d'approvisionnement des réseaux desservant plus de 5 000 personnes .....	32
Tableau 10. Analyse statistique des trimestres de détection.....	34
Tableau 11. Présentation des détections pour les réseaux desservant moins de 5000 personnes.....	37
Tableau 12. Doses de référence pour l'atrazine des différents organismes de santé publique .....	39
Tableau 13. Estimation de l'exposition à l'atrazine par la consommation d'eau potable ...	40
Tableau 14. Seuils de quantification utilisés dans l'analyse des pesticides par les laboratoires accrédités .....	42

### Liste des figures :

Figure 1. Répartition des réseaux par catégories et par proportion de population desservie .....	6
Figure 2. Type d'approvisionnement en eau brute pour les réseaux municipaux, selon la population desservie (en millions) .....	8
Figure 3. Type d'approvisionnement en eau brute pour les réseaux municipaux, selon le nombre de réseaux en 2001.....	8
Figure 4. Répartition des ventes totales de pesticides en kg d'ingrédient actif au Québec selon les secteurs d'utilisation .....	12
Figure 5. Répartition des ventes de pesticides du secteur agricole, par type d'utilisation (en kg d'ingrédient actif) .....	13
Figure 6. Recherche bibliographique.....	23
Figure 7. Évolution trimestrielle du nombre de résultats d'analyses minimales obtenus...	29
Figure 8. Nombre de détections de pesticides observées par trimestre.....	33
Figure 9. Évolution de la concentration moyenne d'atrazine détectée par trimestre .....	33
Figure 10. Évolution des concentrations en atrazine pour deux réseaux d'eau potable en zone agricole .....	36
Figure 11. Impact de la surveillance réglementaire .....	43

## INTRODUCTION

L'eau est un bien indispensable à la vie et à la santé. L'accès à une eau sûre et saine représente un droit fondamental d'autant qu'il s'agit d'un « patrimoine collectif » (Politique Nationale sur l'Eau du Québec, 2002).

Dans les sociétés occidentales, le traitement des eaux d'alimentation, le développement des adductions collectives ainsi que des systèmes de surveillance sanitaire ont permis l'éradication progressive des graves épidémies d'origine hydrique. Néanmoins, si la potabilité ou la salubrité des eaux ne posent plus de problèmes majeurs, on se préoccupe de plus en plus de la qualité de l'eau distribuée au robinet. Les activités humaines, qu'elles soient municipales, industrielles ou agricoles sont à l'origine de nombreuses formes de pollutions (bactériologiques, physiques ou chimiques), atteignant les différents compartiments de l'environnement. Aussi, la sécurité sanitaire des eaux de distribution repose sur des dispositifs de vigilance toujours plus stricts permettant de s'assurer du respect des exigences en terme de qualité de l'eau potable. La maîtrise des risques nécessite donc une surveillance permanente ainsi qu'une veille sanitaire accrue de la part des pouvoirs publics.

Parmi les contaminants organiques de l'eau qui posent actuellement problème, les pesticides occupent une place toute particulière. Au centre des nouvelles préoccupations, ils sont utilisés majoritairement pour des usages agricoles et dans une moindre proportion, pour l'entretien des espaces publics, des infrastructures de transport et par les particuliers pour le jardinage. Sources de pollutions diffuses, il est possible de les retrouver dans divers réservoirs naturels que sont : l'air, l'eau, les sols et les denrées alimentaires. Même si les apports en pesticides liés à l'eau ne représentent qu'une faible part des apports totaux par ingestion (soit 10 % selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) [8]), leur présence dans les eaux d'alimentation ne saurait être négligée. En effet, la détection de ces composés, tant dans les eaux brutes que dans les eaux distribuées, s'avère préoccupante pour plusieurs raisons :

- d'une part l'ampleur de la dispersion dans l'environnement des composés, impliquant une exposition cumulée via différentes sources (l'eau, les aliments) ;
- d'autre part, les limites des études épidémiologiques (manque de spécificité des effets, contaminations diffuses, faibles niveaux d'exposition, etc.).
- enfin, la publication de récentes études scientifiques suggérant des risques pour la santé pour des expositions aux pesticides à faibles concentrations et à long-terme (troubles de la reproduction, cancers...) [24] ;

Le Québec s'avère être un territoire de choix dans la problématique de l'eau : il est en effet l'un des plus grands réservoirs d'eau potable de la planète. Son territoire compte à lui seul 3% des ressources mondiales en eaux douces renouvelables. On y dénombre plusieurs milliers de lacs et rivières, sans compter le Saint-Laurent, l'un des principaux fleuves du continent nord-américain. Ainsi, l'eau douce recouvre en superficie près de 13% de son territoire national. Richesse tant environnementale que culturelle, l'eau constitue pour les Québécois une ressource essentielle. Cependant, comme dans tout pays industrialisé, elle n'échappe pas à son lot de contamination anthropique, notamment par des pesticides.

L'agriculture québécoise s'est en effet beaucoup développée au cours des dernières décennies, profitant des progrès dans les phytosanitaires qui contribuent à l'augmentation des rendements et à la régularité de la production. Au Québec, entre 1995 et 2000, les superficies cultivées ont augmenté de 6,4 % pour atteindre environ 1,85 millions d'hectares<sup>1</sup>. Aussi, même si l'on enregistre une tendance à la baisse dans les ventes de

---

<sup>1</sup> Statistique Canada, 2006

pesticides en 2001, comparativement à 1992<sup>1</sup>, l'épandage de produits phytosanitaires sur des surfaces agricoles croissantes associé à la mise sur le marché de nouvelles générations de substances actives engendrent une appréhension vis-à-vis des risques liés à l'ingestion de résidus de pesticides.

Même s'il s'avère difficile d'estimer l'impact réel des pratiques agricoles sur l'environnement, du fait de pollutions très diffuses, une vigilance accrue s'impose dans le suivi de la contamination des milieux par les produits phytosanitaires, notamment pour l'eau potable, en fin de chaîne. Dans ce domaine, la législation québécoise a récemment évolué. Suite aux constats formulés après plusieurs campagnes de surveillance de la présence des pesticides dans les eaux souterraines et de surface, débutées en 1992, le gouvernement a révisé son *Règlement sur l'eau potable*, datant de 1984. Ainsi, le 28 juin 2001, le nouveau *Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable* (RQEP) rentrait en vigueur. Celui-ci intègre un resserrement des normes de qualité ainsi qu'un suivi plus fréquent de la qualité de l'eau au robinet. Concernant les pesticides, il oblige désormais les responsables de réseaux desservant plus de 5 000 personnes à réaliser, dans l'eau distribuée, un contrôle trimestriel pour une série de pesticides faisant l'objet de normes. Cette obligation vient combler une lacune en terme de surveillance sanitaire, puisque auparavant, aucune analyse sur les pesticides n'était exigible pour quelque source d'eau potable que ce soit.

Répondant aux exigences des orientations triennales du Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), visant à évaluer l'état de la situation quant à la présence de pesticides dans les réseaux d'eau potable, ce mémoire cible trois principaux objectifs :

- le premier consiste en l'élaboration d'un portrait de la qualité générale de l'eau potable au Québec vis-à-vis des traces de pesticides détectés depuis la mise en application de la nouvelle réglementation. L'analyse des données réglementaires compilées par le MDDEP doit permettre l'identification des composés les plus fréquemment détectés, la détermination des niveaux de contamination observés, ainsi que les caractéristiques des réseaux les plus problématiques.

- Le deuxième point vise l'estimation du risque associé à l'exposition de la population aux traces de pesticides présentes dans l'eau potable. Cette partie, sans constituer une analyse de risque au sens strict, discutera des dangers pour la santé liés aux produits phytosanitaires et des doses adsorbées via la consommation d'eau potable.

- Le dernier objectif porte enfin sur une réflexion critique des mesures de surveillance mises en œuvre par le RQEP. Cette partie traitera des actions pertinentes ainsi que des limites du système en place afin d'aboutir à l'émission de recommandations pour améliorer la protection de la santé publique.

Ce travail s'inscrit en collaboration avec l'Institut National de Santé Publique du Québec (INSPQ), dans le cadre de sa mission d'expertise-conseil, à la direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels. En outre, cette étude s'effectue en partenariat avec Manuel Rodriguez, responsable du projet de recherche *Qualité des sources publiques d'eau potable en milieu rural : impact de l'agriculture intensive et stratégies de protection*. Elle est financée par le *Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Action concertée - environnement rural*.

---

<sup>1</sup> MDDEP, *Bilan des ventes de pesticides au Québec en 2001*, (1992 étant la première année de compilation de ces données)



# 1 Présentation générale du contexte québécois

## 1.1 Cadre géographique et démographique

Le Québec est la plus grande province canadienne, occupant une vaste péninsule continentale sur la portion nord-est du territoire nord-américain. Il est bordé au nord par l'océan Arctique, au sud par les États-Unis et le Nouveau-Brunswick, à l'est par l'océan Atlantique et le golfe du Saint-Laurent et enfin à l'ouest, par les baies James et d'Hudson ainsi que par l'Ontario. Couvrant 1 667 441 km<sup>2</sup>, sa superficie équivaut à environ trois fois celle de la France, dont la moitié est constituée de forêts. Ce territoire s'étend, du nord au sud, sur un peu plus de 17 degrés de latitude et d'est en ouest, sur plus de 22 degrés de longitude (cf. annexe 1).

Le Québec se subdivise en 17 régions administratives (cf. annexe 1). Cette division territoriale sert de cadre aux activités économiques, sociales et culturelles des différents ministères et organismes gouvernementaux. Les régions administratives diffèrent les unes des autres tant sur le plan de la géographie et des ressources naturelles, que sur le plan de l'espace habitable et exploitable économiquement, ainsi que sur celui des industries qui en découlent.

Selon les dernières estimations, le Québec compterait environ 7,6 millions d'habitants<sup>1</sup>, avec une dynamique démographique croissante (+ 0,7% de croissance annuelle de 2002 à 2005). La densité de population québécoise est très faible, de l'ordre de 4,7 habitants au kilomètre carré. Ce chiffre est toutefois peu significatif, en raison de l'immensité du territoire et du fait que le Nord du Québec est presque inhabité, avec seulement 35 000 habitants, tandis que 80% de la population vit près des rives du fleuve Saint-Laurent. L'agglomération la plus importante, Montréal, réunit quant à elle plus du quart de la population<sup>2</sup> (cf. annexe 2).

## 1.2 Cadre hydrographique

### 1.2.1 Diversité des ressources en eau

Pays d'eau parsemé de lacs et de rivières, le Québec est également traversé par le fleuve Saint-Laurent. La richesse en eau de cette province est bien connue : les ressources en eau douce de surface recouvrent près de 13% du territoire national. On y dénombre plus de 130 000 cours d'eau et près d'un million de lacs. De plus, son littoral s'étend sur une longueur d'environ 9 000 km.

Le réseau hydrographique du Québec se divise en 14 régions hydrographiques distinctes, mais l'on peut citer 4 bassins principaux<sup>3</sup> (cf. annexe 3) :

- l'Atlantique (37 % des terres s'y drainent)
- la baie d'Hudson (38 % des terres s'y drainent, incluant la baie James)
- la baie d'Ungava (23 % des terres s'y drainent)
- le bassin du fleuve Saint-Laurent : il draine quant à lui tout le Québec méridional grâce à ses nombreux tributaires, entre autres, sur la rive sud : les rivières Richelieu, Yamaska, Saint-François, Chaudière et, sur la rive nord : les rivières des Outaouais, L'Assomption, Saint-Maurice, Saguenay, Manicouagan.

<sup>1</sup> Statistique Canada, 2006

<sup>2</sup> Institut de la Statistique du Québec (ISQ), 2006

<sup>3</sup> MDDEP, 2002

La mise en œuvre récente de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant constitue un engagement majeur de la Politique nationale de l'eau adoptée à l'automne 2002 par le gouvernement québécois [35]. Cette forme de gestion tient compte des enjeux tant locaux que régionaux, et a pour fondement une approche éco-systémique de la gestion des eaux, basée sur les bassins versants. Elle doit permettre de mieux comprendre et d'expliquer les problèmes liés à la quantité et à la qualité de l'eau, puis de déterminer les actions prioritaires s'inscrivant dans une perspective de développement durable. Ainsi, certains bassins versants ont été définis comme prioritaires dans le domaine de la surveillance et de la gestion environnementale (cf. annexe 4). Il s'agit principalement de zones soumises à une forte pression agricole, dans des régions peuplées, nécessitant une attention et des actions particulières. La plupart se situent dans la vallée du fleuve Saint-Laurent.

## **1.2.2 Le fleuve Saint-Laurent**

Le fleuve Saint-Laurent est l'un des fleuves les plus importants d'Amérique du Nord. Il prend sa source dans les Grands Lacs et aboutit à un vaste estuaire et au golfe du Saint-Laurent, pour finalement se jeter dans l'Atlantique. Long d'environ 1 200km, c'est l'une des plus grandes voies navigables du monde et le principal axe fluvial du continent nord-américain. En reliant l'océan Atlantique au bassin des Grands Lacs, il ouvre un parcours navigable de 3 800km et permet d'atteindre les Prairies, dans l'Ouest, et les grands centres industriels du Canada et des États-Unis. Il atteint jusqu'à 65km de largeur dans son estuaire.

Artère de vie pour la flore, la faune et l'humain, le Saint-Laurent s'élargit en plusieurs lacs peu profonds, s'étire dans des herbiers et des marais et inonde des forêts riveraines. C'est le bassin de drainage de presque tous les cours d'eau du Québec situés en régions habitées, de sorte qu'il compte plus de 100 affluents.

On le subdivise généralement en trois grandes sections : le fleuve, l'estuaire et le golfe, les marées commençant à se faire ressentir de façon importante à la hauteur de Québec.

## **1.3 Cadre agricole**

### **1.3.1 Généralités**

Le Québec possède une agriculture riche, participant de manière importante à la vitalité économique de beaucoup de ses régions. Si l'on se réfère aux données présentées par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), ce secteur aurait généré, en 2002, des recettes atteignant un peu plus de 5 milliards de dollars, représentant environ 15% des recettes agricoles canadiennes [44]. De plus, cette activité, de par son importance en terme de production, génère un nombre conséquent d'emplois et de richesses dans le domaine de l'industrie agroalimentaire.

D'un point de vue géographique, les pratiques agricoles se localisent essentiellement dans les régions de la Montérégie, de Chaudière-Appalaches et du Centre-du-Québec (cf. annexe 5), qui totalisent à elles seules 58 % des recettes agricoles totales, soit respectivement 28 %, 17,8 % et 12 % [43].

L'agriculture québécoise se caractérise surtout par des entreprises familiales. En 2002, on comptait plus de 31 600 exploitations en activité dont 38% liées à la production végétale. Le secteur agricole est en effet majoritairement orienté vers la production animale (cf. annexe 5). Celle-ci se concentre sur la production du bétail, laquelle a généré près de 70% des ventes d'origine agricole en 2002. En terme d'importance, les principales productions au Québec sont respectivement le lait, le porc, la volaille et les

œufs. Les revenus agricoles issus des secteurs des fruits et légumes et de celui des grains<sup>1</sup> ne représentent, quant à eux, que 9 et 8%, respectivement, des recettes agricoles [44].

### 1.3.2 Production végétale

Bien que le nombre total de fermes au Québec soit en baisse, celles-ci tendent à augmenter en terme de superficie moyenne exploitée. D'après l'Institut de la Statistique du Québec (ISQ), entre 1996 et 2001, une augmentation de 6,4% a notamment été enregistrée pour la superficie totale de terres en culture, soit une surface atteignant 1,85 millions d'hectares en 2001. Cette hausse se traduit plus spécifiquement par un fort développement des cultures de céréales et oléagineux (+ 16,7%) tandis que l'on observe un retrait des cultures en blé (- 30%) et autres grains (- 17%). De même, l'on observe un recul des superficies destinées au maraîchage.

Parmi les cultures les plus pratiquées au Québec, on retrouve essentiellement les céréales : maïs, soja et orge. La culture du maïs, en fort développement, vient tout de suite après les cultures fourragères et les pâturages, en terme d'importance des superficies. Les superficies en maïs (grain, fourrager ou sucré) ont en effet augmenté d'environ 29% entre 1996 et 2001, couvrant alors un total de 471 000 hectares<sup>2</sup>. Sa culture se pratique fréquemment en rotation ou en association avec celle du soja. La branche maraîchère constitue également une part non négligeable de la production végétale québécoise, avec notamment une importante culture de la pomme de terre et du bleuets. Le secteur de l'horticulture ornementale est lui aussi très présent : avec une augmentation de la part de ce secteur dans les recettes des cultures qui n'a cessé de croître, passant de 11% en 1996 à 17% en 2002 [44]. Cette croissance est due principalement à la vigueur qui persiste dans le secteur de la construction domiciliaire au Québec et de l'aménagement paysager (cf. annexe 5).

---

<sup>1</sup> Comprend les céréales, les oléagineux, les légumineuses et les autres grains

<sup>2</sup> ISQ, 2006

## 2 Présentation de la problématique

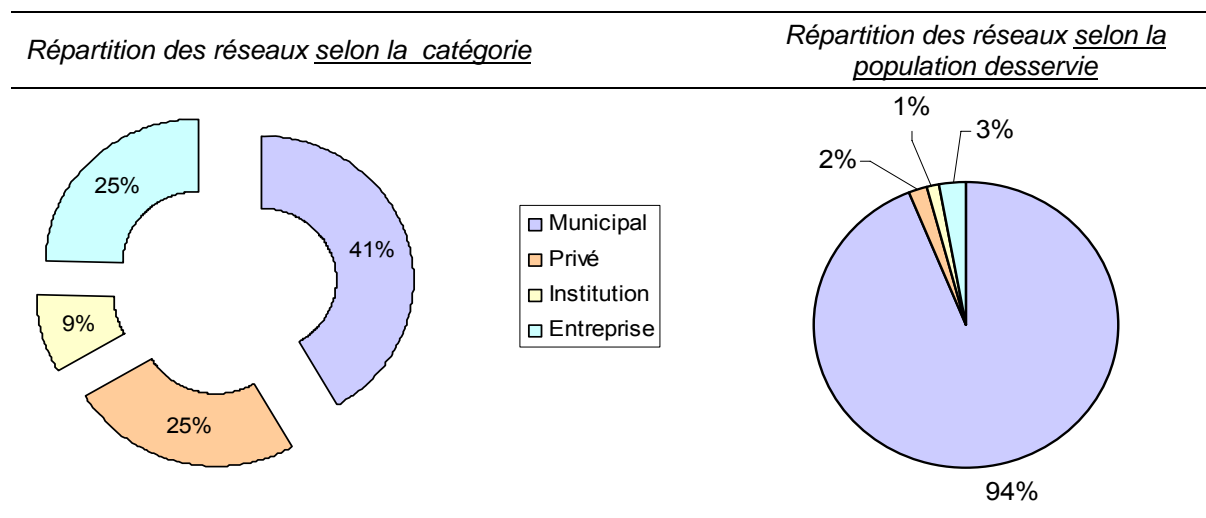
### 2.1 Organisation de la production et de la distribution d'eau potable au Québec

#### 2.1.1 Distribution

D'après le *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec* [50], couvrant la période de janvier 1995 à juin 2002, réalisé par le MDDEP, près de 88% de la population québécoise consomme une eau potable provenant d'un réseau de distribution, tandis que les 12% restant, soit près de 900 000 personnes, s'approvisionnent à partir d'une installation individuelle de captage.

Le recours à des captages individuels pour la consommation en eau potable est particulièrement important dans six régions, parmi les moins peuplées, que sont l'Atibi-Témiscamingue, l'Estrie, le Centre-du-Québec, l'Outaouais, le Bas-Saint-Laurent et la Chaudière-Appalaches. En ce qui concerne les zones fortement urbanisées, comme Montréal et Laval, la distribution en eau potable s'effectue essentiellement par réseaux.

Si l'on s'intéresse au mode de distribution par réseaux, il est important de distinguer les différentes sortes de réseau existant, ainsi que leur impact en terme de distribution d'eau potable (cf. figure 1) :



Source : MDDEP, juillet 2002

**Figure 1. Répartition des réseaux par catégories et par proportion de population desservie**

Parmi les 2 894 réseaux enregistrés en 2002 à la banque de données *Eau potable* du Québec, seulement 41% s'avèrent être des propriétés municipales ou inter municipales. Les réseaux recensés restants font l'objet de propriété privée ou bien desservent des entreprises et des institutions (écoles, établissements de santé et de services sociaux...). Malgré tout, et bien que minoritaires, les réseaux municipaux alimentent plus de 90% de la population desservie par réseaux (cf. figure 1).

La taille d'un réseau se « mesure » en fonction du nombre de personnes qu'il dessert. On distingue généralement quatre classes de réseaux, fonction du nombre de personnes desservies, dont la répartition se fait de la façon suivante :

**Tableau 1. Répartition du nombre de réseaux actifs en fonction de leur taille**

<i>Taille du réseau (desservant x personnes)</i>	<i>Réseaux<sup>1</sup> (n)</i>	<i>Proportion de réseaux (%)</i>	<i>Population totale desservie (n)</i>	<i>Proportion de population desservie (%)</i>
<b>21 à 200</b>	1 463	51	122 961	2
<b>201 à 1 000</b>	876	30	440 427	6
<b>1 001 à 5 000</b>	378	13	838 005	12
<b>Plus de 5 000</b>	<b>177</b>	<b>6</b>	<b>5 445 311</b>	<b>80</b>
<b>TOTAL</b>	<b>2 894</b>	<b>100</b>	<b>6 846 704</b>	<b>100</b>

Source : MDDEP, juillet 2002

Ce sont donc les réseaux desservant plus de 5 000 personnes, en infériorité numérique, qui desservent la grande majorité de la population québécoise, soit 80% des personnes alimentées par réseau. En outre, la quasi-totalité de ces réseaux se trouvent être des réseaux municipaux.

A l'inverse, les réseaux de petites tailles, desservant moins de 5 000 personnes, constituent la très large majorité des réseaux existants mais desservent tout de même plus de 1,4 millions de Québécois. Les réseaux approvisionnant 20 personnes et moins sont assimilés à des installations individuelles et ne sont soumis à aucun contrôle.

## 2.1.2 Approvisionnement

### a) Les différents types d'approvisionnement : définitions

On distingue différents types d'eau brute utilisée comme source d'approvisionnement en eau potable, tels que spécifiés dans la base de données *Eau Potable* du ministère. En voici les définitions<sup>2</sup> :

- *les eaux souterraines* : cette expression désigne les captages effectués par les puits tubulaires, les puits à pointe filtrante, les puits rayonnants, les puits de surface, les sources à bassin unique, les sources à drains horizontaux et toute autre source d'eau souterraine ;
- *les eaux de surface* : parmi lesquelles on différencie :
  - le fleuve : cela comporte toutes les prises d'eau situées dans le fleuve Saint-Laurent de même que dans les lacs Saint-François, Saint-Louis et Saint-Pierre (élargissements du fleuve),
  - les lacs : prises d'eau situées dans le lit des lacs (pouvant inclure des lacs constitués de barrage en rivière),
  - les rivières : prises d'eau situées dans le lit d'une rivière,
  - les sources multiples : plusieurs sources d'eau de surface à la fois ;
- *les eaux mixtes* : il s'agit de tous les réseaux alimentés à la fois par de l'eau souterraine et par une prise d'eau de surface.

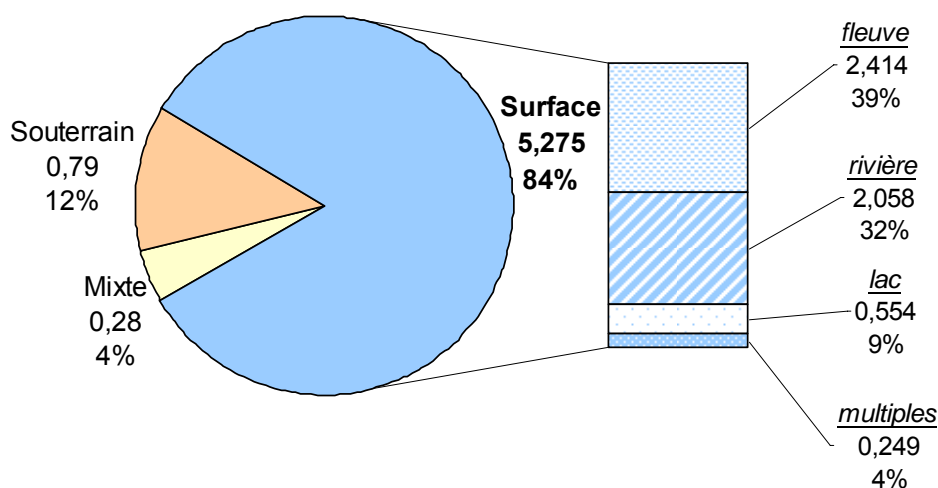
<sup>1</sup> les réseaux inscrits à la banque de données pouvant également desservir des entreprises, des installations touristiques ou des institutions, cela induit une légère surestimation des données présentées. La grande majorité des réseaux privés ainsi que ceux exploités par une institution distribuent de l'eau à 200 personnes et moins. Les réseaux d'établissements touristiques alimentent généralement moins de 1 000 personnes, sachant que près de 60% des réseaux municipaux font partie de cette même catégorie.

<sup>2</sup> Site Internet du MDDEP, 2006

b) Réseaux municipaux

L'information sur l'approvisionnement en eau n'est malheureusement disponible que pour les réseaux exploités par une municipalité, les autres exploitants ne fournissant pas cette donnée au ministère.

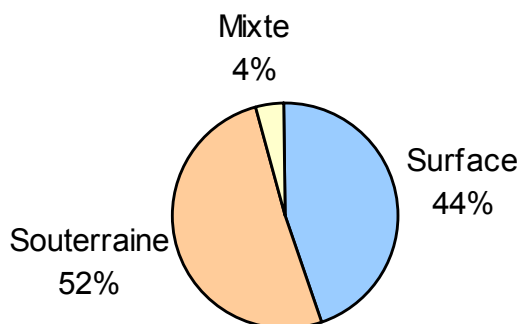
La moitié des réseaux s'approvisionnent en eaux de surface. Cela se répercute du point de vue de la population desservie comme le montre la figure 2. Ainsi, plus de cinq millions d'habitants au Québec consomment une eau au robinet issue d'eaux de surface. Parmi ce type d'eau brute, il est notable de constater que le fleuve Saint-Laurent constitue la principale source d'approvisionnement, servant de source d'eau douce à près de 2,4 millions de personnes [50].



Source : MDDEP, décembre 2001

**Figure 2. Type d'approvisionnement en eau brute pour les réseaux municipaux, selon la population desservie (en millions)**

Néanmoins, l'approvisionnement en eau souterraine, bien que ne desservant qu'environ 12% de la population desservie par réseau municipal, concerne tout de même plus de la moitié des réseaux municipaux recensés en décembre 2001 (cf. figure 3). Au ministère, on répertorie effectivement alors, près de 1 200 puits municipaux inscrits à la banque de données *Eau potable*.



Source : MDDEP, décembre 2001

**Figure 3. Type d'approvisionnement en eau brute pour les réseaux municipaux, selon le nombre de réseaux en 2001**

### 2.1.3 Traitements

En fonction de la provenance et de la qualité de l'eau brute servant à l'approvisionnement en eau potable, différents types de traitement peuvent être effectués, variables en complexité. Dans la banque de donnée *Eau Potable* du ministère, l'information concernant le traitement est classifiée selon quatre catégories :

- « aucun traitement » ;
- « simple chloration » ;
- « traitement complet » : il s'agit d'une chaîne de traitement comprenant au minimum coagulation, décantation, filtration et désinfection ;
- « autre traitement » : il peut s'agir de l'élimination du fer et du manganèse, de traitements intégrant à la fois une chloration et un autre mode de désinfection, ou encore d'équipements proches d'une installation de traitement complet (c'est le cas des postes de traitement situés à Montréal par exemple).

D'après le *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec de 1995 à 2002* [50], du MDDEP, on dénombrait 370 réseaux municipaux distribuant une eau sans appliquer aucun traitement, desservant près de 395 000 personnes, en 2002. Cette situation touchait environ 80% des réseaux de petite taille (1 000 personnes desservies et moins), tandis que seulement 3% des réseaux desservant plus de 5 000 personnes se trouvaient concernés. La même année, seuls 110 postes de traitements appliquaient un traitement « complet », rattachés à 220 réseaux municipaux, desservant la moitié de la population québécoise consommant une eau potable issue d'un réseau. Cela représentait alors 87% des réseaux de grande taille, soit desservant plus de 5 000 personnes.

Suite à la mise en application du RQEP en été 2001, tous les réseaux s'approvisionnant à partir d'une eau de surface doivent mettre en place d'ici juin 2008 un traitement minimal, comprenant filtration et désinfection.

L'information sur le traitement appliqué demeure toutefois incomplète ou n'est tout simplement pas disponible. En outre, on observe que les obligations réglementaires à caractère « technologique » visent essentiellement la qualité bactériologique de l'eau ; il existe peu de traitements à visée d'élimination des résidus de substances organiques tels que les pesticides. Certains postes de traitement ont tout de même recours à la filtration sur charbon actif en grain (CAG), mais ils demeurent minoritaires. De plus, en cas de dépassement, l'exploitant a l'obligation de mettre en œuvre des mesures correctives, pouvant inclure notamment des traitements spécifiques tels que des filtres CAG.

## 2.2 Pesticides au Québec

### 2.2.1 Définitions et classification

Les pesticides sont des produits destinés à enrayer, détruire, amoindrir ou repousser des organismes considérés comme indésirables ou nuisibles dans les cultures. Ils sont utilisés afin d'améliorer les rendements et la qualité des productions agricoles. Les produits distribués sur le marché renferment un ou plusieurs ingrédients actifs, ainsi que des produits de formulation. Si l'on se réfère aux définitions de l'Agence de Réglementation de la Lutte Antiparasitaire (ARLA), organisme canadien, l'on nomme comme :

- *ingrédient actif* : toute substance ou micro-organisme exerçant une action générale ou spécifique sur les organismes nuisibles ou les végétaux, auquel l'effet du pesticide est attribué ;

- *produit de formulation* : toute substance ou groupe de substances autres que l'ingrédient actif ajoutés intentionnellement à celui-ci afin d'améliorer ses propriétés physiques (par exemple, l'indice de pulvérisation, la solubilité, le pouvoir d'étalement et de stabilité, etc.). Contrairement aux ingrédients actifs, les produits de formulation qui entrent dans la composition d'un produit commercial ne sont pas inscrits sur son étiquette. Le kérosène, l'éthanol, la gélatine et l'huile de soja sont des exemples de formulant ;

Outre la définition courante, les pesticides possèdent aussi une définition juridique. Deux termes désignent ces produits : « produits antiparasitaires » au niveau fédéral et « pesticides » au niveau provincial.

➤ *Au niveau fédéral*, la Loi sur les produits antiparasitaires définit les termes « produits antiparasitaires » et « parasite » :

- Produits antiparasitaires : produits, organismes, substances, dispositifs ou autres objets fabriqués, présentés, vendus ou utilisés comme moyens de lutte directs ou indirects - par prévention, destruction, limitation, attraction, répulsion ou autre - contre les parasites.
- Parasite : tout parasite d'une plante ou d'un animal, notamment insecte, champignon, bactérie, virus, mauvaise herbe ou rongeurs nuisibles, nocifs ou gênants, ainsi que toute fonction organique nuisible, nocive ou gênante d'une plante ou d'un animal.

➤ *Au niveau provincial*, la Loi sur les pesticides du Québec définit un pesticide comme « toute substance, matière ou micro-organisme destiné à contrôler, détruire, amoindrir, attirer ou repousser, directement ou indirectement, un organisme nuisible, nocif ou gênant pour l'être humain, la faune, la végétation, les récoltes ou les autres biens, ou destiné à servir de régulateur de croissance de la végétation, à l'exclusion d'un vaccin ou d'un médicament, sauf s'il est topique pour un usage externe sur les animaux ».

On utilise plusieurs types de classification afin de répertorier les substances phytosanitaires. Ils se regroupent selon :

- leur catégorie d'usage
- leur origine
- leur groupe chimique
- leur type de formulation
- leur type d'activité
- leur site ou mode d'action

De façon courante, parmi toutes les substances actives, on les distingue surtout par familles de molécules actives, soit selon leur usage. Parmi les plus fréquentes, l'on recense :

- les fongicides : destinés à la lutte contre les champignons,
- les rodenticides : utilisés pour la dératisation,
- les biocides : utilisés dans la lutte contre les moisissures,
- les insecticides : regroupant les pesticides utilisés dans la lutte contre les insectes et les acariens,
- les herbicides : employés pour le contrôle des plantes indésirables.



## 2.2.2 Contrôles

### a) Niveau fédéral

Tout produit antiparasitaire importé, vendu ou utilisé au Canada est soumis à la réglementation canadienne, par la Loi sur les produits antiparasitaires. L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA), qui relève du Ministère de la Santé du gouvernement fédéral (Santé Canada), est chargée de l'homologation des nouvelles substances. Cette mesure s'applique à tous les ingrédients actifs, concentrés de fabrication, ainsi qu'à toutes les préparations commerciales contenant ces ingrédients actifs. Au terme du processus d'homologation et avant sa mise en marché, chaque produit se voit attribuer un numéro d'homologation inscrit obligatoirement sur l'étiquette du produit.

L'ARLA est également en charge de la réévaluation des produits déjà homologués et de l'établissement des limites maximales de résidus dans les aliments.

Ainsi au Canada, plus de 550 ingrédients actifs sont utilisés parmi les quelques 6 000 produits commercialisés<sup>1</sup>.

### b) Niveau provincial

La vente et l'usage des pesticides au Québec sont encadrés par la Loi sur les pesticides et la Loi sur la qualité de l'environnement. Les règlements qui en découlent sont administrés par le MDDEP. Il est important de noter que la réglementation québécoise s'applique uniquement aux pesticides homologués par l'ARLA.

On estime qu'environ 4 700 produits et 450 ingrédients actifs répondent à la définition de pesticides au Québec, mais que seulement 1 100 produits et 300 ingrédients actifs sont effectivement vendus sur le territoire québécois<sup>2</sup>.

La Loi sur les pesticides poursuit deux principaux objectifs :

- éviter et atténuer les atteintes à l'environnement et à la santé,
- réduire et rationaliser l'usage des pesticides.

Pour cela, des dispositions réglementaires permettent :

- de classer les pesticides,
- d'établir un système de permis et de certificats pour les vendeurs et utilisateurs des pesticides,
- d'imposer des règles quant à l'entreposage, la vente et l'utilisation des produits,
- d'exiger des registres et des bilans de vente et d'utilisation,
- d'imposer des sanctions.

En vigueur depuis 2003, le Code de gestion des pesticides [4] encadre plus sévèrement la vente et l'usage des pesticides pour que les personnes et l'environnement soient moins exposés à ces produits. Ce règlement comprend des exigences à l'intention des titulaires de permis et de certificats, soit les vendeurs et les utilisateurs commerciaux et privés de pesticides, incluant les producteurs agricoles et forestiers. Certaines dispositions s'adressent également aux citoyens. Ce règlement vise à réduire l'usage des pesticides pour l'entretien des surfaces gazonnées et cible en priorité les terrains publics, parapublics et municipaux. Une liste de substances actives interdites d'utilisation pour ces surfaces est en vigueur depuis avril 2006 (cf. annexe 6). En outre, les garderies et les écoles primaires et secondaires sont ciblés et doivent être exempts le plus possible de l'exposition à certains composés phytosanitaires. L'accès aux produits phytosanitaires pour les particuliers est également devenu restreint puisque la vente libre, à l'étalage, est désormais prohibée. Ce règlement a ainsi permis de réduire considérablement l'usage de

---

<sup>1</sup> MDDEP, 2006

<sup>2</sup> MDDEP, 2006

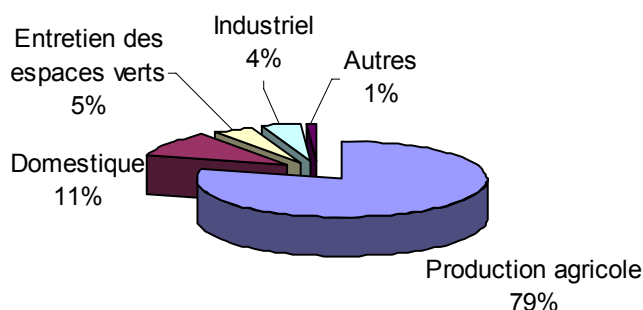
pesticides en milieu urbain. Mais il vise également les pratiques agricoles, comme par exemple, en imposant le respect de distances d'éloignement des plans d'eau, cours d'eau et de toute prise d'eau lors de l'application et de la préparation des mélanges de produits. De plus, tous les producteurs agricoles utilisant des pesticides ont pour obligation d'obtenir un certificat de compétence délivré par le MDDEP. Ce certificat nécessite le suivi d'une trentaine d'heures de formation apportant des connaissances sur les risques d'utilisation des pesticides pour la santé et pour l'environnement, ainsi que sur l'approche de lutte intégrée. Son obtention est validée par un examen.

La loi sur la qualité de l'environnement cible plus des procédures particulières d'utilisation des pesticides ainsi que le maintien d'une eau potable de qualité. Elle impose notamment des études d'impact dans le cadre des pulvérisations d'insecticides en milieu forestier, ainsi qu'elle exige des certificats d'autorisation pour certains épandages, comme dans un milieu aquatique pourvu d'un exutoire vers un bassin hydrographique. C'est également de cette loi que découle le règlement sur la qualité de l'eau potable.

### 2.2.3 Usages et consommation

#### a) Les différents usages

L'emploi des pesticides est généralisé dans plusieurs milieux. On les retrouve autant dans des usages agricoles qu'à des fins de préservation du bois, de conservation des denrées alimentaires ou encore lors d'usages urbains. Ils permettent en outre d'assurer la salubrité des lieux ou encore de diminuer la pression exercée par des insectes piqueurs ou des plantes allergisantes. Le secteur agricole demeure cependant le principal utilisateur de pesticides, représentant plus des  $\frac{3}{4}$  des ventes de substances actives au Québec en 2001 [16], comme le montre la figure 4<sup>1</sup> :



Source : Bilan des ventes de pesticides au Québec, 2001

**Figure 4. Répartition des ventes totales de pesticides en kg d'ingrédient actif au Québec selon les secteurs d'utilisation**

Il est important de souligner que le secteur forestier est en nette régression depuis 1992 selon l'importance des ventes, tandis que celui de l'entretien des espaces verts a enregistré la plus forte progression (+ 87,1% entre 1992 et 2001) depuis le début des compilations des données. Le secteur agricole enregistre pour sa part un recul de 10,2% [16]. Néanmoins, avec l'entrée en vigueur du code de gestion en 2003, limitant l'usage des pesticides en milieu urbain, dans les espaces publics notamment, cette évolution se sera probablement inversée.

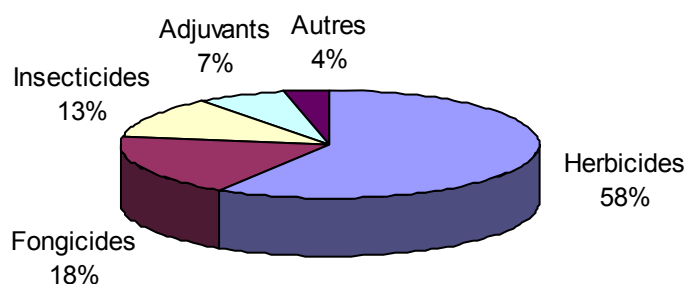
<sup>1</sup> Dans la catégorie « Autres », sont comptabilisés les usages tels que l'extermination, l'élevage, l'exploitation forestière, les autres travaux agricoles et enfin les inclassables.

## b) Tendances dans le secteur agricole

### ➤ **Ventes de pesticides**

Dans le domaine de la production agricole, pour l'année 2001, les ventes de pesticides se chiffrent au total à 2 591 716 kg d'ingrédients actifs. On constate une légère tendance à la baisse en terme de quantités vendues par rapport à l'année 2000 [16].

La figure 5 donne la répartition des ventes en fonction du type d'utilisation agricole. Parmi les différentes familles de substances utilisées, les herbicides représentent une large majorité avec 59% des ventes, suivis des fongicides au deuxième rang et enfin des insecticides. Les adjuvants, stérilisants de sol, régulateurs de croissance, rodenticides et répulsifs pour vertébrés ne constituent quant à eux que 10,5% des ventes, dans le secteur agricole.



Source : Bilan des ventes de pesticides au Québec, 2001

**Figure 5. Répartition des ventes de pesticides du secteur agricole, par type d'utilisation (en kg d'ingrédient actif)**

Dix pesticides sur les 206 ingrédients actifs agricoles répertoriés représentent à eux seuls 57% des ventes. La substance active la plus vendue du marché est un herbicide, tandis que cinq autres herbicides, un insecticide et trois fongicides comptent parmi les dix ingrédients actifs les plus vendus [16]. Les informations précises concernant le noms de ces ingrédients actifs n'est pas divulgué, pour cause de confidentialité.

### ➤ **Épandage de pesticides**

Si l'on considère l'usage des pesticides en terme d'épandage des produits, l'on retrouve les mêmes types d'utilisations principales que sont l'usage des herbicides, des insecticides et des fongicides (cf. tableau 2).

Les chiffres présentés ici concordent avec les constats présentés sur les ventes de pesticides de 2001 au Québec : les herbicides semblent être les composés les plus utilisés. Ces données sont à mettre en relation avec la hausse des superficies en culture de maïs enregistrées ces dernières années (culture nécessitant d'importantes quantités de pesticides), qui explique en partie l'évolution des usages de pesticides dans la production agricole québécoise.

**Tableau 2 . Épandage sur les terres en culture de pesticides au Québec de 1995 à 2000<sup>1</sup>**

Type de pesticide épanché	Superficie en 1995	Superficie en 2000	Variation entre 1995 et 2000 (%)
<i>Herbicides</i>	640 071	848 220	+ 32,5
<i>Insecticides</i>	84 906	90 415	+ 6,5
<i>Fongicides</i>	65 722	73 323	+ 11,6

Source : Statistique Canada, *Recensement de l'agriculture de 2001*, janvier 2006

## **2.3 Réglementation et gestion du suivi des pesticides dans l'eau potable**

### **2.3.1 Acteurs de la surveillance et de la gestion de l'eau potable**

En règle générale, les eaux qui se trouvent sur le territoire d'une province relèvent de l'autorité constitutionnelle de celle-ci. Ainsi, les provinces disposent de pouvoirs législatifs dans les domaines suivants : régularisation du débit, habilitation en matière d'exploitation des eaux, approvisionnement en eau, lutte contre la pollution, notamment agricole. Néanmoins, c'est le MDDEP qui détient les pouvoirs habilitants pour imposer par voie réglementaire des exigences quant à la surveillance et la gestion de l'eau potable. Celui-ci a en effet le pouvoir d'autoriser l'installation et la modification des infrastructures d'alimentation, de traitement et de distribution de l'eau potable. C'est également lui qui fixe les règlements quant aux normes de qualité de l'eau, dont les normes à l'endroit des pesticides.

Le ministère de la Santé et des Services Sociaux (MSSS), en collaboration avec les unités centrales du MDDEP, participe à la détermination des normes sur la qualité de l'eau potable. En cas de dépassement, la Direction Régionale de Santé Publique se charge d'évaluer les risques pour la santé de la population exposée et peut procéder à des avis de non consommation. Après consultation auprès de la direction régionale du ministère de l'environnement concernée, l'exploitant du réseau se chargera en parallèle de prélèvements supplémentaires ainsi que des actions correctives nécessaires au retour à la conformité.

### **2.3.2 Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable (RQEP)**

#### *a) Pesticides visés et fréquence d'échantillonnage*

L'entrée en vigueur du nouveau Règlement sur la qualité de l'eau potable [2], le 28 juin 2001, a eu d'importants effets sur le suivi de la qualité de l'eau potable, y compris dans le champ des pesticides. Auparavant, le règlement sur l'eau potable, datant de 1984, n'imposait aucun contrôle obligatoire de la teneur en pesticides dans l'eau distribuée. Seules des recommandations étaient fournies pour les exploitants souhaitant échantillonner et analyser les pesticides dans l'eau distribuée, sur la base du volontariat.

<sup>1</sup> Comme lors des recensements précédents, la superficie des terres sur laquelle il y a eu application d'herbicides, d'insecticides et de fongicides est sous-déclarée, cependant les données sont comparables avec les années précédentes

A présent, le RQEP exige que tout exploitant de réseau de distribution d'eau potable, desservant plus de 5 000 personnes, prélève au cours de chacun des trimestres commençant respectivement les 1<sup>er</sup> janvier, 1<sup>er</sup> avril, 1<sup>er</sup> juillet et 1<sup>er</sup> octobre, au moins un échantillon des eaux distribuées, avec un intervalle minimal de deux mois entre les prélèvements [2]. Sur ces échantillons, l'analyse de 25 pesticides est obligatoire. Le règlement fixe les concentrations maximales admissibles (CMA) à ne pas dépasser pour ces substances et recommande également des valeurs guide de concentration pour cinq autres pesticides dont l'analyse n'est pas obligatoire. Ces valeurs sont présentées dans le tableau 3.

Les CMA indiquées dans le RQEP sont basées sur les recommandations éditées par le ministère fédéral de la santé (Santé Canada). On peut constater que l'OMS et l'US EPA recommandent fréquemment pour les pesticides présentés des standards de concentration inférieurs à ceux recommandés par Santé Canada. Cette différence peut en partie s'expliquer du fait que le ministère canadien réalise ses estimations de risques sur la base d'une consommation journalière moyenne en eau potable de 1,5L et non 2L. De plus, les standards proposés par l'OMS repose sur un poids adulte moyen de 60kg et non de 70kg, valeur utilisée par les autres agences. Cependant, malgré ces différences d'hypothèses de calcul, les recommandations se basent, pour plusieurs paramètres, sur des résultats d'études toxicologiques différentes.

#### *b) Procédure et accréditation*

Ainsi que le stipule le RQEP, tous les résultats d'analyse doivent être issus d'un laboratoire accrédité. Le Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (CEAEQ), sous la tutelle du MDDEP, gère depuis 1984 le programme d'accréditation des laboratoires privés, permettant d'assurer un niveau de qualité analytique suffisamment élevé. Le CEAEQ détient une accréditation du Conseil Canadien des Normes (CCN) pour la réalisation des analyses de laboratoire selon la norme internationale ISO/CEI 17025.

Dans le cas des pesticides, seuls trois laboratoires privés au Québec sont accrédités pour l'analyse de ces paramètres. Ceux-ci sont réévalués tous les deux ans par audit. L'accréditation exige la mise en place d'un système qualité, le recours à des méthodes validées et nécessite le respect de limites de quantifications maximales.

L'exploitant de réseau de distribution est responsable de la qualité de l'eau distribuée, c'est donc lui qui a l'obligation de procéder aux prélèvements et aux analyses de pesticides, lorsqu'il s'agit d'un réseau desservant plus de 5 000 personnes. Puis, c'est au laboratoire accrédité, qui aura réalisé les analyses, que revient la responsabilité de transmettre, dans un délai de 60 jours à compter de l'échantillonnage, les résultats directement au MDDEP. Ces résultats sont ensuite compilés dans la base de données *Eau Potable*. Le responsable du réseau de distribution a, quant à lui, l'obligation légale de conserver pendant au moins deux ans une copie des résultats d'analyse ainsi que le formulaire de demande d'analyses, dans une volonté de traçabilité de l'information.

**Tableau 3. Présentation des pesticides faisant l'objet de normes dans le RQEP**

Pesticides	CMA et recommandations (µg/L)		
	RQEP [2]	OMS [8]	US EPA [7]
<b><i>Pesticides dont l'analyse est obligatoire</i></b>			
Atrazine et ses métabolites	5	2	3 (en révision)
Azinphos-méthyle	20	*	*
Bromoxynil	5	*	*
Carbaryl	90	*	*
Carbofurane	90	7	40
Chlorpyrifos	90	30	*
Cyanazine	10	0,6	*
Diazinon	20	*	*
Dicamba	120	*	*
Dichloro-2,4-phénoxyacétique, acide (2,4-D)	100	30	70
Diméthoate	20	6	*
Diquat	70	10	20
Diuron	150	*	*
Glyphosate	280	*	700
Malathion	190	*	*
Méthoxychlore	900	20	40
Métolachlore	50	10	*
Métribuzine	80	*	*
Paraquat (en dichlorures)	10	*	*
Parathion	50	*	*
Phorate	2	*	*
Piclorame	190	*	500
Simazine	10	2	4
Terbufos	1	*	*
Trifluraline	45	20	*
<b><i>Pesticides sans obligation d'analyse</i></b>			
Aldicarbe et ses métabolites	9	10	7
Aldrine et dieldrine	0,7	0,03	*
Bendiocarbe	40	*	*
Diclofop-méthyle	9	*	*
Dinosèbe	10	*	7

### 2.3.3 Règlement sur le captage des eaux souterraines (RCES)

Dans un contexte similaire à l'établissement du RQEP, la volonté de favoriser la protection des prises d'eau souterraine s'est traduite par la mise en vigueur, en 2002, du Règlement sur le captage des eaux souterraines (RCES). Celui-ci fixe de nouvelles exigences aux exploitants s'approvisionnant dans des nappes souterraines. En vertu de ce règlement, les municipalités doivent définir une aire d'alimentation et des aires de protection autour des puits. Ces mesures visent principalement la lutte contre la contamination microbienne de l'eau, les nitrates et les pesticides. Dans ces périmètres, les pressions anthropiques pouvant porter atteinte à la qualité de l'eau devront être limitées. Par exemple, l'épandage de déjections animales, de composte de ferme ou tout autre matière fertilisante est interdit à moins de 30m du captage et l'épandage de boues de stations d'assainissement des eaux usées à moins de 100m. Néanmoins, il n'est fait aucune mention explicite quant à l'utilisation de pesticides dans le bassin versant récepteur des eaux de la nappe souterraine [3].

### 2.3.4 Autres

Les réseaux desservant moins de 5 000 personnes ne sont soumis à aucune obligation d'échantillonnage pour les pesticides. Cependant, les exploitants soucieux d'analyser les teneurs en pesticides de l'eau distribuée sont encouragés dans ce sens. Les résultats d'analyse obtenus, s'ils sont réalisés par un laboratoire accrédité, seront alors transmis au MDDEP et entreront dans la base de données *Eau Potable* du ministère. Cependant, les coûts élevés des analyses ne permettent pas à toutes les municipalités, en fonction de leurs moyens, de les effectuer.

De même, en ce qui concerne la mise en service des captages individuels, outre une analyse de la qualité microbienne et physico-chimique de l'eau, aucune analyse sur les teneurs en pesticides n'est exigée, tout comme il n'existe aucune norme en terme de qualité de l'eau brute utilisable comme approvisionnement en eau douce, vis-à-vis de la présence de pesticides.

## 2.4 Constats & préoccupations vis-à-vis de la présence de pesticides

### 2.4.1 Impact environnemental

#### a) Contamination de la ressource en eau

Depuis 1992, le MDDEP a lancé un programme de surveillance de la contamination des ressources en eau par les pesticides au Québec. Ainsi, plusieurs campagnes d'échantillonnage ont été réalisées dans les zones de cultures où les pesticides sont largement utilisés ou encore dans celles de grande superficie. Les productions végétales ciblées par ce programme sont :

- le maïs et le soja : en raison de l'importance des superficies ensemencées ;
- les vergers et la culture maraîchère : en raison des quantités importantes de pesticides appliquées à l'hectare ;
- enfin les pommes de terre : à cause de la vulnérabilité des nappes d'eau souterraine à proximité (cultures sur sols sablonneux facilitant le transfert).

Les stations d'échantillonnage (que ce soient des puits privés, puits municipaux ou dans des rivières) ont été choisies selon deux critères : la proximité avec la culture ciblée et la dominance de celle-ci dans le bassin versant drainé. Quatre rivières ont été

retenues, dans les zones de maïs-soja, pour suivre l'évolution de la contamination à long terme, les autres rivières faisant l'objet d'un suivi sur de plus courtes périodes (2 à 3 ans) [12]. Bien que les campagnes d'échantillonnage soient restreintes en raison des coûts d'analyse élevés, les résultats permettent d'apprécier l'étendue de la contamination et d'anticiper ce qui peut se passer dans les zones agricoles similaires, en ciblant prioritairement l'échantillonnage lors des périodes d'application des pesticides. Voici les principaux constats qui ressortent de ces études :

- Contamination de l'eau souterraine dans les zones de culture de pommes de terre [9], [10]:

On relève la présence de pesticides dans 49% des puits analysés. Tandis que les pesticides détectés reflètent l'évolution des usages en terme de traitement, comme par exemple le remplacement progressif de l'aldicarbe pour l'imidaclopride, substance non normée (détectée dans 35% des échantillons), d'autres pesticides tel que la métribuzine sont encore présents à des fréquences et des concentrations similaires au début des années 1990. Les nappes d'eau souterraines ne sont donc pas épargnées de la contamination, du fait de leur positionnement, le transfert des composés étant fonction de nombreux paramètres telle que la porosité des sols.

- Contamination des eaux de surface dans les zones de culture de maïs-soja [13], [14] :

L'étude des quatre rivières situées dans des secteurs de culture intensive de maïs et de soja en 2002, 2003 et 2004 montre que les pesticides sont régulièrement présents l'été. Les plus fréquemment détectés sont : l'atrazine, le métolachlore, le bentazone, le dicamba et le diméthénamide (substance non-normée dans le RQEP). Présent dans 100% des échantillons, l'atrazine, bien que mesuré à des concentrations significativement plus basses qu'au début du programme, demeure omniprésent. Parfois, l'atrazine a même été mesuré à des teneurs bien supérieures au critère de qualité pour l'eau potable, dans des cours d'eau ne servant pas d'approvisionnement en eau potable certes, mais sans doute à l'origine de contamination des rivières en aval, utilisées quant à elles. La concentration maximale en atrazine, mesurée au cours de la période de surveillance, a même atteint 62 µg/L dans la rivière Saint-Zéphirin, en 2002 (une concentration maximale de 30 µg/L avait été détectée dans une autre rivière en 2001). Le suivi a également permis de mettre en évidence la présence d'herbicides de nouvelle génération, bien que ceux-ci soient employés à des doses à l'hectare beaucoup plus faibles que celles des anciens composés.

- Contamination des cultures en zone maraîchère et de pommeraies [11] :

Les cours d'eau échantillonnés montrent la présence de plusieurs pesticides, surtout des insecticides et des fongicides. Cultures présentes dans des bassins versants où l'on pratique aussi souvent les cultures de maïs, des produits tels que l'atrazine et le métolachlore y sont également fréquemment détectés.

Mais quelque soit les cultures ciblées, la multitude des pesticides détectés dans un même échantillon retient l'attention. On constate en effet une contamination généralisée des eaux de surface, présentant jusqu'à 20 pesticides détectés dans le même échantillon [14]. Ce constat préoccupe les autorités quant à la sauvegarde de la biodiversité aquatique, surtout si l'on considère l'absence de connaissances sur les effets additifs, ou synergiques possibles des mélanges de pesticides dans l'eau. Ajouté à cela, le fait que les nouvelles générations de produits phytosanitaires, bien qu'utilisées dans de moindre quantité, mais plus toxiques, soient tout de même détectées, les autorités responsables de la surveillance de l'environnement invitent à la prudence.



## b) Écotoxicité

Comparé à la toxicité humaine, la toxicité pour les espèces aquatiques passe souvent au second plan. Cependant, le programme de surveillance des pesticides présents dans l'eau a permis de noter que les critères de qualité pour la protection de la vie aquatique étaient souvent dépassés. Même s'ils sont moins fréquents, pour l'atrazine par exemple, ils se produisent encore pour 6 à 13% des échantillons pour le suivi des cultures de maïs-soja entre 2002 et 2004, pour ce paramètre [14].

Le respect de ces critères est plus préoccupant dans les zones de culture maraîchère et de vergers qui utilisent essentiellement des insecticides, dont les critères sont parmi les plus bas. Ainsi en 1997, le diazinon, le chlorpyrifos et l'azinphos-méthyl dépassaient systématiquement les critères de qualité de l'eau établis pour le respect des espèces aquatiques, les concentrations d'azinphos-méthyl atteignant même de 60 à 100 fois la valeur du critère [12].

Toutes ces études relatent bien l'ampleur de la contamination des ressources en eau par les pesticides. Bien que mesurés à de faibles concentrations, ces composés demeurent toxiques et il s'avère nécessaire d'étudier leurs effets potentiels sur la santé humaine. La multitude des molécules actives sur le marché, ajoutée aux lacunes sur les connaissances quant aux effets cumulés de pesticides présents dans un même média ne facilitent pas l'évaluation des risques. Malgré tout, de récents articles scientifiques suggèrent un certain nombre d'effets potentiels vis-à-vis des expositions chroniques aux pesticides.

### **2.4.2 Effets des pesticides sur la santé humaine**

Comme toute substance de synthèse, ou même naturelle, les pesticides peuvent produire des effets nocifs sur la santé. Il est important pour évaluer ce risque de considérer le type d'effet, la dose et l'exposition des personnes. La toxicité des pesticides variant fortement d'une substance à l'autre, nous tenterons dans cette partie de décrire les effets généraux observés, pour les différents types d'exposition (aigue et chronique).

La toxicité aigue, suite à une exposition de courte durée, survient généralement à de fortes concentrations. Les symptômes les plus fréquents sont les maux de tête, les nausées, les vomissements, une fatigue anormale, des irritations cutanées, oculaires ou respiratoires. Les intoxications de ce type surviennent souvent lors d'accidents consécutifs au non-respect des recommandations d'usage du produit ou encore lors de son entreposage [24].

Outre les effets à court terme, relativement bien documentés du fait qu'il s'agit d'accidents ou encore d'ingestion volontaire, l'étude des effets à long terme, liés aux expositions sub-chroniques et chroniques aux pesticides, est plus complexe. Néanmoins, de plus en plus d'études soulèvent des interrogations quant aux effets potentiellement cancérigènes ou de perturbateurs endocriniens que pourraient engendrer ces composés. Les paragraphes suivants, sans effectuer une revue exhaustive de la littérature, visent à rappeler les préoccupations soulevées dans de récents articles scientifiques vis-à-vis des effets possibles des pesticides sur la santé humaine, dans le cadre d'expositions longues et répétées.

## a) Cancérogenèse

Plusieurs études épidémiologiques laissent supposer l'existence d'un risque plus important d'être atteint par certains cancers à la suite d'une exposition chronique aux pesticides, notamment chez les professionnels utilisateurs de pesticides (agriculteurs et applicateurs), ainsi que dans leur entourage (enfants). Plusieurs associations, entre

exposition aux pesticides et cancers, ont été mises en évidence. Les cancers les plus cités sont : les cancers du cerveau, les lymphomes non hodgkiniens, les leucémies, les sarcomes des tissus mous, les cancers de l'estomac et de la prostate [24] [12]. Néanmoins, toutes les études ne concluent pas à des associations significatives, et même si elles y arrivent, le lien de causalité reste à démontrer scientifiquement.

Les organismes, tels que le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) et l'US EPA, ont classé de nombreux pesticides comme probablement cancérigènes pour l'Homme (cf. annexe 7). Mais pour beaucoup, le manque de données épidémiologiques chez les humains ne permet pas de conclure sur le potentiel cancérigène ou non de la substance. De plus, les données existantes ne concernent qu'une très faible minorité des molécules actives présentes sur le marché.

La revue de littérature réalisée par *The Ontario College of Family Physicians* [24], couvrant 1992 à 2004, explore les associations possibles entre expositions aux pesticides et l'incidence de certains cancers. Ses auteurs ont relevé, parmi les nombreuses études révisées, des associations positives entre exposition aux pesticides et l'apparition de maladies comme : les cancers du cerveau, du rein, de la prostate (excès de risque égal à 1,59 [1,18 ; 2,15]), des lymphomes non hodgkiniens (le 2,4-D est notamment suspecté comme l'un des toxiques responsables). Les leucémies sont également concernées : sur 16 études révisées, 14 d'entre elles concluent à une association positive entre leur apparition et l'exposition aux pesticides. Cependant, une seule démontre une association positive et significative.

Ainsi, malgré la multitude d'études (écologiques, cas-témoins, cohortes...), les limites inhérentes à celles-ci (en particulier concernant l'évaluation de l'exposition), ainsi que la grande variété de co-facteurs pouvant influencer sur l'apparition des cancers. Les résultats présentés ici ne peuvent constituer seuls les preuves d'un lien certain entre l'exposition aux pesticides et la mortalité par cancer. Néanmoins, dans l'état actuel des connaissances, de fortes présomptions demeurent, même si les mécanismes toxicologiques ne sont pas clairement élucidés aujourd'hui.

#### b) Effets sur la reproduction et le développement

Des familles chimiques diverses de molécules actives, utilisées comme pesticides, ont été reconnues responsables d'une baisse de la fertilité masculine. Ainsi, Swan *et al.* (2003), indiquent, dans une étude portant sur 86 hommes du Minnesota, une relation entre la présence de résidus de pesticides mesurés dans l'urine et la diminution de la qualité du sperme (concentration des spermatozoïdes, mobilité et morphologie). Leur étude cible des herbicides et des insecticides en particulier, dont certains utilisés au Québec, tels que l'atrazine et le diazinon. L'eau y est d'ailleurs suspectée comme source plausible d'exposition.

La revue de littérature menée par le Comité de la Prévention et de la Précaution français (CCP), en charge d'une évaluation sur les risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires en 2002, souligne que des études de type cas-témoins ont montré que l'exposition aux pesticides constitue un facteur de risque significatif pour des caractéristiques du sperme en dessous des seuils considérés comme limite pour une capacité procréatrice adéquate. D'autres effets tels que l'avortement spontané, la prématurité, des retards de développement intra utérin et des malformations congénitales sont également suspectés [38].

Par exemple, Arbuckle *et al.* (1999), dans leur étude intitulée *Ontario Farm Family Health Study*, ont tenté de montrer que l'exposition du père aux herbicides phénoxy avant la conception et la découverte de résidus de 2,4-D dans le sperme pourraient expliquer les cas d'avortement spontané chez les femmes enceintes. Schreinemachers (2003)

conclue, dans une étude écologique, à une association significative entre l'utilisation importante d'herbicides phénoxy et certains types de malformations (anomalies respiratoires, tégumentaires et musculo-squelettiques) ainsi que des décès pour cause d'anomalies congénitales. L'auteur a comparé pour cela des régions américaines, avec des niveaux de production de céréales élevés, impliquant l'usage important du 2,4-D et du MCPA avec des régions à faible production.

De plus en plus, il existe une préoccupation certaine dans la communauté scientifique concernant le potentiel de perturbation endocrinienne des pesticides. Plusieurs études suggèrent en effet la capacité des composés phytosanitaires à créer des déséquilibres dans le système hormonal. Par exemple, des tests réalisés sur les animaux rapportent l'observation d'effets de perturbateurs endocriniens suite à l'exposition à des pesticides, le 2,4-D en faisant partie [29]. Néanmoins, peu d'études épidémiologiques aboutissent à des conclusions. L'étude menée par Garry *et al.* (2001) révèle une corrélation entre une exposition au 2,4-D et la modification des concentrations de certaines hormones liées à la reproduction. Néanmoins, bien que plusieurs hypothèses de mécanismes biologiques soient avancées, il n'existe pas encore de preuve irréfutable quant aux effets engendrés par l'exposition à de possibles perturbateurs endocriniens [38].

### c) Effets neurologiques et neuro-comportementaux

Pour certains pesticides, la neurotoxicité est le mécanisme même de leur mode d'action. Les effets aigus survenant à des doses importantes sont plutôt bien connus, via les intoxications accidentelles ou volontaires. Tout comme les autres types d'effets, les effets chroniques dans ce domaine sont peu documentés. Du fait d'expositions faibles sur de longue durée, les connaissances demeurent lacunaires.

Cependant, dans une revue de littérature, Kamel et Hoppin (2004) retiennent plusieurs études reliant la prévalence de certaines maladies neurodégénératives, telle que la maladie de Parkinson, à l'exposition chronique aux pesticides. De plus en plus d'études suggèrent d'ailleurs l'existence d'une relation entre l'exposition aux pesticides et l'apparition de cette dernière. Dans une revue plus récente d'articles, Brown et al (2006), s'intéressant uniquement à la maladie de Parkinson, souligne que les données toxicologiques existantes mettent en évidence que le paraquat et le roténone pourraient être impliqués dans les mécanismes d'induction de la maladie. Ils relèvent une association positive entre une exposition longue aux herbicides et aux insecticides, cependant le poids des preuves demeure insuffisant pour conclure à une relation causale. Des études dans ce secteur sont donc nécessaires pour pouvoir améliorer les connaissances, les cofacteurs étant nombreux (exposition cumulée à d'autres contaminants de l'environnement, l'exposition pendant la phase de développement, etc.).

## **3 Objectifs et méthodologie**

### **3.1 Objectifs de l'étude**

Cette étude cible trois principaux objectifs, qui sont :

1. Dresser un portrait de la contamination des réseaux d'eau potable vis-à-vis de la présence éventuelle de traces de pesticides
  - analyser la mise en conformité des réseaux desservant plus de 5 000 personnes suite à la mise en œuvre du RQEP en juin 2001
  - identifier les pesticides détectés, leur concentration et leur fréquence de détection
  - caractériser les réseaux concernés par les détections de pesticides les plus fréquentes ou bien les plus élevées
2. Estimer le risque associé à la présence de traces de pesticides dans l'eau potable
  - identifier la population exposée aux pesticides dans l'eau potable ainsi que la période d'exposition
  - comparer les niveaux de concentration détectés aux normes et recommandations établies pour la protection de la santé
  - caractériser les dangers éventuels liés à l'ingestion de traces de pesticides et identifier les populations sensibles
3. Analyser les bénéfices et les limites liés au système de surveillance des pesticides dans l'eau potable
  - identifier les lacunes en terme d'information
  - mettre en évidence les éventuels problèmes rencontrés
  - discuter de la pertinence des substances analysées

### **3.2 Choix de la méthodologie**

#### **3.2.1 Consultations**

Au cours de cette étude, et afin de mieux appréhender la politique québécoise en matière d'environnement et de santé publique, plusieurs entretiens ont été organisés, avec notamment :

- des responsables des services des politiques de l'eau et de la surveillance de l'environnement du MDDEP,
- des responsables du CEAEQ,
- des responsables des laboratoires privés accrédités pour l'analyse des pesticides présents dans le RQEP,
- des responsables des Directions Régionales de l'Environnement,
- le responsable du groupe scientifique sur les pesticides, de la direction de toxicologie humaine à l'INSPQ.

Dans le cadre des consultations avec les responsables au MDDEP, une demande d'autorisation a été effectuée concernant l'extraction et l'exploitation des données. Celle-ci a été accordée par le chef de service de la Direction des Politiques de l'Eau du MDDEP, sous réserve d'un droit de regard.

### 3.2.2 Étude bibliographique

La première étape de cette étude a consisté en la collecte des informations touchant aux différentes thématiques abordées. Les recherches se sont articulées autour de trois grands axes que sont « eau potable », « pesticides » et « surveillance et gestion du risque », chacun se déclinant en divers sous thèmes présentés dans la figure 6. En ce qui a trait aux différentes réglementations, les recherches se sont orientées principalement vers les sites Internet des ministères concernés ainsi que des organismes publics (MDDEP, MAPAQ, ARLA et Santé Canada). Les recherches liées aux risques pour la santé des pesticides ont été effectuées grâce aux moteurs de recherche PubMed et au Réseau Santécom (moteur de recherche québécois rassemblant les bases de données des différents organismes de Santé Publique du Québec). En outre, la consultation des sites Internet des organismes de référence tels que l'OMS et l'US EPA ont permis d'obtenir des valeurs de référence pour estimer les risques à la santé et effectuer les calculs de doses d'exposition. Enfin des rapports indépendants, telle que la récente expertise collective, de l'Institut National de Recherche en Agronomie (INRA) et du Cemagref [37], sur les pesticides et la façon de réduire leur utilisation et d'en limiter les impacts environnementaux, ont alimenté notre réflexion sur la connaissance et la gestion nécessaire des risques inhérents à la présence de pesticides dans l'eau.

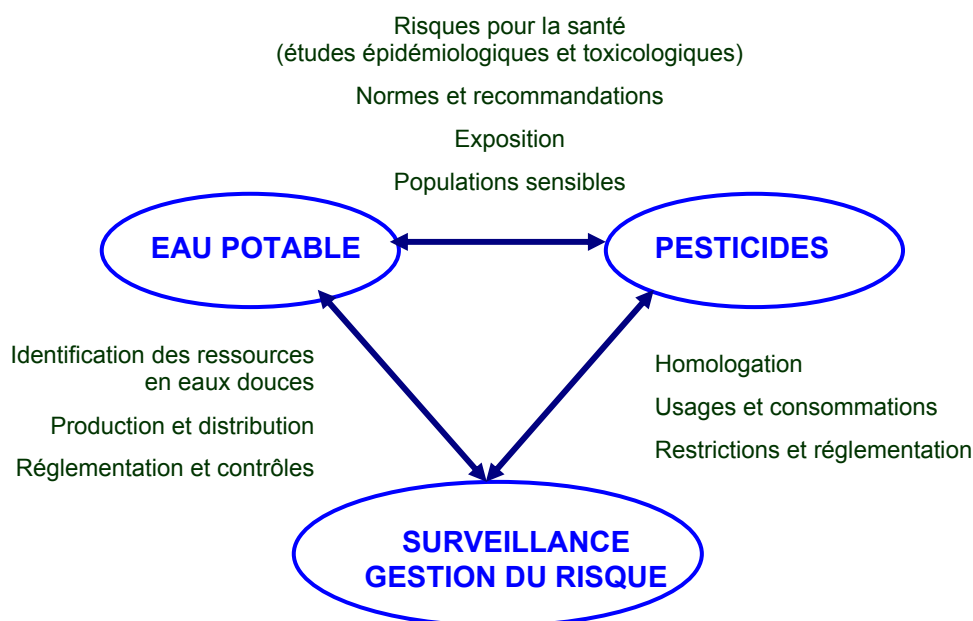


Figure 6. Recherche bibliographique

### 3.2.3 Extraction et tri des données

#### a) Critères d'extraction des données réglementaires

Les données réglementaires, issues de la mise en application du RQEP, pour les pesticides, ont été extraites de la base de données *Eau potable* du MDDEP. Pour chaque pesticide dont l'analyse est obligatoire, un fichier Excel a été édité, rassemblant tous les résultats d'analyse pour la période allant du 1<sup>er</sup> juillet 2001 au 31 mars 2006. Les données extraites concernent tous les réseaux desservant plus de 5 000 personnes, actifs durant cette période, dont l'exploitation est de type municipale ou régie inter-municipale et dont la clientèle est de type « résidentielle ». Par conséquent, cela ne comprend pas les réseaux qui sont propriété des entreprises privées ou à clientèle exclusivement touristique.

Chaque fichier se présentait sous une forme matricielle, comprenant une colonne par trimestre d'étude, et une ligne par résultat d'analyse avec pour informations diverses :

- le numéro de la région administrative,
- la nom et le code de la municipalité concernée,
- le nom et le numéro du réseau,
- la date de prélèvement de l'échantillon,
- l'estimation de la population desservie par le réseau,
- le résultat d'analyse dans la colonne correspondant au trimestre d'échantillonnage.

Deux autres fichiers contenaient les informations relatives au type d'approvisionnement ainsi qu'au traitement appliqué à chaque poste, pour tous les réseaux ayant transmis des résultats d'analyse sur cette période. Un réseau peut en effet être approvisionné par différents postes, appliquant différents traitements. Les coordonnées géographiques des approvisionnements de chaque poste ont également été extraites, à des fins de cartographie.

#### *b) Critères de tri des données réglementaires*

Les données extraites selon les critères définis précédemment ne permettaient pas une exploitation valide des résultats d'analyse. Plusieurs doublons étaient présents et parfois l'on retrouve plusieurs résultats d'analyse par trimestre et par réseau. Deux types de tris ont donc été effectués pour « assainir » la base de données obtenue initialement avant toute exploitation des informations s'y trouvant.

La première méthode de tri a consisté en l'élimination des doublons, s'agissant probablement de « blancs de terrain », n'apportant pas d'information supplémentaire en terme de détection, dans le temps et dans l'espace. Dans la plupart des cas, il s'agissait de doublons, mais parfois, l'on pouvait obtenir deux résultats d'analyse distincts pour une même journée. Aussi pour tous les résultats d'analyse obtenus le même jour, pour un même réseau, les règles suivantes ont été appliquées:

- si le paramètre était non détecté pour chaque résultat, le résultat d'analyse présentant le seuil de quantification le plus petit était retenu ;
- si le paramètre était détecté dans chaque échantillon, la moyenne des deux valeurs a été retenue ;
- si le paramètre était détecté dans un cas et non dans l'autre, la concentration détectée a été retenue (ce choix, arbitraire, visait à conserver toute information relative au niveau de concentration décelé dans l'eau analysée).

Cette première base de données a été utilisée pour étudier les niveaux de concentration mesurés ainsi que les fréquences de détection des composés au cours de la période d'étude.

La seconde méthode de tri, plus stricte, visait à créer une base de données pour laquelle l'on ne retenait qu'un résultat d'analyse par réseau et par trimestre, soit respectant le minimum exigé par le RQEP, afin de pouvoir étudier essentiellement la mise en conformité des réseaux. Les règles de tri appliquées sont similaires aux précédentes, à la différence près qu'elles ne s'appliquent plus par journée d'échantillonnage, mais par trimestre.

#### *c) Autres données*

Les résultats d'analyse fournis volontairement par les réseaux desservant 5 000 personnes et moins ont été aussi extraites de la base de données *Eau Potable*, avec les mêmes critères d'extraction que ceux appliqués pour les réseaux desservant plus de 5 000 personnes. Ces résultats se présentent sous un seul fichier Excel, contenant une ligne par échantillon analysé, complété de différentes informations : numéro de la région

administrative, municipalité, nom et code du réseau, population desservie, numéro d'échantillon, date de prélèvement et enfin les 25 résultats d'analyse des paramètres obligatoires à contrôler (pour les réseaux desservant plus de 5 000 personnes). Un fichier complétait ce dernier avec, de la même façon que précédemment, des données sur l'approvisionnement et le traitement appliqué à l'eau brute.

Enfin, l'extraction de résultats d'analyse pour divers pesticides, issus des campagnes d'échantillonnage menées par le MDDEP sur des eaux brutes et des eaux distribuées a été réalisée entre 1984 et 2005. L'extraction de ces données a permis de retenir une série de résultats pour les concentrations en atrazine présentes dans des réseaux d'eau potable de Montérégie (région fortement agricole), afin d'étudier l'exposition sub-chronique des populations consommant l'eau du robinet.

### **3.2.4 Analyse des données & outils**

Le recours à plusieurs outils informatiques a été nécessaire pour permettre une analyse des données obtenues via la banque de données *Eau potable* du ministère.

En ce qui concerne la partie de statistique descriptive, le logiciel Excel a été utilisé. La partie statistique analytique, quant à elle, a nécessité le recours à un logiciel plus sophistiqué pour réaliser des tests statistiques : il s'agit du logiciel *SPSS 13.0 for Windows, Statistical analyses*. Le test de Chi-carré de Pearson a été utilisé dans cette étude, avec un seuil de signification statistique de 0,05. De plus, le programme *Crystal Ball* a permis une étude analytique, selon la méthode Monte-Carlo, pour estimer la distribution des doses d'atrazine, via l'eau potable et étudier le risque pour la santé.

Enfin, à l'aide du logiciel *ArcMap 9.0*, différentes cartographies ont pu être établies, en associant les coordonnées géographiques des postes d'approvisionnement et des éléments d'analyse de l'occupation des sols québécois, développé par le Centre de Recherche en Aménagement et en Développement (CRAD) de l'Université de Laval, à Québec.

## 4 Résultats

### 4.1 Présentation des réseaux étudiés

#### 4.1.1 Réseaux desservant plus de 5 000 personnes

Les données extraites de la base de données *Eau potable*, regroupant les résultats d'analyse pour les pesticides sur la période étudiée, concernent 150 réseaux, répartis sur 118 municipalités. Ils desservent une population totale estimée à 5 559 709 personnes. Leur répartition dans les différentes régions administratives du Québec est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 4. Répartition des réseaux étudiés selon les régions administratives du Québec

n° région	Nom de la région	Nombre de réseaux desservant plus de 5 000 personnes	Population totale desservie
1	Bas-Saint-Laurent	5	81 132
2	Saguenay – Lac-Saint-Jean	10	196 608
3	Capitale Nationale	12	527 465
4	Mauricie	10	189 409
5	Etrie	5	154 071
6	Montréal	7	1 853 327
7	Outaouais	4	223 257
8	Abitibi-Témiscamingue	4	76 515
9	Côte-Nord	4	54 155
10	Nord-du-Québec	1	8 100
11	Gaspésie – îles-de-la-Madeleine	4	24 907
12	Chaudière-Appalaches	11	181 252
13	Laval	1	330 393
14	Lanaudière	12	252 285
15	Laurentides	16	294 250
16	Montérégie	38	988 329
17	Centre-du-Québec	6	124 254
	<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>5 559 709</b>

Concernant leur approvisionnement, ces réseaux ont recours majoritairement à des eaux de surface, l'eau souterraine ne servant d'eau brute qu'à environ 20% seulement des réseaux étudiés. Parmi les eaux de surface, l'on constate notamment que ce sont les eaux de rivière qui représentent l'apport majoritaire, comme le montre les chiffres présentés dans le tableau 5. Le fleuve Saint-Laurent et les lacs arrivent en seconde place.

Ce constat devrait évoluer suite à l'obligation nouvelle pour les réseaux s'approvisionnant en eaux de surface de procéder à un traitement minimal obligatoire. Il est possible que les municipalités cherchent à changer leur approvisionnement en eaux de surface pour un captage, nécessitant un traitement moindre, si l'eau est de qualité physico-chimique suffisante. En effet, parmi les réseaux étudiés, huit comprenaient un approvisionnement sans aucun traitement. Cependant, ces informations peuvent être entachées d'erreurs, ne connaissant pas la date de mise à jour des données par les exploitants responsables de ces réseaux.



**Tableau 5. Approvisionnement des réseaux étudiés desservant plus de 5 000 personnes**

Type d'eau brute	Nombre de réseaux (n)	Proportion (%)
<i>souterraine</i>	29	19,3
<i>Mixte</i>	11	7,3
<b>Surface</b>	110	73,3
<i>Saint-Laurent</i>	24	21,8
<i>rivière</i>	60	54,6
<i>lac</i>	23	20,9
<i>autres</i>	3	2,7
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>100</b>

#### 4.1.2 Réseaux desservant 5 000 personnes et moins

Parmi les réseaux desservant moins de 5 000 personnes, ayant transmis des résultats d'analyses pour les pesticides au MDDEP volontairement, on dénombre au total 49 réseaux, se répartissant sur 46 municipalités dans 13 régions administratives. Parmi les régions non représentées, l'on recense : la Mauricie, la région Nord-du-Québec et celle de la Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine. Ces deux dernières font partie des régions les moins peuplées et également peu cultivées. Enfin la région de Laval n'est pas non plus représentée, puisqu'elle ne compte qu'un seul réseau de distribution d'eau potable, desservant plus de 5 000 personnes.

Ces résultats se basant sur le volontariat, nous ne présenterons pas plus en avant leur répartition par région et par taille, puisqu'ils ne peuvent en aucun cas être considérés comme représentatifs de l'ensemble des réseaux desservant 5 000 personnes et moins.

Néanmoins, il est intéressant de constater que leur approvisionnement n'est pas majoritairement en eaux de surface mais que les exploitants de réseaux approvisionnés en eau souterraine s'avèrent aussi soucieux de la contamination de leur ressource, malgré la croyance générale que les eaux souterraines sont moins vulnérables que celles de surface, comme le démontre les chiffres présentés dans le tableau 6. Il y a effectivement environ autant de réseaux approvisionnés en eaux de surface qu'en eaux souterraines qui ont réalisé des analyses de pesticides auprès de laboratoires accrédités.

**Tableau 6. Approvisionnement des réseaux desservant 5 000 personnes et moins, ayant transmis des résultats d'analyse de pesticides**

Type d'eau brute	Nombre de réseaux (n)	Proportion de réseaux (%)
<i>souterraine</i>	21	43,8
<i>mixte</i>	5	10,4
<i>surface</i>	22	45,8
<i>st laurent</i>	2	9,1
<i>rivière</i>	8	36,4
<i>lac</i>	11	50,0
<i>autres</i>	1	4,5
<b>TOTAL</b>	48	100

## 4.2 Surveillance réglementaire (plus de 5 000 personnes desservies)

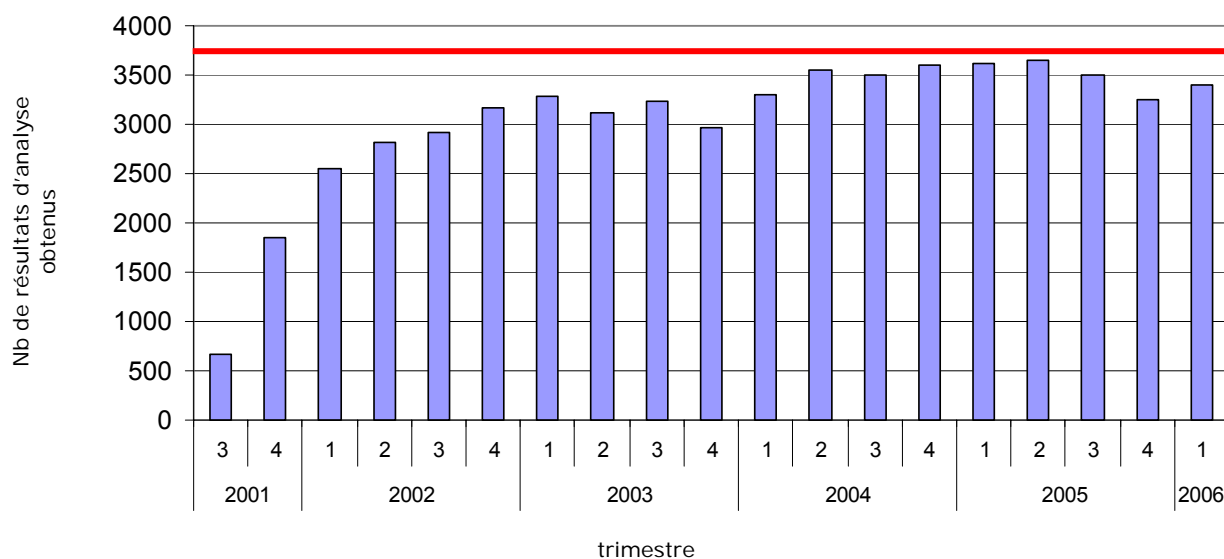
### 4.2.1 Mise en conformité des réseaux

Comme nous l'avons vu précédemment, la réglementation impose aux exploitants de réseaux desservant plus de 5 000 personnes de fournir un minimum d'un résultat d'analyse par trimestre et par pesticide. Aussi, nous avons choisi de considérer le taux de réponse des réseaux concernés à l'obligation minimale. Il était difficile d'accéder au nombre exact de réseaux actifs chaque année, ce nombre fluctuant en fonction des regroupements de réseaux ou autre. Aussi, nous avons supposé qu'il y avait 150 réseaux actifs, soit le nombre de réseaux ayant fourni au moins un résultat sur la période d'étude. Si l'on suppose 150 réseaux actifs chaque trimestre, en considérant que 25 substances sont à analyser obligatoirement, l'on s'attend alors à recevoir 3 750 résultats d'analyse à chaque trimestre (niveau de réponse figuré par la ligne rouge sur la figure 7).

Le graphe ci-dessous (cf. figure 7) illustre donc le nombre de résultats fournis par trimestre, se basant sur la base de données triée excluant tout doublet de résultat d'analyse par trimestre, par pesticide et par réseau. Les trimestres sont numérotés et couvrent les périodes suivantes :

- 1 : 1<sup>er</sup> janvier au 31 mars
- 2 : 1<sup>er</sup> avril au 30 juin
- 3 : 1<sup>er</sup> juillet au 30 septembre
- 4 : 1<sup>er</sup> octobre au 31 décembre

On constate que les exploitants de réseaux desservant plus de 5 000 personnes se sont conformés progressivement à l'exigence d'échantillonnage et d'analyse. Si l'on considère l'erreur sur le nombre de réseaux véritablement actifs à chaque trimestre, pouvant avoir fluctué, on peut estimer que depuis 2004, le respect de l'exigence réglementaire est quasi atteint pour tous les réseaux et que le RQEP est bien rentré dans les habitudes. L'exigence d'échantillonnage est relativement respectée des exploitants des réseaux concernés.



**Figure 7. Évolution trimestrielle du nombre de résultats d'analyses minimales obtenus**

#### 4.2.2 Pesticides détectés

Le tableau 7 synthétise l'ensemble des résultats d'analyse obtenus pour les réseaux soumis à la réglementation, conservant ainsi plus d'information quant aux concentrations détectées. Il présente, entre autre, la fréquence de détection de chaque substance, ainsi que les minima et maxima relevés.

Les seuils de quantification utilisés par les laboratoires varient d'un trimestre à l'autre et cela pour chaque paramètre. Pour la fin de la période considérée, ces seuils tendaient à se stabiliser. Ces variations sont en partie dues à l'adaptation progressive des laboratoires pour réaliser ces analyses en routine. Aussi, la plupart du temps, la concentration minimale mesurée, présentée dans le tableau, correspond au seuil de quantification le plus bas utilisé. Cependant, l'hétérogénéité des seuils de quantification utilisés depuis juillet 2001 pour l'analyse des pesticides pose problème pour l'interprétation des résultats. Ce point est abordé plus en détails au chapitre 4.5, présentant en détails les seuils de quantification qui ont été relevés.

Au cours de la période étudiée, soit de juillet 2001 à mars 2006, aucun dépassement des normes n'a été enregistré sur les 59 584 analyses réalisées. Aucun pesticide ne dépasse les recommandations édictées par le RQEP, ni même d'ailleurs celles éditées par les autres organismes de référence (OMS et US EPA). Parmi les 25 substances à analyser obligatoirement, sept pesticides n'ont même jamais été détectés, il s'agit : de l'azinphos-méthyl, du bromoxynil, de la cyanazine, du diméthoate, du malathion, du phorate et enfin du terbufos. La fréquence de détection, tous pesticides confondus, s'avère très faible, c'est-à-dire inférieure à 1%.

En ce qui concerne les substances détectées, trois composés se démarquent : il s'agit de l'atrazine, du métolachlore et du 2,4-D, que l'on détecte à des fréquences respectives de 11,6%, 4,1% et 3,7%. Les autres substances ne dépassent pas 0,5% de fréquence de détection.

Tableau 7. Synthèse des résultats d'analyse obtenus entre juillet 2001 et mars 2006

Pesticides	Min*	Max*	Normes* Québec / Canada	nb de détection	nb de mesures	fréquence de détection (%)
atrazine et ses métabolites	0,02	0,9	5	279	2 399	11,63
Métolachlore	0,01	0,45	50	96	2 341	4,10
2,4-D	0,02	0,52	100	88	2 391	3,68
Dicamba	0,04	0,29	120	11	2 390	0,46
Simazine	0,01	0,11	10	6	2 394	0,25
Paraquat	0,5	4,7	10	5	2 393	0,21
Diquat	0,5	15	70	4	2 391	0,17
Chlorpyrifos	0,03	0,16	90	3	2 392	0,13
Glyphosate	0,6	10	280	2	2 357	0,08
Diazinon	0,02	0,03	20	2	2 397	0,08
Métribuzine	0,02		80	2	2 395	0,08
Parathion	0,08	0,16	50	2	2 395	0,08
Carbaryl	0,05		90	1	2 287	0,04
Méthoxychlore	0,05		900	1	2 359	0,04
Carbofurane	0,2		90	1	2 392	0,04
Trifluraline	0,06		45	1	2 395	0,04
Piclorame	5		190	1	2 391	0,04
Diuron	0,25		150	1	2 397	0,04
azynphos-méthyle	*		20	0	2 395	0,00
Bromoxynil	*		5	0	2 386	0,00
Cyanazine	*		10	0	2 392	0,00
Diméthoate	*		20	0	2 395	0,00
Malathion	*		190	0	2 393	0,00
Phorate	*		2	0	2 386	0,00
Terbufos	*		1	0	2 381	0,00
<b>TOTAL</b>				<b>506</b>	<b>59 584</b>	<b>0,85</b>

\* concentrations en µg/L

Il était difficile, étant donné le mode d'extraction des données (un fichier par pesticide) de déterminer si l'on détectait plus d'un pesticide par échantillon, pour les réseaux concernés par la présence de résidus, aussi cette information n'est pas présentée. Mais si l'on se réfère à l'étude menée par I. GIROUX *et al.* en 2006 [14], parmi 116 réseaux municipaux présentant des détections de pesticides, 49% montrent la présence d'un seul composé phytosanitaire. Les autres réseaux ont montré la présence simultanée de plus d'un produit, le plus souvent deux substances sont détectées (31% des cas). Pour quelques réseaux, des prélèvements ont montré la présence de trois, quatre ou cinq pesticides présents simultanément dans l'eau détectée. Cette situation est donc probable.

#### 4.2.3 Caractérisation des réseaux les plus touchés par la présence de pesticides

##### a) Localisation régionale

Malgré le fait qu'aucun dépassement des normes n'ait été observé, il est intéressant de rechercher les réseaux qui semblent les plus touchés par la présence de pesticides. En effet, il est probable que certaines régions soient plus vulnérables à la contamination de leurs ressources en eau par les pesticides, du fait de leurs activités

agricoles par exemple. Le tableau 8 rassemble ainsi les détections de pesticides, recensées par région, ainsi que le détail sur les substances détectées :

**Tableau 8. Répartition des détections de pesticides selon les régions administratives**

n° région	Nom région	pesticides détectés (n)	Détections	
			n	%
16	Montérégie	atrazine (177) - métolachlore (71) - 2,4-D (34) - dicamba (7) - simazine (3) - chlorpyrifos (1) - diazinon (1) - métribuzine (1) - parathion (1) - piclorame (1)	297	58,7
6	Montréal	atrazine (38) - 2,4-D (6) - métolachlore (2) - simazine (1) - trifluraline (1)	48	9,5
12	Chaudière-Appalaches	atrazine (26) - 2,4-D (7) - métolachlore (7) - carbaryl (1) - diazinon (1)	42	8,3
14	Lanaudière	atrazine (12) - 2,4-D (7) - métolachlore (2) - diquat (1) - paraquat (1)	23	4,5
17	Centre-du-Québec	atrazine (10) - 2,4-D (2) - métolachlore (2) - chlorpyrifos (1) - dicamba (1) - méthoxychlor (1)	17	3,4
15	Laurentides	2,4-D (7) - métolachlore (5) - dicamba (2) - chlorpyrifos (1)	15	3,0
2	Saguenay – Lac-Saint-Jean	2,4-D (9) - diquat (2) - paraquat (2) - diuron (1)	14	2,8
5	Estrie	atrazine (9) - métolachlore (3) - simazine (1)	13	2,6
4	Mauricie	2,4-D (5) - atrazine (4) - dicamba (1) - simazine (1)	11	2,2
3	Capitale Nationale	métolachlore (4) - 2,4-D (1) - atrazine (1) - diquat (1) - paraquat (1)	8	1,6
11	Gaspésie îles-de-la-Madeleine	2,4-D (5) - atrazine (1) - paraquat (1) - parathion (1)	8	1,6
1	Bas-Saint-Laurent	2,4-D (3) - atrazine (1)	4	0,8
7	Outaouais	2,4-D (2)	2	0,4
8	Abitibi-Témiscamingue	carbofurane (1) - métribuzine (1)	2	0,4
9	Côte-Nord	glyphosate (1)	1	0,2
13	Laval	glyphosate (1)	1	0,2
10	Nord-du-Québec	aucune détection	0	0,0

Les cartes présentées en annexe 8 et 9 permettent de mieux se représenter les localisations des composés les plus détectés (atrazine, métolachlore et 2,4-D), sur le territoire québécois. Les fonds de carte utilisés, présentant les zones majoritairement agricoles et anthropiques, ont été élaborés par le Centre de Recherche en Aménagement et Développement (CRAD) de l'Université de Laval, à Québec. Ces données, sur le fonds de carte, ne sont pas complètes pour l'ensemble du territoire québécois mais ciblent principalement le bassin du Saint-Laurent.

Les points de détection ne correspondent aucunement au réseau, mais aux coordonnées géographiques, fournies par le ministère, des approvisionnements des réseaux étudiés, desservant donc plus de 5 000 personnes. Il est important de souligner ici qu'un réseau peut être approvisionné à partir de plusieurs postes. Aussi, dans ce cas, la détection mesurée pour ce genre de réseau sera représentée par autant de points sur la carte qu'il existe de sources d'approvisionnement pour ce réseau. L'information fournie par les cartes est donc essentiellement de nature qualitative.

La région de la Montérégie, au sud de Montréal, semble de loin la plus touchée. Il s'agit notamment d'une des régions les plus tournées vers l'agriculture au Québec, qui compte entre autre d'importantes superficies en maïs et soja, et plus généralement en

grandes cultures. Les détections se rassemblent essentiellement autour des principales villes, soit Montréal, Québec et Laval et donc dans les zones les plus peuplées. Dans le cas des détections du 2,4-D, la région du Saguenay est également exposée à la présence de ce pesticide ainsi que quelques points d'approvisionnement en Gaspésie. Mais dans l'ensemble, si l'on compare la carte figurant les points d'approvisionnement des réseaux desservant plus de 5 000 personnes (cf. annexe 8) aux points pour lesquels des détections ont été relevées, on constate que c'est essentiellement le bassin du fleuve entre Montréal et Québec, ainsi que le sud de Montréal (soit la région de la Montérégie) qui sont les zones les plus exposées à ces pesticides. Les approvisionnements situés sur la région de la Côte-Nord ou encore à l'ouest de la province ne sont pas touchés, il s'agit de régions très peu agricoles.

*b) Approvisionnement*

Pour mieux étudier et caractériser les réseaux qui sont plus vulnérables aux pesticides, nous nous sommes intéressés aux distributions des différents types d'approvisionnement. Nous avons donc comparé statistiquement les réseaux s'approvisionnant en eaux de surface et ceux s'approvisionnant en eaux souterraines, par rapport à leur nombre de détections, grâce au test du  $\chi^2$ . Ces calculs ont été effectués pour : l'atrazine, le métolachlore, le 2,4-D et tous pesticides confondus (soit la somme des trois pesticides précédents). Le détail des données est présenté en annexe 10, tandis que la synthèse des résultats est résumée dans le tableau qui suit :

**Tableau 9. Analyse statistique sur le type d'approvisionnement des réseaux desservant plus de 5 000 personnes**

Test $\chi^2$	Fréquences de détection (%)		Résultat statistique
	Eaux souterraines	Eaux de surface	
<b>Tous les pesticides</b>	1,5	8,2	Significatif – p < 0,01
<b>Atrazine</b>	1,2	15,1	Significatif – p < 0,01
<b>Métolachlore</b>	0	5,3	Significatif – p < 0,01
<b>2,4-D</b>	2,7	4,2	Non significatif – p = 0,153

On constate que l'on détecte significativement plus souvent des pesticides dans les eaux de surface que dans les eaux souterraines, ce qui va dans le sens des conclusions attendues. Excepté pour le cas du 2,4-D, une différence significative telle que p < 0,01, pour l'atrazine, le métolachlore et tous les pesticides confondus est obtenue.

Par conséquent, et comme attendu, les réseaux s'approvisionnant à partir des eaux de rivières ou de lacs présentent une contamination significativement plus importante que les autres types d'approvisionnement, et sont donc potentiellement plus à risque vis-à-vis des contaminations par les pesticides. Les localisations des détections pour les trois composés les plus détectés coïncident d'ailleurs généralement avec les zones de bassins versants classés comme prioritaires dans la politique de gestion intégrée de l'eau, soit dans des régions de fortes pressions agricoles.

#### 4.2.4 Étude temporelle des détections de pesticides

##### a) Variations saisonnières

Si l'étude des approvisionnements nous indique que les eaux de surface sont les plus vulnérables quant aux contaminations par les pesticides, il est également pertinent de rechercher s'il existe des périodes dans l'année où les pesticides sont retrouvés plus fréquemment dans l'eau. La figure 8 présente l'évolution trimestrielle du nombre de détections de pesticides, sur l'ensemble de la période étudiée.

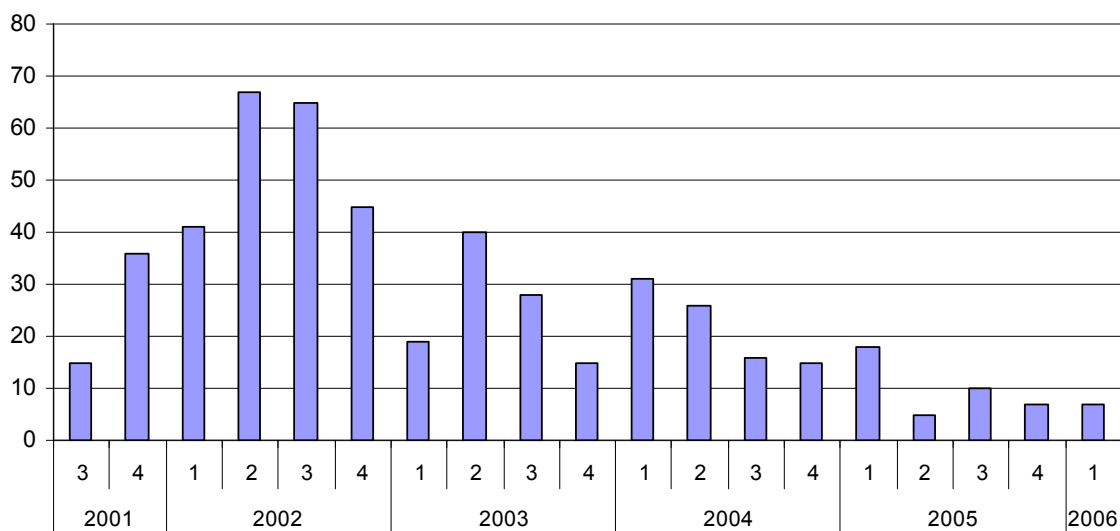


Figure 8. Nombre de détections de pesticides observées par trimestre

Tout d'abord, il est intéressant de constater que le nombre de détections a considérablement diminué entre 2002 et 2005. Cela s'explique en partie du fait que certains réseaux procédaient à plusieurs échantillonnages par mois, et se sont peu à peu conformer à l'obligation minimale d'un échantillon trimestriel. De plus, certains réseaux ont fusionné, abaissant ainsi le nombre d'analyses réalisées. Cependant, on observe que des pesticides sont détectés en hiver comme en été.

Si l'on considère, non pas le nombre de détection observé, mais plutôt les concentrations moyennes mesurées à chaque trimestre, pour l'atrazine (composé le plus détecté), on constate que les pics de concentration varient indistinctement au cours de l'année, les niveaux mesurés demeurant faibles (cf. figure 9).

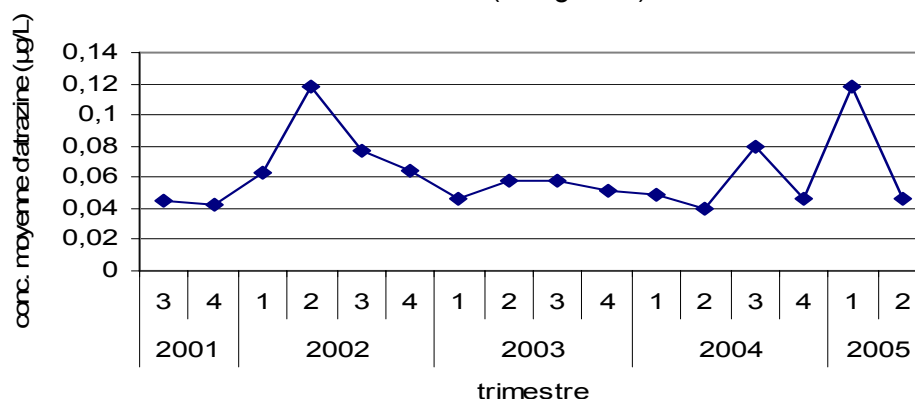


Figure 9. Évolution de la concentration moyenne d'atrazine détectée par trimestre

Une analyse statistique est nécessaire pour permettre d'étudier si certains trimestres présentent un plus grand nombre de détections que d'autres. De la même façon que précédemment, nous avons procédé à la réalisation du test statistique du  $\chi^2$  (cf. annexe 11) pour comparer les distributions de chaque trimestre vis-à-vis de la fréquence de détection de pesticides. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 10.

Il est difficile de conclure étant donné la variété des situations existantes. Initialement, les deuxième et troisième trimestres étaient suspectés d'être ceux présentant significativement plus de détections. En effet, dans la plupart des études réalisées par le MDDEP, les pesticides étaient surtout détections, aux plus fortes concentrations durant la période estivale, ainsi qu'au printemps, soit proches dans le temps des périodes les plus courantes d'application des pesticides.

**Tableau 10. Analyse statistique des trimestres de détection**

		Fréquence de détection (%) et résultats des tests $\chi^2$							
Trimestres		1	2, 3, 4	2	1, 3, 4	3	1, 2, 4	2, 3	1, 4
<i>Tous les pesticides</i>		5,2	7,0	7,6	6,1	7,4	6,2	7,5	5,6
		Significatif p < 0,01		Significatif p = 0,033		Non significatif p = 0,078		Significatif p < 0,01	
<i>Atrazine</i>		8,8	12,7	13,2	11,1	14,2	10,8	13,7	9,8
		Significatif p < 0,01		Non significatif p = 0,184		Significatif p = 0,029		Significatif p < 0,01	
<i>Métolachlore</i>		2,6	4,7	5,5	3,7	5,2	3,8	5,4	3,0
		Significatif p = 0,025		Non significatif p = 0,053		Non significatif p = 0,140		Significatif p < 0,01	
<i>2,4-D</i>		4,0	3,6	4,1	3,6	2,8	3,9	3,5	3,9
		Non significatif		Non significatif		Non significatif		Non significatif	

Si l'on exclut les résultats obtenus pour le 2,4-D qui ne s'avèrent significatifs pour aucune période, le premier trimestre couvrant, les mois de janvier, février et mars, présente significativement moins de détections de pesticides, par rapport aux autres trimestres. Le trimestre 2 (avril à juin) montre un excès de détections, lorsque l'on considère les détections de tous les pesticides confondus uniquement, mais pas pour chaque paramètre individuellement. De même, le trimestre 3 présente une différence significative pour l'atrazine et non pour les autres. Enfin, la confrontation des trimestres 2-3 à ceux 1-4 nous permet de conclure que la période annuelle couvrant début avril à fin septembre présente un excès de détections si l'on compare aux deux autres trimestres.



Ces résultats ne permettent aucunement de conclure de façon définitive quant aux variations saisonnières observées pour les détections de pesticides. Il semblerait que tout de même que la période estivale soit plus exposée que celle hivernale. Cependant, pour mieux comprendre et analyser les périodes pendant lesquelles l'exposition aux pesticides via l'eau potable est plus importante, il faudrait prendre en considération les périodes et les fréquences d'application précises de chaque composé puis comparer ces données aux périodes de détection. En outre, une analyse mensuelle permettrait de rendre compte plus finement des périodes de transfert des pesticides dans l'eau, car le suivi trimestriel réalisé ne permet pas d'observer l'évolution réelle de la présence de pesticides dans l'eau ou bien leur omniprésence annuellement.

b) Variations journalières

Le suivi imposé par le RQEP exige au minimum un échantillonnage trimestriel, en espaçant les prélèvements d'au moins deux mois. La question se pose de savoir si l'échantillon prélevé sera représentatif de l'exposition pendant le trimestre entier, par rapport aux pesticides analysés. Pour tenter d'y répondre, les données issues d'une campagne d'échantillonnage menée par le MDDEP en été 2000, sur 7 réseaux, a permis d'approcher les variations dans les concentrations mesurées sur un intervalle de temps plus court. Les prélèvements étaient en effet effectués tous les 2 à 3 jours environ, pour l'eau brute et l'eau distribuée, dans des réseaux situés en zones fortement agricoles de la Montérégie. Les analyses ont porté essentiellement sur la recherche d'atrazine, herbicide largement utilisé dans ces secteurs. Les stations de production d'eau potable des réseaux de Nicolet et Saint-Hyacinthe ont été retenues volontairement, du fait qu'elles présentaient une détection pour chaque échantillon et de brusques changements de concentration en atrazine. La figure 10 présente les variations observées pour ces deux stations, d'un prélèvement à l'autre.

On constate d'un échantillon à l'autre, pendant la période estivale, que les concentrations d'atrazine mesurées tant dans l'eau brute que dans l'eau traitée peuvent varier fortement. Ainsi, l'eau distribuée par la station Nicolet présente une concentration en atrazine moyenne ne dépassant pas 0,2 µg/L mais pouvant atteindre ponctuellement jusqu'à 1 µg/L.

Ces résultats suggèrent que la fréquence d'échantillonnage trimestrielle ne permet en aucun cas d'estimer les pics de concentration pouvant se présenter. Cependant, les normes établies visent à protéger les populations vis-à-vis d'un risque associé à une exposition chronique et sont calculées sur la base d'une exposition « vie entière » (soit pendant 70 ans en moyenne). Aussi, bien que les maximums de concentrations ne soient pas forcément décelés, cela ne constitue en soit pas un problème majeur. A l'inverse, la mesure d'un pic de concentration lors de l'analyse trimestrielle d'un pesticide aboutirait à une surestimation de l'exposition.

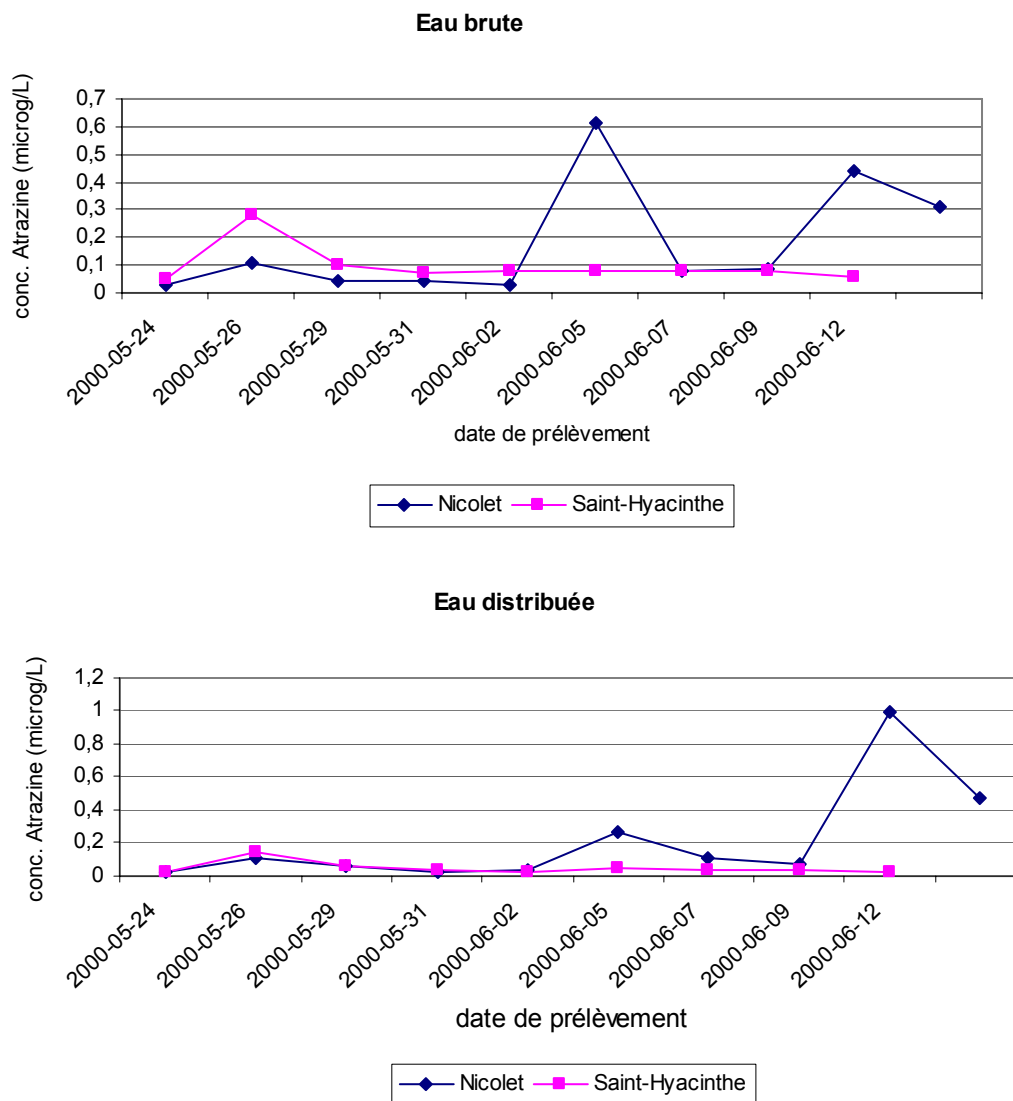


Figure 10. Évolution des concentrations en atrazine pour deux réseaux d'eau potable en zone agricole

### 4.3 Résultats des réseaux volontaires (5 000 personnes desservies et moins)

Parmi les 5 157 résultats d'analyses fournis par les réseaux desservant moins de 5 000 personnes, seulement 38 détections ont été relevées, ne dépassant aucunement les normes. Les six composés qui ont été détectés parmi les 25 pesticides analysés sont : l'atrazine, le dicamba, le 2,4-D, le diquat, le glyphosate et le métolachlore. Le tableau 11 rassemble ces résultats par région.

Il est impossible de conclure ou de faire ressortir des tendances de ces résultats d'analyse puisque, comme nous l'avons déjà souligné précédemment, il s'agit d'une surveillance volontaire et en aucun cas représentative des réseaux desservant moins de 5 000 personnes. Néanmoins, l'on peut constater que la région de la Montérégie présente le plus grand nombre de détections. De plus parmi les 31 échantillons qui se sont révélés positifs à au moins un pesticides, six ont donné lieu à la détection de plus d'un pesticide et ces six échantillons proviennent tous de réseaux de la Montérégie.

**Tableau 11. Présentation des détections pour les réseaux desservant moins de 5000 personnes**

<i>Région</i>	<i>nb de détection</i>	<i>substances détectées (n)</i>
9 – Côte-Nord	1	glyphosate (1)
6 – Montréal	2	2,4-D (2)
15 – Laurentides	2	diquat (2)
5 – Estrie	3	atrazine et ses métabolites (3)
14 – Lanaudière	3	2,4-D (3)
1 – Bas-Saint-Laurent	6	dicamba (1) 2,4-D (5)
16 - Montérégie	21	atrazine et ses métabolites (14) dicamba (1) métolachlore (6)
<b>Total</b>	<b>38</b>	

On retrouve également les mêmes substances détectées majoritairement dans les réseaux soumis à la surveillance réglementaire, soit l'atrazine, le métolachlore et le 2,4-D. Les concentrations maximales détectées ne dépassent pas celles observées pour les réseaux desservant plus de 5 000 habitants. Ainsi, l'atrazine atteint au maximum une concentration de 0,26 µg/L, le 2,4-D 0,48 µg/L, le métolachlore 0,04 µg/L, le diquat 15 µg/L, le glyphosate 10 µg/L et enfin le dicamba 0,04 µg/L.

#### **4.4 Estimation du risque associé à la présence de pesticides dans l'eau potable**

##### **4.4.1 Niveaux d'exposition**

Les résultats d'analyse obtenus pour les réseaux desservant plus de 5 000 personnes nous permettent d'évaluer les niveaux d'exposition de cette population. Si l'on compare les concentrations maximales détectées aux CMA (cf. tableau 7), on constate que c'est le paraquat et le diquat qui se rapprochent le plus de leur norme, leur concentration maximale atteignant 47,0% et 21,4%, en proportion, de leur CMA respective. Néanmoins, sur les 19 trimestres étudiés, ils n'ont été détectés que 9 fois et dans les mêmes échantillons essentiellement.

L'atrazine, composé le plus détecté, atteint au maximum 18% de la valeur de sa CMA, tandis que le métolachlore et le 2,4-D n'atteignent que 0,9 et 0,5% respectivement de la leur. Les autres substances analysées ne dépassent jamais 1% au maximum de leur CMA, à l'exception de la simazine, avec 1,1%.

Ainsi, l'on constate d'après les concentrations mesurées, que les pesticides contrôlés sont présents dans l'eau à des teneurs bien inférieures aux normes établies par le MDDEP. En outre, excepté l'atrazine, détecté dans plus d'un échantillon sur 10, les fréquences de détection demeurent très faibles.

Cependant, bien d'autres composés phytosanitaires peuvent être présents dans l'eau des réseaux de distribution d'eau potable et ne font pas l'objet d'une surveillance. De plus, l'eau potable ne constitue pas la seule source d'exposition aux pesticides, les aliments et l'air sont également à prendre en considération si l'on souhaite évaluer l'exposition générale. Mais les denrées alimentaires demeurent dans la principale source d'exposition aux produits phytosanitaires.

Enfin, Il est important de rappeler ici qu'aucun suivi réglementaire n'existe pour le restant de la population québécoise, desservie par des réseaux de plus petite taille ou bien s'approvisionnant par captage individuel, soit environ 25% de la population totale. Or ces populations sont en partie présentes dans des zones agricoles, et donc très probablement exposées aux pesticides. Aussi, les niveaux d'exposition de ces personnes s'avèrent très peu documentés, à moins d'analyse réalisée volontairement.

#### **4.4.2 Populations vulnérables**

Certains groupes de population, de par leur environnement, leur âge, leur sexe ou leur activité peuvent constituer des cibles privilégiées vis-à-vis de l'exposition aux pesticides.

Les travailleurs agricoles demeurent les populations les plus exposées si l'on considère la fréquence et le niveau d'exposition : ceux-ci peuvent en effet avoir des contacts cutanés plus facilement avec des résidus présents sur les surfaces traitées. Leurs proches ainsi que leur voisinage, et plus généralement les populations résidentes dans des zones de cultures pourraient sembler exposées de façon plus importante que la moyenne. Néanmoins, une étude exploratoire menée par la Direction de Santé Publique de la Montérégie en 1997 [21] a montré qu'aucune des personnes testées vivant aux environs de vergers n'avait accumulé une charge corporelle de résidus de pesticides suffisante pour induire des effets dommageables. En ce qui concerne les expositions en zones urbaines, avec les récentes mesures de restriction des pesticides à usages urbain et domestique, on peut penser que l'exposition des populations générales devrait s'en trouver diminuer.

Les femmes enceintes, en revanche, demeurent un groupe plus sensible aux effets des pesticides. En effet, plusieurs études ont observé des associations avec certains effets sur le développement des fœtus (cf. chapitre 2.4.2). Bien qu'il soit difficile de cibler les molécules précises responsables de tel ou tel effet, cette partie de la population est à prendre en considération, et par précaution, il est nécessaire de limiter son exposition aux produits phytosanitaires.

Enfin, les enfants, quelque soit la situation, font l'objet d'une exposition accrue aux pesticides du fait de leur croissance et de leur physiologie. Par unité de masse corporelle, un enfant absorbe et respire plus qu'un adulte moyen. Les normes édictées par les organismes d'évaluation des effets toxiques des pesticides basent leurs calculs sur les caractéristiques d'adulte, et bien que des facteurs de sécurité soient appliqués à la dose de référence (elle-même protectrice pour la santé humaine), ce groupe de la population ne saurait être négligé.

Ainsi, les groupes de population cumulant les facteurs d'exposition, comme les enfants vivant à proximité de zones agricoles paraissent nécessiter un surplus d'attention, notamment pendant les périodes d'application des pesticides, lorsque l'on observe les expositions les plus importantes. Les données scientifiques ainsi que les incertitudes suggèrent d'appliquer le principe de précaution.

#### **4.4.3 Évaluation de l'exposition à l'atrazine**

Les concentrations mesurées dans les réseaux desservant plus de 5 000 personnes étant faibles, et bien en-deçà des normes stipulées par le RQEP, les risques pour la santé humaine liés à l'exposition aux pesticides semblent négligeables. Néanmoins, afin de nous assurer de l'absence de risque important pour la santé pour toutes les populations, nous avons décidé de procéder à une simulation d'exposition en choisissant une situation d'exposition présentant des concentrations d'atrazine élevées,

mais tout de même proche de la réalité québécoise. Cette simulation vise surtout à confronter les situations extrêmes d'exposition, soit dans le cas de fortes concentrations de pesticides dans l'eau ainsi que pour les consommations importantes en eau du robinet.

Il a été décidé d'utiliser les concentrations d'atrazine mesurées sur une courte période durant l'été 2000 dans le réseau Nicolet (données présentées dans le paragraphe présentant l'analyse des variations journalières). Les concentrations du pesticide détecté sont en effet les plus importantes que nous ayons rencontrées dans l'exploration de la base de données. De plus, l'atrazine est encore largement utilisé dans la plupart des régions agricoles du Québec et demeure le composé le plus fréquemment détecté. Sa norme est, entre autres, l'une des plus basses dans le RQEP. Enfin, l'US EPA procède en ce moment à la révision des recommandations concernant ce paramètre. Une récente étude réalisée par l'Office of Pesticides de l'US EPA [32], analysant l'exposition à l'atrazine de populations agricoles pour les différentes classes d'âge, via l'eau potable et l'alimentation, suggère d'ailleurs que les enfants sont plus à risque.

Aussi, pour toutes ces raisons, nous avons choisi d'évaluer la dose absorbée quotidiennement d'atrazine, par classe d'âge, pour une population exposée aux niveaux de concentrations détectées dans l'eau de la station Nicolet. Pour y parvenir, la méthode de simulation Monte-Carlo a été mise en œuvre à l'aide du logiciel *Crystal Ball*. Les paramètres utilisés pour la simulation sont présentés en annexe 12. Les doses journalières calculées lors de cette simulation ont été comparées aux doses de référence proposées pour l'eau potable par les différents organismes de santé publique. Ces valeurs sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 12. Doses de référence pour l'atrazine des différents organismes de santé publique**

	<b>OMS</b>	<b>US EPA</b>	<b>Santé Canada</b>
<b>Dose de référence (µg/kg/j)</b>	<b>0,5</b>	<b>5</b>	<b>0,5</b>
<b>NOAEL (mg/kg/j)</b>	0,5	0,5	0,5
<b>Facteurs d'incertitude</b>	1000	100	1000
<b>Consommation journalière en eau (L)</b>	2	2	1,5
<b>Proportion de l'exposition allouée à l'eau (%)</b>	10	20	20

Le logiciel a réalisé les calculs de distribution avec 10 000 itérations. Les distributions choisies pour la consommation d'eau potable sont extraites du *Exposure Factor Handbook* de l'US EPA [52]. Les doses estimées calculées sont distribuées, pour chaque classe d'âge, de la manière suivante (cf. tableau 13) :

**Tableau 13. Estimation de l'exposition à l'atrazine par la consommation d'eau potable**

Classe d'âge	Distribution de la dose journalière d'atrazine estimée (µg/kg/j)		
	Moyenne	95 <sup>ème</sup> percentile	99 <sup>ème</sup> percentile
Moins de 6 mois	0,01	0,05	0,14
0,5 à 0,9 ans	0,01	0,03	0,08
1 à 3 ans	0,01	0,04	0,09
4 à 6 ans	0,01	0,03	0,08
7 à 10 ans	0,01	0,02	0,05
11 à 14 ans	< 0,01	0,02	0,04
15 à 19 ans	< 0,01	0,01	0,03
20 à 44 ans	< 0,01	0,02	0,04
45 à 64 ans	0,01	0,02	0,04
65 à 74 ans	0,01	0,02	0,04
75 ans et plus	0,01	0,02	0,04

Quelque soit la classe d'âge étudiée, la moyenne des doses absorbées n'excèdent pas 0,01 µg/kg/j, soit 2% de la dose de référence proposée par l'OMS et Santé Canada (valeur la plus protectrice). Seuls les 99<sup>ème</sup> percentiles des distributions des doses calculées pour les enfant de 0 à 6 ans approchent 20% de la dose de référence minimale recommandée.

D'après cette modélisation, et malgré les incertitudes sur les données entrantes, l'on peut considérer que le risque pour la santé lié à une exposition à l'atrazine dans l'eau potable demeure infime. Les paramètres choisis pour effectuer cette simulation ont en effet été sélectionnés pour approcher un scénario aggravant.

#### 4.4.4 Conclusions

Si l'on se réfère aux résultats compilés dans la base de données *Eau potable* du MDDEP, ainsi qu'aux résultats issus de la modélisation de l'exposition à l'atrazine, le risque encouru par les populations desservies par des réseaux desservant plus de 5 000 personnes, vis-à-vis de l'exposition aux pesticides contrôlés, semble extrêmement faible, sinon inexistant. Cependant, il faut souligner ici que cette population ne constitue qu'environ 75% de la population totale, les 25% restants ayant recours à des captages individuels ou bien étant desservie par des réseaux de taille inférieure. Pour ces populations, il est impossible d'évaluer le risque, les données d'exposition étant très peu nombreuses.

En outre, bien que les composés surveillés soient représentatifs des produits phytosanitaires les plus utilisés en agriculture, d'autres pesticides peuvent également être présents dans l'eau potable. De plus, il existe un manque certain de connaissances scientifiques concernant les effets cumulés de différents composés (effets additifs ou synergiques). Plusieurs études suggèrent que les molécules actives appartenant à une même famille chimique présentent les mêmes types de mécanismes toxicologiques et proposent d'additionner leurs effets.

Ces constats ne permettent pas de conclure définitivement, mais soulèvent des interrogations quant aux risques réels liés à l'exposition aux produits phytosanitaires. Néanmoins, l'eau potable ne représente certainement pas, d'un point de vue global, un apport conséquent en pesticides, les aliments demeurant de loin la première source d'exposition aux pesticides.

## **4.5 Limites rencontrées**

### **4.5.1 Analyse des données de la base *Eau potable***

Tout d'abord, concernant l'évaluation du taux de réponse obtenu suite à la mise en œuvre du RQEP, l'analyse réalisée demeure imprécise. En effet, il s'est avéré difficile de statuer sur le nombre de réseaux actifs chaque trimestre. En outre, les informations concernant les traitements appliqués à chaque poste étaient parfois incomplètes, notamment pour les approvisionnements subissant le type de traitement indiqué tel que « autre traitement ». La base de données *Eau potable*, bien que riche en informations, présente des difficultés quant à la façon d'extraire celles-ci. Outre les exemples cités ici, la somme de résultats d'analyse extraite n'a pas permis de placer toutes les données sur un même fichier Excel (limité en nombre de données), nous obligeant à créer un fichier par paramètre analysé. Cette façon de procéder nous a empêché d'étudier la multiplicité des pesticides retrouvés par échantillon.

### **4.5.2 Variété des seuils de quantification**

Lors de l'étude des détections, et de leur mise en évidence, un problème s'est posé. Les résultats se présentaient sous la forme d'une valeur chiffrée lorsque le paramètre était quantifiable, c'est-à-dire dépassait le seuil de quantification. Lorsque ce n'était pas le cas, il était inscrit « pp 0,02 » par exemple, signifiant que la concentration mesurée était « plus petite que 0,02 µg/L ». Suite à des entretiens avec des responsables du CEAEQ et du MDDEP, en charge de la compilation des résultats analytiques, nous avons conclu, que le chiffre mentionné indiquait la limite de quantification de la méthode d'analyse. A priori, il ne s'agit en aucun cas d'une limite de détection, auquel cas, il serait plus judicieux d'écrire « non-détekté » ou « ND », en précisant par ailleurs les seuils de quantification et de détection, qui sont deux valeurs distinctes.

Mise à part la confusion existante sur la signification de ce seuil, il s'est avéré que les seuils de quantification utilisés entre juillet 2001 et mars 2006 étaient extrêmement variés, comme le figure le tableau 14, présentant l'ensemble des seuils relevés.

L'accréditation des méthodes d'analyse utilisées fixe des minima et maxima de quantification. Or, les premières analyses réalisées n'ont pas toutes respectées le seuil de quantification maximum autorisé, en effet pour certains paramètres l'on relève des seuils supérieurs. Cependant ce constat ne s'applique qu'aux tous premiers trimestres, les laboratoires s'étant rapidement mis en conformité pour les seuils d'analyse exigés par l'accréditation.

Néanmoins, pour chaque paramètre, plusieurs seuils sont utilisés, variant d'un laboratoire à l'autre et parfois même pour un même laboratoire, entre chaque trimestre. Ce manque d'homogénéité dans les méthodes analytiques ne facilite pas l'interprétation des données extraites.

**Tableau 14. Seuils de quantification utilisés dans l'analyse des pesticides par les laboratoires accrédités**

<b>Pesticides</b>	<b>Seuils de quantification utilisés (µg/L)</b>	<b>Minima – maxima Accréditation (µg/L)</b>	<b>CMA (µg/L)</b>
<b>Atrazine et ses métabolites</b>	2 ; 1 ; 0,3 ; 0,2 ; 0,11 ; 0,1 ; 0,09 ; 0,07 ; 0,06 ; 0,05 ; 0,03 ; 0,02	2 – 10 (2 – 5 par produit)	5
<b>Azynphos-méthyle</b>	2 ; 1 ; 0,64 ; 0,30 ; 0,22 ; 0,21 ; 0,20 ; 0,16 ; 0,13	10 - 40	20
<b>Bromoxynil</b>	2 ; 1 ; 0,8 ; 0,4 ; 0,3 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,03 ; 0,02 ; 0,01	1 - 5	2
<b>Carbaryl</b>	2 ; 0,5 ; 0,4 ; 0,3 ; 0,2 ; 0,16 ; 0,15 ; 0,1 ; 0,08 ; 0,06 ; 0,05 ; 0,04 ; 0,03	0,2 - 70	90
<b>Carbofurane</b>	0,6 ; 0,5 ; 0,3 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,06 ; 0,04 ; 0,02 ; 0,01	0,2 - 70	90
<b>Chlorpyrifos</b>	1 ; 0,2 ; 0,12 ; 0,1 ; 0,06 ; 0,04 ; 0,03 ; 0,02	2 - 10	90
<b>Cyanazine</b>	0,4 ; 0,24 ; 0,2 ; 0,16 ; 0,1 ; 0,06 ; 0,03	2 - 10	10
<b>Diazinon</b>	0,4 ; 0,3 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,08 ; 0,06 ; 0,04 ; 0,03 ; 0,02	0,5 - 14	20
<b>Dicamba</b>	4 ; 3 ; 2 ; 1 ; 0,6 ; 0,5 ; 0,4 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,03 ; 0,02	2 - 10	120
<b>Dichloro-2,4- phénoxyacétique, acide (2,4-D)</b>	0,6 ; 0,5 ; 0,4 ; 0,3 ; 0,2	0,1 - 10	100
<b>Diméthoate</b>	0,3 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,08 ; 0,07 ; 0,05 ; 0,04 ; 0,03 ; 0,02	2 - 10	20
<b>Diquat</b>	38 ; 20 ; 15 ; 5 ; 4 ; 2 ; 1 ; 0,7 ; 0,6 ; 0,5 ; 0,4	16 - 80	70
<b>Diuron</b>	2 ; 1,3 ; 1 ; 0,4 ; 0,32 ; 0,30 ; 0,25 ; 0,23 ; 0,2 ; 0,03	20 - 50	150
<b>Glyphosate</b>	10 ; 5 ; 0,8 ; 0,7 ; 0,6	25 - 80	280
<b>Malathion</b>	0,4 ; 0,3 ; 0,23 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,07 ; 0,05 ; 0,02 ; 0,01	2 - 10	190
<b>Méthoxychlore</b>	2 ; 0,4 ; 0,3 ; 0,24 ; 0,2 ; 0,07 ; 0,06 ; 0,05 ; 0,03 ; 0,02	0,05 - 5	900
<b>Métolachlore</b>	0,6 ; 0,4 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,07 ; 0,06 ; 0,04 ; 0,03 ; 0,02 ; 0,01	2 - 10	50
<b>Métribuzine</b>	0,5 ; 0,4 ; 0,3 ; 0,2 ; 0,12 ; 0,1 ; 0,06 ; 0,03 ; 0,02	2 - 10	80
<b>Paraquat</b>	60 ; 15 ; 9 ; 6 ; 5 ; 2 ; 1,5 ; 1 ; 0,7 ; 0,6 ; 0,5 ; 0,4 ; 0,2	1 - 15	10
<b>Parathion</b>	0,5 ; 0,32 ; 0,2 ; 0,16 ; 0,1 ; 0,09 ; 0,08 ; 0,06	0,5 - 14	50
<b>Phorate</b>	1 ; 0,6 ; 0,5 ; 0,4 ; 0,3 ; 0,28 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,07	0,5 - 5	2
<b>Piclorame</b>	0,6 ; 0,5 ; 0,4 ; 0,3 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,09 ; 0,06 ; 0,05 ; 0,04 ; 0,03 ; 0,02	0,1 - 10	190
<b>Simazine</b>	0,2 ; 0,1 ; 0,08 ; 0,05 ; 0,04 ; 0,03 ; 0,02 ; 0,01	2 - 10	10
<b>Terbufos</b>	0,4 ; 0,2 ; 0,16 ; 0,11 ; 0,1 ; 0,05 ; 0,04	0,5 - 5	1
<b>Trifluraline</b>	2 ; 1,2 ; 0,6 ; 0,3 ; 0,24 ; 0,23 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,06 ; 0,05 ; 0,04 ; 0,03	2 - 10	45



## 5 Discussion

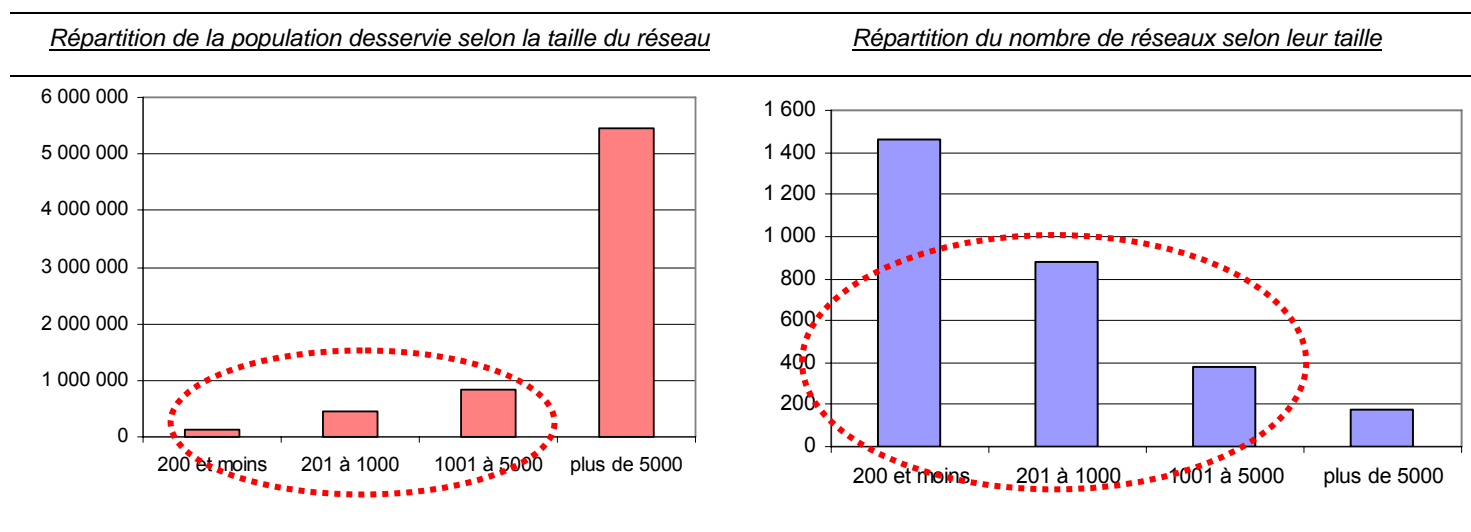
### 5.1 Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable

#### 5.1.1 Fréquence d'échantillonnage

L'étude des variations dans le temps des détections de pesticides nous a permis de constater que les concentrations détectées pouvaient évoluer de façon importante d'une journée à l'autre l'été. La présence de pesticides dans l'eau potable est effectivement le résultat de mécanismes de transfert complexes, impliquant de nombreux facteurs comme la porosité des sols, ou encore les précipitations, accentuant le ruissellement des composés par lessivage des sols. Certains avis prônent d'augmenter la fréquence d'échantillonnage à chaque trimestre ou bien de plus cibler les prélèvements à la suite des périodes d'application des pesticides, soit de cibler de façon plus importante les prélèvements pendant la période estivale. Cependant, il paraît nécessaire de maintenir la connaissance sur l'état de contamination des eaux quelque soit le trimestre dans l'année. En effet, l'étude statistique des variations trimestrielles parmi les résultats d'analyse obtenus n'a pas permis de mettre en évidence une période plus à risque qu'une autre, cela pouvant varier selon les composés. En outre, il est toujours souhaitable d'augmenter le nombre d'analyses réalisées annuellement, pour obtenir un portrait encore plus fidèle de la réalité vis-à-vis de la présence de traces de pesticides. Cependant, les mécanismes de contamination des différents compartiments de l'environnement sont mal connus, même s'ils peuvent être modélisés. De plus, les analyses s'avèrent coûteuses. Aussi, il semble difficile d'inciter à plus d'échantillonnage en escomptant un gain certain en terme de représentativité de l'exposition des populations, en ce qui concerne une exposition sur le long-terme.

#### 5.1.2 Taille des réseaux surveillés

Les réseaux faisant l'objet d'une surveillance obligatoire permettent de contrôler la qualité de l'eau potable distribuée à environ 75% de la population québécoise. Ainsi, l'exposition aux pesticides par l'eau du robinet de 25% de cette population passe au travers des mailles du filet. La figure 11 permet de mieux illustrer l'impact de la surveillance réglementaire :



Source : MDDEP, Répertoire des réseaux municipaux de distribution d'eau potable, décembre 2005

Figure 11. Impact de la surveillance réglementaire

On comprend bien en observant ces graphiques que la politique de surveillance mise en place par le MDDEP vise à contrôler la qualité de l'eau potable, en regard du RQEP, pour la grande majorité de la population en impliquant le minimum de coûts. En effet, les réseaux desservant plus de 5 000 personnes représentent seulement près de 14% des réseaux existants mais distribuent l'eau potable à environ 75% des Québécois.

La question qui se pose est de savoir si les populations desservies par des réseaux non-contrôlés constituent des populations plus à risque que les autres. Si l'on prend l'exemple de la Montérégie, région la plus agricole du Québec, l'on constate que plus de 180 000 personnes sont tout de même desservies par des réseaux desservant moins de 5 000 habitants.

Par conséquent, il semblerait plus pertinent que la surveillance réglementaire s'adapte selon le contexte agricole du bassin versant dans lequel s'approvisionnent les réseaux de distribution d'eau potable, en ce qui attrait aux réseaux de moyenne et petite taille. Dans un souci d'équité, il semblerait juste que toute personne desservie par un réseau puisse obtenir la même sécurité, surtout si elle se trouve plus exposée. Le critère de choix de la surveillance devrait donc s'appuyer sur des considérations liées à l'exposition des personnes, en plus du critère que constitue l'impact en terme de taille de population ciblée.

### **5.1.3 Choix des pesticides contrôlés**

L'analyse des pesticides présents dans l'eau potable correspond à une liste de substances établie par le MDDEP, applicable indistinctement à tous les réseaux soumis à la réglementation. Dans cette liste figure les pesticides évalués comme représentatifs des différentes familles d'ingrédients actifs utilisés majoritairement au Québec. Plusieurs études réalisées par le MDDEP, dans le cadre de la surveillance de la qualité de eaux de surface et souterraines, ont mis en évidence que des substances issues des nouvelles générations de pesticides (non présents dans le RQEP) étaient détectées, malgré leur faible dosage à l'application. Des pesticides, comme le diméthénamide, sont par exemple décelés à l'état de traces contre toute attente. Aussi, il pourrait être intéressant de déterminer les substances à contrôler à l'échelle des bassins versants, à l'aide de la tenue de registres ou de questionnaires auprès des professionnels, informant des doses et des produits phytosanitaires appliqués sur les cultures. Une telle méthodologie viserait de façon plus judicieuse les pesticides à cibler en terme de surveillance.

### **5.1.4 Gestion de la base de données *Eau Potable***

L'accès aux résultats d'analyse compilés dans la base de données Eau Potable, a permis de mettre en évidence un certain manque d'homogénéité. En effet, il est apparu que les résultats étaient entrés dans la base, à partir du moment où ils étaient issus d'un laboratoire accrédité pour l'analyse du paramètre considéré. Dans le cas des pesticides, nous l'avons déjà cité, seuls trois laboratoires s'avèrent compétents pour l'analyse des pesticides de contrôle obligatoire. Malgré le fait qu'ils soient peu nombreux, on recense une grande variété de seuils de quantification dans les données rentrées. Ce constat empêche une exploitation simple et précise des données, faussant en partie l'interprétation que nous pourrions en faire. Il serait nécessaire dans le futur d'accéder à une standardisation des seuils de quantifications utilisés ou bien inscrits dans la base de données. Si les laboratoires ne s'y emploient pas, peut-être serait-il envisageable de n'enregistrer que le seuil de quantification maximum exigé par l'accréditation au lieu de celui obtenue par la méthode d'analyse du laboratoire. En procédant ainsi, l'on standardise la présentation des résultats d'analyse, cependant l'on perd une information précieuse dans le cas de seuils beaucoup plus bas... c'est pourquoi une harmonisation des méthodes analytiques employées par les laboratoires accrédités seraient souhaitable.

## **5.2 Gestion du risque**

### **5.2.1 Approvisionnement**

Les analyses statistiques menées dans ce mémoire ont permis de souligner la vulnérabilité des eaux de surface (lacs, rivières) vis-à-vis de la contamination des pesticides, par rapport aux eaux souterraines. Or la grande majorité des approvisionnements pour l'eau potable s'effectuent à partir des eaux de surface. Il serait par conséquent souhaitable d'orienter les choix des municipalités plutôt vers des ressources en eaux souterraines lorsque cela est possible, et tant que celles-ci se trouvent dans un contexte géologique limitant les sources de contamination anthropiques. En aucun cas, les eaux souterraines ne doivent être considérées comme protégées des contaminations en pesticides. Néanmoins, lorsque le choix se présente, et si les aires de protection des captages et les restrictions d'usage à proximité sont respectées, l'approvisionnement en eaux souterraines pourrait être préconisé.

### **5.2.2 Critères de qualité de l'eau**

Plusieurs types de critères ont été établis pour la qualité de l'eau potable, à des fins de protection de la faune et la flore aquatique ainsi que des pratiques d'irrigation des cultures. Ces critères sont le plus souvent bien plus bas en terme de concentration que les normes édictées pour la protection de la santé publique.

Plusieurs études menées par I. GIROUX ont montré que des pesticides dépassaient les critères pour la protection des espèces aquatiques (de 9 à 45% des échantillons analysés entre 1999 et 2001 dans des eaux de rivière [12]) et parfois largement. Ces observations pourraient servir d'indicateurs précoces des contaminations, quant à la veille sanitaire des expositions aux pesticides dans l'eau potable, lorsque les cours d'eau étudiés servent d'approvisionnement. Dans une autre étude, l'auteur mentionne que des dommages ont été observés sur des plants de pommes de terre suite à une exposition surélevée de l'herbicide clopyralide et que le MDDEP avait déjà constaté ce même phénomène sur des plants en serre, irrigués de façon répétée avec une eau présentant des concentrations en dicamba inférieures à 0,1 µg/l [9].

Ces constats, bien qu'ils ne concernent pas un risque direct pour la santé humaine, soulèvent des interrogations quant à la multiplicité des expositions pour l'homme : par l'eau potable, par les denrées alimentaires.

Tous ces critères de qualité devraient donc être pris en considération dans une optique de protection des ressources en eaux douces. Bien que les objectifs soient différents à la base, ils convergent tous vers une meilleure prise en compte des impacts environnementaux et sanitaires des pesticides.

### **5.2.3 Surveillance environnementale**

Le MDDEP procède, comme nous l'avons mentionné auparavant, à la surveillance de la présence de pesticides dans plusieurs cours d'eau et puits, afin de suivre l'évolution de la contamination. De même, un bilan des résultats d'analyses menées dans le cadre de la surveillance réglementaire des pesticides présents dans l'eau potable, pour les réseaux desservant plus de 5 000 personnes devra être réalisé à intervalle régulier, tous les cinq ans.

Il serait intéressant de coordonner le suivi des pesticides dans le milieu naturel, voire dans les eaux brutes utilisées à des fins de potabilisation et le bilan du suivi

réglementaire. Ainsi, les résultats d'analyse des réseaux présentant des détections plus fréquentes pourraient être confrontés à ceux obtenus pour l'eau brute utilisée comme approvisionnement. En outre, ce bilan pourrait s'effectuer à une périodicité plus faible, comme par exemple tous les 2 ou 3 ans, cela afin de faciliter le suivi de la présence de pesticides dans les eaux potables. Cela permettrait de réajuster plus rapidement les exigences du RQEP, notamment par rapport aux pesticides qui ne seraient plus utilisés ou plus détectés sur le territoire.

#### **5.2.4 Prévention auprès des utilisateurs de pesticides**

A la fin de l'année 2005, le MDDEP et le MAPAQ ont décidé de poursuivre et de concerter leurs efforts pour atteindre l'objectif commun, à savoir la protection de la ressource en eau québécoise, conformément à l'engagement de la Politique nationale de l'eau du gouvernement, visant à réduire la pression et les risques sur l'environnement, associés à l'usage des pesticides en milieu agricole d'ici 2010.

Dans le cadre d'une entente avec le MAPAQ et l'INSPQ, le MDDEP est en train d'élaborer une base de données sur les caractéristiques des pesticides d'usage agricole et de développer un outil Internet d'information. Ce projet vise à rendre accessible sur un seul site l'information liée aux caractéristiques toxicologiques, écotoxicologiques et au devenir des pesticides dans l'environnement. Il servira également à implanter des programmes de lutte intégrée et de saine gestion des pesticides, en permettant aux producteurs et aux intervenants de connaître les niveaux de risque associés aux différents produits homologués pour un usage donné. De plus, plusieurs clubs-conseil se sont mis en place dans le domaine de l'agroenvironnement et propose aux producteurs agricoles une expertise en terme de lutte intégrée.

Ces actions sont très positives. Tous les efforts entrepris pour améliorer la connaissance des impacts environnementaux liés à l'utilisation des pesticides doivent être soutenus, dans le but de promouvoir une politique durable en matière d'agriculture et d'environnement.

### **5.3 Incertitudes scientifiques et principe de précaution**

La question de la toxicité des adjuvants utilisés dans les mélanges de composés pose de plus en plus question, ainsi que celle de l'exposition à plusieurs pesticides à la fois. Autant les études toxicologiques sur les adjuvants commencent à apparaître et à apporter leurs fruits en terme d'évaluation des risques, autant les connaissances sur les expositions multiples (pouvant présenter des effets inhibiteurs, additifs ou synergiques) demeurent très lacunaires.

En outre, les études épidémiologiques demeurent insuffisantes à conclure sur les associations entre exposition aux pesticides et la prévalence de certains effets. Plusieurs articles proposent mêmes des méthodologies pour mieux évaluer les expositions aux pesticides et atteindre de meilleurs résultats dans les études.

Du fait que certaines études scientifiques suggèrent des effets sur la santé dus aux pesticides dommageables et irréversibles, et considérant les incertitudes qui demeurent sur le sujet, tous les facteurs sont ici réunis pour inciter à appliquer le principe de précaution.

## **6 Recommandations pour la protection de la santé publique**

### **6.1 Connaissance du risque**

#### **6.1.1 Effets des pesticides sur la santé**

Les effets sanitaires des pesticides sur la santé humaine demeurent très partiellement connus. Beaucoup d'incertitudes et d'hypothèses persistent. Les études épidémiologiques sont limitées et l'on se saurait qu'aller dans le sens de plus de recherches et d'évaluation des risques liés aux expositions aux pesticides. Les milieux professionnels agricoles ont longtemps servis de population d'étude, mais il existe moins de données sur la population plus générale.

De façon générale, la recherche doit continuer et avancer dans de nombreux domaines tels que : les interactions entre produits (car les synergies entre composés peuvent être importantes), le développement de biomarqueurs pour les évaluations de risque, les catégories de population à risque (femmes enceintes, enfants), etc.

#### **6.1.2 Exposition**

La connaissance du risque passe aussi par une évaluation la plus précise possible de l'exposition des personnes. Or la mesure de l'exposition est complexe, les sources étant variées... Bien que l'eau ne soit pas la voie d'exposition principale aux pesticides, elle demeure une source non négligeable. En outre, certains pesticides comme l'atrazine sont suspectés d'être adsorbés majoritairement par cette voie.

Aussi, il est crucial d'améliorer cette mesure, soit de parfaire la surveillance imposée sur la qualité de l'eau potable, de façon à obtenir de l'information pour tous les groupes de population exposés.

### **6.2 Mesures de gestion du risque**

La prise en considération des différentes observations soulignées dans ce mémoire nous amène à proposer quelques pistes d'amélioration pour la protection de la santé publique. Plusieurs recommandations sont ici proposées pour améliorer la mesure de l'exposition des personnes ainsi que le choix des pesticides à contrôler :

- choix des pesticides ciblés
  - enquêter sur les usages de pesticide réels à l'échelle des bassins versants afin de connaître les produits utilisés et leur application
  - améliorer l'accès aux données sur les ventes de pesticides, non en terme de famille de substances mais par ingrédients actifs
  - préconiser un bilan des ventes de pesticides à une échelle provinciale, dans l'idéal par bassin versant, plutôt qu'à l'échelle territoriale
  - établir une procédure pour l'inclusion de nouveaux pesticides à surveiller dans le RQEP
- fréquence d'échantillonnage
  - déterminer les périodes à risque en fonction des différents paramètres suivis
  - effectuer une analyse plus approfondie pour déterminer l'intérêt d'augmenter la fréquence d'échantillonnage pendant les périodes à risque,

afin de mieux connaître l'exposition chronique et sub-chronique des populations

- réseaux soumis à une surveillance obligatoire
  - imposer une surveillance pour les réseaux s'approvisionnant dans les zones à risque de transfert des pesticides vers l'eau brute, et non en fonction de leur taille essentiellement, soit dans les bassins versants vulnérables
  - prévoir un sondage pour l'échantillonnage des réseaux non soumis à la surveillance obligatoire, ainsi que pour les captages privés couverts ou subventionnés par le MDDEP
- accréditation
  - standardiser les méthodes d'analyse et les seuils de quantification des laboratoires accrédités
- surveillance et veille sanitaire
  - coordonner le bilan de suivi de la mise en œuvre du RQEP avec la surveillance environnementale de la qualité des ressources en eau pour plus de cohérence
  - prévoir l'analyse des pesticides pour les réseaux et les captages non couverts par le RQEP : procéder par sondages statistiques
  - agir en amont en améliorant les mesures de protection à la source, en encourageant à une diminution des quantités de pesticides utilisées et à plus de lutte intégrée

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Depuis quelques décennies, l'eau douce s'avère vulnérable du fait des pratiques anthropiques. Au Québec, l'agriculture, s'étant largement développée ces dernières années, a participé de façon importante à la contamination des ressources en eau par les pesticides. La surveillance environnementale réalisée par le MDDEP a permis de mettre en évidence l'omniprésence de divers composés phytosanitaires, issus d'anciennes et même de nouvelles générations de substances actives, dans les eaux de surface et les eaux souterraines. C'est pourquoi, une surveillance sanitaire accrue de l'eau distribuée aux populations s'avère primordiale pour évaluer les risques encourus pour la santé.

Avec l'établissement du RQEP en juin 2001, la surveillance de la qualité de l'eau potable, distribuée par les réseaux desservant plus de 5 000 personnes, a été rendue obligatoire. Les résultats d'analyse obtenus entre juillet 2001 et mars 2006 n'ont présenté aucun dépassement des normes québécoises. En outre, les fréquences de détection demeurent très faibles, globalement inférieure à 1%. Seuls trois pesticides sont retrouvés plus fréquemment que les autres, il s'agit : de l'atrazine principalement, du métolachlore et enfin du 2,4-D, détectés à des fréquences respectives de 11,6%, 4,1% et 3,7%. Cependant, les niveaux de concentration détectés sont très faibles, et par conséquent, les risques pour la santé sont négligeables, compte tenu des connaissances actuelles.

Ces résultats, bien que rassurants, ne doivent en aucun cas nous faire oublier les limites inhérentes au système de surveillance. Par exemple, seules 25 substances sont analysées obligatoirement par les réseaux desservant plus de 5 000 habitants, alors qu'il peut exister d'autres composés, présents à l'état de traces dans l'eau potable. Les connaissances scientifiques à propos des phénomènes d'additivité ou de synergie des produits phytosanitaires sont limitées. De même, les études épidémiologiques disponibles ne permettent pas d'estimer les effets induits par l'exposition prolongée aux pesticides, de façon certaine. De nombreuses études scientifiques concluent cependant à la possibilité d'incidence de certains cancers, suite à une exposition chronique aux produits phytosanitaires ou encore à leurs effets de perturbateurs endocriniens. Les soupçons existent et en attendant leur confirmation par les progrès de la Recherche, il semble pertinent d'appliquer le principe de précaution, soit de viser le minimum raisonnable d'exposition pour la population. Or ce mémoire a permis de souligner plusieurs lacunes, notamment en ce qui concerne la connaissance de l'exposition des personnes, le RQEP exigeant seulement une surveillance trimestrielle pour les réseaux desservant plus de 5 000 personnes. Les populations desservies par les réseaux de taille inférieure peuvent être exposées elles aussi, auquel cas, il est important de pouvoir estimer leurs niveaux d'exposition, surtout lorsqu'il s'agit de populations résidant dans des bassins versants soumis à de fortes pressions agricoles, comme par exemple dans les zones de cultures de céréales (comme en Montérégie).

Outre la connaissance de l'exposition, qui participe à l'évaluation du risque, il semble essentiel de rechercher la préservation des ressources en eau. Aussi, afin de garantir la pérennité de cette ressource ainsi que sa qualité, la surveillance environnementale et sanitaire doit persister, de manière la plus coordonnée possible. L'eau est en voie de devenir une thématique majeure des préoccupations de ce siècle. Aujourd'hui, même si il n'y a pas de preuves formelles d'un risque accru pour la santé, l'utilisation systématique des pesticides est remise en question avec la prise de conscience croissante des risques que peuvent générer ces produits pour l'environnement voire pour la santé humaine. Les politiques agricole et environnementale doivent concilier leurs objectifs : la recherche d'une éthique environnementale dans les pratiques agricoles est en effet nécessaire pour atteindre une approche durable de la protection des ressources en eau, et par conséquent, la protection de la santé publique vis-à-vis de la présence de pesticides dans l'eau potable.

---

## Bibliographie

---

### Réglementation

1. Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec. *Programmes d'accréditation des laboratoires d'analyse environnementale et agricole – Critères de variation relatifs*, février 2006
2. Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs. *Règlement sur la qualité de l'eau potable au Québec*, 28 juin 2001
3. Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs. *Règlement sur le captage des eaux souterraines*, 15 juin 2002
4. Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs. *Code de gestion des pesticides*, 2003.

### Recommandations pour les pesticides dans l'eau potable

5. RITTER L., TOTMAN C., WATSON T. *Evaluation of assumptions for chemical drinking water guidelines*. Health Canada, March 2005. 61 p.
6. Santé Canada. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*, mars 2006.
7. United States Environmental Protection Agency. *Drinking Water Standards and Health Advisories*, 2004.
8. World Health Organisation. *Guidelines for Drinking Water Quality, second edition*, 2004.

### Pesticides au Québec

9. GIROUX I. *Contamination de l'eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans les régions en culture de pommes de terre, campagnes d'échantillonnage de 1999-2000-2001*. Direction du suivi de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, 2003. 23 p.
10. GIROUX I. *Contamination de l'eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans les régions en culture de pommes de terre, campagne d'échantillonnage de 1991-1992-1993*. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement, Québec, 1995. 60 p.
11. GIROUX I. *Suivi environnemental des pesticides dans les 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*. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement, Québec, 1998. 21 p.
12. GIROUX I. *La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole au Québec*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'environnement, novembre 2004. 39 p.
13. GIROUX I., DUCHEMIN M., ROY M. *Contamination de l'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive du maïs au Québec, campagnes*



*d'échantillonnage de 1994 et 1995.* Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement, Québec, 1997. 54 p.

14. GIROUX I., ROBERT C., DASSYLVA N. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec : bilan dans des cours d'eau de zones en culture de maïs et de soya en 2002, 2003 et 2004, et dans les réseaux d'eau potable.* Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Direction des politiques de l'eau et Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, mars 2006. 57 p.
15. GIROUX I., THERRIEN M. *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 de l'environnement, juin 2005. 21 p.
16. GORSE I., 2005. *Bilan des ventes de pesticides au Québec pour l'année 2001.* Québec, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs, Envirodoq : n° ENV/2005/0140, 70 p.
17. GRÉGOIRE F., 1997. *Bilan des ventes de pesticides au Québec en 1995.* Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, Division des pesticides, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Envirodoq : n° EN950037, 100 p.
18. GRÉGOIRE F., LAVERDIÈRE C. / ed. *Répertoire des principaux pesticides utilisés au Québec.* Sainte-Foy : Publications du Québec, 2002. 476 p.
19. RIOPEL A. *Rétrospective des différentes campagnes d'échantillonnage des micropolluants (chimiques et bactériologiques) effectuées depuis 1985.* Gouvernement du Québec, Ministère de l'Environnement, Direction des écosystèmes urbains, septembre 1993. 31 p.

### **Effets sur la santé des pesticides**

20. ARBUCKLE T.E., SAVITZ D.A., MERY L.S. et al. Exposure to phenoxy herbicides and the risk of spontaneous abortion. *Epidemiology*, 1999, vol. 10, pp. 752-760
21. BELLEVILLE D., BOUDREAU D., CARRIER G. *Analyse des risques à la santé associés à l'exposition aux organophosphorés utilisés dans les vergers de la Montérégie.* Direction de la santé publique de Montérégie, 1997. 59 p.
22. BROWN T.P., RUMSBY P.C., CAPLETON A.C. et al. Pesticides and Parkinson's disease – is there a link ? *Environmental Health Perspectives*, février 2006, vol 114, n°2, pp. 156-164
23. COLBORN T. A case for revisiting the safety of pesticides : a closer look at neurodevelopment. *Environmental Health Perspectives*, janvier 2006, vol 114, n°1, pp.10-17
24. COLE D., KERR K., SANBORN M. et al. *Pesticides literature review* [en ligne]. Ontario College of Family Physicians, 2004. 186 p. Disponible sur internet : < <http://www.ocfp.on.ca/local/files/Communications/Current%20Issues/Pesticides/Final%20Paper%2023APR2004.pdf> >
25. GARRY V.F., TARONE R.E., KIRSCH I.R. et al. Biomarker correlations of urinary 2,4-D levels in foresters : genomic instability and endocrine disruption. *Environmental Health Perspectives*, 2001, vol. 109, n°5, pp. 495-500

26. KAMEL F., HOPPIN J.A. Association of pesticide with neurologic dysfunction and disease. *Environmental Health Perspectives*, 2004, vol. 112, n°9, pp. 950-958
27. McCAULEY L.A., ANGER W.K., KEIFER M. et al. Studying health outcomes in farmworker populations exposed to pesticides. *Environmental Health Perspectives*, juin 2006, vol 114, n°6, pp. 953-960
28. QUANDT S.A., HERNANDEZ-VALERO M.A., GRZYWACZ J.G. et al. Workplace, house hold and personal predictors of exposure for farmworkers. *Environmental Health Perspectives*, juin 2006, vol 114, n°6, pp. 943-952
29. SAMUEL O., SAINT-LAURENT L. / ed. *Profil toxicologique du 2,4-D et risques à la santé associés à l'utilisation de l'herbicide en milieu urbain*. Institut national de santé publique du Québec, janvier 2006. 54 p.
30. SHREINEMACHERS D.M. Births malformations and other adverse perinatal outcomes in four U.S. wheat-producing states. *Environmental Health Perspectives*, 2003, vol. 111, n°9, pp. 1259-1264
31. SWAN S.H., KRUSE R.L., LIU F. et al. Semen quality in relation to biomarkers of pesticide exposure. *Environmental Health Perspectives*, 2003, vol. 111, n°12, pp. 1478-1484
32. US EPA - Office of Pesticide. *Atrazine : review of probalistic exposure assessment for drinking water from 28 community water systems*. April 2002. 20 p.

## Politique de prévention et de gestion du risque

### Québec

33. Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement. *Rapport de la commission sur la gestion de l'eau au Québec*, 2000. Disponible sur internet : < <http://www.bape.gouv.qc.ca> >
34. DESGAGNÉ J.G. / ed. L'eau douce, source d'avenir. *Horizons*, mai 2006, vol. 9, n° 1, 79 p.
35. Gouvernement du Québec. *Politique nationale de l'eau – Faits saillants*, 2003
36. RITTER L., TOTMAN C., WATSON T. *Evaluation of assumptions for chemical drinking water guidelines*. Health Canada, water quality & health bureau, mars 2005. 60 p.

### France

37. AUBERTOT J.N., BARBIER J.M., CARPENTIER A. et al. / ed. *Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux* [en ligne]. Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref (France), 2005. 64 p. Disponible sur internet : < [http://www.inra.fr/l\\_institut/missions\\_et\\_strategie/les\\_missions\\_de\\_l\\_inra/eclairer\\_les\\_decisions/pesticides\\_agriculture\\_et\\_environnement](http://www.inra.fr/l_institut/missions_et_strategie/les_missions_de_l_inra/eclairer_les_decisions/pesticides_agriculture_et_environnement) >
38. Comité de la Prévention et de la Précaution. *Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires*. 2002. 47 p.

39. DEVILLERS J., JOUANY J.M., VAILLANT M. A Multicriterial Estimation of the Environmental Risk of Chemicals with the SIRIS Method. *Toxicology Modeling*, 1995, vol. 1, n° 1, pp 57-72.
40. GAUMAND C., MANFREDI A., PRIME J.L. / ed. *Bilan des plans d'actions régionaux de lutte contre les pollutions de l'eau pas les pesticides dans le cadre du premier plan national* [en ligne]. Ministère de l'écologie et du développement durable (France), janvier 2005. 163 p. Disponible sur internet : < <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/054000422/index.shtml> >
41. MIQUEL G. / ed. *Rapport sur la qualité de l'eau et de l'assainissement en France*. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, mars 2003, 195 p.

## Autres

42. ERSHOW A.G., CANTOR K.P. *Total water and tapwater intake in the United States: population-based estimates of quantities and sources*. Life Sciences Research Office, Federation of American Societies for Experimental Biology, 1989.
43. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. *Profil régional de l'industrie agroalimentaire du Québec – estimations pour l'année 2002*. 2004. 16 p.
44. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. *Le Québec bioalimentaire en un coup d'œil – portrait statistique*. Édition 2003. 35p.
45. Ministère de la Santé et des Solidarités, direction générale de la santé. *La qualité de l'eau potable en France, aspects sanitaires et réglementaires*. 2005. 42 p.
46. Ministère de la Santé et des Solidarités français, direction générale de la santé. *Les pesticides dans l'eau potable, 2001-2003*. Eau et santé, guide technique. Juillet 2005. 82 p.
47. Ministère de la Santé et des Solidarités français, direction générale de la santé. *L'eau potable en France, 2002-2004*. Eau et santé, guide technique. Juillet 2005. 51 p.
48. Organisation Mondiale de la Santé. *L'utilisation des pesticides en agriculture et ses conséquences pour la santé publique*. 1991. 145 p.
49. *Règlement sur la qualité de l'eau potable – projet de modification – version technique*. Ministère de l'Environnement du Québec, direction des écosystèmes urbains, 1er avril 1992.
50. ROBERT C. *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec, janvier 1995 - juin 2002*. Direction du milieu municipal, ministère de l'environnement, 2004. 46 p.
51. TREGOUET B. / ed. *Les pesticides dans les eaux, sixième bilan annuel, données 2002*. Études et travaux, Institut Français de l'Environnement [en ligne]. Juillet 2004, n° 42. 33 p. Disponible sur internet : < <http://www.ifen.fr/publications/ET/et42.htm> >
52. U.S. EPA. *Exposure Factors Handbook*, 1997

## Sites Internet consultés

- Portail du Québec : [www.gouv.qc.ca](http://www.gouv.qc.ca)
- Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec :  
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/inter.htm>  
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/inter.htm>
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec :  
[www.mapaq.gouv.qc.ca](http://www.mapaq.gouv.qc.ca)
- Institut de Santé Publique du Québec : [www.inspq.qc.ca](http://www.inspq.qc.ca)
- Institut de la statistique du Québec : [www.stat.gouv.qc.ca](http://www.stat.gouv.qc.ca)
- Statistique Canada : [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca)
- Santé Canada : [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/water-eau/index\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/water-eau/index_f.html)
- US EPA : [www.epa.gov](http://www.epa.gov) et <http://www.epa.gov/iris/>
- OMS : [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/en/index.html)
- CIRC : [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)
- ARLA : <http://www.pmra-arla.qc.ca/francais/aboutpmra/about-f.html>
- [www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/](http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/)
- INRA : [www.inra.fr](http://www.inra.fr)
- [data.pesticideinfo.org](http://data.pesticideinfo.org)
- [www.croplife.ca](http://www.croplife.ca)
- Centre d'expertise hydrique du Québec : <http://www.cehq.gouv.qc.ca/index.asp>
- Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec : [www.ceaeq.gouv.qc.ca](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca)

---

## Liste des annexes

---

<b>ANNEXE 1 – Québec : situation géographique et régions administratives .....</b>	<b>I</b>
<b>ANNEXE 2 – Répartition géographique de la population québécoise.....</b>	<b>III</b>
<b>ANNEXE 3 – Cadre hydrographique du Québec.....</b>	<b>IV</b>
<b>ANNEXE 4 – Bassins versants prioritaires .....</b>	<b>V</b>
<b>ANNEXE 5 – L’agriculture au Québec.....</b>	<b>VI</b>
<b>ANNEXE 6 – Recommandations du Code de gestion des pesticides .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ANNEXE 7 – Pesticides et effets sur la santé .....</b>	<b>IX</b>
<b>ANNEXE 8 – Approvisionnement des réseaux desservant plus de 5 000 personnes</b>	<b>X</b>
<b>ANNEXE 9 – Localisation des approvisionnements des réseaux ayant détectés de l’atrazine, du métolachlore et du 2,4-D .....</b>	<b>XI</b>
<b>ANNEXE 10 – Analyses statistiques sur l’approvisionnement des réseaux .....</b>	<b>XIV</b>
<b>ANNEXE 11 – Analyses statistiques des variations temporelles des détections ....</b>	<b>XV</b>
<b>ANNEXE 12 – Simulation d’une exposition à l’atrazine via l’eau potable par la méthode de Monte-Carlo.....</b>	<b>XIX</b>

## ANNEXE 1 – Québec : situation géographique et régions administratives

➤ Le Québec, une province canadienne :



Source : [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

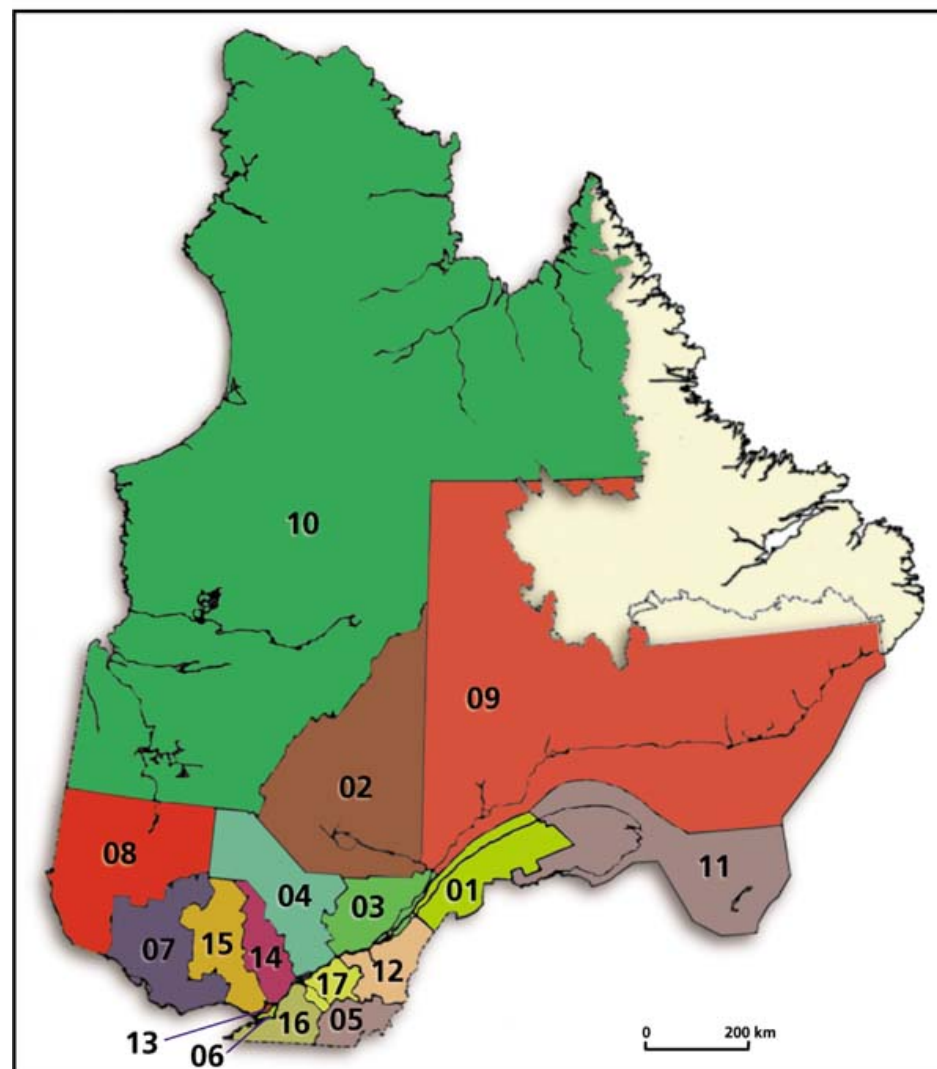


le Québec

© Gouvernement du Québec. Ministère des Ressources naturelles. Février 2002

➤ *Répartition géographique des régions administratives du Québec :*

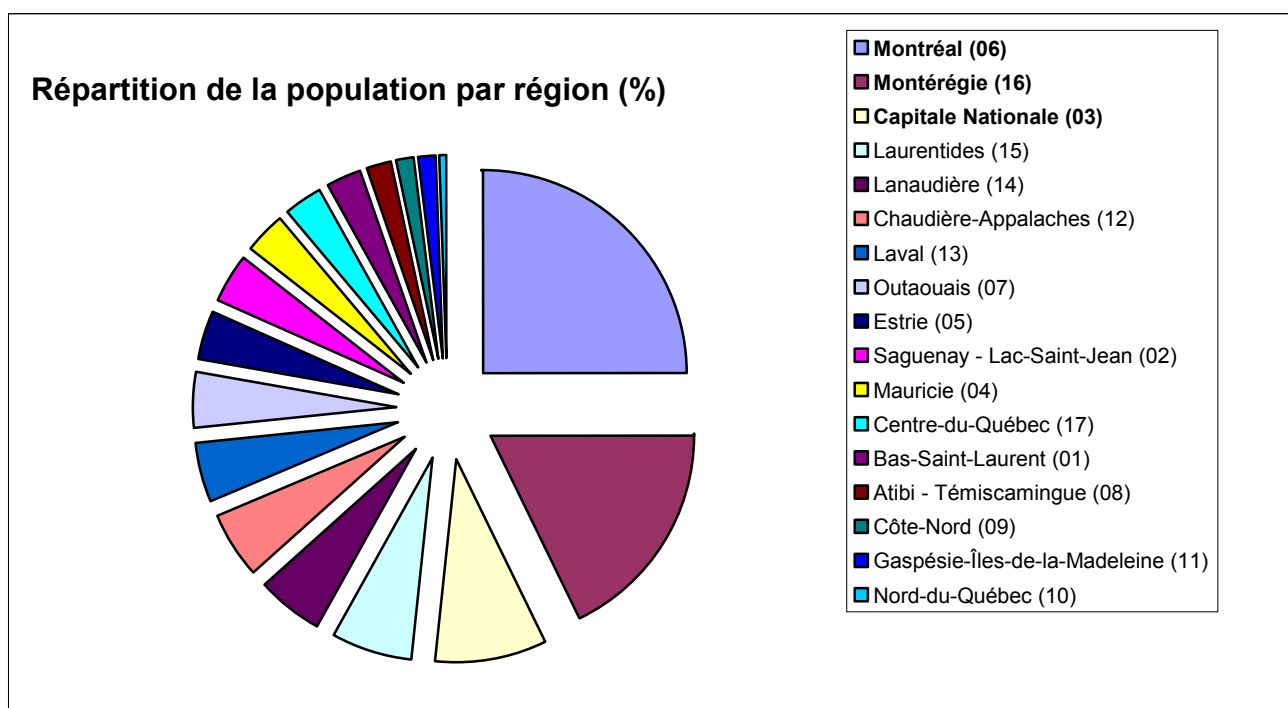
N° région	Nom de la région administrative
01	Bas-Saint-Laurent
02	Saguenay – Lac-Saint-Jean
03	Capitale Nationale
04	Mauricie
05	Estrie
06	Montréal
07	Outaouais
08	Abitibi-Témiscamingue
09	Côte-Nord
10	Nord-du-Québec
11	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine
12	Chaudière-Appalaches
13	Laval
14	Lanaudière
15	Laurentides
16	Montérégie
17	Centre-du-Québec



## ANNEXE 2 – Répartition géographique de la population québécoise

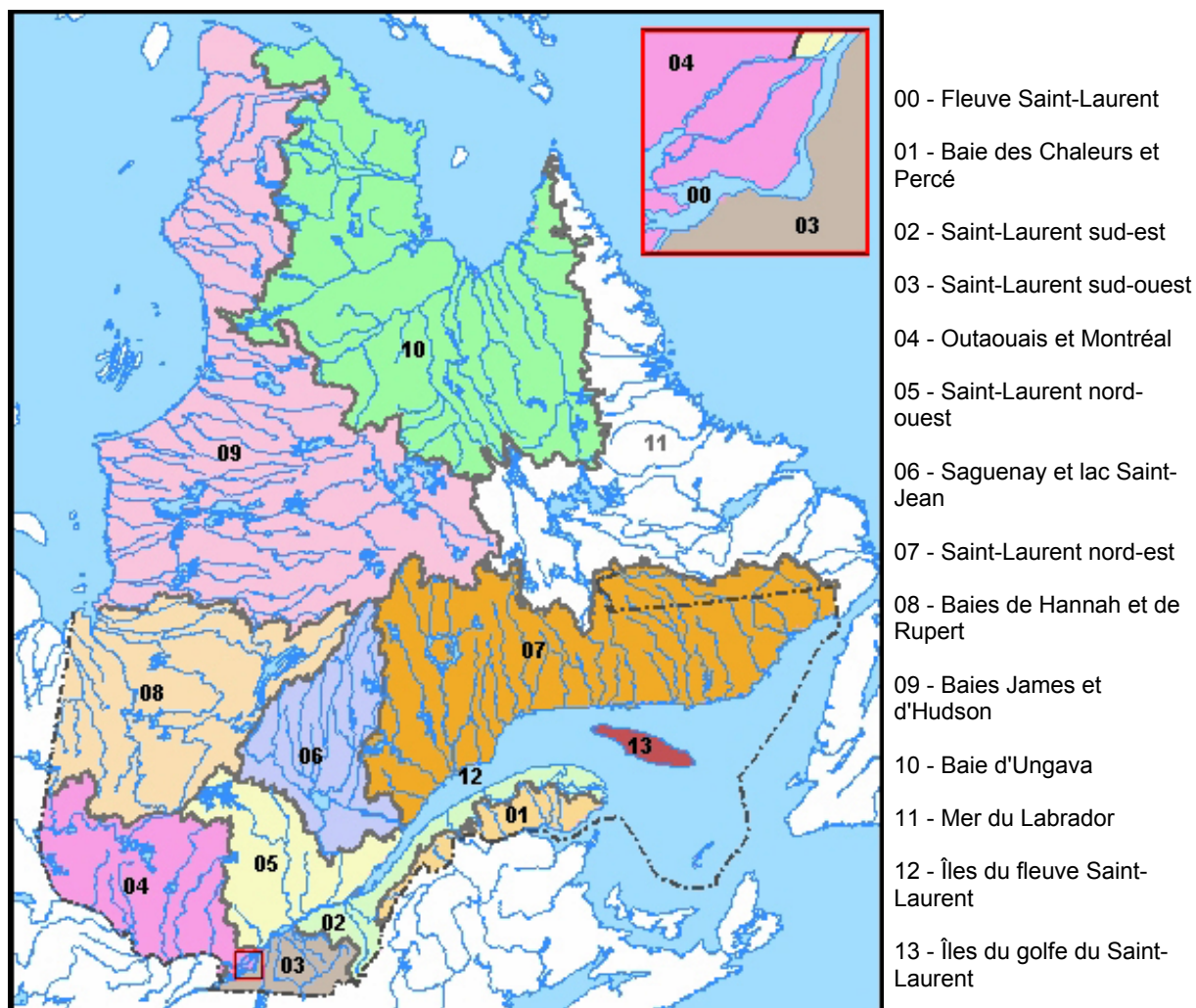
N° région	Nom de la région administrative	Population en 2001	Population (%)
06	Montréal	1 852 000	25,0
16	Montérégie	1 313 000	17,8
03	Capitale Nationale	652 000	8,8
15	Laurentides	471 000	6,4
14	Lanaudière	396 000	5,4
12	Chaudière-Appalaches	391 000	5,3
13	Laval	351 000	4,7
07	Outaouais	323 000	4,4
05	Estrie	291 000	3,9
02	Saguenay – Lac-Saint-Jean	283 000	3,8
04	Mauricie	260 000	3,5
17	Centre-du-Québec	222 000	3,0
01	Bas-Saint-Laurent	205 000	2,8
08	Abitibi-Témiscamingue	150 000	2,0
09	Côte-Nord	100 000	1,4
11	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	98 000	1,3
10	Nord-du-Québec	40 000	0,5

Source : Institut de la statistique du Québec – données sociodémographiques en bref, conditions de vie – février 2004 – vol 8 n°2.





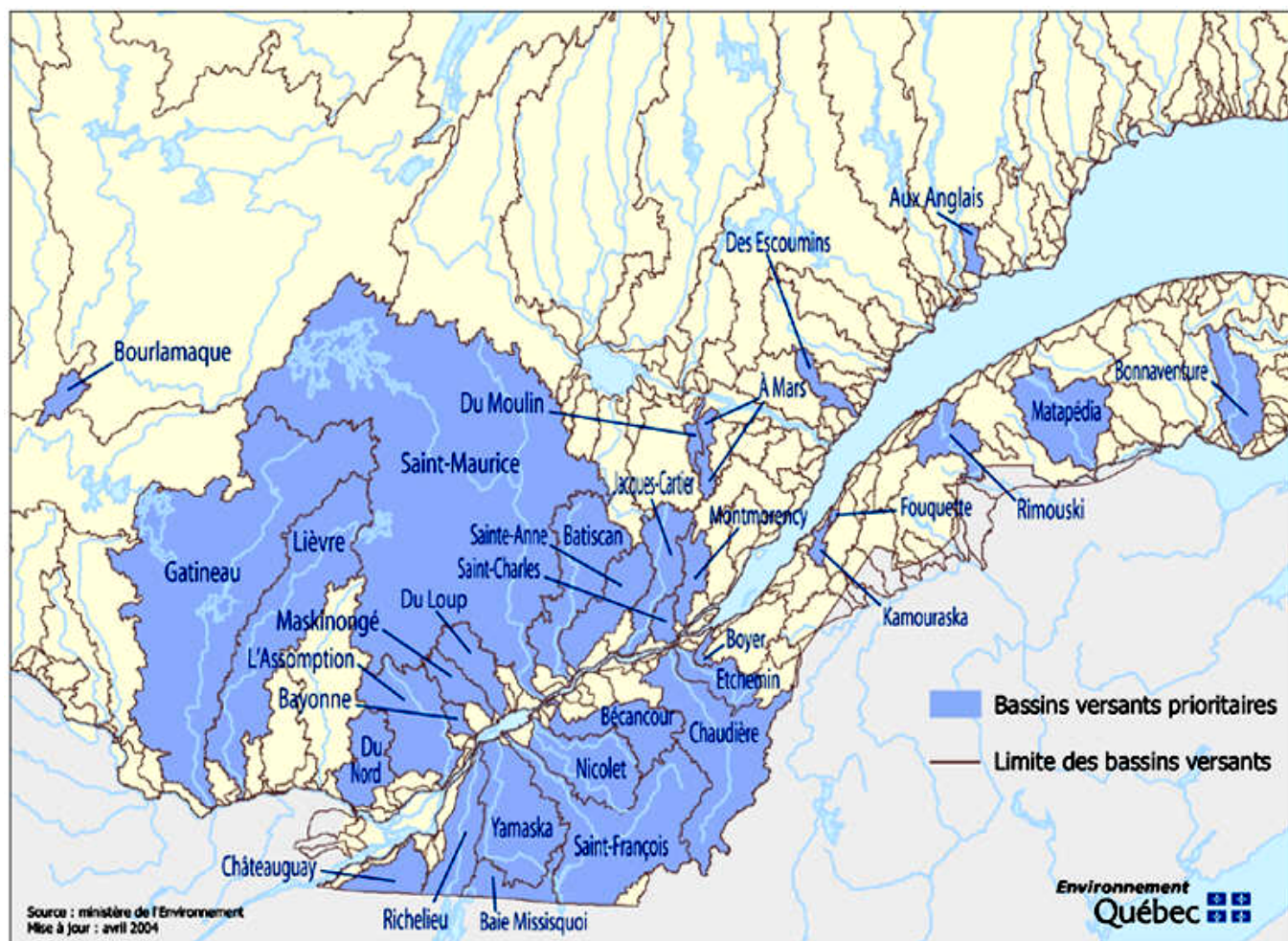
### ANNEXE 3 – Cadre hydrographique du Québec



Source : Centre d'expertise hydrique du Québec



## ANNEXE 4 – Bassins versants prioritaires

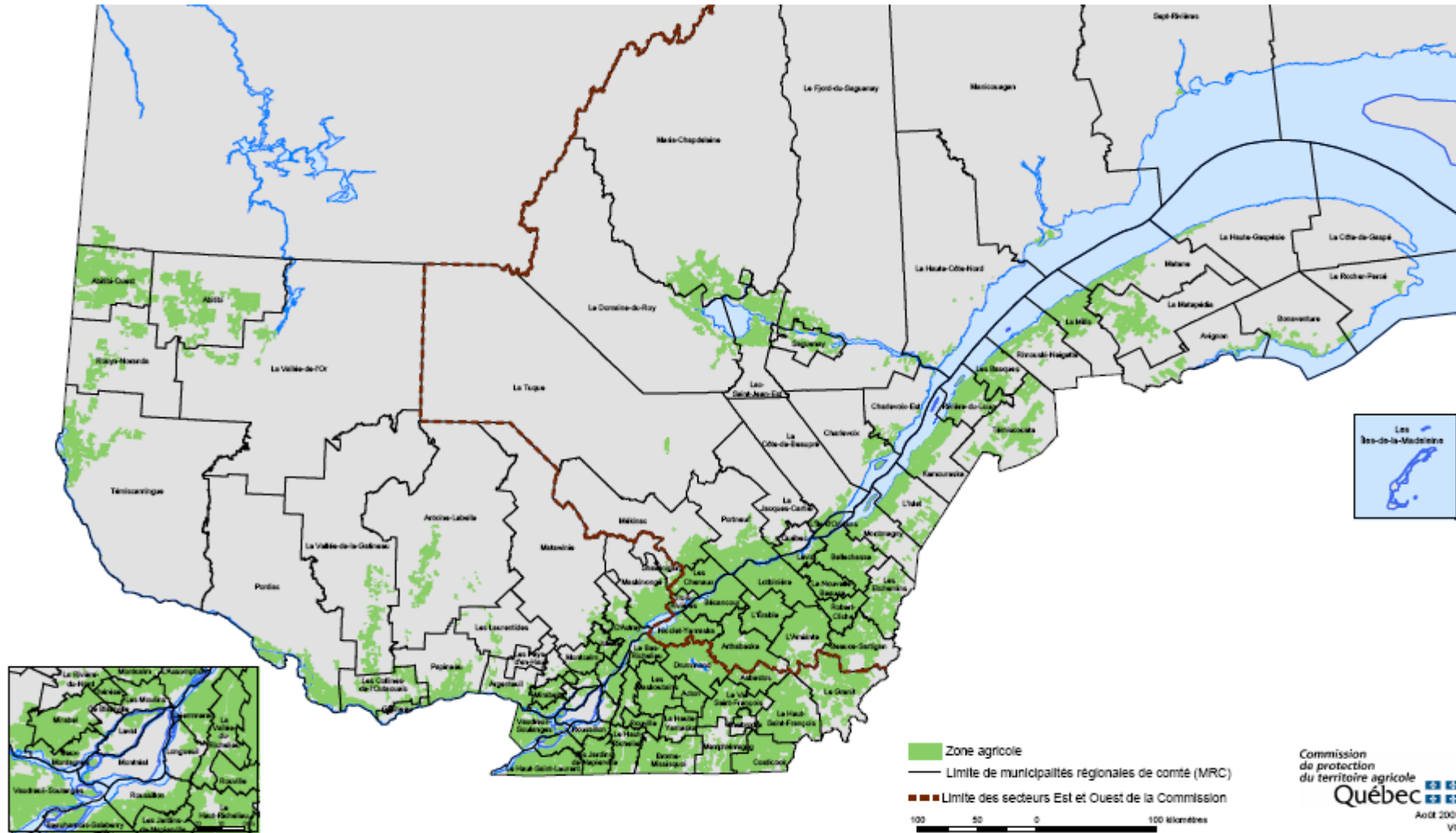


Source : MDDEP, 2004

Régions administratives	Bassins versants prioritaires	Régions administratives	Bassins versants prioritaires
Bas Saint-Laurent (01)	1. Fouquette 2. Kamouraska 3. Rimouski	Lanaudière (14)	18. L'Assomption 19. Bayonne 20. Maskinongé
Capitale-Nationale (03)	4. Jacques-Cartier 5. Montmorency 6. Saint-Charles 7. Sainte-Anne	Laurentides (15)	21. Du Nord (provisoire) 22. Du Lièvre
Centre-du-Québec (17)	8. Bécancour 9. Nicolet	Mauricie (04)	23. Batiscan 24. Du Loup 25. Saint-Maurice
Chaudière-Appalaches (12)	10. Boyer 11. Chaudière 12. Etchemin	Montérégie (16)	26. Châteauguay 27. Baie Missisquoi 28. Richelieu 29. Yamaska
Côte-Nord (09)	13. Aux Anglais 14. Des Escoumins	Abitibi-Témiscamingue (08)	30. Bourlamaque
Estrie (05)	15. Saint-François	Outaouais (07)	31. Gatineau
Gaspésie-Iles-de-la-Madeleine (11)	16. Matapédia 17. Bonnaventure (provisoire)	Saguenay-Lac-St-Jean (02)	32. À Mars 33. Du Moulin

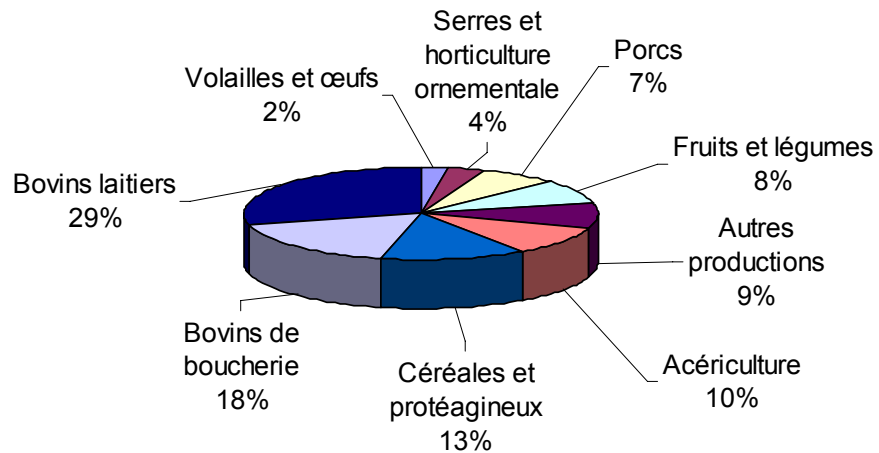
## ANNEXE 5 – L’agriculture au Québec

### ➤ Zone agricole :

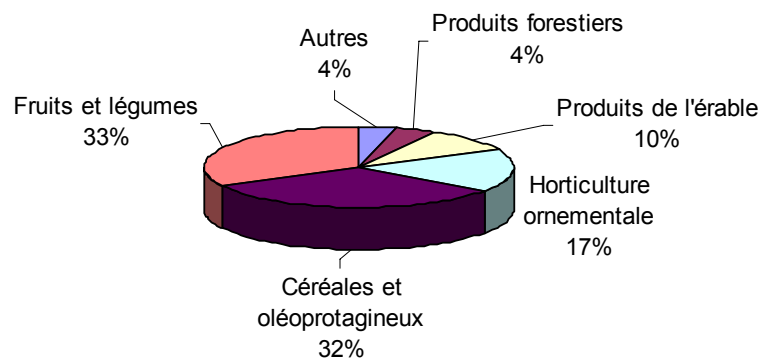


➤ **Production agricole :**

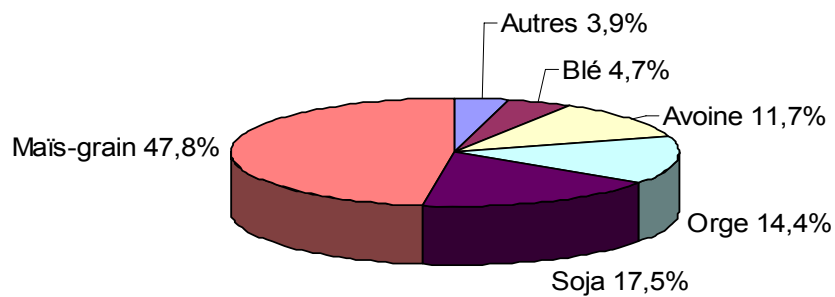
**Répartition des exploitations agricoles par type de spécialisation**



**Importance relative des ventes de productions végétales en 2002**



**Importance relative de la superficie des céréales et oléoprotéagineux en 2002**



Source : Statistique Canada et MAPAQ, 2002

## **ANNEXE 6 – Recommandations du Code de gestion des pesticides**

### ➤ **Ingrédients actifs interdits pour l'entretien des pelouses**

<b>Catégories de pesticides</b>	<b>Ingrédients actifs</b>
<b><i>Insecticides</i></b>	Carbaryl Dicofol Malathion
<b><i>Herbicides</i></b>	2,4-D toutes formes chimiques Chlorthal diméthyl MCPA toutes formes chimiques Mécoprop toutes formes chimiques
<b><i>Fongicides</i></b>	Bénomyl Captane Chlorothalonil Iprodione Quintozène Thiophanate-méthyl

### ➤ **Ingrédients actifs permis à l'intérieur et à l'extérieur des centres de la petite enfance et des écoles primaires et secondaires**

<b>Catégories de pesticides</b>	<b>Ingrédients actifs</b>
<b><i>Insecticides</i></b>	Acétamipride Acide borique Borax Dioxyde de silicium (terre diatomée) Méthoprène Octaborate disodique tétrahydrate Phosphate ferrique Savon insecticide Spinosad
<b><i>Herbicides</i></b>	Acide acétique Mélange d'acides caprique et pélargonique Savon herbicide
<b><i>Fongicides</i></b>	Soufre Sulfure de calcium ou polysulfure de calcium
<b><u><i>Biopesticides</i></u></b>	Ingrédients actifs homologués par le fédéral

## ANNEXE 7 – Pesticides et effets sur la santé

➤ **Liste des substances (seules ou en mélange) actives évaluées par le CIRC**

Classification	Substance
<b>Groupe 2A</b>	captafol, les mélanges Insecticides non arsenicaux (expositions professionnelles lors de l'épandage et de l'application)
<b>Groupe 2B</b>	amitrole (ou aminotriazole), chlordane, chlordécone, DDT, dichlorvos, heptachlor, les herbicides chlorophénoxylés, hexachlorobenzène, hexachlorocyclohexanes, mirex, sulfallate, chlorothalonil
<b>Groupe 3</b>	aldicarbe, aldrine, atrazine, butoxyde de pipéronyle, captane, Carbamate de méthyle, carbaryl, chlorprophame, deltaméthrine, dicofol, diméthoxane, endrine, fenvalérate, ferbame, fluométuron, hydrazide de l'acide maléique, malathion, manèbe, monuron, parathion-méthyl, parathion, perméthrine, peroxyde d'hydrogène, piclorame, prophame, quintozone, simazine, thirame, trichlorfon, trifluraline, zinèbe, zirame

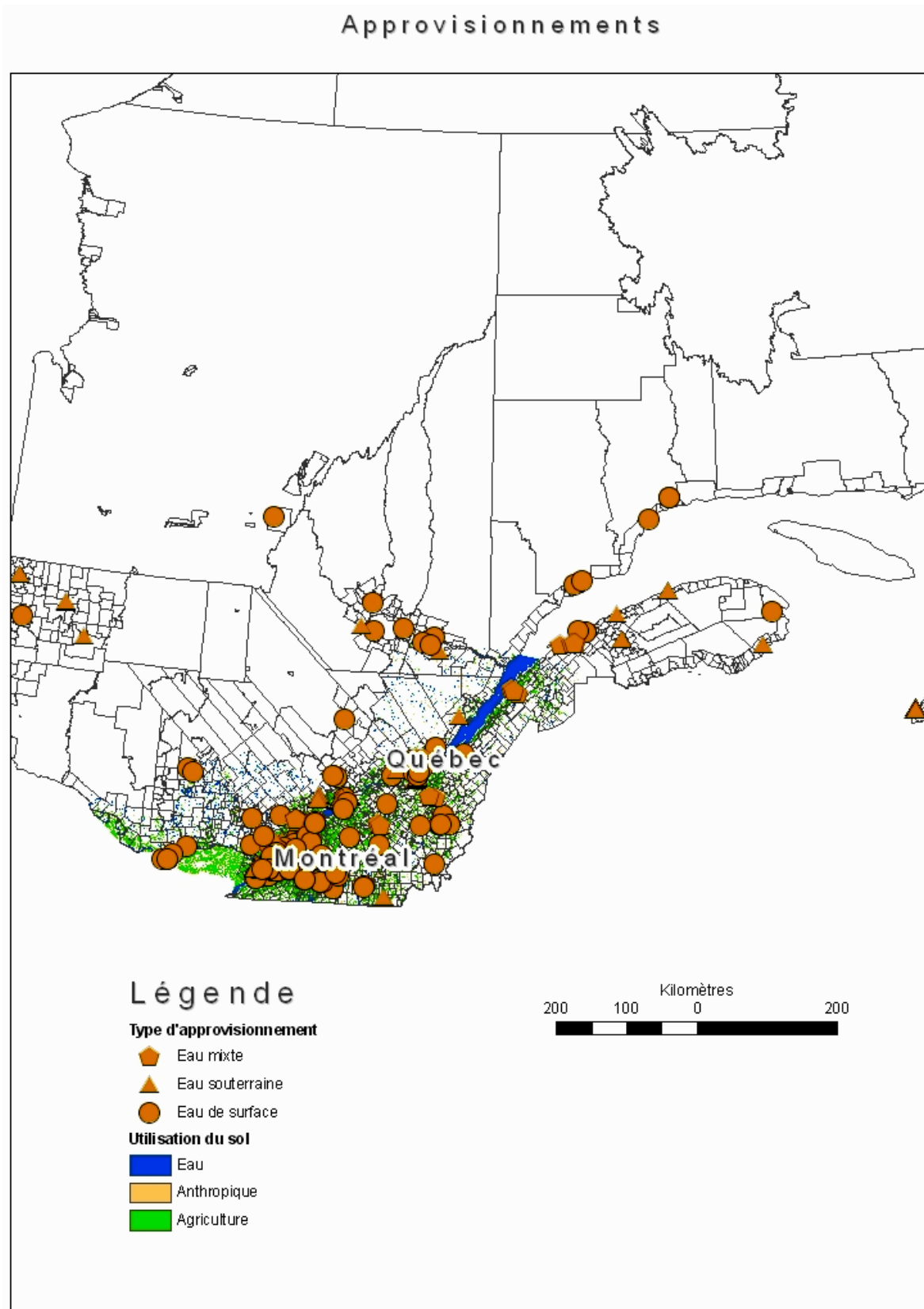
Source : site Internet du CIRC, 2006

➤ **Liste des substances actives suspectées d'être des perturbateurs endocriniens**

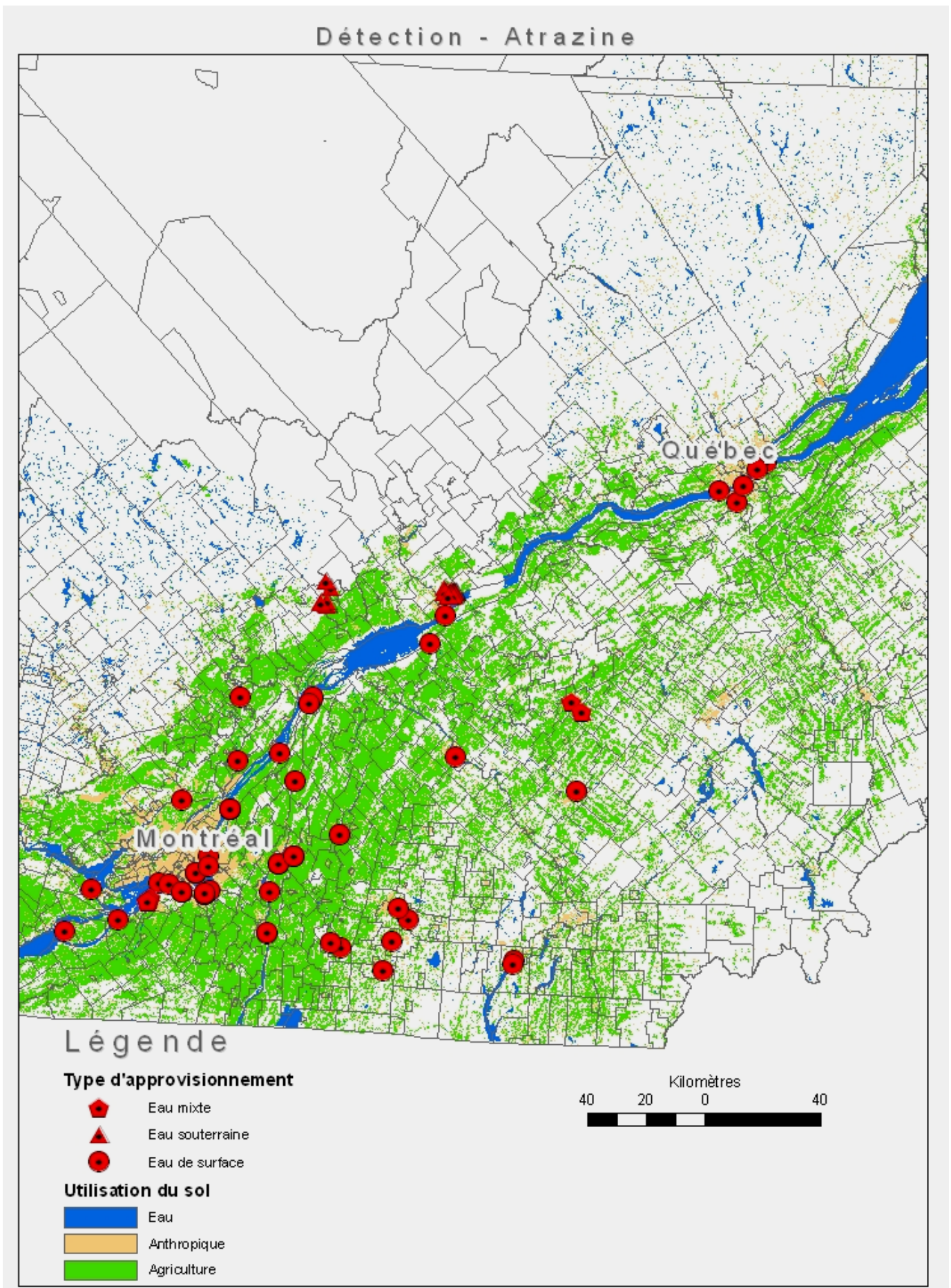
<b>Insecticides</b>	Aldicarbe, aldrine, alléthrine, bêta-HCB, carbaryl, chlordane et ses métabolites, chlordécone, chlorpyrifos, cyperméthrine, DBCP, DDT, dicofol, dieldrine, endosulfan, fenvalérate, esfenvalérate, lindane, heptachlore, heptachlore-époxyde, malathion, méthomyl, méthoxychlore, mirex, parathion, perméthrine, pyréthroïdes, toxaphène
<b>Herbicides</b>	2,4-D, 2,4,5-T, alachlor, aminotriazole, atrazine, métolachlore, métribuzine, nitrofen, simazine, trifluraline
<b>Fongicides</b>	Bénomyl, mancozèbe, manèbe, métirame, quintozone, vinclozoline, zinèbe, zirame
<b>Autres</b>	Nonylphénolpolyéthoxyéthanol, pentachlorophénol

Source : CPP, 2002

**ANNEXE 8 – Approvisionnement des réseaux desservant plus de 5 000 personnes**

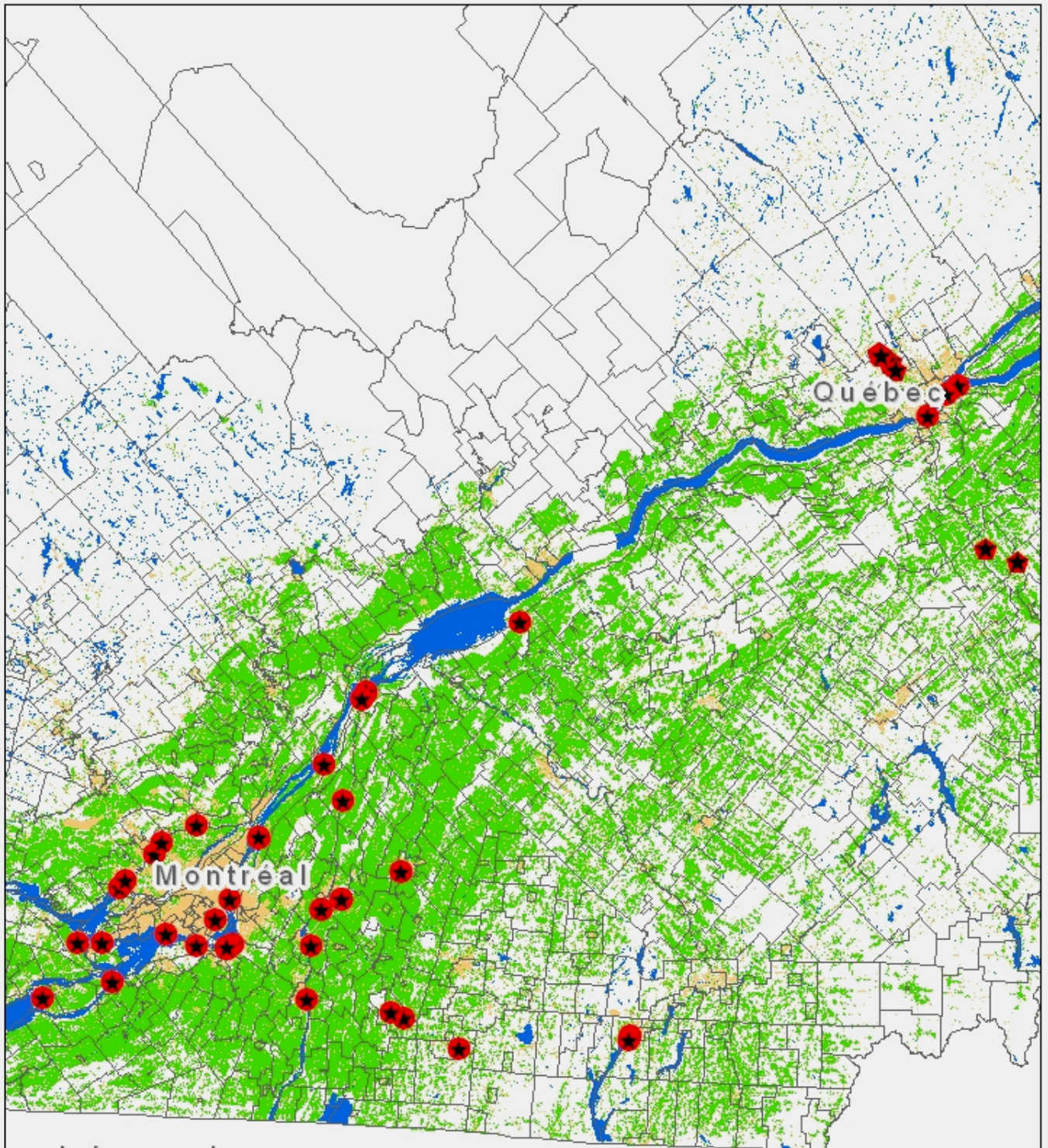


**ANNEXE 9 – Localisation des approvisionnements des réseaux ayant détectés de l'atrazine, du métolachlore et du 2,4-D**







# Détection - Métolachlore



## Légende

### Type d'approvisionnement

-  Eau mixte
-  Eau de surface

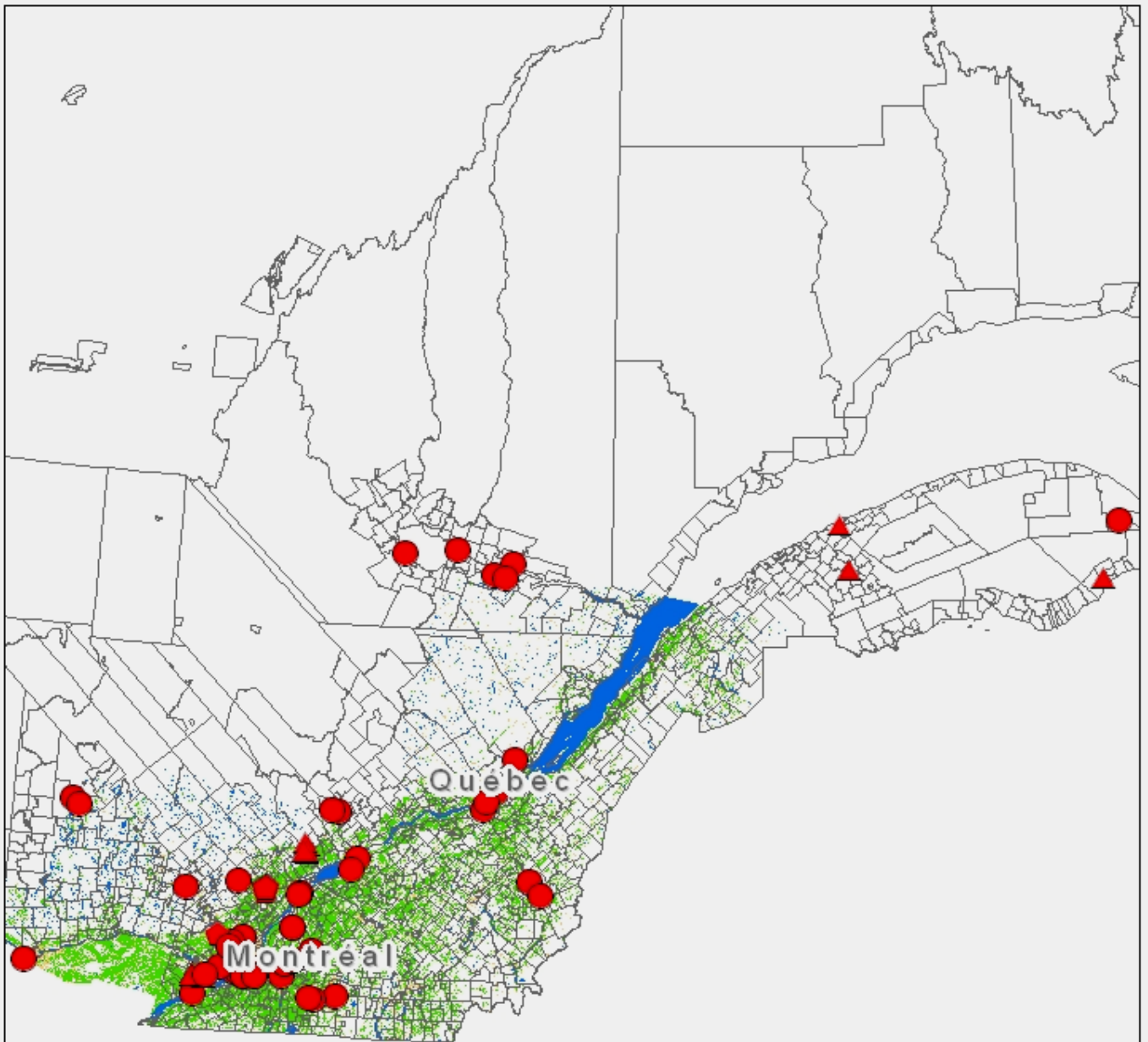
### Utilisation du sol

-  Eau
-  Anthropique
-  Agriculture

Kilomètres  
30 15 0 30






# Détection - 2,4D



## Légende

### Type d'approvisionnement

-  Eau mixte
-  Eau souterraine
-  Eau de surface

### Utilisation du sol

-  Eau
-  Anthropique
-  Agriculture



## **ANNEXE 10 – Analyses statistiques sur l’approvisionnement des réseaux**

### ➤ TEST X<sup>2</sup>

#### ***Tous pesticides confondus analysés***

	Eaux souterraines	Eaux de surface	Total
Non-déecté	1284	4797	6081
Déecté	19 (1,5%)	430 (8,2%)	449
Total	1303	5227	6530

➔ Différence significative :  $p < 0,01$

#### ***Atrazine***

	Eaux souterraines	Eaux de surface	Total
Non-déecté	432	1491	1923
Déecté	7 (1,2%)	265 (15,1%)	272
Total	439	1756	2195

➔ Différence significative :  $p < 0,01$

#### ***Métolachlore***

	Eaux souterraines	Eaux de surface	Total
Non-déecté	426	1627	2053
Déecté	0 (0%)	91 (5,3%)	91
Total	426	1718	2144

➔ Différence significative :  $p < 0,01$

#### ***2,4-D***

	Eaux souterraines	Eaux de surface	Total
Non-déecté	426	1679	2105
Déecté	12 (2,7%)	74 (4,2%)	86
Total	438	1753	2191

➔ Différence non-significative :  $p = 0,153$

## **ANNEXE 11 – Analyses statistiques des variations temporelles des détections**

### ➤ **TEST $\chi^2$ : tous pesticides confondus**

<b>Trimestre</b>	<b>1</b>	<b>2 + 3 + 4</b>	<b>Total</b>
<b>Non-détecé</b>	1 891	4 777	6 668
<b>Détecé</b>	103 (5,2%)	360 (7,0%)	463
<b>Total</b>	1 994	5 137	7 131

➔ **Différence significative :  $p < 0,01$**

<b>Trimestre</b>	<b>2</b>	<b>1 + 3 + 4</b>	<b>Total</b>
<b>Non-détecé</b>	1 499	5 169	6 668
<b>Détecé</b>	124 (7,6%)	339 (6,1%)	463
<b>Total</b>	1 623	5 508	7 131

➔ **Différence significative :  $p = 0,033$**

<b>Trimestre</b>	<b>3</b>	<b>1 + 2 + 4</b>	<b>Total</b>
<b>Non-détecé</b>	1 560	5 108	6 668
<b>Détecé</b>	125 (7,4%)	338 (6,2%)	463
<b>Total</b>	1 685	5 446	7 131

➔ **Différence non significative :  $p = 0,078$**

<b>Trimestre</b>	<b>2 + 3</b>	<b>1 + 4</b>	<b>Total</b>
<b>Non-détecé</b>	3 059	3 609	6 668
<b>Détecé</b>	249 (7,5%)	214 (5,6%)	463
<b>Total</b>	3 308	3 823	7 131

➔ **Différence significative :  $p < 0,01$**

➤ **TEST X<sup>2</sup> : atrazine**

Trimestre	1	2 + 3 + 4	Total
Non-déecté	612	1 508	2 120
Déecté	59 (8,8%)	220 (12,7%)	279
Total	671	1 728	2 399

➔ **Différence significative : p < 0,01**

Trimestre	2	1 + 3 + 4	Total
Non-déecté	472	1 648	2 120
Déecté	72 (13,2%)	207 (11,1%)	279
Total	544	1 855	2 399

➔ **Différence non significative : p = 0,184**

Trimestre	3	1 + 2 + 4	Total
Non-déecté	483	1 637	2 120
Déecté	80 (14,2%)	199 (10,8%)	279
Total	563	1 836	2 399

➔ **Différence significative : p = 0,029**

Trimestre	2 + 3	1 + 4	Total
Non-déecté	955	1 165	2 120
Déecté	152 (13,7%)	127 (9,8%)	279
Total	1 107	1 292	2 399

➔ **Différence significative : p < 0,01**

➤ **TEST  $\chi^2$  : METOLACHLORE**

Trimestre	1	2 + 3 + 4	Total
Non-déecté	633	1 612	2 245
Déecté	17 (2,6%)	79 (4,7%)	96
Total	650	1 691	2 341

➔ **Différence significative :  $p = 0,025$**

Trimestre	2	1 + 3 + 4	Total
Non-déecté	511	1 734	2 245
Déecté	30 (5,5%)	66 (3,7%)	96
Total	541	1 800	2 341

➔ **Différence non significative :  $p = 0,053$**

Trimestre	3	1 + 2 + 4	Total
Non-déecté	531	1 714	2 245
Déecté	29 (5,2%)	67 (3,8%)	96
Total	560	1 781	2 341

➔ **Différence non significative :  $p = 0,140$**

Trimestre	2 + 3	1 + 4	Total
Non-déecté	1 042	1 203	2 245
Déecté	59 (5,4%)	37 (3,0%)	96
Total	1 101	1 240	2 341

➔ **Différence significative :  $p < 0,01$**

➤ TEST  $\chi^2$  : 2,4-D

Trimestre	1	2 + 3 + 4	Total
Non-déecté	646	1 657	2 303
Déecté	27 (4,0%)	61 (3,6%)	88
Total	673	1 718	2 391

➔ Différence non significative :  $p = 0,590$

Trimestre	2	1 + 3 + 4	Total
Non-déecté	516	1 787	2 303
Déecté	22 (4,1%)	66 (3,6%)	88
Total	538	1 853	2 391

➔ Différence non significative :  $p = 0,567$

Trimestre	3	1 + 2 + 4	Total
Non-déecté	546	1 757	2 303
Déecté	16 (2,8%)	72 (3,9%)	88
Total	562	1 829	2 391

➔ Différence non significative :  $p = 0,230$

Trimestre	2 + 3	1 + 4	Total
Non-déecté	1 062	1 241	2 303
Déecté	38 (3,5%)	50 (3,9%)	88
Total	1 100	1 291	2 391

➔ Différence non significative :  $p = 0,588$

## **ANNEXE 12 – Simulation d’une exposition à l’atrazine via l’eau potable par la méthode de Monte-Carlo**

### ***Distribution des paramètres utilisés pour la simulation :***

- distributions de consommation journalière d'eau potable (ml/kg/j) :

Classe d'âge	Moyenne géométrique	Déviat ion standard	90ième percentile
0 à 0,5 ans	52,4	53,2	128,3
0,5 à 0,9 ans	36,2	29,2	69,4
1 à 3 ans	46,8	28,1	82,1
4 à 6 ans	37,9	21,8	69,3
7 à 10 ans	26,9	15,3	47,3
11 à 14 ans	20,2	11,6	35,7
15 à 19 ans	16,4	9,6	29
20 à 44 ans	18,6	10,7	32,2
45 à 64 ans	22	10,8	35,5
65 à 74 ans	21,9	9,9	35,2
75 ans et plus	21,6	9,5	33,9

Source : Ershow and Cantor, 1989

- concentrations d’atrazine décelées dans l’eau distribuée par la station Nicolet durant l’été 2000 :

Date de prélèvement	Concentration (µg/l)
2000-05-24	0,03
2000-05-26	0,11
2000-05-29	0,06
2000-05-31	0,03
2000-06-02	0,04
2000-06-05	0,27
2000-06-07	0,11
2000-06-09	0,07
2000-06-12	1
2000-06-14	0,47
Moyenne géométrique	0,11
Déviat ion standard	3,29

### Remarques :

- les distributions ont été définies comme log-normale ;
- le logiciel a été lancé pour chaque calcul avec 10 000 itérations.



## **ABSTRACT**

### ***Risk assessment in association with pesticide residues in drinking water in Quebec – overview and recommendations for the protection of public health***

The use of pesticides is now widespread in agriculture. Chemical products designed to destroy and control organisms deemed to be undesirable or offensive, pesticides could have detrimental effects on non targeted organisms, including man. When pesticides are applied on crops, the surrounding environment can be contaminated by these substances, whether it is water, air or soil.

The agriculture activity has grown up tremendously in Québec these last past decades and pesticide use has followed the same growth. As a consequence, many compounds have been detected in Quebec ground water. Since 2001, pesticide concentrations in drinking water have to be monitored by major water distribution networks. Conducted for the National Institute of Public Health of Québec and Laval University, this project aims at evaluating the health risks associated with the presence of pesticide residues in drinking water.

The objectives of this study were to:

- identify and quantify the exposure to pesticide products through drinking water,
- evaluate the health risks associated with such exposure,
- make recommendations in order to improve the water quality surveillance.

The analysis of monitoring data available for the last five years shows that the frequency of detection, for all pesticides, is inferior to 1%. Only atrazine, metolachlore and 2,4-D exceed this frequency. Furthermore, no pesticide exceeds the Canadian health standards for drinking water. Using a worst case scenario, a risk assessment demonstrated that health risks associated with atrazine (the most detected pesticide) exposure through tap water in major Quebec water distribution networks are nonsignificant. Nevertheless, some gaps have been identified in the present water regulation. Therefore, recommendations have been proposed to carry out a better water quality surveillance and protect the exposed populations.