



La problématique de la pollution agricole, ses impacts sur la santé des cours d'eau et sur la santé humaine

BUREAU D'AUDIENCE PUBLIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT (BAPE)

« Pour une politique de transition à l'agriculture biologique au Québec »

Travail de recherche et de synthèse effectué par

Gareau, Priscilla, B. sc.
Gariépy Annie, B.sc
Gingras Stéphane, Msc
Rasmussen Patrick, M.A., Psychologue

Union Saint-Laurent, Grands Lacs
460, rue Sainte-Catherine Ouest, bur. 805
Montréal, Québec H3B 1A7
Tel: (514) 396-3333 / fax: (514) 861-8949
Courriel: sqingras@glu.org

Mouvement Vert Mauricie inc
C.P. 5
St-Mathieu-du-Parc, Québec GOX 1N0
Tel: (819) 532-1717
Courriel: mouvementvert@bellnet.ca

Cette publication est rendue possible grâce au financement de Stratégie Saint-Laurent.
Mais les propos et les points de vue exprimés dans ce document n'engagent en rien
les bailleurs de fonds, seulement les auteurs de ce rapport.

Octobre 1999

Tables des matières

CHAPITRE I

INTRODUCTION.....	4
1.1 Industrialisation de l'agriculture québécoise.....	5
1.2 Politiques et programmes reliés à la prévention de la pollution agricole.....	5
1.3 Impacts des activités agricoles sur la santé des cours d'eau et sur la santé humaine.....	6

CHAPITRE II

IMPACTS DE L'UTILISATION IRRATIONNELLE ET D'UN ENTREPOSAGE INADÉQUAT DES FERTILISANTS.....	8
2.1 Contamination de l'eau par les micro-organismes et ses effets sur la santé humaine.....	10
2.2 Contamination de l'eau par les nitrates et ses effets sur la santé humaine	10
2.3 Contamination indirecte de l'eau potable par les trihalométhanes et ses effets sur la santé humaine.....	19
2.4 Contamination de l'eau par les phosphates et eutrophisation	21

CHAPITRE III

IMPACTS DE L'UTILISATION IRRATIONNELLE DES PESTICIDES.....	23
3.1 Contamination des eaux par les pesticides.....	24
3.2 Contamination des puits privés par les pesticides.....	28
3.3 La culture intensive du maïs.....	28
3.4 La culture intensive des pommes de terre.....	29
3.5 Les pesticides et la santé humaine.....	30
3.5.1 Effets à court terme sur la santé humaine.....	33
3.5.2 Effets à long terme sur la santé humaine.....	34
3.5.2.1 Impacts sur le système reproducteur et sur la descendance.....	34
3.5.2.2 Impacts sur le système nerveux.....	37
3.5.2.3 Impacts sur le système immunitaire.....	38
3.5.2.4 Cancers associés.....	40

CHAPITRE IV

4.1 Drainage du printemps.....	42
4.2 Irrigation des terres du sud ouest du Québec.....	43
4.3 Usage de l'eau pour l'élevage.....	44

CHAPITRE V	
CADRE LÉGISLATIF DE LA PROTECTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU CONTRE LA POLLUTION AGRICOLE.....	
	45
5.1	Introduction.....
	46
5.2	Fumiers et fertilisants.....
	46
5.2.1	Loi sur la qualité de l'environnement.....
	46
5.3	Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole.....
	47
5.3.1	Le plan agro-environnemental de fertilisation.....
	48
5.3.2	Les modifications réglementaires.....
	49
5.3.3	Le régime des autorisations.....
	49
5.4	Pesticides.....
	50
5.4.1	Lois sur les pesticides.....
	52
5.4.2	LQE et régime d'exception.....
	53
5.4.3	La prohibition de contaminer : article 20 LQE.....
	53
5.4.4	L'injonction.....
	54
5.5	Immunités de poursuites.....
	54
5.6	Irrigation et drainage.....
	55
5.7	Conclusion du chapitre
	62
CHAPITRE VI	
ALTERNATIVES ET RECOMMANDATIONS	
	59
6.1	CONCLUSION.....
	62
6.2	RECOMMANDATIONS AU BAPE SUR LA GESTION DE L'EAU AU QUEBEC.....
	63
6.2.1	Mise en place d'une politique de transition à l'agriculture biologique.....
	63
6.2.2	Mise en marché de la production biologique.....
	64
6.2.3	Normes environnementales accrues au niveau de la qualité de l'eau.....
	68
6.2.4	Normes environnementales accrues au niveau de l'irrigations et érosions des sols.....
	66
6.2.5	Moratoire sur les organismes génétiquement modifiés (OGM)
	66
RÉFÉRENCES	
	67
LEXIQUE	
	81

Source à citer :

Mouvement Vert Mauricie inc. Gareau, P., Gariépy, A., Gingras, S., Rasmussen, P. 1999. La problématique de la pollution agricole : ses impacts sur la santé des cours d'eau et sur la santé humaine. « Pour une politique de transition à l'agriculture biologique au Québec » BUREAU D'AUDIENCE PUBLIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT (BAPE). 75 pages.

Chapitre I

INTRODUCTION

L'eau est une richesse naturelle vitale et inestimable dont le Québec a la chance d'être relativement bien pourvu. Cependant, cette abondance n'est pas illimitée et elle n'est pas un gage en soi de la disponibilité ou de l'accessibilité de la ressource pour les besoins humains. Malheureusement, la société québécoise, comme la plupart des sociétés humaines, a été longtemps inconsciente de ces réalités. Ainsi, la qualité de cette ressource s'est fortement dégradée, particulièrement depuis les trois dernières décennies, en raison de la pollution occasionnée par l'industrialisation des activités humaines. Cette contamination de l'eau a entraîné la perte ou la restriction de nombreux usages tels que l'alimentation en eau potable et la plupart des activités nautiques (baignade, pêche, etc.). Elle a également conduit à une hausse importante des coûts pour rendre l'eau potable et contrer les risques pour la santé humaine.

Afin de réduire et/ou de contrôler les sources de pollution du système aquatique, la plupart des pays occidentaux se sont mis à élaborer des politiques et à mettre en place des programmes à partir des années 1970. Dans cette ligne de pensée, le Ministère de l'environnement québécois lançait, en 1978, le Programme d'assainissement des eaux du Québec (PAEQ) (Simoneau, 1993). Ce programme visait les trois champs d'activités humaines les plus dommageables pour l'environnement, soit les secteurs industriel, municipal et agricole. Après 20 ans, il est possible de constater que le PAEQ n'a malheureusement pas réussi à atteindre son principal objectif, la récupération et la préservation des usages liés à l'écosystème aquatique, et ce, malgré des dépenses de plusieurs milliards de dollars. La principale raison soulevée pour expliquer cet échec : le retard au niveau de l'assainissement agricole (Vérificateur général du Québec, 1990).

Ce document se propose donc de dresser un portrait succinct des impacts de la pollution agricole sur la santé des cours d'eau et sur la santé humaine. Afin d'introduire la problématique, il sera mentionné d'un historique bref de l'évolution de l'agriculture au Québec ainsi que des politiques et programmes reliés à la prévention de la pollution agricole. Les chapitres suivants traiteront des deux principales pratiques à l'origine de la dégradation de la qualité des eaux, l'utilisation irrationnelle des fertilisants et des pesticides.

1.1 Industrialisation de l'agriculture québécoise

Au cours des dernières décennies, l'industrialisation de l'agriculture québécoise a provoqué de multiples impacts environnementaux. Le domaine agricole est ainsi devenu, au fil du temps, le principal secteur économique responsable de la contamination de plusieurs sources d'eau potable au Québec.

Il faut mentionner que depuis les trente dernières années, l'agriculture s'est fondamentalement transformée, et ce, en un court laps de temps. La concentration, la spécialisation et l'intensification décrivent bien les résultantes de cette mutation (Debailleul, 1998). La concentration s'est manifestée par un agrandissement continu de la taille des exploitations agricoles et par une diminution rapide de leur nombre. En effet, des 134 000 fermes dénombrées au Québec en 1951, il n'en reste plus que 36 000. Il faut spécifier que l'essentiel de l'activité agraire se concentre dans les quelques 14 000 exploitations ayant un revenu brut supérieur à 100 000\$.

Le second phénomène caractéristique de l'évolution de l'agriculture, la spécialisation, a entraîné les cultivateurs à se consacrer à une ou deux productions alors qu'auparavant, ceux-ci en entretenaient une gamme assez large (Debailleul, 1998). On peut d'ailleurs constater une baisse des superficies consacrées au pâturage au profit d'une hausse importante des cultures de céréales telles que le maïs, le blé et l'orge (Rondeau, 1996). Avec une augmentation de 400% en superficie cultivée en vingt ans, de 1971 à 1991, la culture du maïs représente bien le développement démesuré de certaines productions.

L'intensification du rendement des cultures, la troisième résultante, s'est traduite par une utilisation croissante des fertilisants chimiques et des pesticides. Les bilans des ventes de pesticides au Québec, publiés par le Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF), confirment bien cette tendance. Cette prédominance des monocultures a créé un milieu propice à la prolifération des insectes nuisibles et des mauvaises herbes. Les agriculteurs ont donc davantage utilisé de pesticides pour les détruire. Malheureusement, cette utilisation ne fait souvent qu'aggraver la situation. En effet, depuis une quinzaine d'années, il est bien connu par les biologistes que plusieurs insectes indésirables pour les cultures développent une résistance aux pesticides et que ces derniers ne sont efficaces que pour un court moment (Poirié et Pasteur, 1991).

1.2 Politiques et programmes reliés à la prévention de la pollution agricole

Les éléments centraux de la prévention de la pollution agricole sont le Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale, le Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers (PAAGF), le volet Conservation et mise en valeur des ressources eau-air-sol du Programme d'aide aux exploitants agricoles (PAEA) et la Loi sur les pesticides (Vérificateur général du Québec, 1990, p. 134 ; Gangbazo et Painchaud, 1999).

En 1992, les ministères de l'agriculture et de l'environnement mettaient en place une stratégie de protection des cours d'eau en milieu agricole pour la décennie 1990-2000 (Vérificateur général du Québec, 1996). L'objectif de cette stratégie était de réduire d'au moins 50% les apports de polluants dans les régions prioritaires. Malheureusement, plusieurs études démontrent que les efforts mis dans ces programmes et politiques n'ont pas été suffisants pour contrer la pollution d'origine agricole.

Par exemple, l'analyse de Gangbazo et Painchaud (1999) sur ces politiques et programmes d'assainissement agricole révèle que les actions entreprises, jusqu'à maintenant, n'ont pas réussi à abaisser les contaminants problématiques, tels que les nitrates et le phosphore, au-dessous des critères souhaitables pour le plein usage de l'eau. On observe même une hausse des concentrations de nitrates dans plusieurs bassins agricoles du sud-ouest du Québec (Painchaud, 1997). En fait, ce sont les rivières des bassins à fortes activités agricoles qui présentent les moins bonnes conditions de qualité de l'eau. Parmi celles-ci, on peut citer les rivières Châteauguay, Yamaska, Boyer et L'Assomption. La plupart des constats découlant des études sur la problématique agricole démontrent l'urgence de contrôler cette source de pollution.

1.3 Impacts des activités agricoles sur la santé des cours d'eau et sur la santé humaine

Comme il est possible de le constater par les nombreuses études réalisées, la pollution reliée aux activités agricoles a continué de prendre de l'ampleur et elle est devenue une des principales sources de polluants qui affectent la santé des cours d'eau et la santé humaine. À l'origine de la dégradation de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines, on trouve l'utilisation irrationnelle des fertilisants et des pesticides. Cette gestion déficiente des engrais et des pratiques culturales entraîne la migration de plusieurs contaminants, tels que les nitrates, les micro-organismes et les pesticides vers les sources d'eau potable. Aujourd'hui, ces contaminants sont détectés dans la plupart des eaux potables situées en région agricole.

La contamination atteint une telle ampleur dans certaines municipalités que l'arrêt de l'utilisation des sources d'approvisionnement en eau à des fins de consommation a été nécessaire (Rousseau, 1995).

Il est important de souligner qu'une grande partie de la population vivant dans les zones rurales agricoles s'alimente en eau potable à partir de puits privés, et que la qualité de cette eau ne fait l'objet d'aucune surveillance obligatoire. En effet, bien qu'il y ait des recommandations pour la qualité de l'eau potable, il n'existe pas de contrôle réglementaire pour la qualité de l'eau des puits individuels et le suivi de leur qualité demeure sous la responsabilité de chaque propriétaire (Gaudreau et Mercier, 1997 ; Rousseau, 1995).

Malheureusement, la croyance que l'eau de puits ou souterraine est moins polluée que l'eau de surface semble se perpétuer dans la population. Pourtant, selon plusieurs études, le risque de

contamination est similaire ou plus élevé que celui des eaux de surface (Payment, 1995; Rousseau, 1995). Selon le Ministère de la santé et des services sociaux du Québec (MSSSQ), environ 40% des puits privés seraient contaminés soit par les nitrates, par les pesticides ou par les micro-organismes. Les régions de Montérégie, de Chaudières-Appalaches et de l'Estrie se retrouvent parmi les plus sensibles à une contamination des eaux de surface ou des eaux souterraines par les activités agricoles.

Selon le degré et le temps d'exposition, les contaminants d'origine agricole constituent des risques pour la santé humaine qui vont d'une simple gastro-entérite à l'apparition de divers cancers. Les intervenants en santé sont d'ailleurs de plus en plus préoccupés par l'exposition de la population à ces contaminants que l'on retrouve dans les eaux servant à la consommation humaine et aux activités récréatives. C'est ce que confirme une étude du MSSSQ portant sur les risques pour la santé publique reliés aux activités agricoles datant de 1996. Les sections ultérieures de ce document dresseront donc un portrait des impacts du secteur agricole sur la santé des cours d'eau et sur la santé humaine.

CHAPITRE II

IMPACTS DE L'UTILISATION IRRATIONNELLE ET D'UN ENTREPOSAGE INADÉQUAT DES FERTILISANTS

Depuis une dizaine d'années, les études n'en finissent pas de confirmer que l'agriculture québécoise est aux prises avec une surutilisation des engrais. Cette situation problématique provient, notamment, de fausses croyances sur la capacité illimitée du sol à supporter les engrais et sur le "dogme" que la fertilisation est la seule façon de maintenir des rendements élevés (Pesant, 1990). Il est important de souligner ici que les orientations gouvernementales axées sur "l'agro-business" ont accentué ces pratiques agraires faisant fi des caractéristiques environnementales. La conséquence directe de ces pratiques irrationnelles est la dégradation de la qualité des sols, ce qui favorise le ruissellement de l'eau et l'érosion des terres cultivées. Comme en environnement tout est interrelié, un changement au système en entraîne un autre avec pour finalité l'intensification de la problématique. Ainsi, non seulement l'érosion réduit la productivité des sols, mais elle constitue une cause importante de pollution des eaux par les éléments nutritifs tels que les phosphates et les nitrates (Pesant, 1990). On peut ajouter que l'augmentation des superficies en culture de maïs et de céréales ainsi que l'abandon graduel de la rotation des cultures n'ont fait qu'aggraver le problème de perte de sol. Les résultats de recherches établissent sans équivoque les dangers d'érosion quand le sol est soumis à des pratiques culturales intensives.

Ainsi, les pratiques inadéquates d'entreposage et d'épandage de fertilisants entraînent une contamination des eaux de surface et souterraines par les nitrates, les phosphates, les matières organiques et les micro-organismes. Ces composés se retrouvent ultimement dans les sources d'eau potable et constituent un risque potentiel soit pour la santé de la population québécoise ou pour les organismes aquatiques.

Critique des politiques et des programmes d'assainissement agricole

Puisque la gestion des fumiers et lisiers constitue une des principales problématiques à contrôler afin de réduire la pollution agricole, le gouvernement québécois a mis en place plusieurs politiques et programmes à cet effet. De nombreux auteurs ont analysé les failles de ces politiques et de ces programmes destinés à l'assainissement agricole. Il sera question des grandes constatations de ces analyses dans les lignes ultérieures.

La principale conclusion qui ressort des études est que les efforts mis dans ces programmes et politiques n'ont pas été suffisants pour contrer la pollution d'origine agricole (Vérificateur général du Québec, 1996 ; Gangbazo et Painchaud, 1999). Les raisons de cet échec sont multiples, en voici quelques-unes.

Le principal motif soulevé est que l'ensemble des mesures prises pour réduire les impacts

environnementaux ont été mis de l'avant sans remettre en cause les orientations fondamentales du développement agricole des dernières décennies (Debailleul, 1998 ; Vérificateur général du Québec, 1996 ; Gangbazo et Painchaud, 1999). Nombreux sont les exemples démontrant les contradictions entre la mise en place des programmes destinés à protéger l'environnement en milieu agricole et la volonté d'agir concrètement.

Par exemple, l'analyse effectuée par le vérificateur général du Québec pour l'année 1995-1996 en ce qui concerne les deux principaux programmes du MAPAQ à cet effet, soit le PAEA et le PAAGF, est la suivante (p. 38) :

“ Même si l'octroi de ces subventions a pour objet la protection de l'environnement, le Ministère ne s'assure pas que les producteurs agricoles visés adoptent des pratiques respectueuses de l'environnement. Ainsi, les subventions visant l'entreposage adéquat des fumiers n'ont pas été conditionnelles à l'établissement d'un plan de fertilisation incluant un épandage des fumiers sans danger pour l'environnement. Ce n'est qu'à compter de l'exercice 1996-1997 que le Ministère exigera, avant d'octroyer une aide financière dans le cadre de ces deux programmes, que les producteurs agricoles préparent un plan qui décrive les pratiques à adopter pour prévenir les problèmes de dégradation des sols ou de pollution des eaux. Cependant, cette exigence du Ministère ne concerne que l'élaboration des plans : il n'a prévu aucune mesure de suivi afin de s'assurer de leur mise en oeuvre. Bien qu'il en ait pris l'engagement depuis longtemps, le Ministère n'a pas agi en sorte que sa propre politique et ses programmes concourent à la conservation des ressources en incitant l'industrie à se doter de méthodes de production plus respectueuses de l'environnement. ”.

En ce qui concerne l'entreposage et l'épandage des fumiers, il est impossible de savoir dans quelle mesure les agriculteurs respectent la réglementation puisque les directions régionales du MEF ne font aucune enquête (Gangbazo et Painchaud, 1999). La même situation se présente en ce qui se rapporte à la connaissance de l'évolution des bonnes pratiques de fertilisation, de travail du sol et de la proportion des terres en culture concernée par ces pratiques.

Dans les programmes du MAPAQ, beaucoup d'efforts ont été consacrés à la construction de structures d'entreposage de fumier mais peu ont porté sur les pratiques de fertilisation plus environnementales. Ceci constitue une lacune importante en ce qui concerne la gestion des engrais. Il est important de rappeler ici que l'objectif de ces programmes consiste à réduire la contamination par les nitrates, les phosphates et les micro-organismes. Toutefois, les expériences américaines démontrent qu'à moins d'améliorer significativement les pratiques de fertilisation et de travail au sol sur une grande proportion du territoire, la construction de structures d'entreposage de fumiers n'amène qu'une réduction de la contamination bactériologique (Gangbazo et Painchaud, 1999). Selon Gangbazo et Painchaud (1999), à l'échelle de la ferme, la construction de structures d'entreposage de fumiers ne réduit que de 8% à 15% la quantité d'azote total et de 3% à 5% la quantité de phosphore total.

À la lumière des dernières données compilées sur les cours d'eau en région agricole (Painchaud, 1997), il est clair que ces réductions n'ont pas un impact significatif sur la qualité de l'eau des rivières.

Il est fort probable que les résultats mitigés de l'assainissement agricole s'expliquent par le fait que les efforts nécessaires pour contrôler les pratiques de fertilisation et de travail du sol n'ont pas été accomplis. Plusieurs faits corroborent d'ailleurs cette hypothèse. Premièrement, le taux de fertilisation par l'azote et le phosphore provenant des fumiers seulement, dans l'ensemble de la province, équivaut respectivement à deux et trois fois les besoins agronomiques des cultures (Gangbazo et Painchaud, 1999). Ceci suggère que les normes concernant l'épandage des fumiers seraient peu respectées.

De plus, le rapport de 1996 du Vérificateur général du Québec (p. 44) mentionne que plus de 10 300 exploitations agricoles achètent trop d'engrais minéraux, compte tenu des besoins de leurs cultures et d'une utilisation appropriée des engrais de ferme. La valeur monétaire de cette surconsommation de fertilisants est évaluée par le MAPAQ à plus de 44 millions de dollars. Toujours selon ce rapport du vérificateur général (p.44), bien que ces entreprises fertilisent les sols à l'excès et qu'elles produisent des rejets importants de polluants qui causent la dégradation des cours d'eau, le MAPAQ n'a entrepris aucune action particulière auprès d'elles. En outre, le MAPAQ et d'autres organismes leur ont versé, en 1994, des subventions totalisant 159,5 millions de dollars sans la moindre exigence environnementale. Ainsi, 157 municipalités seraient en surplus si l'on considère que les producteurs acceptent d'utiliser les fumiers et les lisiers excédentaires sur 30% de leurs surfaces disponibles (Vérificateur général du Québec, 1996, p. 48).

Il est clair que les pratiques d'épandage actuelles ne sont pas effectuées en fonction du besoin des plantes, mais au coût le plus économique pour le producteur en surplus, ce qui entraîne, la plupart du temps, une surfertilisation (Vérificateur général du Québec, 1996, p.50).

Une gestion des engrais déficiente et controversée

En conclusion, le MAPAQ, en consacrant ses efforts à l'amélioration de l'entreposage sans apporter de solution aux problèmes d'épandage, n'a pas réglé le problème de la gestion des fumiers. Il est regrettable de constater qu'il n'a aucune exigence quant au respect des règles du MEF. Sa réelle volonté de réduire la pollution d'origine agricole est compromise notamment par le fait que plusieurs producteurs continuent à recevoir de l'aide financière même s'ils ne respectent pas les exigences du MEF et n'épandent pas leur engrais de ferme de façon appropriée. Il est pourtant urgent de rationaliser les pratiques d'épandage d'engrais en fonction des différentes cultures et types de sols afin d'améliorer significativement la qualité des eaux en région agricole. Malheureusement, le MAPAQ ne semble pas prendre conscience de l'urgence de la situation et des conséquences de celle-ci sur la santé de la population et sur les ressources naturelles. En effet, son bilan de la politique ministérielle de développement durable n'augure guère de changement puisque la réflexion est axée sur le thème de la croissance.

Il faut se rendre compte qu'à moyen et à long terme, la surexploitation des terres agricoles, dans le but de demeurer compétitif en produisant toujours davantage et sans tenir compte des réalités

environnementales, n'est guère rentable économiquement. Il est important de conserver en tête que les ressources naturelles sont limitées et qu'en les surexploitant non seulement nous en payons le prix aujourd'hui mais qu'en plus nous léguons un cadeau empoisonné aux générations futures. En effet, la contamination des eaux découlant de cette philosophie productiviste entraîne des coûts supplémentaires pour la population québécoise. Ces coûts prennent une infinité de formes, allant de frais additionnels dans les traitements pour rendre l'eau potable jusqu'à la perte complète de la jouissance de la ressource, en passant par l'augmentation des dépenses en santé publique. Pourtant, ces coûts appelés "externalités" ne sont pas pris en compte par les économistes de notre gouvernement.

Les sections suivantes traceront un portrait plus précis de la qualité de l'eau en fonction des principaux contaminants s'y retrouvant en raison de la gestion déficiente des engrais et de leurs impacts sur la santé humaine.

2.1 Contamination de l'eau par les micro-organismes et ses effets sur la santé humaine

La qualité de l'eau potable a toujours été l'un des piliers de la santé publique. La situation est encore dramatique dans les pays en voie de développement, et malgré l'existence d'une réglementation le risque de contracter des maladies infectieuses par un contact avec l'eau est encore très présent en Amérique du Nord. Malgré la croyance générale que des progrès considérables ont été accomplis au niveau de la dépollution, plusieurs études récentes tracent un portrait plutôt négatif de la contamination microbiologique du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires (Payment et al. 1999 ; Painchaud, 1997 ; Lamarche, 1992). Ainsi, 98% des prises d'eau du fleuve Saint-Laurent seraient situées dans des eaux de qualité bactériologique déplorable (Lamarche, 1992).

Au Québec, les centres de santé publique rapportent d'ailleurs encore plusieurs épidémies d'origine hydrique au Québec (Lainesse, 1991; Bolduc, 1995; Bolduc, 1998). Venant confirmer la gravité de la situation, une étude accomplie par un chercheur de l'Institut Armand Frappier évalue qu'environ 30% des gastro-entérites seraient associées à la consommation d'eau potable (Payment, 1995; Levallois, 1995a). Selon divers intervenants en santé publique, l'ampleur des atteintes à la santé de la population québécoise causées par la contamination microbiologique demeurerait sous-estimée en raison des lacunes du réseau en santé publique et du faible nombre des personnes atteintes d'une gastro-entérite qui consultent un médecin (Levallois, 1995a; Bolduc, 1998). Les cas déclarés ne constitueraient d'ailleurs que la pointe de l'iceberg puisqu'ils ne représenteraient que 0,03% à 1,2% des cas réels (Bolduc, 1998).

Les espèces microbiologiques impliquées dans les maladies d'origine hydrique proviennent majoritairement des matières fécales humaines et animales (Thibault et al., 1995). Ainsi, les pratiques inadéquates d'entreposage et d'épandage d'engrais constituent un risque potentiel important pour la santé de la population. En effet, le ruissellement et le lessivage des sols entraînent les micro-

organismes, contenus dans les fumiers et lisiers vers les cours d'eau qui servent souvent de sources d'approvisionnement en eau potable ou à des activités récréatives. Certains de ces micro-organismes peuvent être inoffensifs mais plusieurs autres peuvent être transmissibles à l'humain.

Les atteintes à la santé sont donc toujours présentes pour la population québécoise puisque la majorité de ses sources d'approvisionnement en eau potable ont été contaminées depuis des décennies par les rejets sanitaires des villes riveraines et les fosses septiques ainsi que par les eaux de ruissellement des régions agricoles et par les matières fécales animales (Payment et al., 1999).

Il est important de souligner que même si les répercussions en termes sanitaire et économique des épidémies infectieuses d'origine hydrique n'ont pas été évaluées, elles existent et elles risquent d'être considérables si les interventions tardent davantage. Par exemple, aux États-Unis, les coûts occasionnés par les maladies gastro-intestinales ont été chiffrés à environ 23 milliards par des économistes de la santé (Payment, 1995). Au Canada, ce coût serait de l'ordre de 1/10 soit de 2,3 milliards de dollars par année. Et dans cet estimé, ni les coûts en traitement de l'eau potable, ni ceux reliés à la perte ou à la restriction des usages récréatifs nautiques n'ont été évalués. Pourtant, malgré ces coûts supplémentaires pour la population québécoise, aucune norme bactériologique n'était recommandée pour l'eau brute d'approvisionnement avant 1998 (Painchaud, 1997).

Les micro-organismes pathogènes n'ont été mesurés que très rarement dans les eaux du fleuve, des tributaires et des puits privés. La seule indication disponible de leur niveau de pollution était la mesure indirecte obtenue à l'aide des indicateurs que sont les coliformes totaux et fécaux. La présence des coliformes fécaux sert d'indicateur puisqu'elle signale, la plupart du temps, des rejets ponctuels d'eaux usées non traitées ou des apports d'origine diffuse liés à l'épandage ou au mauvais stockage des fumiers et lisiers (Painchaud, 1997).

Cependant, l'efficacité de cette mesure de la contamination microbiologique de l'eau est de plus en plus contestée par plusieurs scientifiques. En effet, les coliformes totaux et fécaux ne seraient pas adéquats pour signaler la présence des virus et des parasites (Payment, 1997; Thibault et al., 1995; Québec, 1997). Pour confirmer cette hypothèse, le dernier bilan sur la qualité de l'eau potable au Québec rapporte que malgré l'absence de coliformes fécaux, des parasites, notamment *Giardia* et *Cryptosporidium*, sont détectés dans l'eau de plusieurs municipalités même après désinfection (Québec, 1997). Ceci est d'autant plus inquiétant que 25% des réseaux municipaux ne respectent pas en tout temps les normes bactériologiques fixées dans le Règlement sur l'eau potable (Québec, 1997). Il faut ajouter qu'un fort pourcentage de petits réseaux municipaux ne respectent pas la fréquence d'échantillonnage de l'eau exigée par le contrôle réglementaire et qu'en conséquence ils distribuent une eau qui n'a subi aucun contrôle durant plusieurs semaines.

L'usage tant des eaux de surface que des eaux souterraines en zone d'agriculture intensive est fortement restreint notamment en raison de la contamination microbiologique. Les bassins des rivières Yamaska, Richelieu, Nicolet, L'Assomption, Saint-François et Chaudière sont fortement

hypothéqués à cause de ce problème (Thibault et al., 1995; Lamarche 1992; Painchaud, 1997).

De plus, une étude effectuée en Montérégie pour analyser les impacts des activités agricoles sur la qualité de l'eau des puits privés révèle que 53% des puits échantillonnés présentaient une contamination bactériologique au-delà des normes québécoises (Mercier et Gaudreau, 1997). Il ressort de ces études que ni l'approvisionnement en eau souterraine, ni le traitement par simple chloration, n'offrent une sécurité à toute épreuve face à la transmission de maladies hydriques.

Les infections microbiennes

Les micro-organismes potentiellement pathogènes pour l'humain pouvant être retrouvés dans les fumiers et lisiers sont classés en trois catégories: les bactéries, les protozoaires et les virus (Thibault et al., 1995; MSSSQ, 1996). Selon le ministère de la santé québécois, les principaux pathogènes impliqués dans les atteintes à la santé humaine sont chez les bactéries, *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *Yersinia enterocolitica* et *Escherichia coli*, et, chez les parasites, *Cryptosporidium* sp et *Giardia* sp. (MSSSQ, 1996). Les infections causées par ces micro-organismes, à l'exception de la famille des *Cryptosporidium*, sont répertoriées dans la liste des maladies à déclaration obligatoire c'est-à-dire qu'elles font l'objet d'une surveillance de Santé Canada. Les atteintes à la santé humaine et les particularités de chacun de ces micro-organismes sont détaillées dans les prochains paragraphes.

Salmonella

Les bactéries de la famille *Salmonella* peuvent causer diverses affections chez l'humain suite à l'ingestion de produits carnés contaminés ou d'eau contaminée: gastro-entérites, fièvres typhoïdes, méningites ou ostéites (Wood et al. 1991; Domart et Bourneuf 1981). Les symptômes comprennent la fièvre, les crampes abdominales et la diarrhée. La déshydratation, particulièrement chez les jeunes, les personnes âgées et les personnes au système immunitaire vulnérable, peut être grave et nécessiter l'hospitalisation. Une pneumonie peut survenir lorsqu'il y a complication. Cependant, le problème de santé le plus répandu au Québec demeure la gastro-entérite. Les animaux sont une source commune d'infection (Santé Canada, 1998). Toutefois, selon certaines études, les fermes porcines serviraient de réservoirs importants pour cette bactérie (Wood et al., 1991).

Campylobacter

Les bactéries de la famille *Campylobacter* peuvent être transmises à l'humain par l'ingestion d'aliments contaminés, particulièrement le poulet et le porc, ou l'eau contaminée (Santé Canada, 1998). Les affections possibles sont la diarrhée, les douleurs abdominales, la fièvre, les nausées et les vomissements. Les complications peuvent comporter un syndrome s'apparentant à la typhoïde,

l'arthrite, des convulsions fébriles, la méningite et le syndrome de Guillaume-Barre (une maladie qui cause une faiblesse et une paralysie progressive). À l'échelle mondiale, 5% à 14% des cas de diarrhée sont causés par une contamination à cette bactérie (Santé Canada, 1998). Dans les pays industrialisés, la maladie affecte principalement les enfants de plus de 5 ans et les jeunes adultes.

Yersinia enterocolitica

Diverses études semblent confirmer que les élevages porcins constituent un réservoir important d'infections à *Yersinia enterocolitica* chez les humains (Kapperud, 1991; Lee et al., 1990; Nesbakken, 1988; Walker et Grimes, 1985). En effet, plusieurs sérotypes de cette bactérie sont retrouvés chez les porcs, dans divers produits transformés du porc ainsi que dans leurs excréments (Kapperud, 1991; Lee et al. 1990; Nesbakken, 1992; Walker et Grimes, 1985). D'ailleurs, il semblerait que le porc est le seul animal consommé par l'humain servant régulièrement de refuge à ce pathogène (Kapperud, 1991). Il a été démontré que *Y. enterocolitica* présente dans les excréments d'animaux de ferme peut survivre dans l'eau de ruissellement, dans les cours d'eau et, de cette façon, contaminer les sources d'approvisionnement en eau potable (Walker et Grimes, 1985).

Il existe donc une forte évidence que les porcs et les produits alimentaires qui en proviennent sont des sources majeures d'infection à *Y. enterocolitica* des sérogroupe O:3 et O:9 chez l'humain (Kapperud, 1991). Cette bactérie est devenue l'une des principales causes de la diarrhée dans plusieurs pays industrialisés notamment en Scandinavie, au Japon, au Canada et dans certaines régions d'Europe (Lee et al., 1990). Une des particularités d'*Y. enterocolitica* est sa faculté de croître dans la nourriture réfrigérée (Kapperud, 1991). Outre son habileté à se reproduire dans les aliments conservés à 0°C, elle peut survivre à la congélation durant de longues périodes (Nesbakken, 1992).

Escherichia coli

La majorité des souches d'*Escherichia coli* (*E. coli*) se retrouve dans les intestins de bon nombre de mammifères (incluant l'humain) et n'est pas pathogène. Toutefois, certaines souches possèdent des facteurs de virulence qui leur permettent de causer divers problèmes de santé (Broes, 1987). Par exemple, les *E. coli* entérotoxigènes sont des agents importants de diarrhée chez l'humain et certains animaux (Broes, 1987).

Une autre souche d'*E. coli* productrice de vérotoxine, plus particulièrement le sérotype O157:H7, est associé à la majorité des épidémies d'intoxication alimentaire dans plusieurs pays occidentaux notamment aux États-Unis et au Canada (Santé Canada, 1998). La diarrhée est le principal symptôme. Toutefois, les enfants de moins de 5 ans et les personnes âgées sont susceptibles de complications que l'on nomme " syndrome hémolytique et urémique " (SHU) qui entraîne la destruction des globules rouges et l'insuffisance rénale (Santé Canada, 1998; Nadeau, 1993). Le SHU constitue un état très grave qui est habituellement traité à l'unité des soins intensifs. Il est fréquemment

nécessaire de procéder à des transfusions sanguines et à une dialyse des reins.

Cette souche d'*E. coli* productrice de vérotoxine est retrouvée dans la viande de plusieurs espèces animales mais elle se retrouve principalement dans la viande de boeuf (Nadeau 1993). Plus précisément, des chercheurs l'ont isolé dans des échantillons de viande de bovins (3,7%), de porcs (1,5%), de volailles (1,5%) et de moutons (2%) (Nadeau, 1993). En Ontario, la prévalence de cette souche d'*E. coli* dans les viandes de boeuf et de porc était de 36,4% et de 10,6% respectivement. L'infection peut survenir après avoir consommé de la nourriture contaminée et également après avoir bu ou nagé dans des eaux contaminées par des matières fécales d'origine humaine ou animale (Nadeau, 1993; Santé Canada, 1998).

Giardia et Cryptosporidium

Une attention particulière sera portée aux parasites *Giardia* et *Cryptosporidium* en raison de leur potentiel de résistance au traitement de désinfection de l'eau par le chlore et à leur large dispersion dans les milieux aquatiques (Payment, 1999; Wallis et al., 1996; Saint-Laurent Vision 2000, 1998; LeChevalier et al., 1991).

En effet, plusieurs études ont déjà rapporté la présence de *Giardia* et de *Cryptosporidium*, non seulement dans l'eau brute, mais également dans l'eau traitée de certaines municipalités canadiennes (LeChevalier et al., 1991; Payment et al., 1999). Ces deux parasites ont été identifiés dans près de 90% des échantillons d'eau brute utilisée par les usines de traitement de 45 municipalités s'alimentant au fleuve Saint-Laurent et à certains de ses affluents (Saint-Laurent Vision 2000, 1998). Ceci n'est guère surprenant puisque tous les cours d'eau contaminés par des matières fécales d'humains et d'animaux peuvent constituer des sources d'infection (Santé Canada, 1998). Ainsi, la contamination des cours d'eau par *Giardia* et *Cryptosporidium* serait proportionnelle à la population humaine et/ou animale qui y vit.

En effet, les cours d'eau influencés par des rejets humains ou agricoles démontrent deux fois plus souvent la présence d'oocystes que dans les échantillons d'eau où la source est protégée de ces contaminations (Québec, 1997). Une autre étude mentionne que les niveaux de *Cryptosporidium* seraient de 10 à 50 fois plus élevés dans les cours d'eau recevant des eaux usées ou des sources de pollution agricole (LeChevalier et al., 1991).

Ces deux micro-organismes préoccupent donc de plus en plus les intervenants en santé publique car ils peuvent entraîner des maladies infectieuses même chez les populations qui consomment de l'eau traitée (Saint-Laurent Vision 2000, 1998). Comme il a déjà été mentionné plus haut, les affections causées par *Giardia* doivent être rapportées obligatoirement à Santé Québec mais non celles occasionnées par *Cryptosporidium*. Ce contrôle obligatoire devrait pourtant être effectué pour *Cryptosporidium* et resserré pour *Giardia* puisque les épidémies causées par ces deux parasites prennent de plus en plus d'importance au Québec comme au Canada (Levallois, 1995a).

Au Canada, la maladie gastro-intestinale due au protozoaire *Giardia*, la giardiase, est l'infection parasitaire la plus souvent déclarée. Selon le fichier des maladies à déclaration obligatoire du Québec (MADO), 4273 cas de giardiase ont été répertoriés entre 1990 et 1995. Les symptômes de la giardiase comprennent la diarrhée chronique, les crampes abdominales, le ballonnement, la fatigue et une perte de poids (Santé Canada, 1998; Payment, 1995).

La cryptosporidiose, la maladie causée par l'espèce *Cryptosporidium*, est une infection d'importance médicale et vétérinaire qui affecte le système digestif et respiratoire de l'humain et de beaucoup d'animaux (Payment, 1995). On trouve ce parasite chez les oiseaux, les rongeurs, les animaux de ferme et les animaux domestiques.

Toutefois, les principaux réservoirs sont l'humain, les bovins, les moutons et plusieurs autres animaux domestiques incluant le chien et le chat. Les symptômes sont une diarrhée abondante et liquide, précédée de vomissements et d'anorexie, accompagnée de crampes abdominales (Payment, 1995). Ces symptômes disparaissent en moins de 30 jours chez les individus normaux, mais l'infection peut être fatale chez les sidéens et les personnes immunodéficientes (Santé Canada, 1998). Ce sont les très jeunes enfants, les voyageurs, les homosexuels et les personnes en contact avec les animaux qui seraient les plus susceptibles d'être contaminés.

Pour ces deux parasites, les modes de transmission possibles sont la voie fécale-orale, la transmission de personne à personne, d'animal à personne et la transmission hydrique (Payment, 1995). Des poussées sporadiques peuvent se produire par l'ingestion de spores de *Giardia* contenus dans les aliments ou l'eau contaminée par des matières fécales animales ou humaines (Santé Canada, 1998). Les infections acquises par l'eau peuvent atteindre une grande ampleur et impliquer des milliers de personnes. Par exemple, à Milwaukee (Wisconsin), une épidémie a affecté en 1992 plus de 350 000 personnes, alors qu'en 1993 à Kitchener-Waterloo, en Ontario, le nombre de familles affectées était supérieur à 1400 (Payment, 1995). On a également rapporté récemment que les puits de surface contaminés et la baignade pouvaient constituer deux sources importantes de contamination par la *Giardia* (Payment, 1995). En ce qui concerne les éclosions de cryptosporidiose, elles seraient plus fréquentes dans les zones rurales où l'on fait l'élevage des animaux de boucherie (Payment, 1995).

2.2 Contamination de l'eau par les nitrates et ses effets sur la santé humaine

Malgré l'existence des programmes d'assainissement agricole, diverses études, majoritairement gouvernementales, font le constat que la contamination des eaux de surface et souterraines par les nitrates s'accroît dans les régions d'agriculture intensive du Québec. En ce qui concerne les eaux de surface, les dernières données du réseau-rivières du MEF révèlent que les concentrations de nitrates sont généralement stables ou à la hausse dans les cours d'eau du Québec (Painchaud, 1997). Les rivières affichant une tendance à la hausse sont celles des bassins fortement agricoles telles que

Richelieu, Yamaska, Boyer et L'Assomption.

Une augmentation de la contamination des eaux souterraines par les nitrates a également été observée (Chartrand et al., 1999). Cette contamination des eaux souterraines préoccupe de plus en plus les intervenants en santé publique puisqu'elle semble fréquente dans les zones agricoles et qu'elle ne fait l'objet d'aucun suivi obligatoire (Levallois et Phaneuf, 1994). En effet, il existe des limites à ne pas dépasser pour la qualité de l'eau potable mais aucun contrôle réglementaire n'est effectué pour vérifier la qualité de l'eau dans les puits privés puisque ceux-ci demeurent sous la responsabilité de chaque propriétaire (Chartrand et al., 1999).

Il est largement reconnu que la principale source de contamination par les nitrates est l'utilisation massive des engrais en agriculture, suivie des déjections animales et humaines (Chartrand et al., 1999; Levallois et Phaneuf, 1994; Québec, 1997). Selon le rapport du vérificateur général du Québec de 1996, le secteur agricole serait à l'origine d'au moins les deux tiers des rejets d'azote dans l'eau (Breton, 1996). Ainsi, les concentrations d'azote total dans les rivières augmenteraient avec la densité animale dans les bassins versants (Grimard, 1990). Au Québec, les rejets d'azote provenant des activités agricoles représenteraient l'équivalent de ceux produits par 7,3 millions de personnes annuellement (Vérificateur général du Québec, 1996).

Les puits individuels et les puits municipaux situés à proximité des terres cultivées sont particulièrement vulnérables à une contamination par les nitrates. Par exemple, plusieurs puits municipaux ont dû être abandonnés en raison de la présence de concentrations de nitrates dépassant la norme fixée (Rousseau, 1995). Alors que la norme réglementaire émise par Santé Canada pour les nitrates est de 10 mg-N/L, des concentrations de plus de 30 mg-N/L ont pu être observées récemment dans certaines zones rurales (Rousseau, 1995). Une concentration aussi élevée que 50 mg-N/L a été rapportée lors de recherches effectuées par le réseau des dépassements de santé publique (Roy et al., 1992). Dans les régions de Rivière-du-Loup, de Portneuf et de l'île d'Orléans, 6%, 41% et 23% respectivement, des puits analysés avaient des concentrations supérieures à la norme canadienne sur les nitrates de 10 mg/L (Gaudreau et Mercier 1997; Levallois et Phaneuf; 1994).

Un suivi et une réduction significative de la contamination des eaux par les nitrates sont nécessaires en raison de ses effets néfastes sur la santé humaine. En effet, l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par les nitrates peut entraîner la méthémoglobinémie et est soupçonnée de provoquer certaines formes de cancer. L'oxydation du fer de l'hémoglobine par les nitrites entraîne la formation de méthémoglobine, un composé incapable de fixer l'oxygène (Laferrière et al. 1995).

Selon le pourcentage de méthémoglobine formé, cette pathologie peut entraîner divers problèmes respiratoires tels qu'une cyanose, une céphalée ou un coma (Laferrière et al., 1995). Aux États-Unis, certains cas de mortalités infantiles causés par la méthémoglobinémie ont été identifiés principalement dans les familles de fermiers (Johnson, 1987). Les concentrations en nitrates de la source d'eau

potable de ces fermes dépassaient la limite permise par l'Environmental Protection Agency (EPA) qui est de 10 mg-N/L. Les groupes à risque sont les femmes enceintes et les nourrissons de moins de trois mois (Bisson et Gaudreau 1992; Rousseau, 1995).

Les nitrates peuvent, également, réagir avec des amines dans l'estomac et former des nitrosamines (Rousseau, 1995). Ces derniers auraient un potentiel cancérigène, tératogène et mutagène chez plusieurs espèces animales, incluant les primates (Bisson et Gaudreau, 1992). Les cancers les plus souvent associés à la consommation d'eau dont les teneurs en nitrates sont élevées sont ceux de l'oesophage et de l'estomac (Bisson et Gaudreau, 1992). Selon d'autres études, les nitrosamines en traversant la barrière placentaire pourraient affecter le développement de l'enfant (Dorsch et al., 1984; cité par Bisson et Gaudreau 1992).

Alors que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande une concentration de 0,05 mg-N/L de nitrates dans l'eau potable, le Canada, à l'instar des États-Unis, tolère une concentration maximale de 10 mg-N/L dans l'eau de consommation (Santé Canada, 1996). Malgré cette concentration réglementaire, des intervenants en santé publique mentionnent dans leur étude qu'une eau où les concentrations dépassent 1 mg-N/L est fortement soupçonnée d'être contaminée (Roy et al., 1992). En effet, les teneurs en nitrates retrouvées naturellement dans l'eau se situeraient entre 0,2 et 3 mg-N/L (Chartrand et al., 1999; Levallois et Phaneuf, 1994).

La norme actuelle de Santé Canada est basée sur la constatation de l'absence d'apparition de méthémoglobinémie chez le nourrisson lorsque la concentration en nitrates dans l'eau consommée ne dépasse pas 10 mg-N/L. Cependant, la marge de sécurité offerte par cette norme est faible. En effet, aucun facteur de sécurité ou d'incertitude n'est pris en considération. En fait, les risques à long terme reliés au potentiel cancérigène des nitrosamines ne sont actuellement pas pris en considération par cette norme (Levallois et Phaneuf, 1994).

En résumé, les contaminations d'eaux souterraines dépassant la norme de 10 mg-N/L de nitrates sont de plus en plus fréquentes et passent souvent inaperçues. Elles concernent habituellement des puits privés qui ne sont pas soumis à une surveillance régulière. Ceci constitue un risque de santé publique appréciable. Une étude effectuée sur l'île d'Orléans, dont la population est aux prises avec une forte contamination de l'eau par les nitrates, en raison principalement des activités agricoles, confirme d'ailleurs l'urgence de la situation (Chartrand et al., 1999). En effet, les résultats de cette étude ont démontré que 41% des parents interrogés donnaient exclusivement du lait reconstitué avec de l'eau du robinet à leur nourrisson, et que 15% de ces nourrissons consommaient l'eau d'un puits dont la qualité n'avait pas été vérifiée au cours des cinq dernières années.

Ce constat nous invite à recommander que soient mises en oeuvre des mesures préventives visant à réduire et à éliminer la contamination des sources d'eau par les nitrates, et ce, par l'application de plans de fertilisation écologique et par la mise en application sérieuse des règlements sur la protection des sources d'eau.

2.3. Contamination indirecte de l'eau potable par les trihalométhanes et ses effets sur la santé humaine

Les pratiques irréfléchies d'épandage d'engrais et les déjections animales contribuent à augmenter les risques pour la santé humaine reliés à la consommation d'eau et les coûts pour la rendre potable. En effet, elles occasionnent une hausse des matières organiques et des micro-organismes pathogènes dans les cours d'eau. Il devient donc nécessaire pour les municipalités d'utiliser des traitements d'eau potable toujours plus sophistiqués et coûteux pour les éliminer. Toutefois, la plupart de ces traitements, des moins au plus sophistiqués, créent des sous-produits qui sont eux-mêmes potentiellement néfastes à long terme pour l'humain, c'est-à-dire qu'ils sont potentiellement cancérogènes.

Au Québec, c'est le chlore qui est encore le plus utilisé comme désinfectant pour l'eau contaminée (Levallois, 1995b). Toutefois, ce traitement entraîne la formation de sous-produits lorsqu'il réagit avec les matières organiques. En fait, plus la quantité de matières organiques et de micro-organismes est élevée dans l'eau à traiter, plus les chances que ces sous-produits se retrouvent en grand nombre dans l'eau que la population consomme sont grandes. Parmi les sous-produits de la chloration potentiellement cancérogènes, les plus connus sont les trihalométhanes.

Plusieurs types de cancer ont été associés à l'exposition humaine aux trihalométhanes via la consommation d'eau chlorée (Mills et al., 1998; Saint-Laurent, 1998). En fait, l'eau serait responsable de 10 à 50% de la dose quotidienne reçue chez un individu (Levallois et al., 1989). Les cancers les plus fréquemment cités dans la littérature sont les cancers de la vessie, du rectum et du côlon (Mills et al., 1998; Morris et al., 1992; Bisson et Gaudreau, 1992). En Ontario, des excès de cancers de la vessie ont été observés chez les populations ayant consommé de l'eau chlorée pendant plus de 35 ans (Levallois, 1997). Cette augmentation du risque était plus importante chez les populations ayant consommé une eau dont les teneurs en trihalométhane étaient supérieures à 50 mg/L.

D'autres effets sur la santé humaine sont aussi suspectés. Les risques de troubles de la reproduction et du développement tels qu'une hausse des taux d'avortement spontané et d'anomalies foetales seraient également possibles suite à une exposition *in utero* (Mills et al., 1998). Les types d'anomalies foetales qui pourraient survenir sont un faible poids à la naissance, un retard à la naissance et des malformations congénitales.

C'est en 1978 que le gouvernement du Canada proposait aux provinces une concentration maximale acceptable (CMA) pour les trihalométhanes dans l'eau potable, soit 350 µg/L (Levallois, 1997). Toutefois, ce n'est qu'en 1984 que le Québec décida de réglementer la qualité de l'eau potable distribuée sur son territoire et d'appliquer cette norme. Suite aux nouvelles études épidémiologiques, il s'avère que cette concentration de 350 µg/L n'est pas assez sévère pour garantir une eau sans risques acceptables au niveau de la santé publique.

Dernièrement, Santé et Bien-être social Canada recommandait donc que le règlement sur l'eau soit révisé afin d'abaisser la concentration maximale de trihalométhane permise dans l'eau potable, de 350 ug/L à 50 ug/L. Toutefois, plusieurs intervenants en santé publique prédisaient qu'en raison de questions principalement économiques, cette valeur maximale acceptable intérimaire serait probablement doublée. L'histoire nous le confirme.

En effet, Santé Canada proposait aux provinces, en 1990, une recommandation de CMA se situant entre 10 et 100 mg/L. Après de nombreuses discussions avec les représentants provinciaux, Santé Canada confirmait en 1996 que sa nouvelle CMA provisoire serait de 100 ug/L pour les trihalométhanes (Québec, 1997;Levallois, 1997). Il va sans dire que cette norme de 100 ug/L, n'est pas la plus sévère au point de vue de la santé publique. Et pourtant, le Québec n'a toujours pas entériné cette nouvelle recommandation.

Santé Canada, conscient des difficultés économiques et techniques pouvant être rencontrées pour se conformer aux nouvelles recommandations, spécifiait dans son document explicitant sa recommandation que:

“ on ne s'attend pas à ce que tous les systèmes d'approvisionnement en eau potable soient en mesure de se conformer à cette recommandation... toutefois lors de travaux d'agrandissement ou de réfection, tout devrait être mis en oeuvre non seulement pour que cette recommandation soit respectée mais aussi pour que les concentrations de THM soient réduites à un niveau aussi bas que possible ” (Levallois, 1997).

Il est important de souligner que les trihalométhanes ne constituent qu'un des sous-produits potentiellement cancérigènes. Ainsi, d'autres substances, telles que les acides acétiques seront prochainement réglementées en Amérique du Nord et d'autres suivront probablement. Selon Levallois (1997), en attendant ces nouvelles recommandations, les valeurs recommandées pour les trihalométhanes doivent être considérées comme des indicateurs plutôt grossiers de la présence d'un mélange de sous-produits de la chloration pouvant être associé à un risque cancérigène possible.

Il est fort probable qu'à plus long terme cette recommandation soit abaissée et que d'autres recommandations touchant d'autres sous-produits, possiblement plus restrictives, soient bientôt proposées. Mais que doit-on penser d'un gouvernement qui n'applique même pas une recommandation qui est déjà basée sur un compromis entre des critères économiques et de santé publique?

Il faut mentionner que dans les réseaux desservant l'eau au Québec les trihalométhanes sont détectés dans tous les échantillons d'eau traitée par le chlore et que les concentrations dépassent souvent les recommandations canadiennes et internationales (Québec, 1997). Ainsi, dix-sept réseaux ont présenté pendant l'été des concentrations qui laissent croire à un dépassement de la nouvelle recommandation canadienne de 100 ug/L. D'autres études des réseaux québécois se sont basées pour l'analyse des dépassements sur une concentration maximale de trihalométhanes totaux plus

sévère recommandée par Santé Canada, soit de 50 ug/L.. C'est d'ailleurs cette concentration qui est recommandée dans les études épidémiologiques récentes (Levallois, 1997). Ainsi, d'après une étude du MEF, réalisée en 1987, cinq sur quinze usines de traitement d'eau potable échantillonnées au Québec dépassaient cette concentration (Ayotte, 1988). Ces cinq municipalités sont Bécancour, Granby, Répégnigny, St-Hyacinthe et Sorel. Un document plus récent du MEF, sur les trihalométhanes dans les petits systèmes de distribution d'eau potable, révèle que 65% des municipalités ont dépassé à au moins une reprise cette concentration de 50 ug/L (Riopel, 1993).

En résumé, les intervenants en santé publique sont relativement unanimes pour affirmer que la contamination de l'eau par les trihalométhanes doit être prise au sérieux. Il faut ajouter que ce n'est pas en changeant le système de traitement de l'eau, par exemple en passant de la chloration à l'ozonation, que seront nécessairement diminués les risques à la santé humaine.

En effet, même si les études ne sont pas très avancées sur les sous-produits de l'ozonation, plusieurs de ceux-ci sont considérés comme potentiellement cancérigènes. La seule solution logique est de réduire à la source les contaminations possibles. En ce qui concerne la contribution du secteur agricole à ce type de contamination, celle-ci ne semble pas négligeable. Les solutions possibles en ce qui concerne une utilisation plus rationnelle des fertilisants sont multiples et ne demandent qu'à être appliquées.

2.4 Contamination de l'eau par le phosphore et eutrophisation

Le phosphore est le principal élément stimulant la croissance du phytoplancton et des plantes aquatiques en eau douce. Les apports en phosphore constituent donc la cause directe de l'eutrophisation des cours d'eau, c'est-à-dire de la croissance excessive de plantes aquatiques qui peut mener à un déficit en oxygène nuisible aux autres espèces (Painchaud, 1997; Parent, 1990). Ce déficit en oxygène peut causer la mortalité de plusieurs espèces animales et végétales. L'utilisation de grandes quantités de phosphore sous forme de fumiers et d'engrais minéraux entraîne à long terme la saturation des sols et provoque l'enrichissement des eaux de surface des bassins agricoles (Simard et al., 1995). En période de pluie, l'épandage de lisiers amène une charge encore plus importante de phosphore par ruissellement vers les cours d'eau (Gangbazo et al., 1993).

Au Québec, le seuil d'eutrophisation est établi à 0,03 mg/L de phosphore total (MEF, 1998). Selon les résultats du réseau-rivières du MEF, la moitié des stations d'échantillonnage présentent des concentrations en phosphore supérieures à ce seuil et le milieu aquatique de ces secteurs est donc considéré comme propice à l'eutrophisation (Painchaud, 1997). Puisque les activités agricoles contribuent fortement aux apports de phosphore dans les eaux de surface, ce sont les rivières situées en bassin agricole qui présentent les signes les plus marqués d'eutrophisation. En fait, ce sont les rivières Châteauguay, Yamaska, Nicolet, Boyer et L'Assomption qui sont les plus affectées par ce problème environnemental.

Les résultats de Painchaud (1997) démontrent que d'autres actions doivent être prises pour abaisser

les concentrations de phosphore au-dessous des critères souhaitables pour le plein usage de l'eau. Puisque la gestion des surplus de fumiers constitue le principal facteur pouvant contrer la contamination de l'eau par le phosphore, les décideurs devraient exiger qu'un plan d'épandage des engrais en fonction de la capacité du sol et des plantes à recevoir cet élément nutritif soit effectué.

Malheureusement, selon les écrits du rapport du vérificateur général du Québec de 1996, l'épandage n'est présentement pas effectué en fonction du besoin des plantes, mais au coût le plus économique pour le producteur en surplus, ce qui entraîne, la plupart du temps, une surfertilisation (p. 50). D'autres extraits de ce rapport confirment d'ailleurs la présence de failles à ce niveau dans la gestion gouvernementale. Par exemple, le MEF ajoutait ce commentaire: "... le manque d'information sur la capacité des sols du Québec à recevoir les engrais d'origine animale, notamment pour leur apport en phosphore, est apparu préoccupant " (p. 48). Malgré ces constatations, peu d'actions concrètes pour remédier à la situation ont été accomplies.

CHAPITRE III

IMPACTS DE L'UTILISATION IRRATIONNELLE DES PESTICIDES

Malgré les nombreux effets pervers qu'elle entraîne, l'utilisation des pesticides, pour le contrôle ou la destruction d'organismes considérés indésirables, n'a cessé de croître au cours des dernières décennies. En effet, alors qu'en 1985, leurs ventes totales au Québec n'atteignaient que 2665 tonnes, celles-ci grimpaient à 3068 tonnes en 1995 (Rondeau, 1996; Grégoire, 1997). Il est étonnant de constater cette augmentation puisqu'il est reconnu depuis une quinzaine d'années qu'une utilisation intensive de pesticides peut entraîner une résistance des insectes qui y sont exposés et des impacts sérieux sur la santé humaine.

Parmi les huit secteurs d'utilisation, le secteur agricole domine nettement le marché avec 78,2% des ventes (Grégoire, 1997). Il existe deux principaux types de classement permettant de retracer les différents pesticides. Le premier les classe selon les organismes que l'on veut éliminer et le second selon leur composition chimique. Dans la première classification, il existe trois principales catégories de pesticides : les herbicides, les insecticides et les fongicides. Les herbicides sont destinés à détruire les mauvaises herbes, les insecticides à détruire les insectes et les fongicides à détruire les champignons. Selon le dernier bilan des ventes de pesticides au Québec, les types de pesticides les plus vendus sont, par ordre d'importance, les herbicides, avec 56% du marché, suivis des insecticides et des fongicides avec, respectivement, 16,3% et 11,5% du marché (Grégoire, 1997).

Selon le deuxième type de classement, on retrouve parmi les familles chimiques les plus employées au Québec et les plus préoccupantes au niveau de la santé publique les carbamates, les organochlorés, les organophosphorés, les triazines et les aryloxyacides (Grégoire, 1997; Rousseau, 1995). Par famille chimique, on entend les groupes comprenant les ingrédients actifs. Ce sont ces derniers qui possèdent les propriétés nécessaires afin de détruire les organismes considérés comme nuisibles. Il est important de conserver à l'esprit que les pesticides contiennent, en plus de la matière active, des ingrédients inconnus, appelés inertes ou formulants et que ces derniers sont tenus secrets par les fabricants, en vertu du " secret industriel " (Grenier et Grenier, 1995).

Bon nombre de pesticides ont un impact à long terme sur la qualité de notre environnement en raison de leur persistance et de leur accumulation dans le milieu. Par exemple, le DDT, un organochloré, est encore retrouvé dans les sédiments des cours d'eau et dans la chair de divers poissons, et ce, même s'il est interdit de l'utiliser au Canada depuis plus de 20 ans.

Une autre raison pour laquelle le milieu se retrouve ainsi contaminé est que 60% à 90% des épandages n'atteignent pas leur cible. Autrement dit, seulement une petite quantité du pesticide appliqué atteint l'organisme que l'on veut éliminer alors que la majeure partie se retrouve dans l'environnement. Certains de ces produits se volatilisent facilement après leur application sur le sol. Une fois dans l'atmosphère, ceux-ci peuvent voyager sur de longues distances et retomber avec la pluie.

La contamination de l'eau, de l'air et du sol conduit habituellement à celle de l'ensemble des êtres vivants. Par exemple, les humains sont souvent exposés à ces substances toxiques en consommant de l'eau "potable" ou de la nourriture contaminée. Les pesticides sont retrouvés dans la plupart des secteurs de l'environnement mais plus particulièrement dans les eaux de surface et les eaux souterraines en milieu agricole. Leur présence fréquente dans ces sources d'approvisionnement en eau soulève de plus en plus de préoccupations chez les intervenants en santé publique. En effet, leur persistance dans l'environnement et leur toxicité élevée représentent un danger pour la santé humaine. Les sections ultérieures aborderont de façon plus détaillée les affections potentielles à court et à long terme d'une exposition aux pesticides sur la santé humaine.

3.1. Contamination des eaux par les pesticides

Les activités agricoles contribuent à la contamination chimique de l'eau par l'usage intensif des pesticides. Bien que limités, certains programmes et études gouvernementaux permettent de brosser un portrait plutôt sombre du niveau de la contamination engendrée par l'utilisation irrationnelle des pesticides. Ils ont analysé la contamination des eaux de surface, soit du fleuve Saint-Laurent et des principaux tributaires à vocation agricole, ainsi que la contamination des eaux souterraines, soit des puits privés et municipaux situés à proximité de zones culturales. Une des premières conclusions est que la concentration géographique des cultures fait en sorte qu'un quart du territoire agricole seulement reçoit près de 90% des pesticides employés en agriculture (Debailleul, 1998).

En ce qui concerne l'écosystème fluvial, c'est le lac Saint-Pierre qui est le plus affecté par cette contamination et en ce qui concerne les territoires municipaux, ce sont ceux drainés par les rivières du Québec méridional qui sont les plus affectés (Bastien et Madramootoo, 1992; Lamarche, 1992; Lemieux et al., 1995; Pham et al., 1993; Pham et al., 1996; Rondeau, 1996). Les cinq tributaires préoccupants à cet égard sont les rivières Yamaska, Richelieu, Saint-François, Nicolet et L'Assomption.

Tous ces bassins drainent une vaste région agricole où les pesticides sont utilisés massivement. Par exemple, pour la rivière Yamaska, plus de 53% de la superficie totale du bassin versant était pulvérisé aux pesticides en 1982, ce pourcentage grimpe à 57% pour le bassin versant de la rivière Richelieu (Lamarche, 1992). Malgré la vétusté de ces données, il est fort probable que la situation ait peu évolué puisque le dernier bilan des ventes de pesticides au Québec rapporte l'utilisation de 1000 tonnes de plus qu'en 1985 (Grégoire, 1997; Rondeau, 1996). De plus, le rapport annuel du MAPAQ pour l'année 1997-1998 rapportait que le programme du ministère, datant de 1992, qui consistait à réduire de 50% l'utilisation des pesticides d'ici l'an 2000, était loin d'être une réussite puisque cette diminution n'avait atteint que 7,5% (Québec, 1998a).

L'examen du Vérificateur général, pour l'année 1995-1996, concernant les résultats du MAPAQ en ce qui a trait à ce programme est également peu reluisant. En effet, les actions de ce Ministère se

seraient peu dirigées vers les produits et les types de cultures les plus nuisibles à l'environnement (Vérificateur général du Québec, 1996, p. 42). Par exemple, le Ministère se serait préoccupé surtout de la culture maraîchère, alors que plus de 60% des risques de pollution des eaux sont attribuables aux cultures de maïs, de céréales, de pommes et de pommes de terre (Vérificateur général du Québec, 1996, p. 42). À elle seule, la culture du maïs accaparerait 50% de la quantité totale de pesticides utilisés.

Pour compléter le tableau plutôt sombre, une étude sur les charges de pesticides au fleuve Saint-Laurent provenant des tributaires révèle que plus de la moitié des échantillons excédait les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique (Forrest et Caux, 1988 cité par Bastien et Madramootoo, 1992). Dans cette étude les tributaires analysés étaient L'Assomption, Saint-François, Saint-Régis, Tortue et Saint-Jacques.

Plus d'une vingtaine de pesticides, toutes catégories confondues, ont été découverts par les réseaux de surveillance des rivières et par diverses études gouvernementales. Mais pour les fins de ce rapport et pour simplifier la compréhension du lecteur, nous nous limiterons à identifier ceux qui sont les plus préoccupants pour la santé publique de la population du Québec. Les pesticides dont il est question font partie des familles chimiques suivantes : les triazines, les carbamates, les aryloxyacides, les organophosphorés et les organochlorés (Grégoire, 1997; Rondeau, 1996; Giroux et Morin, 1992). Le tableau 1 présente les principaux pesticides préoccupants pour la santé publique retrouvés dans les eaux en milieu agricole.

Tableau 1 Principaux pesticides retrouvés dans les eaux en milieu agricole

Groupes chimiques	Ingrédients actifs
Triazines	Atrazine Simazine Cyanazine
Aryloxyacides	2,4-D 2,4,5-T MCPA
Organophosphorés	Parathion Malathion Diazinon Azynphos-méthyl Chlorpyrifos Diméthoate
Organochlorés	Endosulfan Endrine Dieldrine Lindane Chlordane DDT Mirex
Carbamates	Aldicarbe Carbaryl EPTC

Avant de continuer, il est important de souligner les limitations des données gouvernementales sur le degré de contamination des eaux du Québec et par conséquent en ce qui a trait à l'évaluation des risques pour la santé humaine.

Premièrement, en raison d'une limitation des appareils utilisés dans le cadre de certains programmes de surveillance des rivières du MEF, il est fort probable, selon les auteurs même, que la présence de plusieurs contaminants ait été sous-estimée (Rondeau, 1996; Giroux et Morin, 1992). En effet, puisque les normes de qualité pour la protection de la vie aquatique sont inférieures à la limite de détection des méthodes analytiques employées, le niveau de dépassement pour une dizaine de pesticides n'a pu être évalué ou est sous-estimé. De plus, il n'existe aucun critère de qualité de l'eau canadien ou québécois pour l'ensemble des pesticides. Ainsi, les effets synergiques de tous ces contaminants sont rarement pris en compte. Finalement, plusieurs critères de qualité des eaux émis par Santé Canada ayant été révisés à la baisse en 1996, il est fort probable que plusieurs données des études antérieures à cette date dépassent maintenant les normes recommandées pour la santé humaine. La section suivante traite en profondeur des différentes conséquences possibles d'une exposition à ces pesticides sur la santé humaine.

Les pesticides provenant de la famille des organochlorés sont sans conteste ceux qui, d'un point de vue de santé publique, sont les plus dommageables pour l'organisme humain, et ce, même en très faible quantité dans l'eau ou dans les aliments. Les incidences potentielles à long terme des organochlorés sur la santé humaine vont de différentes atteintes aux systèmes nerveux et immunitaires à l'infertilité. On constate la présence plus forte des organochlorés dans les régions où sont situés les cours d'eau à forte vocation agricole (Rondeau, 1996; Giroux et Morin, 1992). Dans ces rivières, plusieurs pesticides excédaient d'ailleurs leur limite respective pour la protection de la vie aquatique (Berryman et Giroux, 1994; Giroux et Morin, 1992).

Par exemple, selon Giroux et Morin (1992), certaines études ont observé des teneurs en DDT et ses métabolites supérieures aux recommandations pour la protection de la vie aquatique dans les eaux de surface du Québec (Giroux et Morin, 1992). C'est la rivière Yamaska qui présente les concentrations en DDT les plus élevées (Pham et al., 1996). Même si l'apport des Grands Lacs en terme de contamination par le DDT est important, celui-ci ne contribuerait qu'à 32% de la contamination du fleuve Saint-Laurent alors que le territoire québécois y contribuerait majoritairement soit d'environ 65% via les cinq principaux tributaires agricoles et les sources diffuses (Pham et al., 1993). Ceci expliquerait l'augmentation des concentrations de DDT et de ses métabolites de Cornwall à Port Saint-François. De plus, ceci démontre la persistance d'un pesticide, parmi tant d'autres, dans l'environnement et particulièrement dans l'eau, à travers les années, puisque l'utilisation du DDT est interdite depuis plus de 20 ans.

Deux autres pesticides, l'atrazine et l'aldicarbe, semblent attirer davantage l'intérêt des études gouvernementales relatives à la qualité des eaux. Le motif de cet intérêt est bien simple. C'est que

parmi la quinzaine de pesticides régulièrement détectés dans les sources d'eau potable qui approvisionnent les aqueducs municipaux et/ou les puits privés, l'atrazine et l'aldicarbe sont ceux qui y sont les plus fréquemment retrouvés et par conséquent les plus préoccupants d'un point de vue de la santé publique (Giroux et Morin, 1992; Ayotte et Larue, 1990). Ainsi, les impacts potentiels à long terme de l'atrazine sur la santé humaine sont nombreux : cancers des ovaires, tumeurs malignes du système lymphatique et cancer du cerveau sont du nombre (Alanvaja et al., 1994; Zahm et al., 1993; Godon et al., 1993). Pour sa part, l'aldicarbe est classé comme un insecticide " à risque extrême " par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

L'atrazine est présent dans toutes les rivières échantillonnées, et ce, en concentration dépassant souvent, non seulement les critères recommandés pour le respect de la vie aquatique, mais également ceux recommandés pour la consommation humaine (Rondeau, 1996; Berryman et Giroux, 1994; Giroux et Morin, 1992). C'est d'ailleurs le cas pour l'embouchure de la rivière Yamaska (Berryman et Giroux, 1994). Cette contamination étendue par l'atrazine dans les eaux de surface peut servir d'indice pour la contamination des sources d'eau potable. En effet, il est fort probable que diverses municipalités s'alimentant dans ces secteurs soient touchées par des dépassements de la norme d'eau potable pour ce pesticide (Berryman et Giroux, 1994).

Il est important de mentionner que les procédés de traitement pour rendre l'eau potable sont souvent peu efficaces afin d'éliminer les pesticides tel que l'atrazine. D'ailleurs, le programme d'échantillonnage de quantification des micropolluants organiques du MEF pour les municipalités s'alimentant en rivière a observé que les concentrations d'atrazine dans l'eau traitée étaient sensiblement les mêmes que celles mesurées dans l'eau brute (Ayotte et Larue, 1988). Par exemple, l'usine de traitement de la ville de Saint-Hyacinthe ne parvenait, en 1987, qu'à éliminer 43% de l'atrazine présente dans l'eau brute traitée (Ayotte et Larue, 1988; Ayotte et Larue, 1990). Ainsi, des concentrations d'atrazine supérieures aux recommandations établies pour l'eau potable par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), par l'EPA américaine et même par Santé Canada ont d'ailleurs été retrouvées, à quelques reprises, dans l'eau (Giroux et Morin, 1992; Ayotte et Larue, 1988; Ayotte et Larue, 1990).

3.2 Contamination des puits privés par les pesticides

Les puits privés sont autant sinon plus vulnérables à la contamination diffuse causée par les activités agricoles (Payment, 1995; Rousseau, 1995). Pourtant, la qualité de leur eau ne fait l'objet d'aucune surveillance obligatoire par le gouvernement, son contrôle étant sous l'entière responsabilité des propriétaires (Bisson et Gaudreau, 1992). Malgré cette situation, le MEF effectue une surveillance ponctuelle des puits privés dans les régions d'agriculture intensive.

Les productions végétales qui utilisent la plus grande proportion de pesticides sont, par ordre d'importance, le maïs, les pommes, les céréales, les pommes de terre, les légumes, le soya et le tabac (Garneau et Goyer, 1996). Le tableau 2 permet de constater qu'il existe de grandes variations entre les taux d'application parmi les différentes cultures (Garneau et Goyer, 1996). Une surveillance accrue du MEF s'effectue particulièrement dans les régions où les cultures de maïs et de pommes de terre se pratiquent (Giroux et Morin, 1992; Giroux, 1993; Berryman et Giroux, 1994). En effet, ces deux types de culture sont les causes majeures de la contamination des sources d'approvisionnement en eau potable, les rivières et les puits, par les pesticides. Parmi les bassins versants les plus affectés par ces cultures, on retrouve ceux des rivières Yamaska, la Tortue, L'Assomption, Saint-François, Richelieu, Nicolet et Châteauguay (Rondeau, 1996; Giroux et Morin, 1992).

3.3 La culture intensive du maïs

En 1992 et 1993, treize cours d'eau situés près des régions de culture intensive de maïs ont été échantillonnés (Berryman et Giroux, 1994). Une multitude de pesticides ont été détectés dans toutes ces rivières, particulièrement dans les bassins hydrographiques localisés en Montérégie, soit ceux de la Yamaska et de la Richelieu. Selon une étude de la Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Montérégie, la culture du maïs constitue une des principales causes de dégradation de la qualité des réserves d'eau de cette zone (Gaudreau et Mercier, 1997).

Certains pesticides sont clairement reliés à la culture du maïs. Par exemple, selon Berryman et Giroux (1994), le degré de contamination de l'eau par l'atrazine, le métachlore et la cyanazine est proportionnel aux superficies de maïs exploitées. De plus, ce type de culture serait également la principale source de contamination par le lindane, un pesticide organochloré, et le diazinon, un pesticide organophosphoré (Giroux et Morin, 1992).

Nous rappelons que tous ces pesticides sont considérés comme potentiellement très néfastes pour la santé humaine. Toutefois, comme il a déjà été mentionné, l'atrazine semble le plus préoccupant puisqu'il est détecté dans tous les échantillons prélevés, et ce, à des concentrations qui excèdent souvent les critères recommandés pour la qualité de l'eau. Les dépassements du seuil relié à la protection de la vie aquatique pour l'atrazine seraient nombreux lorsque la densité de culture du maïs excède 12 à 25% de la superficie du bassin versant (Berryman et Giroux, 1994). Ce qui était d'ailleurs le cas pour les bassins des rivières Yamaska et Richelieu en 1982, dont respectivement 53% et 57% de leur territoire était pulvérisé aux pesticides (Lamarche, 1992). Et cette situation n'a probablement pas beaucoup changé puisque, comme nous l'avons déjà dit précédemment, le rapport annuel du MAPAQ pour l'année 1997-1998 ne rapportait qu'une réduction de 7,5% de l'utilisation des pesticides en milieu agricole.

3.4 La culture intensive de pommes de terre

La production intensive de pommes de terre est également inquiétante. En effet, un programme d'échantillonnage effectué par le MEF, entre 1991 et 1993, dans l'eau des puits privés situés dans les régions où se pratique intensivement ce type de culture, révèle que plus de la moitié des puits échantillonnés (37 sur 72) montraient la présence d'un ou de plusieurs pesticides (Giroux, 1995).

Parmi ces pesticides, l'aldicarbe de la famille des carbamates, fait l'objet d'un suivi particulier par le MEF puisqu'il a été retrouvé dans un grand nombre de puits privés, et ce, en concentration supérieure au seuil recommandé de 9 ug/l pour l'eau potable établi par Santé Canada (Giroux, 1995; Santé Canada, 1996). La plupart des cas de contamination des eaux souterraines, servant à l'alimentation des puits, par l'aldicarbe y sont associés (Giroux, 1993). Cet insecticide, classé "à risque extrême" par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), était principalement utilisé au Québec, avant son retrait en 1990, pour ce type de production (Fuad, 1990). Comme il est possible de le constater à travers les programmes d'échantillonnage du MEF effectué de 1984 à 1991, l'aldicarbe est toujours présent dans les eaux de puits malgré son retrait du marché.

Ainsi, selon ce suivi, l'aldicarbe était présent dans 57 des 245 puits échantillonnés, soit près du quart des puits situés dans les régions de culture de pommes de terre (Giroux, 1993). Parmi ces puits contaminés, 32% (18 sur 57) présentaient une concentration supérieure à la norme de 9 ug/l recommandée par Santé Canada pour l'eau potable.

La majorité de ces cas de contamination ont été observés dans les zones de Montréal, de Lanaudière et de Québec. Certaines de ces contaminations peuvent affecter sérieusement la santé des propriétaires des puits. On peut citer par exemple, un puits de la MRC de Portneuf dont la concentration d'aldicarbe était cinq fois supérieure à ce que recommande Santé Canada pour la consommation humaine.

Ainsi, malgré l'interdiction d'employer ce pesticide depuis 1990, le MEF constatait, un an plus tard, non seulement la persistance de l'aldicarbe dans plusieurs puits, mais également les plus fortes teneurs observées depuis le début du programme de surveillance en 1984. Une concentration aussi élevée que 61 ug/l a été enregistrée à Sainte-Sophie, au nord de Montréal, en 1991. En fait, lorsque ce produit atteint l'eau souterraine, il peut y demeurer et la contaminer pendant une période de 5 à 20 ans (Giroux, 1993).

3.5 Les pesticides et la santé humaine

La panoplie de pesticides auxquels est exposée une proportion toujours plus grande de la population soulève de plus en plus d'inquiétudes chez les intervenants en santé publique. En effet, plusieurs de ceux-ci sont très persistants dans l'environnement, bioaccumulables et fortement toxiques. Par persistant, on entend que son potentiel d'action néfaste sur les organismes vivants peut durer très longtemps, jusqu'à 30 ou 40 ans dans certains cas comme pour le DDT. Une substance bioaccumulable signifie que même si elle est présente en faible quantité, sa concentration peut augmenter dans un organe, un organisme vivant ou dans la chaîne alimentaire (Parent, 1990).

Par exemple, les pesticides organochlorés sont reconnus pour avoir ces caractéristiques. En effet, ces composés s'accumulent dans la graisse de différentes espèces (Ayotte et al., 1994) et plus l'espèce est au haut de la chaîne alimentaire, c'est-à-dire qu'elle est prédatrice, plus elle sera contaminée. Par conséquent, les humains qui consomment des espèces aquatiques sont davantage exposés (Saint-Laurent Vision 2000, 1998). De plus, les concentrations augmentent avec l'âge et sont transmissibles aux fœtus ainsi qu'aux nourrissons via le lait maternel (Ayotte et al., 1994; Muckke, 1995). Les pesticides représentent donc un réel danger pour toutes les espèces vivantes, y compris les humains.

Ceci n'est guère étonnant puisque plusieurs d'entre eux ont été développés, au départ, à des fins militaires. Les pesticides pouvant servir d'armes chimiques sont nombreux et se répartissent en deux grandes catégories, d'une part, les insecticides qui visent à attaquer les organismes vivants et, d'autre part, les herbicides destinés à détruire les ressources naturelles indispensables aux populations (Ramade, 1990). Par exemple, les propriétés insecticides des composés organophosphorés, tels que le malathion et le parathion, ont été découvertes dans un laboratoire allemand nazi au début de la Seconde Guerre mondiale (Ramade, 1990). Cette famille chimique réunit d'ailleurs les plus redoutables gaz de combats actuels dits innervants.

Les carbamates, comme l'aldicarbe et le carbaryl, peuvent également être facilement détournés de leur utilisation phytosanitaire vers des usages militaires. L'aldicarbe, dont le retrait n'est effectif que depuis 1990 au Canada, est un des insecticides les plus toxiques utilisé actuellement dans plusieurs pays. Au Québec, on détecte encore la présence de ce pesticide dans divers puits situés dans les régions de culture intensive de pommes de terre (Giroux, 1993). L'armée des États-Unis, au cours de la guerre du Vietnam, a eu recours à plusieurs défoliants employés largement aujourd'hui en agriculture et en horticulture. Les dommages environnementaux provoqués par ceux-ci ont été si graves que l'on a inventé, pour désigner ce type de guerre chimique, le terme d'"écocide" (Ramade, 1990). Parmi ces herbicides créés pour usage militaire, on retrouve le 2,4 dichlorophénoxyacétique (2,4-D), un des constituants de l'agent orange, qui est aujourd'hui largement utilisé au Québec (Abenheim et al., 1989).

Dans la vie quotidienne, il existe plusieurs sources d'exposition aux pesticides. Vous pouvez être exposé de façon volontaire, en manipulant ces produits, ou de façon involontaire, en fréquentant des lieux traités sans en être avertis ou tout simplement en consommant de l'eau et de la nourriture. Les différentes voies d'exposition aux contaminants présents dans les eaux du Québec sont reliées aux usages que l'on en fait, soit la consommation de produits d'origine aquatique, la pratique d'activités nautiques et la consommation d'eau potable.

Au Québec, les sources en approvisionnement d'eau potable à proximité des régions agricoles, que ce soit les cours d'eau, le fleuve Saint-Laurent ou les eaux souterraines, s'avèrent particulièrement affectées en raison notamment de la contamination par les pesticides. Pourtant, le contrôle de leur qualité et les moyens pour remédier à leur contamination sont, à plusieurs points de vue, déficients.

En effet, la qualité de l'eau des puits privés ne fait l'objet d'aucune surveillance obligatoire puisque le MEF n'a pas juridiction sur ceux-ci et que le suivi demeure sous la responsabilité du propriétaire (Gaudreau et Mercier, 1997). Au niveau municipal, la situation n'est guère plus reluisante puisque les pesticides ne font pas l'objet d'un contrôle réglementaire malgré l'existence de recommandations pour la qualité de l'eau potable. Même si le gouvernement réalise des études de façon ponctuelle, elles sont loin de couvrir l'ensemble de la population en région agricole qui risque de boire une eau contaminée par ces substances toxiques.

Une fois la contamination d'une source d'eau potable par les pesticides prouvée, que peuvent faire le gouvernement ou le propriétaire du puits puisque le traitement conventionnel au chlore, qui est le plus répandu au Québec, ne permet d'éliminer qu'un faible pourcentage de ces pesticides? Ont-ils l'argent pour adopter des traitements beaucoup plus onéreux qui de toute façon créent de nouveaux sous-produits souvent aussi néfastes pour la santé humaine? Est-ce que la population québécoise acceptera de payer des frais s'appliquant pratiquement à un seul secteur de la société?

Ces questions sont importantes puisque les résultats du dernier bilan de la qualité de l'eau potable au Québec laissent présager qu'il faudra y répondre dans un court laps de temps. En effet, dans les municipalités agricoles, près de 30% des réseaux alimentés en eau de surface et plus de 20% des puits municipaux investigués ont montré, au moins à une occasion, la présence de pesticides dans l'eau brute ou dans l'eau traitée (Québec, 1997). En plus de ces diverses lacunes en ce qui concerne la gestion de cette contamination, les effets synergiques de la panoplie des contaminants retrouvés dans l'eau potable, puisque peu connus, sont très rarement pris en compte par les normes émises par le gouvernement.

Les effets néfastes des pesticides sur la santé seront différents selon la période d'exposition et la toxicité du pesticide. Les intoxications aiguës se manifestent très rapidement alors que les effets à long terme, les maladies chroniques ou les cancers, peuvent n'apparaître que 15 à 30 ans après l'exposition. Bien que la population en général soit exposée aux pesticides, les agriculteurs, en raison de leur profession, subissent une exposition à long terme et encourrent des risques supérieurs (Groupe d'étude sur l'oncogène environnementale, 1996). Parmi ces derniers, les plus vulnérables sont les travailleurs qui manipulent des produits concentrés en effectuant le chargement et le mélange précédant l'application (Garneau et Goyer, 1996).

Les autres membres de la famille encourrent également des risques via l'eau, l'air ou en se promenant sur les terres. Dans ce cas, même les vêtements servant au travail agricole constituent une source d'exposition puisque les infrastructures qui faciliteraient leur décontamination avant le retour à la maison sont quasi inexistantes.

3.5.1 Effets à court terme sur la santé humaine

De nombreuses intoxications par les pesticides surviennent à chaque année. Même si les principaux utilisateurs de ces produits se retrouvent dans le domaine agricole, la majorité des cas d'intoxication rapportés sont associés au secteur domestique (Grégoire, 1997; Centre Anti-Poison du Québec, 1998). Les maux de tête, les troubles digestifs, les irritations des yeux, du système respiratoire ou de la peau sont au nombre des symptômes possibles. Les voies d'entrée dans l'organisme humain sont diverses: la voie orale ou l'ingestion, les voies respiratoires et la peau. Selon le dernier rapport annuel du Centre anti-poison du Québec, plus de 1521 intoxications aux pesticides ont été répertoriées au cours de la dernière année (Centre Anti-Poison du Québec, 1998). De ces cas, près de 44% mettaient en cause des enfants de moins de cinq ans.

En première place de ce palmarès des substances toxiques, les organophosphorés et les carbamates remportent le grand prix en étant responsables de plus du tiers des empoisonnements. En observant les statistiques, il serait tentant de conclure que les principaux utilisateurs de pesticides, soit les agriculteurs et les autres professionnels connexes, ne sont que rarement victimes d'empoisonnements. Pourtant, selon une étude réalisée dans la région de Lanaudière, la plupart des intoxications par les pesticides chez les travailleurs agricoles ne sont pas rapportées (Lafortune et Panisset, 1988). Ainsi, environ 60% des cultivateurs interviewés auraient déjà ressenti des malaises associés à la manipulation de pesticides.

3.5.2 Effets à long terme sur la santé humaine

Les conséquences d'une exposition chronique aux pesticides sont difficiles à cerner. En effet, il peut exister une longue période de latence, de 15 à 30 ans, avant l'apparition de symptômes, comme dans le cas de certains cancers (Fuad, 1990). Néanmoins, selon la littérature scientifique, plusieurs pesticides peuvent causer des effets irréversibles sur les systèmes reproducteur, nerveux et immunitaire (tableau 3). Les affections cutanées, les effets mutagènes, tératogènes et cancérigènes sont aussi du nombre. Ces dangers pour la santé humaine sont traités en profondeur dans les paragraphes qui suivent.

Tableau 3 Principaux pesticides retrouvés dans les eaux en milieu agricole et les impacts potentiels sur la santé humaine suite à une exposition à long terme

Groupes chimiques	Matières actives	Effets chroniques potentiels
Triazines	Atrazine Métribuzine Cyanazine simazine	Cancer des ovaires; Cancer du cerveau; Affections au système immunitaire (tumeurs malignes du système lymphatique, sarcomes du tissu mou)
Aryloxyacides	2,4-D 2,4,5-T MCPA	Affections à la peau; Effets tératogènes (avortements spontanés, naissances prématurées, mortalités à la naissance, malformations congénitales); Affections au système immunitaire (tumeurs malignes du système lymphatique, sarcomes du tissu mou); Cancer du cerveau; Leucémies
Carbamates	Aldicarbe Carbaryl Carbofuran EPTC	Affections au système nerveux (neuropathies tardives, dégénérescences des tissus nerveux, anomalies du fonctionnement intellectuel et neuropsychologique, maladie de Parkinson)
Organophosphorés	Diazinon Malathion parathion diméthoate glyphosate (ROUND UP) Azinphos-méthyl	Affections au système nerveux (neuropathies tardives, dégénérescences des tissus nerveux, anomalies du fonctionnement intellectuel et neuropsychologique, maladie de Parkinson); Affections au système immunitaire (tumeurs malignes du système lymphatique, sarcomes du tissu mou)
Organochlorés	lindane chlordane DDT endosulfan endrine	Affections au système reproducteur (dérèglements hormo-naux, détérioration de la qualité du sperme, infertilité, etc.); Affections au système immunitaire (tumeurs malignes du système lymphatique, sarcomes du tissu mou); Cancers du sein et des ovaires; Cancers des testicules et de la prostate

3.5.2.1 Impacts sur le système reproducteur et sur la descendance

L'exposition aux pesticides serait à l'origine de multiples affections du système reproducteur. Les représentants de la famille des organochlorés, tels que le DDT, le lindane et le chlordane, sont fréquemment cités pour leur toxicité et leur persistance dans l'environnement. Ainsi, le DDT, malgré l'interdiction de son utilisation depuis plus de vingt ans, est encore fréquemment retracé dans les eaux du fleuve Saint-Laurent et dans les tributaires à forte vocation agricole (Rondeau, 1996; Berryman et

Giroux, 1994; Pham et al., 1996; Pham et al., 1993; Quémerais et al., 1994). Les deux autres organochlorés, le lindane et le chlordane, malgré leur fort potentiel toxique, sont toujours utilisés en agriculture et sont également fréquemment retrouvés dans les eaux du Québec à proximité des zones de culture intensive (Rondeau, 1996; Quémerais et al., 1994; Berryman et Giroux, 1994).

Plusieurs pesticides auraient la capacité de dérégler les activités hormonales tant chez la femme que chez l'homme (Riedel et al., 1997; Ayotte et al., 1994). Ils les perturbent en imitant une hormone ou en bloquant son activité. Plusieurs études scientifiques sur le sujet ont été effectuées chez les communautés vivant en milieu agricole en raison de leur exposition à long terme aux pesticides. De plus, certains pesticides, dont les organochlorés, sont soupçonnés de diminuer la fertilité chez les humains (Ayotte et al., 1996).

Les récents progrès scientifiques sur la reproduction humaine ont permis de mettre en évidence que la prévalence de l'infertilité atteindrait aujourd'hui de 15 à 20% des couples dans les pays industrialisés, alors qu'elle était autour de 7 à 8% au début des années 60 (Saint-Laurent Vision 2000, 1998). Comme l'indiquent diverses études, le fleuve Saint-Laurent et les tributaires à vocation agricole, qui servent d'approvisionnement en eau potable, sont contaminés par plusieurs organochlorés identifiés comme étant des causes possibles de la détérioration de la fertilité féminine et masculine (Saint-Laurent Vision 2000, 1998; Ayotte et al., 1996).

Du côté féminin, les dysfonctions des activités ovariennes et utérines, l'infertilité, sont au nombre des troubles potentiels (Riedel et al., 1997). Ces désordres pourraient accroître l'incidence de l'endométriose, un tissu similaire à la muqueuse utérine causant des douleurs lors de l'ovulation et des menstruations, du cancer du sein et des ovaires (McDuffie, 1994; Bellicha et Bellicha, 1987). L'endométriose serait associée à l'infertilité et cette maladie affecterait de 7 à 10% des femmes prémonopausées (Saint-Laurent Vision 2000, 1998).

Les rares études portant sur les effets d'une exposition aux pesticides chez les femmes associent le cancer des ovaires à l'exposition aux triazines (atrazine, simazine, cyanazine) et le cancer du sein à certains insecticides (Alavanja et al., 1994).

Certains pesticides, tels que les organochlorés, sont fortement soupçonnés d'être des agents tératogènes, c'est-à-dire qu'ils accroissent les anomalies du développement du fœtus en traversant la barrière placentaire et du nouveau né par l'allaitement (Muckle, 1995). Avortements spontanés, naissances prématurées, mortalités à la naissance, malformations congénitales sont au nombre des conséquences possibles. " L'agent orange ", un défoliant composé notamment de l'herbicide 2,4,-D, actuellement fréquemment utilisé au Québec, a servi d'arme biologique lors de la guerre du Vietnam, est d'ailleurs suspecté d'avoir causé des effets tératogènes chez les populations civiles exposées (Fuad, 1990; Ramade, 1990). Les enfants de femmes exposées subiraient un retard dans leur développement psychomoteur et une altération de leur capacité cognitive (Mucke, 1995). Une autre étude révèle que les risques d'un développement plus lent et d'hyperactivité chez l'enfant sont deux fois plus élevés pour les mères ayant été exposées pendant une période de cinq ans aux pesticides (Alavanja et al., 1994).

Du côté masculin, les séquelles potentielles vont de la détérioration de la qualité du sperme à la stérilité (Riedel et al., 1997). Certains chercheurs ont rapporté un déclin de la concentration de spermatozoïdes de l'ordre de 50 à 60% au cours des 50 dernières années (Ayotte et al., 1996). En Belgique, des chercheurs ont associé le déclin de la mobilité des spermatozoïdes à l'omniprésence dans l'environnement des composés organochlorés (Ross et Hryhorczuk, 1996). Ceux-ci auraient la capacité de perturber le système endocrinien en imitant l'action de l'oestrogène. Les dysfonctions qui s'ensuivent peuvent altérer le taux des hormones masculines, comme la testostérone. Selon plusieurs auteurs, il est fort probable que ces désordres augmentent l'incidence des cancers des testicules et de la prostate chez les hommes fortement exposés, notamment chez les agriculteurs (Riedel et al., 1997; McDuffie, 1994).

3.5.2.2 Impacts sur le système nerveux

Les effets sur le système nerveux dus à une exposition aux pesticides sont nombreux. La neurotoxicité de ces substances origine de leur capacité à inhiber une enzyme, l'acétylcholinestérase, ce qui bloque la transmission de l'influx nerveux (Ramade, 1990). Les séquelles répertoriées sont diverses: neuropathies tardives, dégénérescences des tissus nerveux, anomalies du fonctionnement intellectuel et neuropsychologique (Fuad, 1990). Ces dysfonctionnements neurologiques peuvent conduire à des pertes de sensation dans les extrémités, et même à des cas de paralysie.

De plus, un lien semble exister entre l'exposition aux pesticides et une autre affection neurologique, la maladie de Parkinson. Une étude, réalisée dans les neuf régions hydrographiques de la province de Québec, a découvert une corrélation entre la prévalence de cette maladie et l'utilisation de pesticides (Bisson et Gaudreau, 1992). Ce lien s'intensifie dans les régions rurales à forte vocation agricole et forestière. Puisque leur système nerveux est en croissance, les jeunes enfants sont les plus vulnérables à ce type d'exposition. Par ailleurs, la consommation d'eau contaminée par les pesticides, dans les premiers stades de développement du fœtus et du nouveau né, prédisposerait au développement de la maladie de Parkinson.

Les organophosphorés, les carbamates et les organochlorés sont les trois familles de pesticides soupçonnées d'occasionner des séquelles au système nerveux. Ce sont cependant les organophosphorés qui se placent au premier rang des accusés pour ce genre de séquelles à la santé humaine (Ramade, 1990). Plusieurs représentants de cette famille chimique sont détectables dans les eaux du Québec. On peut citer la présence du diazinon, du malathion, du parathion, de l'azynphos-méthyl, du chlorpyrifos et du diméthoate (Rondeau, 1996; Giroux, 1992).

Mentionnons que ces pesticides sont utilisés sans restriction au Québec principalement en agriculture. Dans la famille des carbamates, c'est l'aldicarbe, retrouvé dans l'eau de plusieurs puits situés dans les régions de culture intensive de pommes de terre, qui est le plus pointé du doigt en raison de son fort potentiel neurotoxique (Ramade, 1990; Giroux, 1992). Finalement, plusieurs composés organochlorés seraient impliqués dans le retard du développement neurologique des enfants qui ont subi une exposition prénatale (Muckle, 1995; Ayotte et al., 1994).

3.5.2.3 Impacts sur le système immunitaire

De plus en plus d'évidences attestent que le fonctionnement du système immunitaire peut être perturbé par une exposition excessive aux contaminants présents dans l'environnement tels que les pesticides (Ayotte et al., 1997). Les désordres au système immunitaire altèrent la capacité de notre organisme à se défendre contre les agressions de l'extérieur, notamment contre les infections, les tumeurs et les cancers (Riedel et al., 1997).

Ainsi, le potentiel immunosuppresseur de certains organochlorés et organophosphorés entraînerait une diminution de la résistance aux infections et aux tumeurs malignes (Ross et Hryhorczuk, 1997). En ce qui concerne les infections, ils auraient également la capacité de déclencher l'effet contraire soit d'augmenter la résistance ce qui accroît le risque de maladies auto-immunes ou de réactions allergiques (Ayotte et al., 1997). Les réactions allergiques courantes, comme l'urticaire, le rhume des foins et les dermatites sont au nombre des désordres reliés à une hypersensibilité (Ross et Hryhorczuk, 1997). Dans le cas des affections auto-immunes, comme le lupus et la sclérodermie, c'est le système immunitaire qui attaque les tissus mêmes de l'organisme humain.

Les séquelles liées à une diminution de la résistance aux tumeurs et/ou aux cancers suite à l'exposition aux pesticides les plus souvent rapportées dans la littérature sont le sarcome du tissu mou, la maladie d'Hodgkin et les lymphomes non hodgkiniens. Les études confirmant ce type de relation sont toutefois plus abondantes en ce qui concerne l'apparition des lymphomes non hodgkiniens, qui sont des tumeurs malignes du système lymphatique, chez les populations exposées (Zahm et al., 1993; McDuffie, 1994; Alavanja et al., 1994; Johnson, 1990; Hoar et al., 1986; Cantor et al., 1992). Le risque de contracter ces tumeurs serait de deux à huit fois plus élevé chez les communautés agricoles (Alavanja et al., 1994; Zahm et al., 1993; Hoar et al., 1986). Par exemple, après cinq ans d'exposition aux pesticides, les dangers pour les agricultrices sont deux fois plus élevés que pour les femmes non exposées (Alavanja et al., 1994).

Plus près de nous, les résultats d'une étude québécoise sur la répartition géographique du cancer des tissus lymphatiques en fonction de l'utilisation des pesticides en milieu agricole convergent dans le même sens (Godon et al., 1993). En effet, cette étude révèle un excès d'incidence statistiquement significatif pour les cancers des tissus lymphatiques chez les femmes qui résident dans les bassins hydrographiques très exposés. Ces bassins hydrographiques sont ceux des rivières Yamaska, du Richelieu, de la Châteauguay, de Nicolet et de L'Assomption.

Chez l'enfant, une exposition à des concentrations même minimales de certains pesticides au cours du stade foetal ou du développement peut altérer le système immunitaire (Ross et Hryhorczuk, 1997).

Au Québec, une dizaine de ces produits suspectés d'avoir un potentiel immunotoxique sont utilisés couramment en agriculture et en horticulture. Parmi les pesticides soupçonnés de créer des séquelles au système immunitaire, on retrouve certains représentants de la famille des aryloxyacides, des triazines, des organophosphorés ainsi que des organochlorés (Zahm et al., 1993; Cantor et al., 1992; Hoar et al., 1986; Johnson, 1990). Le tableau 4 cite certains de ces pesticides qui auraient un potentiel immunotoxique.

Tableau 4 Principaux pesticides potentiellement immunotoxiques

Familles chimiques	Ingrédients actifs
Aryloxyacides	2,4,-D 2,4,5-T
Triazines	Atrazine Cyanazine Siazine
Organophosphorés	Carbaryl Diazinon Malathion Parathion
Organochlorés	Hexachlorobenzène

Zahm et al. (1993) mentionne que l'incidence des lymphomes non hodgkiniens a augmenté de plus de 50% depuis les 15 dernières années aux États-Unis et qu'elle est une des tumeurs qui se développent le plus rapidement dans les pays développés. Ces résultats sont d'autant plus inquiétants que les ventes de pesticides au Québec, notamment celles des aryloxyacides et des triazines qui comprennent le 2,4-D et l'atrazine, tous deux soupçonnés d'être impliqués dans ce genre de tumeurs, sont en croissance (Grégoire, 1997).

3.5.2.4 Cancers associés

Le Canada est un des 10 pays ayant les plus hauts taux de cancer. Ainsi, plusieurs recherches en santé publique tentent d'identifier les causes possibles de l'apparition grandissante de ces cancers chez la population. Diverses études estiment à 2%, 5% ou 20% les cas de cancers causés directement par des expositions environnementales (Groupe d'étude sur l'oncogène environnementale, 1996). Cependant, il est possible que les facteurs environnementaux agissent de quelque façon, par des mécanismes immunitaires par exemple, sur le développement de 80 à 90% des cancers.

Dans le cadre de la mise en oeuvre de la politique québécoise de la santé et du bien-être, le comité de santé environnementale du Québec (CSE) avait reçu le mandat de dégager, parmi les cancérigènes environnementaux connus, ceux pour lesquels une intervention préventive serait importante sinon nécessaire selon la situation économique.

Les pesticides ont notamment été retenus comme substances inquiétantes puisque la population québécoise est exposée dans certaines situations à des concentrations où les impacts cancérigènes sont plausibles (Groupe d'étude sur l'oncogène environnementale, 1996). En effet, les eaux de surface et souterraines de certaines régions de culture intensive, qui servent la plupart du temps à la consommation humaine, en sont contaminées. Dans cette étude, la moitié des 35 pesticides étudiés à cet égard présentaient des propriétés cancérigènes pour les systèmes hématopoïétique, lymphatique et les tissus mous, mais aussi pour le côlon, la prostate, l'ovaire, le cerveau et le sein.

Actuellement, les cancers entraînant le plus de victimes sont les cancers du sein chez la femme et de la prostate chez l'homme (Riedel et al., 1997). Outre, les cancers déjà discutés dans les sections précédentes, une exposition prolongée peut également entraîner le développement du cancer du cerveau, de la leucémie et de myélomes multiples (Fuad, 1990; Godon et al., 1993). Selon plusieurs études, les risques de développer un cancer du cerveau et la leucémie seraient plus élevés chez les agriculteurs et chez les enfants dont les parents utilisent des pesticides à la maison (Fuad, 1990; Godon et al., 1993; Davis et al., 1993). Les enfants sont davantage vulnérables au développement de cancers, suite à des expositions aux substances toxiques comme les pesticides, en raison de la division rapide de leurs cellules, de leur capacité réduite à se débarrasser des toxines et de leur plus grande capacité d'absorption (Fuad, 1990).

Près de nous, les résultats d'une étude québécoise sur la répartition géographique de la leucémie et du cancer du cerveau en fonction de l'utilisation des pesticides en milieu agricole convergent dans le même sens (Godon et al., 1993). En effet, celle-ci révèle un excès d'incidence statistiquement significatif pour la leucémie et le cancer du cerveau en fonction du sexe et de certains groupes d'âge dans les bassins hydrographiques très exposés. C'est d'ailleurs le cas pour celui de la rivière Yamaska qui est considéré comme le bassin le plus contaminé par les activités agricoles au Québec. Dans ce bassin versant, les hommes vivant dans les municipalités rurales agricoles présentent un excès d'incidence statistiquement significatif pour la leucémie par rapport à ceux vivant dans les municipalités urbaines (Godon et al., 1993). De plus, un excès significatif d'incidence pour la leucémie a également été rapporté chez les hommes qui s'alimentent en eau potable via des puits comparativement à ceux qui s'alimentent via les rivières.

Finalement, il existerait une association positive entre le cancer du cerveau et la densité d'utilisation des pesticides (Godon et al., 1993). Ainsi, plus la quantité de pesticide épanchée par territoire est élevée, plus il y aurait d'incidence de cancer du cerveau. Ce type de cancer affecterait également davantage les hommes. Les familles des triazines (atrazine, cyanazine, siazine) et des aryloxyacides (2,4,-D, 2,4,5-T,etc.) sont encore les principaux pesticides pointés du doigt comme causes de l'apparition de ce cancer.

Chapitre IV

Usage de l'eau en agriculture au Québec

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, l'eau transporte des polluants qui proviennent en majeure partie du type de pratiques agricoles qui ont cours au Québec. Il s'agissait essentiellement de polluants comme les pesticides ou les fumiers. Mais il y a également un autre type de pollution qui provient de l'usage que l'on fait de l'eau et des sols qui est celui de l'érosion (pertes de sol agricole). Une terre agricole qui est travaillée en monoculture de maïs par exemple peut perdre entre 5 à 10 fois plus de sol par l'érosion hydrique qu'une terre où se pratique la rotation des cultures. La culture irriguée consomme entre 456 et 595 mm d'eau de pluie pendant la saison des cultures (Rochette et al., 1990) soit environ la moitié de toutes les précipitations à recevoir durant l'année. Autrement dit, le secteur agricole consomme environ 200 millions de litres d'eau par jour (Désilet et al., 1988). Donc, afin de comprendre cette relation entre le travail du sol et le cycle de l'eau il faut d'abord effectuer un survol du régime climatique qui sévit au Québec. Puis, il faut dégager un portrait des pratiques actuelles et de leurs impacts sur l'érosion et la gestion de l'eau. Ainsi, d'une façon générale, il se pose deux problèmes de gestion d'eau au Québec face aux besoins agricoles. Il y a d'une part un excès d'eau au printemps qui retarde les semis, puis il y a, surtout dans le sud-ouest du Québec, une pénurie d'eau en période estivale qui compromet la croissance des plantes.

Le drainage du printemps:

Dans le premier cas le MAPAQ subventionnait, dès les années 60, la conception et l'installation de systèmes de drainage. Ceux-ci composés essentiellement d'avaloir et d'un système de tuyaux souterrains permettent d'évacuer l'eau dans des ravins artificiels qui amènent celle-ci jusque dans les cours d'eau. La superficie drainée au Québec grâce à cette méthode est d'environ 550,000 hectares (Gallichand J. et al ; 1993). Ainsi les agriculteurs peuvent semer plus tôt dans l'année ce qui permet de cultiver des espèces différentes et parfois d'obtenir 2 récoltes dans une même saison. Ces pratiques de drainage rapide ont leurs avantages mais aussi leurs inconvénients. Ainsi il a été démontré que certains sols asséchés de la sorte ne sont pas fertiles à moyen et long terme et finissent par se compacter ou s'affaisser si la nappe phréatique n'est pas maintenue. De plus, dans certains cas, l'assèchement de marais qui au premier abord pourrait sembler intéressant s'avère périlleux car les sols sont souvent "salés" On y retrouve du sel, du calcium et de l'aluminium et le Ph est souvent bas ce qui nécessite l'ajout de chaux (Goudreau et Gauthier, 1981).

Il est également important de mentionner que dans le cas de certaines interventions qui consistent à aménager les cours d'eau environnant à des fins agricoles, il en découle une série d'impacts sur le milieu aquatique récepteur. On parle ici du creusement d'environ 50,000 km de canaux et de ravins artificiels entre 1963 et 94 (Vallée, 1994) Ce creusement peut entraîner la création de problèmes d'inondation en aval de la ferme. Il peut s'agir de la destruction de certains habitats aquatiques importants (frayères). Mais également il peut y avoir des perturbations importantes par la destruction

du couvert végétal le long des rives, ce qui modifie le régime thermique et la vitesse de déposition des sédiments tout en diminuant la rétention d'eau sur les terres agricoles. Certains organismes vivants sont parfois durement touchés tel les macrophytes ou même les poissons.

Finalement les pertes peuvent être de nature économique pour l'agriculteur lui-même qui voit peu à peu la productivité de sa terre diminuer au fur et à mesure que l'érosion fait son oeuvre. Mais il peut y avoir des pertes pour d'autres secteurs de l'économie tel que le secteur récréotouristique, ou la villégiature ou encore le traitement des eaux potables nécessité par l'augmentation de la présence de particules et de polluants dans l'eau. Donc le drainage souterrain et l'aménagement des cours d'eau en milieu agricole a des impacts importants sur l'érosion des sols, la qualité de l'eau et le milieu aquatique récepteur ainsi que sur la productivité des terres agricoles à moyen et long terme.

Irrigation des terres agricoles dans le sud ouest du Québec:

Pour ce qui est de la partie sud ouest du Québec les déficits hydriques sont très fréquents et durent parfois plusieurs semaines durant l'été. Ainsi le réseau de surface ne peut alimenter les cultures maraichères qui sont pratiquées dans cette région. Ce phénomène ne peut qu'aller en s'aggravant si les prédictions au niveau du réchauffement climatique s'avèrent être vraies. Une augmentation de la température moyenne annuelle de 1 ou 2 degrés Celsius aurait pour effet d'augmenter l'évapotranspiration de l'eau et donc provoquerait une aggravation du déficit en eau. Donc en réponse à ce problème certains agriculteurs dans la mesure où cela est possible utilisent l'eau souterraine pour irriguer leurs cultures. Mais cette pratique ne tient pas nécessairement compte de la capacité de recharge de cette nappe souterraine ni même de la qualité de l'eau qu'on y retrouve. De plus, il peut dans certains cas y avoir des conflits d'usage importants entre les agriculteurs et les autres usagers de la ressource.

Les agriculteurs procèdent parfois par la construction et l'aménagement d'étangs de rétention qui permettent d'emmagasiner l'eau de crue du printemps. Certains aménagent de petits barrages sur les cours d'eau avoisinants, afin de créer des réservoirs pouvant servir à l'irrigation. Mais toutes ces solutions palliatives doivent se faire en considération d'un usage de l'eau rationnel et durable ce qui n'est pas toujours le cas. Les agriculteurs avisés tentent par différentes méthodes de maintenir la nappe souterraine suffisamment élevée durant l'été pour éviter la sécheresse. Cela est rendu possible grâce au drainage contrôlé qui permet de stopper l'écoulement naturel de l'eau au niveau désiré. Ce drainage contrôlé s'effectue à l'aide de fossés de rétention et d'un système de drains avec fermeture (chambres d'écoulement) qui permet de stopper le débit d'écoulement. L'agriculteur contrôle ainsi la nappe phréatique de façon artificielle ce qui permet d'avoir un sol bien humide en tout temps. Cette technique est plus facile d'utilisation dans un sol sablonneux qu'organique.

Usage de l'eau pour l'élevage:

L'eau est également utilisée en grande quantité pour abreuver les élevages (boeuf, porc, volaille) . Bien souvent, on utilise l'eau souterraine afin de subvenir aux besoins des animaux . Il y a donc encore une fois un prélèvement important qui est effectué sur la ressource hydrique du Québec. Ainsi un porc par exemple peut consommer entre 2 litres/jour au sevrage et 7 litres par jour à l'âge adulte. Toute quantité d'eau insuffisante peut créer des problèmes de croissance et de santé chez la plupart des animaux.

Ainsi une truie qui allaite par exemple, doit consommer entre 10 à 20 litres d'eau par jour afin de compenser pour la perte de liquide à l'allaitement. Évidemment ce sont les femelles enceintes et les jeunes qui sont les plus vulnérables au manque d'eau. Bien souvent et paradoxalement l'eau pour abreuver les bêtes est de mauvaise qualité parce qu'elle est polluée par les activités agricoles. On peut y retrouver certaines bactéries ou virus et certains contaminants toxiques qui proviennent de l'infiltration de l'eau qui est contaminée par les fumiers ou les pesticides. D'autres facteurs interfèrent sur la qualité de l'eau pour abreuver les élevages tel que la dureté de l'eau , son Ph etc...Finalement, il a été démontré que l'alimentation des élevages peut également influencer les quantités d'eau qui devront être données aux bêtes.

En conclusion, l'agriculture, bien que bénéfique pour l'ensemble de la société québécoise, demeure une activité grande consommatrice d'eau ce qui a des impacts importants sur le milieu biophysique. Que ce soit par le drainage et l'assèchement rapide des terres agricoles au printemps ou que ce soit par l'irrigation et le pompage des eaux souterraines, l'agriculture québécoise se pratique souvent avec peu de considération pour la gestion à moyen et long terme de la ressource hydrique. Ainsi les pressions exercées sur la ressource hydrique sont très importantes surtout dans la vallée du St-Laurent où la majorité de la population est localisée et où l'essentiel des activités agricoles se déroulent. Vient s'ajouter à cette pression celle du réchauffement global (+évapotranspiration) et celle de l'industrialisation de l'agriculture qui fait habituellement augmenter la consommation d'eau. Ainsi, il est plus que temps que le gouvernement du Québec se dote d'une politique de gestion de l'eau. Celle-ci devra être fondée sur une approche intégrée où l'on tient compte de la capacité portante du milieu, de la vitesse de régénération de la ressource, de sa disponibilité, ainsi que des activités économiques, sociales et récréatives compatibles avec le milieu naturel et répondant aux besoins de la population.

CHAPITRE V

CADRE LÉGISLATIF DE LA PROTECTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU CONTRE LA POLLUTION AGRICOLE

INTRODUCTION

Le droit de l'eau au Québec est reconnu pour son incohérence, la complexité des normes juridiques que le régissent et la multiplicité des intervenants qui ont autorité en cette gestion. La problématique de la protection de celle-ci face à la pollution agricole ne fait pas exception à la règle.

Parce que ses sources sont multiples, la pollution diffuse d'origine agricole est fort différente de la pollution urbaine et industrielle. De plus, ses impacts sont variables selon le type de production, les pratiques agricoles, les modes de gestion des engrais et des pesticides, les conditions climatiques et les caractéristiques physiques de la zone exploitée, telles que la pente, le type de sol ou de drainage.

La pollution agricole, par son intensité et sa complexité, constitue actuellement le type de pollution le plus préoccupant au Québec. Son caractère diffus complique l'atteinte d'objectifs de réduction des rejets et impose de nouvelles approches d'assainissement, particulièrement au regard des problématiques liées à la surfertilisation des sols et aux pesticides.

Dans le cas particulier de la protection de l'eau en contexte agricole, les normes juridiques relèvent des gouvernements fédéral, provincial et municipal. Cette multiplicité est imputable à ce que bien des domaines qui ne touchent pas directement l'eau mais ont un impact sur celle-ci relèvent de diverses compétences législatives. C'est le cas des fertilisants et des pesticides qui, par percolation, se retrouvent en concentration élevée dans les cours d'eau des zones agricoles à partir desquelles ils rejoignent les bassins versants importants et s'intègrent à la chaîne alimentaire. De même, les diverses formes, objets et utilisations de l'eau sont aussi contrôlées par une multitude de normes différentes.

Au Québec, la compétence provinciale passe par la *Loi sur la qualité de l'environnement*¹ et quelques règlements sectoriels qui s'appliquent à la protection de la qualité de l'eau. Quant aux municipalités, elles interviennent en matière de protection de l'eau par l'exercice de leurs pouvoirs généraux liés à l'aménagement du territoire et au contrôle des nuisances, sans compter leurs pouvoirs particuliers en matière de services d'aqueduc et d'égouts.

¹ *Loi sur la qualité de l'environnement*, L.R.Q., c. Q-2, ci-après L.Q.E.

Le fédéral peut également intervenir pour prévenir la pollution de l'eau en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*² et de la *Loi sur les pêches*.³ Certaines dispositions de la *Loi sur les ressources en eau du Canada*⁴ et de la *Loi sur la marine marchande du Canada*⁵ visent à prévenir la pollution de l'eau.⁶

FUMIERS ET FERTILISANTS

Comme il a été démontré précédemment, les déjections animales et les autres fertilisants sont une importante source de contamination indirecte et diffuse des eaux souterraines ou de surface. La contamination par une mauvaise gestion de la production, de l'entreposage, de la distribution et de l'épandage des fumiers constitue, avec l'utilisation des pesticides, une des principales sources d'apports diffus.

En milieu rural, alors que l'eau souterraine constitue la principale source d'eau potable, de telles situations sont particulièrement préoccupantes.

LOI SUR LA QUALITÉ DE L'ENVIRONNEMENT

Le cadre législatif de la gestion des fumiers tient sa source de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Cette loi générale de protection établit un droit à la qualité de l'environnement large et général, permettant la protection de celui-ci et celle des espèces qui y habitent⁷. Ce droit s'accompagne de la prohibition de l'article 20 d'«émettre, déposer, dégager ou rejeter [ou] de permettre l'émission, le dépôt, le dégagement ou le rejet dans l'environnement d'un contaminant [...] ». La définition très large de contaminant englobe les fumiers et autres fertilisants puisqu'ils sont matières susceptibles d'altérer de quelque manière la qualité de l'environnement. Cependant, les termes de l'article 20 LQE stipulent aussi que l'émission de ce contaminant est prohibée au-delà de la quantité ou de la concentration prévue par règlement du gouvernement.

Afin de compléter la prohibition, certaines activités susceptibles de permettre des émissions de contaminants selon les termes de l'article 20 sont contrôlées par la délivrance d'un certificat d'autorisation subséquent à l'évaluation de ladite activité⁸.

² *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, L.R.C., 1985, c. 16, ci-après L.C.P.E.

³ *Loi sur les pêches*, L.R.C., 1985, c. F-14

⁴ *Loi sur les ressources en eau du Canada*, L.R.C., 1985, c. C-11

⁵ *Loi sur la marine marchande du Canada*, L.R.C., 1985, c. S-9

⁶ Robert DAIGNEAULT, « Débordements récents en droit de l'eau » dans Service de la formation permanente, Barreau du Québec, *Développements récents en droit de l'environnement* (1994), Cowansville, Éditions Yvon Blais, Québec, p.309

⁷ LQE, a. 19.1

⁸ Id., a. 22 ; Des exceptions sont prévues au paragraphe 2 du *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement*, D. 1529-93, G.O. II 17 novembre 1993, modifié par D. 305-97, G.O. II 26 mars 1997.

RÈGLEMENT SUR LA RÉDUCTION DE LA POLLUTION D'ORIGINE AGRICOLE

Généralités

Outre ce cadre statutaire, un seul règlement a une incidence réelle sur la normalisation des déjections animales et autres fertilisants face à la qualité de l'eau. En effet, plusieurs stratégies et autres mesures administratives⁹ ont été élaborées au cours des années mais compte tenu de l'incontraignabilité légale qui les caractérise et de la difficulté de leur application, il n'est pas pertinent de les considérer comme faisant partie du cadre normatif si ce n'est pour déplorer que les mesures qu'elles mettent de l'avant, parfois fort à propos, ne soient pas définies de façon plus formelle.

Le nouveau *Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole*¹⁰, qui remplace le *Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale*¹¹ de 1981, vient prescrire les normes spécifiques et les modalités d'épandage des déjections animales. L'objet de ce nouveau règlement est d'assurer la protection de l'eau et du sol contre la pollution causée par certaines activités agricoles, par les installations d'élevage de certains animaux ainsi que les ouvrages d'entreposage de leurs déjections. Le Règlement sert également à contrôler l'exercice de certaines activités agricoles telles la fertilisation des sols par l'épandage, l'élevage des animaux ainsi que le stockage et la disposition des déjections animales.

D'emblée, le nouveau règlement reflète la problématique qui existe depuis l'avènement de la¹² qui a consacré un nouveau « droit de produire », droit consacrant la primauté de la classe agricole. En effet, si la protection du sol et de l'eau contre la pollution agricole est essentielle, le législateur s'assure qu'elle ne soit pas faite au détriment de ce nouveau droit à la production. Ainsi, le règlement de 1997 met en place de nouveaux mécanismes de contrôle de la pollution agricole tout en multipliant les mécanismes de dérogation et des droits acquis avant 1981¹³

Beaucoup plus volumineux que l'ancien règlement de 1981, celui-ci comporte de nouvelles dispositions notamment sur le contrôle de l'épandage en tenant compte de la teneur en phosphore de la parcelle de terre à fertiliser, du contrôle, tant des fertilisants dits organiques tels les déjections animales et le compost de ferme, que les fertilisants minéraux ou de la mise en application du

⁹ À mentionner : La *Stratégie de protection des cours d'eau* de 1993, La *Stratégie pour assurer la protection des écosystèmes en milieu agricoles* toujours en élaboration. De même que divers programmes d'aide et de financement dont : Le *Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers* (1988) remplacé par le *Programme d'aide à l'investissement en agroenvironnement* (1997) et le *Programme d'aide aux exploitants agricoles*.

¹⁰ *Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole*, D. 742-97, 04.06.97, (1997) 129 G.O. II, 3483; ci-après *Règlement sur la réduction*

¹¹ *Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale*, R.R.Q., 1981, c. Q-2., r.18

¹² *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*, L.Q., 1996, c. 26, a. qui a remplacé l'ancienne *Loi sur la protection du territoire agricole*

¹³ Date de l'entrée en vigueur de l'ancien *Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale*

nouveau Plan agro-environnemental de fertilisation (P.A.E.F.). Malgré ces notables additions, la complexité de la mise en application des nouvelles dispositions affaiblit la portée du règlement.

En effet, plusieurs règles d'exclusions compromettent la généralité d'application du règlement. De même, des échéanciers complexes d'imputabilité de certaines mesures rendent illusoire les améliorations. D'ailleurs, le rapport 1997-1998 du ministère de l'Environnement et de la Faune fait état des difficultés d'application du règlement dès son entrée en vigueur au cours de l'été 1997 et rapporte que « le Ministère travaille à y apporter des modifications de concert avec ses partenaires du monde agricole, notamment dans la foulée de la Conférence sur l'agriculture et l'agro-alimentaire québécois, tenue les 5 et 6 mars 1998 »¹⁴.

Le Plan agro-environnemental de fertilisation

L'ensemble des nouvelles mesures mises de l'avant par le règlement sont organisées autour d'un élément central, le plan agro-environnemental de fertilisation, qui en constitue la grande innovation. Contrairement à l'ancien règlement très directif, établissant des normes de standardisation d'épandage, l'exigence de ce plan vise à déterminer la limitation de l'épandage de matières fertilisantes sur chaque parcelle relativement aux caractéristiques de chacune. Il en résulte une fertilisation se voulant personnalisée, adaptée aux besoins du milieu récepteur et considérant le type de déjections animales.

Ce processus comporte de nombreuses lacunes qui tiennent dans sa mise en oeuvre. La préparation du P.A.E.F. peut être effectuée par un agronome, un technologue professionnel ou même l'exploitant, un associé de celui-ci ou un actionnaire de l'exploitation « pour autant que le signataire possède une attestation d'un cours de formation dispensé dans le cadre d'un programme d'études autorisé par le ministre de l'Éducation »¹⁵ sans qu'aucunes exigences minimales quant au contenu et à la durée d'une telle formation ne soient exigées.

Qui plus est, il incombe au signataire d'attester que « le respect de ce plan permet, pour chaque parcelle visée, le maintien de la fertilité du sol pendant chaque campagne annuelle de culture, tout en minimisant le risque de contamination du sol et de l'eau »¹⁶. Cette disposition nous porte à croire que la surveillance et le contrôle sont d'autant plus limités sous ces nouvelles normes réglementaires que la responsabilité de la conformité du P.A.E.F. à la finalité du règlement est assumée par le signataire. Alors que le suivi était déjà restreint, le nouveau modèle personnalisé rend les inspections difficiles, voire impraticables.

Enfin, la portée réelle de ce nouveau régime apparaît plus clairement lorsqu'on tient compte des mesures transitoires prévues à l'égard de l'obligation de préparer un plan agro-environnemental de fertilisation pour chaque parcelle. Par exemple, si l'épandage de déjections animales ou de compost

¹⁴ Rapport du ministère de l'Environnement et de la Faune de 1997-1998, <http://www.mef.gouv.qc.ca/rapport>

¹⁵ *Règlement sur la réduction*, précité, note 6, a.21, al. 1

¹⁶ *Id.*, a. 21, al. 2

de ferme sans la préparation d'un plan de fertilisation est prohibé de façon générale¹⁷, les articles 88 et 89 accordent des dispenses quant à l'obligation de préparer un tel plan pouvant aller jusqu'au 1^{er} octobre 2002 pour les installations d'élevage établies ou, à tout le moins, ayant fait l'objet d'une demande de certificat d'autorisation avant le 3 juillet 1997, date de l'entrée en vigueur du règlement. Selon Me Giroux¹⁸, plus de 350 demandes de certificat d'autorisation étaient sous étude devant le ministère de l'Environnement et de la Faune à cette date. Il en résulte une dérogation très importante aux normes environnementales pour la classe agricole.

En pratique, cela signifie que, pendant la durée de ces dispenses relatives à l'obligation de préparer ou faire préparer un plan agro-environnemental de fertilisation, rien n'empêchera l'épandage de déjections animales ou de compost de ferme sur des parcelles déjà saturées en phosphore¹⁹

Les modifications réglementaires

Malgré l'apport capital qui est fait au *Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole* par le nouveau plan agro-environnemental de fertilisation, deux modifications sont survenues depuis l'entrée en vigueur de ce dernier en 1997 pour réduire l'incidence dudit plan. La dernière modification réglementaire d'avril 1999 vient étendre les dérogations à la préparation du P.A.E.F. jusqu'au 1^{er} octobre 2011 et autorise une méthode alternative à l'entreposage étanche des fumiers de bovins jusqu'en 2003. Elle permet aussi de modifier l'obligation de présenter le P.A.E.F. avant les dérogations dans le cas d'une augmentation de 50 unités animales, toutes catégories confondues, alors que les précédentes dispositions l'exigeaient dès l'augmentation de 10 unités animales lorsqu'il s'agissait de suidés ou de bovidés en gestion sur fumier liquide²⁰.

Précédemment, la modification de juin 1998 exemptait les exploitants, désireux d'obtenir de l'aide financière gouvernementale pour transformer leur mode d'entreposage en installations étanches, de présenter un P.A.E.F.

Le régime des autorisations

Reste à étudier comment le règlement module les exigences pour l'obtention de certificats d'autorisation. Aucune modification n'a été apportée à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Les projets de construction et d'agrandissement d'un ou plusieurs

¹⁷ Id., a.14

¹⁸ Lorne GIROUX, « Le droit environnemental et le secteur agricole : développements législatifs et réglementaires récents » dans Service de la formation permanente, Barreau du Québec, Développements récents en droit de l'environnement (1998), Édition Yvon Blais., Cowansville, p. 170

¹⁹ Id., p. 165.

²⁰ *Règlement sur la réduction*, a.70 ; À titre indicatif, une unité animale lorsqu'appliquée au porc peut équivaloir à 5 porcs de 20-100 kg chacun ou 25 porcelets ou 4 truies et ses porcelet non sevrés. Ainsi, cette différence de 40 unités animales peut équivaloir jusqu'à 1000 porcelets (le calcul du nombre d'unités animales est établi en annexe I du règlement).

bâtiments d'une exploitation de production animale sur fumier liquide de plus de 600 unités animales ou sur fumier solide de plus de 1000 unités animales y demeurent donc soumis.²¹

Quant aux certificats d'autorisation, alors que le *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement* impose une règle générale de soustraction des activités agricoles à l'application de l'article 22 al. 1 L.Q.E.²², l'article 70 du *Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole* détermine maintenant les projets de construction et d'activités qui y sont assujettis²³

Cependant, comme le mentionnait Me Lorne Giroux :

Il importe de noter que les dispositions de ce Règlement [sur la réduction de la pollution d'origine agricole] servent au ministre de l'Environnement et de la Faune pour évaluer et juger les demandes d'autorisation de l'article 22 LQE à l'égard des projets de construction et d'activités agricoles pour lesquels un certificat d'autorisation est requis. Selon l'article 24 LQE, le ministre ou son délégué n'a aucune discrétion à l'égard des impacts environnementaux du projet qui sont couverts par le Règlement; il est lié par ces dispositions.²⁴

En effet, le droit à la qualité de l'environnement n'étant pas un critère du règlement, il ne peut servir à l'évaluation d'un projet requérant un certificat d'autorisation. Ce n'est qu'en l'occurrence de la délivrance d'un certificat à l'encontre des dispositions du Règlement que sa validité peut être attaquée devant les tribunaux. Ayant complété l'étude des points saillants de ce règlement, il semble que l'exigence de l'article 70 se limite à une modalité administrative plutôt qu'un véritable mode de contrôle de la qualité.

Le *Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole* a introduit plusieurs nouveaux outils normatifs qu'il sera probablement intéressant de voir évoluer dans l'avenir. Malheureusement, ses dispositions transitoires et les dérogations qu'il permet sont des entraves à la mise en place d'une base réglementaire efficace dans la protection de l'eau contre la pollution agricole. De plus, en créant un mode d'autorisation distinct de celui de la L.Q.E., il ne permet pas d'évaluer la qualité d'un projet en fonction de la prohibition d'émettre un contaminant de l'article 20 L.Q.E.

PESTICIDES

Généralités

Comme nous l'avons vu précédemment, les pesticides sont des composantes pour la plupart hautement toxiques, qui se dégradent mal et qui constituent un capital de contamination très élevé

²¹ L.Q.E., a. 31.1 et le *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement*, R.R.Q., 1981, c. Q-2, r. 9, art. 2, al. 2(o).

²² *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement*, R.R.Q., 1981, c. Q-2, r. 1.001, a. 2(12) ci après *Règlement d'application*

²³ Les articles 72 à 74 et 75 à 82 énoncent les modalités relatives aux demandes d'autorisation.

des eaux agricoles. Compte tenu de leurs caractéristiques, ces substances se retrouvent en concentration plus ou moins élevées dans toutes les eaux potables du Québec. Il est conséquemment aberrant que le régime de contrôle et de protection contre ceux-ci n'ait pas été l'objet de plus d'attention. La revue législative et réglementaire suivante permettra de mettre en lumière les lacunes importantes du régime des pesticides.

Dès la fin des années 80, la Commission de réforme du droit du Canada, chargée de soumettre ses recommandations sur l'orientation que devait prendre la législation nationale à ce propos, exprime bien les enjeux contemporains qu'implique le contrôle des pesticides :

Au cours des dernières années l'utilisation accrue des pesticides, pour la production agricole des aliments et à d'autres fins, a coïncidé avec la sensibilisation de la population aux dangers que présentent ces produits chimiques pour l'environnement et la santé publique. On dispose maintenant de preuves montrant clairement les dommages qu'ont causés par le passé et que causent toujours les pesticides : destruction de la faune et des poissons; empoisonnement et autres effets néfastes, allant jusqu'à la mort chez les travailleurs agricoles exposés aux pesticides; problèmes de santé chez l'être humain en général, contamination de l'environnement. En outre, la découverte de données falsifiées ou scientifiquement invalides concernant la vérification des pesticides est venue mettre en doute l'innocuité d'un bon nombre de produits antiparasitaires se trouvant actuellement sur le marché canadien. Qui plus est, ces difficultés se posent à toutes les étapes du processus de réglementation, y compris l'homologation, l'utilisation et l'élimination.²⁵

Le contrôle législatif des pesticides est plus élaboré que celui régissant les fertilisants en ce qu'il repose à la fois sous l'autorité provinciale et fédérale. Deux lois, la *Loi sur les produits antiparasitaires*²⁶ fédérale et la *Loi sur les pesticides*²⁷ québécoise, sont venues spécifier le cadre général de la protection de l'environnement, établi par la L.Q.E. et la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*.

Administrée par l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, qui relève de Santé Canada, la *Loi sur les produits antiparasitaires* définit les obligations des fournisseurs de pesticides (fabricants et importateurs) concernant l'homologation, l'emballage et l'étiquetage des produits avant leur mise en marché²⁸. Puisqu'elle ne s'intéresse pas directement à l'utilisation de ces pesticides, celle-ci ne présente qu'une importance limitée face à l'objet de notre étude.

24 L. GIROUX, *loc. cit.*, note 15, p. 159; Voir: *Règles sur la signature de certains documents du ministère de l'Environnement et de la Faune*, D. 677-95, 17 mai 1995, (1995) 127 G.O. II, 2297

25 COMMISSION DE RÉFORME DU DROIT DU Canada, Document d'étude – Les pesticides au Canada : étude de la législation et de la politique fédérales, Série protection de la vie, 1987, 144 p., p. 141.

26 *Loi sur les produits antiparasitaires*, L.R.C., 1985, c. P-9

27 *Loi sur les pesticides*, L.R.Q., c. P-9.3

28 Rapport 1997-98 du MEF, précité, note 14

Loi sur les pesticides

Au Québec, le ministère de l'Environnement est responsable de l'application de la *Loi sur les pesticides*, qui vise une utilisation rationnelle et sécuritaire de ces produits.

Selon les allégations du ministère de l'Environnement, « *la Loi prévoit une approche intégrée reposant sur la complémentarité des interventions réglementaires et non réglementaires, et les actions du Ministère se rattachent à l'une ou l'autre des fonctions suivantes :*

- *régir les activités relatives à la distribution, l'entreposage, la vente et l'utilisation de pesticides, en vue de réduire les risques d'atteinte à la santé des humains et des autres espèces vivantes ainsi que les dommages à l'environnement;*
- *assurer la réalisation de plans et de programmes de formation, d'information et de sensibilisation des personnes qui vendent et qui utilisent des pesticides;*
- *contribuer à la mise au point de mesures de remplacement à l'utilisation des pesticides et faire la promotion de la lutte intégrée et biologique contre les ravageurs;*
- *compiler et analyser les données relatives aux pesticides et évaluer l'impact de ces derniers sur les humains et sur les autres espèces vivantes ainsi que sur la qualité de l'environnement »²⁹*

La *Loi sur les pesticides* prévoit deux volets réglementaires : l'un portant sur les mécanismes permettant de s'assurer des compétences des utilisateurs et des vendeurs de pesticides, par le *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides*³⁰, et l'autre visant à encadrer les pratiques présentant des risques pour la santé humaine et pour l'environnement.

Ce deuxième volet, le code de gestion des pesticides, pièce réglementaire maîtresse devant régir et contrôler toutes les activités relatives à la distribution, la vente, l'entreposage, le transport et l'utilisation des pesticides, n'est toujours pas élaboré³¹ après que le document provisoire ait achoppé en préconsultation publique à la fin de 1998. Selon les dires de M. Jean-Maurice Latulippe, une version du règlement relative à ce code est présentement rédigée par le ministère de l'Environnement en vue d'une présentation au Conseil des ministres.³²

La Loi sur les pesticides régit donc la vente de pesticides, tant pour la revente que pour l'utilisation, par l'émission de permis et de certificat. Le permis autorise l'usager d'une classe de pesticides à accomplir lesdites activités alors que le certificat sert d'attestation des connaissances adéquates de

29 Id.

30 *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides*, D. 305-97, G.O.2, 26 mars 1997

31 Prévu dans les dispositions de la Loi, son entrée en vigueur est attendue depuis 1987 et elle retarde la mise en application des art. 11 à 13 de la Loi.

32 Monique LAJOIE, 1999, L'agriculture et ses multiples usages de l'eau, document de soutien à l'atelier de travail de la Commission du 2 juin 1999 à Québec, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, (142) La gestion de l'eau au Québec, p. 8

l'usager pour l'utilisation de pesticides. Il y a dispense pour l'agriculteur ou son employé d'obtenir un permis si le produit n'est utilisé qu'aux fins de ses activités agricoles personnelles.³³ Un certificat est néanmoins nécessaire pour l'utilisation agricole de pesticides et, dans le cas des pesticides de la classe 1, celui-ci ne sera délivré que si l'agriculteur détient également un certificat d'autorisation émis en vertu de la L.Q.E.³⁴

LQE et régime d'exception

En instaurant la *Loi sur les pesticides*, le gouvernement a créé ce qui est communément appelé un régime d'exception à la loi générale, en l'occurrence la L.Q.E.. Aux premiers abords, l'adoption d'une loi spécifique aux pesticides peut sembler un resserrement du contrôle exercé envers ceux-ci. Certes, des considérations théoriques valorisent une structure générale et centralisée rendant la mise en application plus aisée. Dans le cas présent, tant les considérations théoriques, la qualité du régime établi par la LQE que les déficiences de la *Loi sur les pesticides* et ses règlements témoignent de l'inconvenance de ce modèle normatif.

Ainsi, les grands mécanismes et recours civils instaurés par la L.Q.E. ne sont plus applicables à la gestion des pesticides. Qui plus est, la *Loi sur les pesticides* ne possède pas de mécanismes aussi puissants pour contrôler le respect de sa mise en application. Sans entrer dans le détail des mécanismes de la LQE, nous nous attarderont à la comparaison des deux normes législatives.

La prohibition de contaminer : l'article 20 L.Q.E.

La prohibition de contaminer contenue à l'article 20 L.Q.E., tout comme le droit à la qualité de l'environnement³⁵, crée une balise à respecter pour tous les textes réglementaires édictés en vertu de cette loi et donne ouverture à des recours pour le citoyen lorsqu'il y a contamination. Par l'adoption d'une loi spécifique, la gestion des pesticides n'est plus directement assujettie à la L.Q.E. et ces derniers échappent à la définition de « contaminants ».

Comme il est précisé à même la *Loi sur les pesticides*, celle-ci « n'a pas pour effet d'affecter ni de restreindre l'application de la L.Q.E. à l'égard des pesticides »³⁶. En soi, cette disposition permet l'application des mesures d'autorisation et d'évaluation prévue par cette loi.³⁷ Elle vient cependant apporter un adoucissement à l'application de l'article 20 de la LQE. Il s'agit du troisième volet de l'article 20 concernant les contaminants susceptibles d'être nuisibles à l'être humain, à l'environnement ou aux biens qui n'est pas applicable en l'espèce. Si le pesticide rejeté dans l'environnement résulte d'une activité effectuée conformément à la *Loi sur les pesticides*, à ses

³³ *Loi sur les pesticides*, a. 35, par. 3 et 4

³⁴ *Règlement d'application*, précité, note 23, a. 2 10) b)

³⁵ L.Q.E., a. 19.1

³⁶ *Loi sur les pesticides*, a. 4, al. 1

³⁷ L.Q.E., aa. 22 et 31.1

règlements ou à une ordonnance qui y est prévue, la nuisance sera tolérée à moins que le risque de l'atteinte du dommage ou du préjudice visé à l'article 20 ne soit déraisonnable³⁸.

L'injonction

Selon les dispositions de la L.Q.E., toute personne a droit à la qualité de l'environnement, à la protection et la sauvegarde des espèces qui y habitent. Pour faire valoir ces droits, toute personne domiciliée au Québec qui fréquente le lieu névralgique ou son voisinage peut requérir d'une injonction devant la Cour supérieure pour faire cesser l'acte fautif

Ce droit d'intervention accordé de façon libérale en faveur du public n'existe que dans le cas de violation de la L.Q.E. et des règlements adoptés sous son empire. Dans le cas de régimes particuliers de contrôle environnemental établis sous l'empire de lois autres que la L.Q.E., ce droit est réduit de façon considérable. Ainsi l'article 20 de la Loi sur les pesticides accorde, lui aussi, un droit d'agir en injonction et libéralise l'intérêt requis, mais il n'y a pas ouverture à ce droit d'action que si le ministre a émis une ordonnance préalable, conformément aux pouvoirs que lui accorde la Loi, et que cette ordonnance n'est pas respectée³⁹

Immunités de poursuites

Les activités agricoles font, depuis longtemps, l'objet d'une considération particulière dans la législation et la réglementation environnementale du Québec. Si on fait abstraction de l'élevage des animaux, les activités agricoles sont soustraites à peu près complètement aux régimes d'autorisation de l'article 22 L.Q.E. et sont peu touchées par les contrôles administratifs de la *Loi sur les pesticides*, même si l'agriculture en est une des plus grandes consommatrices au Québec. Ainsi, par exemple, l'arrosage aérien de pesticides à des fins agricoles échappe même à l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation de l'article 22 L.Q.E.⁴⁰ alors que le même arrosage à des fins autres que l'agriculture pourra requérir une évaluation environnementale⁴¹

Dans les autres provinces, la législation ne confère, en général, l'immunité aux exploitants agricoles que s'ils respectent également la législation sur les pesticides et souvent celle relative à la santé publique.

En privant les citoyens de l'accès aux tribunaux et en leur enlevant le droit à la protection du droit commun des troubles de voisinages, la LPTAA concède des immunités de poursuites exorbitantes qui dépassent la protection normale dont devrait bénéficier les activités agricoles. Compte tenu de la

38 Id., a.4, al. 2.

39 Lorne GIROUX, « La Loi sur la qualité de l'environnement : grands mécanismes et recours civils » dans Service de la formation permanente, Barreau du Québec, Développements récents en droit de l'environnement (1996), Éditions Yvon Blais, Cowansville, p.325

40 *Règlement d'application*, précité, note 19, a. 2 10) c)

41 *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement*, R.R.Q., c. Q-2, r. 9, a.2, al. (1)q)

définition extensive de ces dernières, une atteinte à la qualité de l'environnement par l'épandage de pesticides en accord avec la réglementation ne peut pas donner matière à un recours.

IRRIGATION ET DRAINAGE

Généralités

Contrairement aux deux thèmes précédemment abordés, la problématique de l'irrigation en milieu agricole et le drainage des terres touche directement à la notion de cours d'eau et fait appel à ce qui pourrait être appelé le droit de l'eau. Le but de nos propos ici n'est pas de faire la revue des normes qui régissent la gestion des cours d'eau municipaux⁴², mais plutôt de nous attacher aux mesures cruciales, particulièrement celles qui ont mené à l'artificialisation de la quasi-totalité des cours d'eau en milieu agricole.

Mise en œuvre des normes réglementaires

Pour exposer l'interaction entre les divers dispositifs réglementaires régissant le système hydrique, il faut tout d'abord faire état de certains renvois entre ceux-ci. Les municipalités mettent en œuvre la gestion des cours d'eau municipaux en vertu d'une délégation provinciale transmise par le Code municipal ou la Loi sur les cités et ville. Elles sont assujetties aux modalités d'autorisation édictées par l'article 22 L.Q.E., qui lui est modulé par les diverses exclusions réglementaires ou administratives du *Règlement d'application*. Enfin, celui-ci se réfère à la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*⁴³ de 1987.

Les cours d'eau municipaux

Alors que depuis près d'un demi-siècle, l'implication des municipalités en matière de cours d'eau s'est limité à demander l'intervention du MAPAQ et à adopter les documents que celui-ci préparait pour elle, elles en sont venues à assumer complètement la gestion de ceux-ci à mesure que le MAPAQ se désengageait graduellement de ce champ d'activités.

Les cours d'eau municipaux peuvent être gérés par le *Code municipal*⁴⁴ ou en vertu de la *Loi sur les cités et villes*⁴⁵ dépendant duquel régit la municipalité, ce qui apporte des distinctions importantes dans la qualification desdits cours d'eau. Selon le *Code municipal*, un cours d'eau municipal est une eau courante que ne serait ni une rivière ni un cours d'eau naturel flottable et navigable. De plus, si l'ouvrage est artificiel, il doit être pour l'usage commun et l'utilité générale de plusieurs terrains.⁴⁶

42 Pour un complément d'information, voir l'excellent article de Johanne BRASSARD, « La gestion des cours d'eau municipaux : un héritage à apprivoiser » dans Service de la formation permanente, Barreau du Québec, *Développements récents en droit municipal* (1997), Cowansville

43 *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*, D. 1980-87, 22 décembre 1987, modifié par D. 1010-91, G.O.2, 7 août 1991.

44 *Code municipal*, L.R.Q., c. C-27.1

45 *Loi sur les cités et villes*, L.R.Q., c. C-19

46 J, BRASSARD, précité, note 43, p.106 à 108

Cependant, à l'opposition du Code municipal qui prévoit expressément que les cours d'eau naturels sont municipaux, sous la *Loi sur les cités et villes* seul les cours d'eau que la ville a réglementés ont le statut de cours d'eau municipaux.

Une municipalité compétente sur un cours d'eau a juridiction pour y faire exécuter des travaux allant du simple nettoyage d'un cours d'eau existant à la construction d'un nouveau cours d'eau. Ces travaux doivent tout de même être entrepris en conformité avec les normes applicables en vertu des autres dispositions régissant ces cours d'eau.

Travaux d'entretien

Certains travaux d'entretien, tels que déterminés au sens du *Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement*,⁴⁷ doivent être autorisés préalablement par un certificat en vertu du deuxième alinéa de l'article 22 L.Q.E..

Celui-ci, qui avait été ajouté à l'énoncé initial de l'article en 1988 mais qui est restée latent pendant cinq ans, est probablement la disposition législative environnementale qui touche le plus le milieu aquatique. Avec celui-ci, le législateur québécois applique spécialement au milieu aquatique une mesure de contrôle essentiellement environnementale. Et « milieu aquatique » s'entend ici dans un sens très large puisqu'il comprend aussi, outre les lacs, cours d'eau, étangs et marais, des milieux terrestres marqués par l'omniprésence de l'eau : les marécages et les tourbières.

Sous réserves des exclusions réglementaires, on pourrait résumer la portée de cette disposition en disant qu'essentiellement, toute intervention dans un milieu naturel caractérisé par la présence d'eau en surface ou au niveau du sol nécessite désormais un certificat d'autorisation. On n'a pas, pour l'application du second alinéa, à vérifier si l'intervention est susceptible de libérer des contaminants dans l'environnement.⁴⁸

Exclusion administrative

Néanmoins, il existe une *Directive sur les exclusions administrative à l'application de l'article 22 L.Q.E.*⁴⁹ qui « ...se trouve en quelque sorte à compléter la nomenclature des projets soustraits à la procédure d'autorisation par le règlement d'application... ». Toutefois, il existe des cas où la Directive sur les exclusions vise à soustraire à l'exigence d'une autorisation de l'article 22 L.Q.E. des activités qui tombent nettement dans son champ d'application. Parmi celles-ci, une des plus importantes par sa portée est l'entretien de cours d'eau municipaux.

La définition donnée par la directive sur les exclusions au mot « entretien » inclut des travaux qui sont non seulement susceptibles d'altérer la qualité de l'environnement mais qui, en plus, sont nettement

47 *Règlement d'application*, a. 1 3)

48 R. DAIGNEAULT, précité, note 6, p.317

49 Directive sur les exclusions administratives de l'article 22 L.Q.E., reproduite dans : Politiques et directives de l'Environnement au Québec, éd. rév., Farnham, Les Publications CCH/FM Ltée, par. 36001.

de ceux visés par le second alinéa de l'article 22 L.Q.E50. En effet, dans le cas du milieu hydrique visé par le second alinéa, l'obligation d'obtenir un certificat d'autorisation s'impose sans évaluation de son impact potentiel sur l'environnement, qui est alors tenu pour acquis.

Cette importante concession de l'administration obtenue par le monde agricole et le monde municipal ne devrait pouvoir se réaliser que par une modification au *Règlement d'application*, ce qui aurait permis une discussion publique sur l'opportunité de telles soustractions. Non seulement s'agit-il de pratiques dont les impacts ne sont pas négligeables mais pourquoi, lorsqu'elles sont conduites dans des cours d'eau ayant déjà été aménagés, mais à l'extérieur du milieu agricole, devraient-elles continuer à être assujetties à une autorisation préalable ?

Selon certains auteurs, « *Cette disposition de la Directive sur les exclusions est au surplus illégale. Il n'y a, quant à nous, aucune différence entre l'exemption que l'on prétend ici accorder par directive et la tentative d'assujettir par le même moyen un projet au régime de l'évaluation environnementale, déjà jugée illégale par la jurisprudence*⁵¹. *Dans les deux cas, il s'agit d'une tentative de modifier un règlement par une simple directive administrative* ». ⁵²

Travaux d'aménagement

Les travaux d'aménagement des cours d'eau municipaux en milieu agricole nécessitent aussi une autorisation en vertu de l'article 22 L.Q.E. selon les mêmes modalités que dans le cas de l'entretien

Pour le ministère de l'Environnement, l'aménagement d'un cours d'eau en milieu agricole signifie toute intervention qui affecte ou modifie la géométrie, le fond et les talus d'un cours d'eau qui n'a pas déjà fait l'objet d'un aménagement dans le cadre d'un programme gouvernemental. Il signifie aussi toute intervention à des fins de drainage des terres et qui consiste à réapprofondir le fond du cours d'eau, à modifier son tracé ou à aménager ses seuils.⁵³

Pour poursuivre en matière d'exclusion réglementaire favorisant le milieu agricole, notons que contrairement à la sévère réglementation qui est appliquée aux berges des lacs et cours d'eau, de même qu'aux plaines inondables des milieux urbain ou de villégiature, en vertu de la *Politique de protection des rives, du littoral et de plaines inondables*, le milieu agricole ne subit aucune entrave réglementaire.

50 Voir J. BRASSARD, précité, note 43, p. 134-135 pour une énumération de ce qu'est l'entretien d'un cours d'eau en milieu agricole pour le ministère de l'Environnement.

51 Services sanitaires R.S. Inc. c. Paradis, [1993] R.J.Q. 1431, 1436 (en appel)

52 Lorne GIROUX, « Où s'en va le droit québécois de l'environnement ? » dans Service de la formation permanente, Barreau du Québec, *Développements récents en droit de l'environnement* (1997), Édition Yvon Blais, Cowansville, p. 415

53 Tiré des notes d'instructions n° 94-12 émises le 9 juin 1994 par le bureau du sous-ministre de l'Environnement et de la Faune du Québec.

CONCLUSION du chapitre

Si quelques généralités peuvent s'extraire de cette revue, notons avec quelle facilité le gouvernement annihile par des modifications, exclusions ou dérogations administratives, les modalités d'application des normes en matière de protection de la qualité de l'eau. Qui plus est lorsque celle-ci est opposée à l'imposant monde agricole et son droit de produire élevé au rang de droit primordial.

CHAPITRE VI

ALTERNATIVES ET RECOMMANDATIONS

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents l'utilisation irrationnelle des fertilisants et des pesticides pose des risques sérieux pour la santé humaine et l'environnement. Malgré les nombreux discours économiques avancés pour justifier l'utilisation des pesticides et des engrais chimiques, les coûts indirects tels que le traitement et la perte d'usage de l'eau ainsi que ceux reliés à la santé publique ne sont pas pris en compte dans le calcul. De plus, plusieurs études et rapports gouvernementaux semblent démontrer que le MAPAQ n'a pas fait les efforts nécessaires pour réduire la contamination causée par les fertilisants et les pesticides (Vérificateur général du Québec, 1996; Gangbazo et Painchaud, 1999). Pourtant, l'urgence de la situation est invoquée par plusieurs scientifiques au service du gouvernement depuis une dizaine d'années (Lafferrière et al., 1995; .Gangbazo, 1990; Conseil des productions végétales du Québec, 1990; Bisson et Gaudreau, 1992). Non seulement l'inertie gouvernementale face à la pollution agricole a entraîné des dommages environnementaux mais également des coûts supplémentaires pour les contribuables y compris pour les agriculteurs du Québec.

Par exemple, selon le rapport du vérificateur général du Québec pour l'année 1995-1996, la technique d'arrosage des pesticides en bande aurait réduit de 50% l'usage des herbicides, soit une économie nette de 7 millions de dollars pour les entreprises agricoles. De même, un coût de production qui inclurait l'arrosage en bande réduirait d'autant les compensations versées par la Régie des assurances agricoles (Vérificateur général du Québec, 1996, p. 42). Toujours selon celui-ci, les producteurs de maïs-grain qui font de l'arrosage en bande ont des rendements égaux ou supérieurs à ceux qui ne recourent pas à cette pratique et ils ne réclament pas plus fréquemment d'indemnités d'assurance-récolte. Pourtant, peu de producteurs adoptent des pratiques qui réduiraient l'usage des pesticides. L'information recueillie dans la seule région qui conserve des données sur les techniques utilisées par les producteurs révèle que seulement 16% des surfaces de maïs-grain font l'objet d'une technique d'arrosage en bande (Vérificateur général du Québec, 1996, p. 42).

D'autres pratiques culturales plus environnementales sont connues depuis longtemps par les agronomes. Une de ces pratiques consiste à faire des rotations de culture les plus longues possibles (Poissant, 1992). En effet, la rotation des cultures et la complémentarité des plantes peuvent enrayer les infestations d'insectes et de plantes nuisibles et conséquemment réduire l'usage de pesticides en agriculture. Il suffit pour cela d'effectuer une rotation des différentes cultures d'une année à l'autre ou bien d'intercaler différentes cultures dans un même champ.

Ces pratiques empêchent la propagation des insectes et des plantes indésirables tout en permettant une meilleure gestion de la fertilité des sols en y fixant l'azote. Par exemple, au Minnesota, l'augmentation de la rotation des cultures a permis une réduction de 68% de l'usage des insecticides

pour la culture du maïs faisant ainsi passer la superficie à traiter de 36% à 12% en 15 années (Hoppin et al., 1996).

L'utilisation des techniques culturales innovantes comme la culture en bande, la culture intercalaire ou l'adoption d'une croissance contrôlée des plantes permettrait d'augmenter la diversité biologique végétale et animale ainsi que le contrôle naturel des insectes nuisibles (Poissant, 1992). En ce qui concerne la gestion des engrais, le compostage permettrait de réduire la contamination de l'eau par les micro-organismes pathogènes et par les nitrates au moment de l'épandage (Côté, 1990). Cette liste de moyens agraires alternatifs n'est pas exhaustive mais constitue une piste des solutions possibles. En fait, il existe bien d'autres alternatives écologiques aux pesticides qui ne sont pas énumérées dans ce rapport. Mais il est fort probable qu'une combinaison de toutes ces pratiques permettrait de réduire à zéro, après quelques années, l'usage des pesticides chimiques.

Les alternatives à l'emploi de ces produits et aux techniques conventionnelles sont nombreuses dans la littérature traitant de l'agriculture biologique. L'agriculture biologique demeure la meilleure alternative à l'utilisation sans contrôle des fertilisants et des pesticides. Cependant, même si une bonne partie des agriculteurs veulent ou voudraient se convertir à l'agriculture biologique, ils ne peuvent s'en sortir avec le système d'aide financière actuel du gouvernement. En effet, le MAPAQ et les autres organismes qui subventionnent les agriculteurs en accordant de l'aide financière sans exiger de critères environnementaux encouragent les producteurs qui sont souvent les plus polluants. Par exemple, le rapport du vérificateur général de 1995-1996 dévoile que le gouvernement a versé 100 millions de dollars en trop à l'industrie du porc même si elle remporte la palme d'or au palmarès des activités agricoles les plus dommageables pour l'environnement. En effet, cette industrie agricole est la principale source de surplus de fumier et provoque une forte contamination dans plusieurs bassins versants (Vérificateur général du Québec, 1996).

Jusqu'à présent, rares sont les incitatifs financiers qui appuient les producteurs agricoles à choisir l'agriculture biologique ou des techniques moins dommageables pour la qualité de l'environnement et moins risquées pour la santé de la population. Comme exemple, nous pouvons citer la fermeture récente du Centre de développement de l'agrobiologie en raison principalement d'un manque d'appui financier gouvernemental. Le privilège financier qu'accorde le gouvernement aux industries agricoles polluantes est inadmissible dans le contexte économique et environnemental actuel.

Le système d'aide financière actuel s'oppose fondamentalement à l'orientation de développement durable formulée par le gouvernement. À l'instar des recommandations du vérificateur général du Québec, datant de 1995-1996, il est nécessaire que le MAPAQ inclue des pratiques culturales respectueuses de l'environnement dans les modèles de coûts de production à la base de l'assurance-stabilisation et qu'il s'assure que les producteurs agricoles les adoptent.

Devant la multitude des études gouvernementales décrivant le sombre portrait de la qualité de l'eau en milieu agricole et les coûts que cette dégradation entraînent, le manque de volonté politique est

difficile à accepter. Peut-être y a-t-il de vieux mythes toujours présents en circulation, à savoir que l'agriculture biologique est moins rentable que l'agriculture chimique. Rentable pour qui, voilà la question. Il est évident que l'agriculture chimique est très lucrative pour les multinationales qui produisent des pesticides, des engrais chimiques ou des espèces végétales modifiées génétiquement. En cherchant un tout petit peu, on pourrait se rendre compte que ces multinationales se réduisent à deux ou trois grands noms et qu'elles fournissent la majorité des produits chimiques utilisés en agriculture. Par contre, si l'on se met du côté de la population en y incluant les agriculteurs, la rentabilité à moyen et à long terme d'un tel choix est loin d'être prouvée. D'ailleurs, une étude datant de 1989 de l'Académie des sciences des États-Unis révèle que l'agriculture biologique est au moins aussi efficace et rentable que les méthodes basées sur le recours intensif aux engrais et pesticides chimiques.

On peut ajouter que le choix fait par le gouvernement du Québec de se confiner à l'agriculture chimique risque de lui nuire économiquement dans le futur en plus d'aggraver la contamination de l'eau et du sol sur le territoire québécois. En effet, il ne pourra probablement pas faire compétition aux pays européens qui en convertissant de plus en plus leur ancien système agricole chimique en biologique sont en train de développer leur expertise et de dominer le marché. Le Québec est sérieusement en retard sur l'Europe qui, depuis la fin des années 1980, possède des programmes d'aide à l'agriculture biologique.

Non seulement de nombreux pays de la communauté européenne offrent des programmes d'aide pour la transition à l'agriculture biologique mais ils se sont dotés d'une réglementation dans laquelle l'appui financier privilégie les produits qui en sont issus (Duval, 1996). Actuellement, il n'existe aucun programme québécois de ce type et rien n'apparaît dans ce sens non plus dans les orientations futures du MAPAQ. Au contraire, l'accent est mis sur la croissance et l'aide financière semble toujours accordée sans véritables exigences environnementales (Québec, 1998b; Vérificateur général du Québec, 1996).

Ainsi, la réglementation québécoise relative au contrôle de la pollution agricole démontre des lacunes importantes et elle est rarement prise au sérieux par les producteurs agricoles (Vérificateur général du Québec, 1996). Il est pourtant essentiel que le gouvernement adapte la réglementation en cours à l'ampleur de la problématique actuelle afin d'assurer la durabilité des activités agricoles et la protection de l'environnement, ce qui profitera largement à l'ensemble de la population tant pour des raisons économiques et de santé publique qu'environnementales.

CONCLUSION

Finalement, le fait de se tourner continuellement vers de nouveaux pesticides et vers l'épandage d'engrais sans tenir compte de la capacité du sol et des plantes ne constitue pas une solution aux problèmes auxquels fait face l'agriculture québécoise. La seule solution viable tant au niveau économique et environnemental qu'en santé publique est d'adopter une agriculture biologique ou du moins de restreindre au minimum l'utilisation des pesticides tout en adoptant des techniques agraires plus écologiques.



6.2 Recommandations au Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement (BAPE) portant sur la gestion de l'eau au Québec

«Pour une politique de transition à l'agriculture biologique au Québec »

Considérant que la pollution agricole est la première responsable de la pollution des cours d'eau au Québec,

Considérant l'augmentation des coûts au niveau de la santé humaine, coûts reliés au mal développement agro-industriel actuel (épidémies de gastro-entérite, risques de pandémies, risques d'augmentation des niveaux de cancers, méthémoglobinémies infantiles, mutations génétiques et tétra génétiques, risques d'augmentation des avortements spontanés),

Considérant l'augmentation marquée des coûts de traitement de l'eau potable dans les zones à forte production agricole,

Considérant que le modèle agro-industriel actuel porte atteinte à la biodiversité et la santé des écosystèmes,

Considérant la perte d'emplois reliés à l'industrialisation de l'agriculture depuis les 40 dernières années (de 134 000 fermes en 1951 à 36 000 fermes aujourd'hui),

Considérant que l'ensemble du peuple québécois finance un modèle agro-industriel qui hypothèque le capital naturel laissé aux générations futures,

Considérant que le système de lois et règlements régissant la production agricole offre une quasi-immunité de poursuite aux agriculteurs,

Considérant que les pesticides ne sont plus assujettis à la LQE, parce qu'ils ne sont plus considérés comme des contaminants aux yeux de la loi,

Considérant que, ces dernières années, l'irrigation des cours d'eau a transformé ceux-ci en égouts par l'industrie agricole,

Considérant que le modèle agro-industriel d'intégration verticale du marché concentre les pouvoirs aux mains de quelques grands consortiums économiques et enlève l'autonomie sociale et économique aux populations locales,

Considérant que des études récentes du maïs transgéniques contenant du BT prouvent que ce BT peut tuer des insectes désirables tels que le papillon monarque,

Considérant que l'agriculture biologique respecte le vivant au lieu de le détruire,

Considérant que le modèle d'agriculture biologique crée plus d'emplois que le modèle agro-industriel actuellement priorisé,

Il est proposé :

6.2.1 La mise en place d'un plan de transition à l'agriculture biologique :

- 1) Tout nouveau projet agricole et/ou agrandissement d'exploitations existantes devraient être une production de type biologique.
- 2) Tout nouveau projet de production animale devrait utiliser des techniques de compostage ou être sur litière et ne devrait pas excéder 40 unités animales (environ 200 cochons).
- 3) La mise en place d'un plan de transition à l'agriculture biologique, complet sur une période de 12 ans, permettant trois vagues successives (4 ans) de processus de transition.
- 4) La mise en place d'une politique de subvention à l'hectare, pour les espaces de culture convertis à l'agriculture biologique, pouvant varier de 200\$ à 600\$ à l'hectare, pour une période maximale de 4 ans, avec des subventions directes aux agriculteurs (trices).
- 5) La mise en place de ce programme nécessitera naturellement une réorientation de l'utilisation des fonds actuellement versés aux agriculteurs et industries agricoles au niveau provincial et fédéral.
- 6) La cessation complète dans 12 ans de toute agriculture utilisant des intrants chimiques sur l'ensemble du territoire québécois.
- 7) L'augmentation et la réinjection de fonds dans la recherche et le développement en agriculture biologique.
- 8) Le système éducatif sera également mis à profit, avec une augmentation de 80% de contenu éducatif à saveur biologique d'ici quatre ans.
- 9) Au niveau des commerces de détail, l'intégration de la production se fera en fonction du pourcentage de transitions effectuées.

6.2.2 La mise en marché régional de la production agricole

- 10) Au niveau des commerces de détail, l'intégration de la production se fera en fonction du pourcentage de transitions effectuées.
- 11) Une campagne de publicité et d'étiquetage des produits biologiques.
- 12) La mise en place d'un programme de commercialisation et de mise en marché dans une structure de transformation, de distribution et de mise en marché régional et interrégional.
- 13) Pour la mise en marché, l'agriculture biologique soutenue par la communauté, telle que développée par Équiterre, devrait être valorisée au niveau de la promotion et du développement
- 14) Une augmentation massive des ressources financières et humaines du Ministère de l'Environnement du Québec, permettant un suivi aux champs rigoureux.

6.2.3 DES NORMES ENVIRONNEMENTALES PLUS SÉVÈRES AU NIVEAU DE LA QUALITÉ DE L'EAU

- 15) Le règlement sur la pollution agricole doit être modifié afin d'inclure une prohibition générale qui pourrait se lire comme suit :

« Il est interdit de contaminer l'eau se trouvant sur exploitation agricole par l'épandage de déjections animales ou par l'usage de produits chimiques de synthèse à des niveaux qui compromettent la santé humaine et la santé des écosystèmes aquatiques. »

- 16) Il est donc interdit de dépasser la norme de plus de 100 coliformes fécaux par 100 ml (UFC – 100 ml) dans tout cours d'eau ou dans toute nappe phréatique présente sur une exploitation agricole.
- 17) Il est interdit de dépasser la norme de plus de 0,05 Mg-Nitrate - L, qui est la norme sur la qualité de l'eau potable proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans tout cours d'eau ou nappe phréatique présente sur une exploitation agricole.
- 18) Il est interdit de dépasser la norme de plus de 50 microgramme (Ug) – L de thriahalométhanes tel que recommandé par Santé Canada pour l'eau de consommation.
- 19) Que le gouvernement québécois élargisse ses normes pour englober les acides acétiques ou tout sous-produit de chloration pouvant être associé à un risque cancérigène.
- 20) Après 12 ans de transition vers l'agriculture biologique, il sera interdit d'utiliser des substances toxiques rémanentes et bioaccumulations sur toute exploitation agricole. Les critères utilisés pour déterminer la rémanence devraient être ceux qui sont proposés par l'Accord sur la qualité des eaux des Grands Lacs soit :

« Substances toxique rémanente » désigne toute substance toxique dont la demi-vie dans l'eau est supérieure à 56 jours » (Annexe 12, article 1(a))

- 21) Les critères utilisés pour déterminer la bioaccumulation devraient être ceux utilisés par d'autres agences de protection de l'environnement comme nos voisins ontariens qui utilisent un facteur de bioaccumulation de 500.
- 22) Bien sûr, ces nouvelles normes devraient être mises en vigueur par le Ministère de l'Environnement par des inspections, prélèvements et analyses effectués pour l'ensemble des exploitations agricoles sur une base annuelle (minimum).
- 23) Tout contrevenant devrait être poursuivi et condamné à une amende fixée au minimum à 5 000\$ pour une première offense, 10 000\$ pour une deuxième et 20 000\$ pour toute récidive. L'argent ainsi récolté devrait être déposé dans un fonds consacré à la promotion et la mise en place de la production biologique.
- 24) Le retour d'impôt foncier, de ceux et celles qui ne sont pas intégrés dans une démarche de transition à l'agriculture biologique après 12 ans, sera mis dans un fonds de restauration des écosystèmes.

6.2.4 Des normes environnementales plus sévères au niveau de l'irrigation et l'érosion des sols

Il existe une politique de protection des rives et littoraux. Celle-ci devrait être modifiée afin de devenir un règlement qui inclurait les recommandations suivantes :

- 24) Tout projet d'irrigation ou de modification du réseau hydrique de surface ou d'exploitation de la nappe souterraine à des fins agricoles devrait faire l'objet d'une demande de permis auprès du ministère de l'environnement, laquelle demande devrait être assujettie à un processus de consultation publique et ce, à partir du 1^{er} janvier de l'an 2001.
- 25) Tout projet d'irrigation ou de modification du réseau hydrique de surface ou d'exploitation de la nappe souterraine à des fins agricoles devrait être inscrit dans le schéma d'aménagement de la MRC et approuvé par au moins les deux tiers des membres du conseil de la MRC.
- 26) Tout projet de modification des berges, littoraux et rives des cours d'eau (tel que défini dans la politique de protection des rives et littoraux) devrait faire l'objet d'une demande de permis auprès du ministère de l'environnement, demande assujettie à un processus de consultation publique et ce, à partir du 1^{er} janvier de l'an 2001.
- 27) Une bande minimum de 5 mètres de végétation sur chaque rive ayant une pente de 30% ou moins devrait être conservée le long des cours d'eau, fossés d'irrigation et plans d'eau sur toute exploitation agricole.
- 28) Une bande minimum de 10 mètres de végétation sur chaque rive ayant une pente de 30% ou plus devrait être conservée le long des cours d'eau, fossés d'irrigation et plans d'eau sur toute exploitation agricole.
- 29) Tout contrevenant devrait être poursuivi et condamné à une amende minimum de 5,000\$ pour une première offense, de 10,000\$ pour une deuxième et de 20,000\$ pour toute récidive. L'argent ainsi récolté devrait être déposé dans un fonds dédié à la restauration et à la protection des berges.

6.2.5 Un moratoire sur l'utilisation des organismes génétiquement modifiés (OGM)

- 30) Moratoire total sur tout nouveau développement de plantes, semences et organismes vivants génétiquement modifiés.
- 31) Retrait immédiat des productions expérimentales et commerciales actuelles.
- 32) Mise en place d'un plan de surveillance de la prolifération des semis transgéniques et d'analyse des impacts actuels sur la chaîne alimentaire et la biodiversité.
- 33) Étiquetage immédiat et obligatoire de tout aliment ou produit transformé pouvant contenir des organismes génétiquement modifiés.

RÉFÉRENCES

- Abenhaim, L., D. Bard et S. Cordier. 1989. "Vietnam: l'agent orange vingt ans après". *La Recherche*, vol. 20, no. 209, p. 544.
- Alavanja, M.C.R., G., Akland, D. Baird, A. Blair, A. Bond, M. Dosemeci, F. Kamel, R. Lewis, J. Lubin, C. Lynch, S. McMaster, M. Moore, M. Pennybacker, L. Ritz, N. Rothman, A. Rowland, D. P. Sandler, R. Sinha, C. Swanson, R. Tarone, C. Weinberg et S.H. Zahm. 1994. "Cancer and noncancer risk to women in agriculture and pest control: the agricultural health study". *Journal of occupational medicine*, vol. 36, no. 11, p. 1247-1250.
- Ayotte, Pierre, Éric Dewailly, et Jacques Brisson. 1994. "L'exposition aux composés organochlorés estrogéniques et le cancer du sein". *Bulletin d'information en santé environnementale*, vol. 5, no. 4, p. 1-4. Version électronique: http://www.cspq.qc.ca/cse/bise/bise_5_4.htm, le 99-03-29.
- Ayotte, Pierre, Éric Dewailly, Sylvie Dodin, Michel Thabet et Roland Tremblay. 1996. *Exposition aux organochlorés et aux métaux lourds et la fonction reproductrice mâle*. Programme relatif aux effets du Saint-Laurent sur la santé humaine. Centre de santé publique de Québec, 20 p.
- Ayotte, Pierre, Éric Dewailly, Raynald Roy, Marthe Belles-Isles et Édouard Kouassi. 1997. *Les effets de l'exposition prénatale aux organochlorés et aux métaux lourds sur la fonction immunitaire: étude pilote*. Rapport Saint-Laurent Vision 2000, 49 p.
- Ayotte, P. et M. Larue. 1988. *Micropolluants organiques. Campagne d'échantillonnage de l'été 1987, rapport d'étape*. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des eaux souterraines et de consommation, 35 pages.
- Ayotte, P. et M. Larue. 1990. *Micropolluants organiques. Campagnes d'échantillonnage printemps/été 1987 et hiver 1988*. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des eaux souterraines et de consommation, Québec, 38 p.
- Bastien, C. et C.A. Madramootoo. 1992. "Presence of pesticides in agricultural runoff from two potato fields in Quebec". *Canadian Water Resources Journal*, vol. 17, no.3, p. 200-212.
- Beaudet. R. 1999, *Les eaux souterraines, document de soutien à l'atelier de travail de la Commission du 3 juin 1999 à Québec*, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, (142) La gestion de l'eau au Québec, 37 p.
- Beaulieu, Robert. Et al. 1988. *Guide d'analyse et d'aménagement de cours d'eau à des fins agricoles* Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation. 45 pages.
- Bellicha, G. et P. Bellicha. 1987. *Dictionnaire médical Bordas*. Éditions Bordas, Paris, 479 pages.
- Bernard, Claude. 1990. *La conservation de l'eau par la gestion des sols*. Actes du colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole (12 et 13 février 1990), page 181 à 187.
- Berryman, D. et I. Giroux. 1994. *La contamination des cours d'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive de maïs au Québec. Campagnes d'échantillonnage de 1992 et 1993*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 134 p.
- Bisson, Sylvie, et Danielle Gaudreau. 1992. *La consommation de l'eau potable et la santé: évaluation critique de l'état de la question selon la littérature épidémiologique*. Centre hospitalier Valleyfield, Département de santé communautaire, 131 p.
- Bolduc, Daniel. 1998. *Bilan des éclosions de maladies d'origine hydrique signalées dans les directions régionales de la santé publique du Québec en 1993, 1994 et 1995*. Comité de santé environnementale du Québec, Conseil des directeurs de santé publique du Québec, 8 p.

Bolduc, Daniel. 1995. "Circonstances et causes des épidémies d'origine hydrique survenues au Québec de 1989 à 1993". In *Compte-rendu du 18e symposium international sur le traitement des eaux usées (AQTE) et du 7e atelier sur l'eau potable* (Montréal, 7-9 novembre 1995), sous la dir. de Claude E. Delisle et Michel A. Bouchard, p. 266-276. Montréal: Collection Environnement de l'Université de Montréal.

Bouchard, D. « *La hiérarchie des normes environnementales entre les lois et règlements provinciaux et les règlements municipaux* » dans *Développements récents en droit de l'environnement (1999)*, Service de la formation permanente du Barreau du Québec, Édition Yvon Blais Inc., Québec, p.225-260

Brassard, J. « *La gestion des cours d'eau municipaux: un héritage à apprivoiser* » dans *Développements récents en droit municipal (1997)*, Service de la formation permanente du Barreau du Québec, Éditions Yvon Blais Inc., Québec, p. 93-159

Broes, André. 1987. "Revue des caractéristiques des *Escherichia coli* responsables de diarrhée chez l'humain et les animaux". *Le Médecin vétérinaire du Québec*, novembre, vol. 17, no. 4, p. 198-200.

Cantor, P. K., A. Blair, G. Everett, R. Gibson, L.F. Burmeister, L.M. Brown, L. Schuman et F. R. Dick. 1992. "Pesticides and other agricultural risk factors for non-hodgkin's lymphoma among men in Iowa and Minnesota". *Cancer Research*, vol. 52, p. 2447-2455.

Centre Anti-Poison du Québec. 1998. *Statistiques sur les intoxications par les pesticides. Rapport annuel 1997*. Sainte-Foy, 36 p.

Chabot, Réjean. 1990. *Besoins en eau pour les productions animales* Actes du colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole (12 et 13 février 1990), page 83 à 89.

Chartrand, Josée, Patrick Levallois, Denis Gauvin, Suzanne Gingras, Joël Rouffignat, et Marie-France Gagnon. 1999. "La contamination de l'eau souterraine par les nitrates à l'île d'Orléans". *Vecteur Environnement*, vol. 32, no. 1, p. 37-46.

Conseil des productions végétales du Québec. 1990. *Actes du colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole* (Québec, 12-13 février 1990). Québec, 334 p.

Côté, Denis. 1990. "Vers une gestion des engrais favorable à la conservation de l'eau". In *Actes du colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole* (Québec, 12-13 février 1990), sous la dir. du Conseil des productions végétales du Québec, p. 199-212. Québec.

Daigneault, D., « *L'environnement dans le secteur agro-alimentaire* » dans *Développements récents en droit de l'environnement (1991)*, Service de la formation permanente du Barreau du Québec, Éditions Yvon Blais Inc., Québec, p. 247-286.

« *Débordements récents en droit de l'eau* » dans *Développements récents en droit de l'environnement (1994)*, Service de la formation permanente du Barreau du Québec, Éditions Yvon Blais Inc., Québec, p. 307-332.

Davis, J.R., R.C. Brownson, R. Garcia, B.J. Bentz and A. Turner. 1993. "Family pesticide use and childhood brain cancer". *Archives of environmental contamination and toxicology*, vo. 24, p. 87-92.

Debailleul, G. 1998. "Le processus d'intensification de l'agriculture québécoise et ses impacts environnementaux: une rétrospective à méditer". *Vecteur Environnement*, vol. 31, no. 2, p. 49-54.

Désilet, Louis. 1988. *Vers une gestion harmonieuse de notre environnement agricole*. Association des biologistes du Québec, Montréal, 36 pages.

Domart, A., et J. Bourneuf. 1981. *Nouveau Larousse médical*. Librairie Larousse. Paris.

- Duval, Jean. 1996. " Les programmes européens d'aide à l'agriculture biologique ". *Bio-Bulle*, juillet-août, p. 14-16.
- Fuad, N. 1990. *Les pesticides et nous. Rapport de recherche sur les pesticides*. Fédération Nationale des Associations de Consommateurs du Québec, Montréal, 109 p.
- Gallichand, Jacques et al. 1993. *Les orientations en matière d'aménagement hydro-agricole*. Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, Québec, page 169 à 178.
- Gallichand, Jacques., Broughton, Robert, S. 1993. *Besoins en eau pour l'irrigation des cultures du sud-ouest du Québec*. Conseil des productions végétales du Québec, Bulletin technique numéro 19, 15 pages.
- Gangbazo, G., D. Couillard, A.R. Pesant, et D. Cluis. 1993. " Effets du lisier de porc sur la charge d'azote et de phosphore dans l'eau de ruissellement sous des pluies simulée ", *Can. Agr. Eng.*, vol. 35, p. 97-103.
- Gangbazo, Georges, et Jean Painchaud. 1999. " Incidence des politiques et programmes d'assainissement agricole sur la qualité de l'eau de six rivières - 1998-1995 ". *Vecteur Environnement*, vol. 32, no. 1, p. 29-36.
- Garneau R. et N. Goyer, 1996. *Les pesticides en milieu de travail. Bilans des connaissances*. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST), Montréal, 82 p.
- Gaudreau, Danielle. et Marlène Mercier. 1997. *La contamination de l'eau des puits privés par les nitrates en milieu rural*. Régie régionale de la santé et services sociaux Montérégie, Direction de la santé publique, Québec, 39 p.
- Giroux, L., « la Loi sur la qualité de l'environnement : grands mécanismes et recours civils. » dans *Développements récents en droit de l'environnement (1996)*, Service de la formation permanente du Barreau du Québec, Éditions Yvon Blais Inc., Québec, p. 263-331.
- « Où s'en va le droit québécois de l'environnement? » dans *Développements récents en droit de l'environnement (1997)*, Service de la formation permanente du Barreau du Québec, Éditions Yvon Blais Inc., Québec, p. 381-457
- « Le droit environnemental et le secteur agricole : développements législatifs et réglementaires récents » dans *Développements récents en droit de l'environnement (1998)*, Service de la formation permanente du Barreau du Québec, Édition Yvon Blais Inc., Québec, p. 155-197.
- Giroux, Isabelle. 1993. *Contamination de l'eau souterraine par l'aldicarbe dans les régions de culture intensive de pommes de terre, 1984 à 1991*. Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides, 61 p.
- Giroux, Isabelle. 1995. *Contamination de l'eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans les régions de culture de pommes de terre. Campagnes d'échantillonnage 1991-1992-1993*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 34 p.
- Giroux, I. et C. Morin. 1992. *Contamination du milieu aquatique et des eaux souterraines par les pesticides au Québec. Revue des différentes activités d'échantillonnage réalisées de 1980 à 1991*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides, Québec, 74 p.
- Godon, D., P. Lajoie, J.P. Thouez, D. Nadeau. 1993. *Étude de la répartition géographique des cancers du cerveau, des tissus lymphatiques et de la leucémie en fonction de l'utilisation des pesticides en milieu rural agricole au Québec : rapport final 1989*. Département de santé communautaire, Centre hospitalier de l'Université Laval et Ministère de l'Environnement, Québec, 179 p.

Grégoire, F. 1997. *Bilan des ventes de pesticides au Québec en 1995*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, Division des pesticides, 100 p.

Grenier, Margareth. et Noël Grenier. 1995. *Avis sur l'avant-projet de Loi sur la protection du territoire agricole et d'autres dispositions législatives afin de favoriser la protection et le développement durable des activités agricoles*. Comité de protection de la santé et de l'environnement de Gaspé inc., Douglstown, 77 p.

Grimard, Y. 1990. "Qualité générale de l'eau au Québec". In *Actes du colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole* (Québec, 12-13 février 1990), sous la dir. du Conseil des productions végétales du Québec, p. 24-37. Québec.

Groupe d'étude sur l'oncogène environnemenale (GÉOE). 1996. "Cancer et environnement". *Bulletin d'information en santé environnementale*, vol. 7, no. 1, p. 1-7. Version électronique: http://www.cspq.qc.ca/cse/bise/bise_7_1.htm, le 99-03-07.

Hoar, K.S., A. Blair, F.F. Homes, C.D. Boysen, R.J. Robel, R. Hoover et J.F. Fraumeni. 1986. "Agricultural herbicide use and risk of lymphoma and soft-tissue sarcoma". *JAMA*, vol. 256, no. 9, p. 1141-1147.

Hoppin, P.J., R.A. Liroff, et M.M. Miller. 1996. *Reducing reliance on pesticides in Great Lakes basin agriculture*. International policy program, World Wildlife Fund, Washington, 127 p.

Johnson, C.J. 1987. "Fatal outcome of methemoglobinemia". *JAMA*, vol. 257, p. 2796-2797.

Johnson, S.E. 1990. "Association between soft tissue sarcomas, malignant lymphomas, and phenoxy herbicides/chlorophenols: evidence from occupational cohort studies". *Fundamental and applied toxicology*, vol.14, p. 219-234.

Kapperud, G. 1991. "Yersinia enterocolitica in food hygiene". *Int-J-Food-Microbiol*. Amsterdam : Elsevier Science Publishers, B.V., vol. 12,no. 1, p. 53-66.

Laferrière, Michel, Jean-Jacques Minville, Jacques Lavoie et Pierre Payment. 1995. *L'industrie porcine: les risques reliés à la santé humaine*. Unité de santé publique, Centre hospitalier régional du Grand-Portage, Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec et Institut Armand-Frappier, 13 p.

Lafortune, M. et J.C., Panisset. 1988. "Mesure du risque d'exposition aux pesticides pour les producteurs agricoles du Québec". *Travail et Santé*, vol. 4, no. 2, p. S9-S14.

Lainesse, Pierre. 1991. *Bilan des épisodes de maladies d'origine hydrique rapportés par les DSC du Québec en 1989 et 1990*. Sous-comité de l'eau potable, Comité de santé environnementale des DSC du Québec.

Lainesse, Pierre, et Claude Julien. 1995. *Portrait de l'approvisionnement en eau potable dans la région Chaudière-Appalaches*. Régie régionale de la Santé et des Services sociaux Chaudière-Appalaches, Direction de la Santé publique et Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale Chaudière-Appalaches, 30 p.

Lajoie, M.1999, L'agriculture et ses multiples usages de l'eau, document de soutien à l'atelier de travail de la Commission du 2 juin 1999 à Québec, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, (142) La gestion de l'eau au Québec, 34 p.

Lamarche, Alain. 1992. *Qualité de l'eau: consommation humaine directe. Évaluation de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent, tronçon Cornwall-île d'Orléans, entre 1978 et 1988*. Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, direction de la connaissance de l'état de l'environnement, 100 p.

LeChevalier, Mark W., William D. Norton et Ramon G. Lee. 1991. "Occurrence of giardia and cryptosporidium spp. in surface water supplies". *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 57, no. 9, p. 2610-2616.

Lee, L.A., A.R. Gerber, D.R. Lonsway, J.D. Smith, G.P. Carter, N.D. Puhr, C.M. Parrish, R.K. Sikes, R.J. Finton, et R.V. Tauxe. 1990. "Yersinia enterocolitica O:3 infections in infants and children, associated with the household preparation of chitterlings". Boston, Mass.: Massachusetts Medical Society. *N-Engl-J-Med.*, vol. 322, no. 14, p. 984-987.

Lemieux, Claire, Bernadette Quémerais et Ken R. Lum. 1995. "Seasonal patterns of atrazine loading for the St. Lawrence river (Canada) and its tributaries". *Water Research*, vol. 29, no. 6, p. 1491-1504.

Levallois, Patrick. 1995a. "Eau potable et santé: état de la situation". In *Air intérieur et eau potable*, sous la dir. de Pierre Lajoie et Patrick Levallois, p. 153-162. Sainte-Foy: Les Presses de l'Université Laval.

Levallois, Patrick. 1995b. "Toxicité des contaminants associés au traitement de l'eau potable". In *Air intérieur et eau potable*, sous la dir. de Pierre Lajoie et Patrick Levallois, p. 205-219. Sainte-Foy: Les Presses de l'Université Laval.

Levallois, Patrick. 1997. "Qualité de l'eau potable et trihalométhanes". *Bulletin d'information en santé environnementale*, vol. 8, no. 6, p. 1-7. Version électronique: http://www.cspq.qc.ca/cse/bise/bise_8_6.htm, le 99-03-07.

Levallois, Patrick, et Denise Phaneuf. 1994. "La contamination de l'eau potable par les nitrates: analyse des risques à la santé". *Revue canadienne de santé publique*, vol. 85, no.3, p. 192-196.

McDuffie, H. 1994. "Women at work: agriculture and pesticides". *Journal of occupational medicine*, vol. 36, no. 11, p. 1240-1246.

Mercier, Marlène, et Danielle Gaudreau. 1997. "La contamination de l'eau des puits privés par les nitrates en milieu rural en Montérégie". *Bulletin d'information en santé environnementale*, vol. 7, no.6, p. 12-14. Version électronique: <http://www.cspq.qc.ca/cse/bise/bise>, le 99-03-07.

Mills, Christina J., Richard J. Bull, Kenneth P. Cantor, John Reif, Steve E. Hrudey, et Patricia Huston. 1998. "Risques pour la santé liés à la consommation de sous-produits de la chloration de l'eau potable: rapport d'un groupe d'experts". *Maladies chroniques au Canada*, vol. 10, no.3, p. 103-115.

Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec (MSSSQ), Direction générale de la santé publique. 1996. *Les risques pour la santé publique d'un développement non contrôlé de la production porcine au Québec*. Résumé. 11 p.

Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). 1998. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 387 p.

Morris, Robert D., Anne-Marie Audet, Italo F. Angelillo, Thomas C. Chalmers et Frederick Mosteller. 1992. "Chlorination, chlorination by-product and cancer: a meta-analysis". *American Journal Public Health*, vol. 82, no. 7, p. 955-963.

Muckle, Gina. 1995. "Les effets chez le nouveau-né et l'enfant de l'exposition prénatale aux organochlorés et au mercure". *Bulletin d'information en santé environnementale*, vol. 6, no. 4, p. 1-7. Version électronique: http://www.cspq.qc.ca/cse/bise/bise_6_4.htm, le 99-03-07.

Nadeau, Marie. 1993. "Escherichia coli producteur de vérotoxine (ECPV)". *Le Médecin vétérinaire du Québec*, Septembre, vol. 23, no. 3, p.133-136.

Nesbakken, T. 1992. *Epidemiological and food hygienic aspects of Yersinia enterocolitica with special reference to the pig as a suspected source of infection*. Norwegian College of Veterinary Medicine, Oslo, 110 p.

Painchaud, Jean. 1997. *La qualité de l'eau des rivières du Québec: état et tendances*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 58 p.

Parent, Sylvain. 1990. *Dictionnaire des sciences de l'environnement*. Ottawa: Éditions Broquet Inc., 748 p.

Payment, Pierre. 1997. " Virus entériques humains et parasites dans les eaux brutes des usines de traitement d'eau potable ". *Bulletin d'information en santé environnementale*, vol. 7, no. 6, p. 7-12. Version électronique: http://www.cspq.qc.ca/cse/bise/bise_7_6.htm, le 99-03-07.

Payment, Pierre. 1995. " Bactéries, virus et parasites dans les eaux de consommation : importance du problème ". In *Air intérieur et eau potable*, sous la dir. de Pierre Lajoie et Patrick Levallois, p. 163-177. Sainte-Foy: Les Presses de l'Université Laval.

Payment, Pierre, Aminata Berte, Benoit Barbeau, et Michèle Prévost. 1999. " Les risques à la santé associés à la consommation d'eau du Saint-Laurent et de ses affluents ". *Bulletin d'information en santé environnementale*, vol. 10, no. 1, p. 7-14. Version électronique: http://www.cspq.qc.ca/cse/bise/bise_10_1.htm, le 99-03-06.

Pham, Thao, Ken Lum et Claire Lemieux. 1993. " The occurrence, distribution and sources of DDT in the St. Lawrence river, Quebec (Canada) ". *Chemosphere*, vol. 26, no. 9, p. 1595-1606.

Pham, Thao, Ken Lum et Claire Lemieux. 1996. " Seasonal variation of DDT and its metabolites in the St. Lawrence River (Canada) and four of its tributaries ". *The Science of the Total Environment*, vol. 179, p. 17-26.

Poissant, Louis-Marie. 1992. *Pratiques et politiques pour un développement durable en agriculture au Québec*. Rapport de recherche. Maîtrise en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal, Montréal, 100 p.

Québec, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 1998a. Rapport annuel 1997-1998. Québec: Les Publications du Québec, 61 p.

Québec, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. 1998b. *Bilan de la politique ministérielle de développement durable*. Québec, 17 p.

Québec, ministère de l'environnement et de la faune, Direction des politiques du secteur municipal, Service de l'assainissement des eaux et du traitement des eaux de consommation. 1997. *L'eau potable au Québec: un second bilan de sa qualité 1989-1994*. Québec: Les publications du Québec, 65 p.

Quémerais, Bernadette, Claire Lemieux et Ken Lum. 1994. " Concentrations and sources of PCBs and organochlorine pesticides in the St. Lawrence River (Canada) and its tributaries ". *Chemosphere*, vol. 29, no.3, p. 591-610.

Ramade, F. 1990. " Des pesticides aux armes chimiques ". *La Recherche*, vol. 219, p. 382-390.

Riedel, D., N. Tremblay et E. Tompkins. 1997. *State of knowledge report on environmental contaminants and human health in the Great Lakes Basin*. Health Canada, Environmental health effects division, Great Lakes Health effects program, 354 p.

Riopel, Alain. 1993. *Les trihalométhanes dans les petits systèmes de distribution d'eau potable au Québec. Campagnes d'échantillonnage de 1987 et 1988. Programme de surveillance des micropolluants dans l'eau potable.* Québec, ministère de l'Environnement, Direction des écosystèmes urbains, 22 p.

Rochette et al. 1990. *Besoins en eau des cultures au Québec.* Actes du colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole, page 59 à 67.

Rondeau, Bernard. 1996. *Pesticides dans les tributaires du fleuve Saint-Laurent 1989-1991.* Environnement Canada, Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, Rapport scientifique et technique ST-62, 58 p.

Ross, M.A. et D. Hryhorczuk. 1996. *Changements dans la concentration des spermatozoïdes et dans leur fonction. Santé/Pollution: en bref.* Great Lakes Center for Occupational Safety of Public Health, University of Illinois, vol. 1, no 3.

Rousseau, Hélène. 1995. "Les contaminants chimiques de l'eau brute ou issus des canalisations du réseau de distribution". In *Air intérieur et eau potable*, sous la dir. de Pierre Lajoie et Patrick Levallois, p. 221-243. Sainte-Foy: Les Presses de l'Université Laval.

Roy, Louise, Patrick Levallois, Luc Champagne, et Hélène Rousseau. 1992. "Aperçu de la contamination de l'eau potable par les nitrates". *Bulletin d'information en santé environnementale*, vol. 3, no. 6, p. 3-5. Version électronique: http://www.cspq.qc.ca/cse/bise/bise_3_6.htm, le 99-03-29.

Saint-Laurent Vision 2000 - Volet Santé. 1998. *Le Saint-Laurent et la santé: l'état de la question.* Gouvernement du Canada, Gouvernement du Québec, 48 p. ISBN: 0-662-83003-2.

Santé Canada. 1996. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada.* Sixième édition. Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, Santé Canada, Ottawa, 102 pages.

Santé Canada, Direction générale de la protection de la santé, Laboratoire de lutte contre la maladie, Bureau des maladies infectieuses, Division des infections entériques et des toxi-infections alimentaires. 1998. *Rapport sur la surveillance canadienne intégrée de Salmonella, Campylobacter et Escherichia coli pathogène pour l'année 1995.* Relevé des maladies transmissibles au Canada, Supplément, vol. 24S5. http://www.hc-sc.gc.ca/hpb/lcdc/publicat/ccdr/98vol24/24s5/index_f.html, 27/03/99.

Simard, R.R., D. Cluis, G. Gangbazo, et S. Beauchemin. 1995. "Phosphorus status of forest and agricultural soils from a watershed of high animal density". *Journal of Environmental Quality*, vol. 24, p. 1010-1017.

Thibault, Marc, Sonia Blaney, et Benoît Lévesque. 1995. *Étude de la contamination microbiologique du fleuve Saint-Laurent et ses tributaires et impacts possibles sur la santé humaine.* Rapport Saint-Laurent Vision 2000. Centre de santé publique de Québec, Équipe santé et environnement, 92 p.

Vallée Pierre. 1998. *Problématique environnementale en milieu agricole*, Direction des politiques des secteurs agricoles et nature, Ministère de l'environnement et de la faune, 27 pages.

Vérificateur général du Québec. 1996. *Aide financière offerte aux producteurs agricoles. Étude conduite auprès du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, de la Régie des assurances agricoles du Québec et de la Société de financement agricole.* Rapport du vérificateur général à l'Assemblée nationale pour l'année 1995-1996, tome I, chapitre 2, p. 23-56. Québec.

Vérificateur général du Québec. 1990. Rapport du vérificateur général à l'Assemblée nationale pour l'année financière terminée le 31 mars 1990, chapitre 7, p. 124-203. Québec.

Walker, P.J., et D.J. Grimes. 1985. "A note on Yersinia enterocolitica in a swine farm watershed". *Journal of Applied Bacteriology*, vol. 58, p.139-143.

Wallis, P.M., S.L. Erlandsen, J.L. Isaac-Renton, M.E. Olson, W.J. Robertson, et H. Van Keulen. 1996. "Prevalence of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts and characterization of *Giardia* spp. isolated from drinking water in Canada". *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 62, no. 8, p. 2789-2797.

Wood, Richard.L., Rebecca Rose, Nancy E. Coe et Kathleen E. Ferris. 1991. "Experimental establishment of persistent infection in swine with a zoonotic strain of *Salmonella newport*". *American Journal of Veterinary Research*, vol. 52, no. 6, p. 813-819.

Zahm, H.S., D.D. Weisenburger, R.C. Saal, J.B. Vaught, P.A. Babbitt et A. Blair. 1993. "The role of agricultural pesticide use in the development of non-hodgkin's lymphoma in women". *Archives of environmental health*, vol. 48, no. 5, p. 353-358.

LEXIQUE

Auto-immunité:	Réaction immunitaire d'un sujet contre ses propres antigènes tissulaires.
Bio-accumulation:	Processus par lequel certaines substances endogènes ou exogènes présentes en faible quantité voient leur concentration augmenter dans un organe, un organisme vivant, une chaîne alimentaire, un écosystème.
Cancérigène:	Se dit de tout facteur susceptible de provoquer ou de favoriser l'apparition d'un cancer.
Défoliant:	Se dit d'un produit chimique provoquant la destruction de la végétation.
Érosion:	Ensemble de phénomènes d'ablation et d'accumulation qui contribuent à modifier et dans certains cas dégrader le sol.
Fertilisant:	Se dit de toute substance, organique ou minérale, permettant d'améliorer la productivité d'une terre, d'un sol.
Fongicide:	Substance ou préparation destinée à la destruction des champignons.
Herbicide:	Substance ou préparation destinée à détruire les mauvaises herbes.
Hypersensibilité:	Réaction exagérée à un allergène provoquant des changements pathologiques dans les tissus.
Immunosuppression:	Inhibition de la réponse immunitaire.
Immunitaire:	Relatif à la résistance naturelle ou acquise d'un organisme vivant à un agent infectieux (micro-organismes) ou toxique.
Ingrédient actif:	Substance toxique qui renferme une préparation antiparasitaire et à laquelle on attribue le degré d'efficacité de la préparation.
Insecticide:	Substance ou préparation destinée à la destruction d'insectes.
Mutagène:	Se dit d'un agent chimique ou physique susceptible de provoquer des mutations chez une espèce.
Persistence:	Propriété que possède une substance ou préparation antiparasitaire quelconque à demeurer active et efficace pendant une période.
Pesticide:	Substance ou préparation destinée à la destruction des organismes nuisibles, animaux ou végétaux.
Ruissellement:	Partie des précipitations ou de l'eau de fusion nivale qui s'écoule rapidement à la surface du sol et des versants.
Synergie:	Effet de la combinaison de plusieurs agents, de telle sorte que le résultat est supérieur à la superposition des propriétés de chacun des agents.
Tératogène:	Se dit d'un agent susceptible de produire des formes anormales ou monstrueuses.