

PESTICIDES ET EAU SOUTERRAINE :

PRÉVENIR
LA CONTAMINATION
EN MILIEU AGRICOLE

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Rédaction :

Évelyne Barrette¹, agronome, M. Sc.

Révision scientifique :

- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation :

Marie-Hélène April⁴, agronome, M. Sc.
Danielle Bernier³, agronome-malherbologiste
Raymond-Marie Duchesne⁴, biologiste-entomologiste, Ph. D.
Rémy Fortin³, agronome

- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs :

Richard Desrosiers¹, agronome
Sylvain Dion¹, chimiste, M. Sc.
Charles Lamontagne², hydrogéologue, ing. M. Sc.
Michel Ouellet², hydrogéologue, ing. M. Sc.

Révision linguistique :

Catherine Roberge⁵

1 Direction des politiques en milieu terrestre, Service des pesticides

2 Direction des politiques de l'eau, Service de l'aménagement et des eaux souterraines

3 Direction de l'innovation scientifique et technologique

4 Direction de l'environnement et du développement durable, Service des pratiques et des technologies agroenvironnementales

5 Direction des communications, Service de l'inforoute et de l'édition

Barrette, É., 2006. *Pesticides et eau souterraine : Prévenir la contamination en milieu agricole*, Direction des politiques en milieu terrestre, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec.

INTRODUCTION

L'eau souterraine est l'unique source d'alimentation en eau potable pour près du cinquième de la population québécoise, dont 90 % de cette fraction vivent dans une région rurale. Elle est également indispensable pour l'irrigation des cultures, la préparation des bouillies de pesticides, l'alimentation du bétail, etc. L'eau souterraine est vulnérable à de multiples sources de contamination dont celles d'origine agricole. En effet, l'utilisation de pesticides pour contrôler les organismes nuisibles aux cultures est une source potentielle de contamination.

En 2001, les ventes québécoises de pesticides pour le secteur de la production végétale représentaient 79,1 % des ventes totales soit 2 591 716 kilogrammes d'ingrédients actifs. Pour vérifier la présence de pesticides dans l'eau souterraine au Québec, le ministère a prélevé des échantillons dans des puits situés à proximité de champs de pommes de terre et de maïs, ainsi que de vergers de pommiers et de bleuetières. Le tableau suivant présente les ingrédients actifs utilisés en agriculture qui ont été détectés à une concentration supérieure à 0,5 µg/L lors de ces échantillonnages.

Tableau 1. Ingrédients actifs détectés à une concentration supérieure à 0,5 µg/L lors de prélèvements d'échantillons d'eau souterraine au Québec.

Type de pesticides	Ingrédients actifs	Exemples de préparations de commerciales*
Herbicides	atrazine hexazinone métolachlore métribuzine	AATREX 480, ATRAZINE 480 PRONONE, VELPAR DUAL II MAGNUM CONQUEST A, LEXONE, SENCOR
Insecticides	aldicarbe azinphos-méthyl carbofuran imidaclopride	N'est plus homologué GUTHION FURADAN ADMIRE
Fongicides	captane	SUPRA CAPTAN 80, MAESTRO 80

* Les préparations commerciales indiquées dans le tableau le sont à titre indicatif seulement. Les analyses des échantillons d'eau ne permettent pas de détecter les préparations commerciales mais uniquement les ingrédients actifs qui les composent.

Ces échantillonnages fragmentaires ne permettent pas de dresser un portrait complet de l'état de l'eau souterraine au Québec. Par contre, il est possible de constater que des pesticides sont à l'origine d'une altération de la qualité de l'eau souterraine. Les incertitudes quant à leurs effets sur la santé et la difficulté de décontaminer l'eau souterraine doivent inciter les intervenants du monde agricole à adopter une attitude préventive vis-à-vis cette ressource.

L'EAU SOUTERRAINE

D'OÙ PROVIENT L'EAU SOUTERRAINE ?

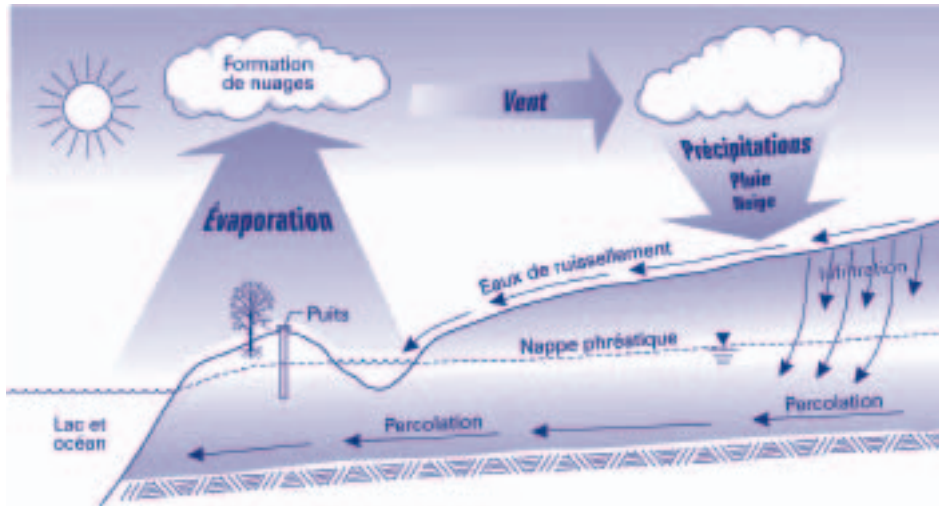


Figure 1. Cycle de l'eau

L'eau se déplace en empruntant une série de voies qui forment le cycle de l'eau. Lors des précipitations ou de la fonte des neiges, l'eau peut :

- s'évaporer et retourner dans l'atmosphère;
- s'écouler en surface vers les ruisseaux, les lacs ou les rivières;
- s'infiltrer dans le sol, et :
 - ❖ se lier aux particules de sol,
 - ❖ être utilisée directement par les plantes,
 - ❖ s'ajouter à l'eau souterraine existante, puis se déplacer par percolation vers des zones de résurgence naturelles telles que les sources, les lacs et les cours d'eau.

QU'EST-CE QUE L'EAU SOUTERRAINE ?

C'est l'eau qui s'infiltrate dans le sol. Elle se déplace à travers les pores et les fractures du sol jusqu'à ce qu'elle atteigne une couche peu perméable. Cette eau s'accumule au-dessus de cette couche et remplit soit les fractures du socle rocheux, soit les pores présents dans les milieux granulaires tels les sables et les graviers. Les formations géologiques qui contiennent suffisamment d'eau pour en permettre l'écoulement et le captage sont appelées « aquifères ». Ainsi, contrairement à la croyance populaire, l'eau souterraine n'est pas canalisée comme un ruisseau ou une rivière. Toutefois il est possible de l'utiliser pour s'approvisionner, tout comme l'eau des lacs et des rivières en surface.

QUELS SONT LES TYPES D'AQUIFÈRES ?

Essentiellement, il existe deux types d'aquifères :

- l'aquifère libre (aussi appelé nappe phréatique) : habituellement le moins profond. Dans l'est de l'Amérique du Nord, les nappes phréatiques se trouvent souvent à une profondeur de 2,5 à 14 m dans le sol.
- l'aquifère captif (aussi appelé confiné) : habituellement situé à une plus grande profondeur, il se situe sous une couche peu perméable par exemple, une couche d'argile.

La taille des aquifères est très variable; ils peuvent couvrir jusqu'à plusieurs kilomètres carrés.

COMMENT L'EAU SOUTERRAINE S'ÉCOULE-T-ELLE ?

L'eau souterraine s'écoule généralement des points hauts vers les points bas. Il est donc possible de s'inspirer de la topographie pour estimer dans quelle direction se produit l'écoulement. Localement, cette circulation naturelle de l'écoulement de l'eau peut être modifiée par un pompage important.

La vitesse d'écoulement dépend surtout de la perméabilité du sol ou de la roche et de la pente. Elle varie de plusieurs mètres par jour à quelques centimètres par siècle. Par exemple, dans certaines formations argileuses, l'eau peut franchir seulement quelques millimètres par année.

La vitesse d'écoulement de l'eau souterraine est un des facteurs qui influence la présence et la vitesse d'apparition des contaminants, tels que les pesticides, dans les puits. D'autres facteurs sont décrits en détail dans la section « Facteurs qui influencent la présence des pesticides dans l'eau souterraine ».

COMMENT LES AQUIFÈRES SONT-ILS RECHARGÉS ?

Aquifères libres (aussi appelés nappes phréatiques)

Leur recharge se fait directement par l'eau d'irrigation et des précipitations (pluie ou neige) qui s'infiltrer verticalement dans le sol. Parce que les aquifères libres sont généralement rechargés sur toute leur surface par l'eau d'infiltration, ils sont plus vulnérables à la contamination.

Aquifères captifs (aussi appelés aquifères confinés)

Leur recharge se fait également par l'eau d'irrigation et des précipitations. La surface de ces aquifères étant recouverte d'une couche peu perméable, la recharge a lieu aux endroits où cette couche est absente. Ainsi, comme ces aquifères sont protégés par la couche peu perméable, ils sont moins vulnérables à la contamination sauf aux points de recharge.

Le niveau d'eau des aquifères varie en fonction des précipitations annuelles, atteignant un maximum au printemps (et parfois à l'automne), et un minimum à la fin de l'été et en hiver.

LES PUITES

Un ouvrage de captage d'eau souterraine est une installation qui permet de puiser l'eau à partir des nappes d'eau souterraine. Ses principales composantes sont : une section tubée, un couvercle, une pompe, des tuyaux de raccordement et un réservoir. Ces composantes varient selon le contexte hydrogéologique local et les besoins en eau. Il existe plusieurs types d'ouvrages qui permettent de capter l'eau souterraine d'un aquifère. Au Québec, le puits tubulaire appelé « puits artésien » et le puits de surface sont les plus communément utilisés.

QU'EST-CE QU'UN PUIT DE SURFACE ?

C'est un ouvrage de captage dont le diamètre intérieur est généralement supérieur à 60 cm et qui a une profondeur d'au plus 9 m à partir de la surface du sol. Comme il est alimenté à partir de la nappe phréatique (ou aquifère libre), ce puits est plus vulnérable à la contamination puisqu'il exploite la portion supérieure de la nappe phréatique.

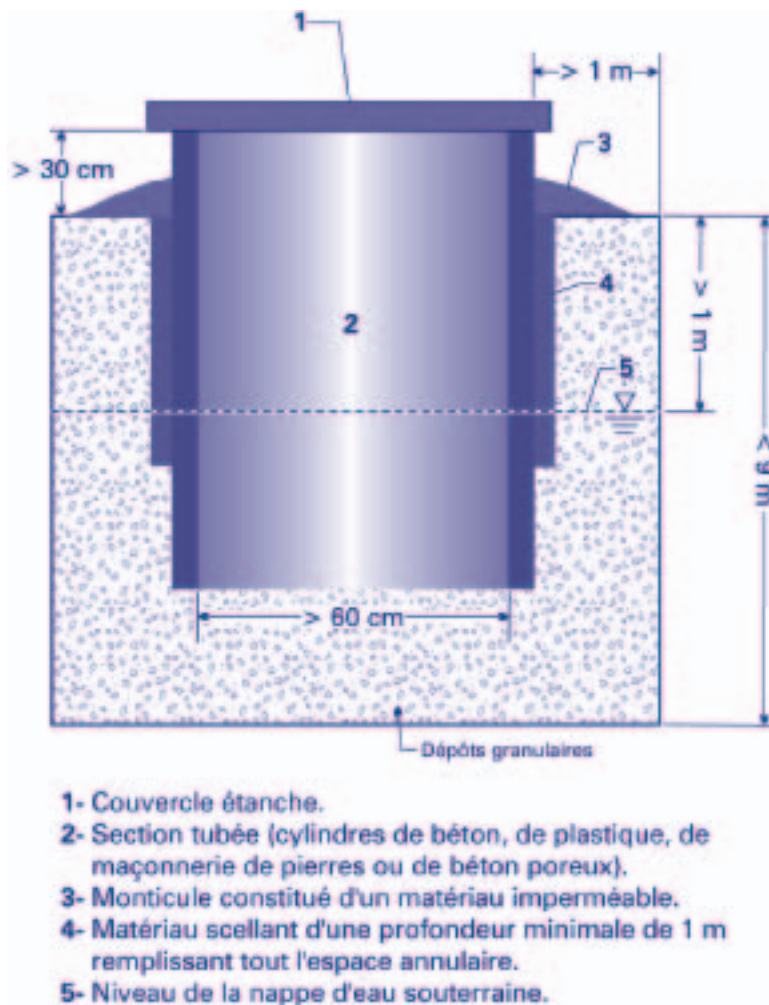


Figure 2. Schéma d'aménagement d'un puits de surface

QU'EST-CE QU'UN PUIS TUBULAIRE (OU PUIS ARTÉSIEN) ?

C'est un ouvrage de captage généralement de petit diamètre (152 mm) et de grande profondeur – plus de 9 m (en moyenne 45 m au Québec). Un puits tubulaire est couramment appelé puits « artésien ». Plus exactement, le terme « artésien » désigne un puits qui exploite un aquifère confiné pour lequel une condition artésienne est observée (remontée de l'eau dans le tubage, voire jaillissement à la surface).

En raison de la profondeur à laquelle l'eau souterraine est captée, les puits tubulaires sont moins vulnérables à la contamination.

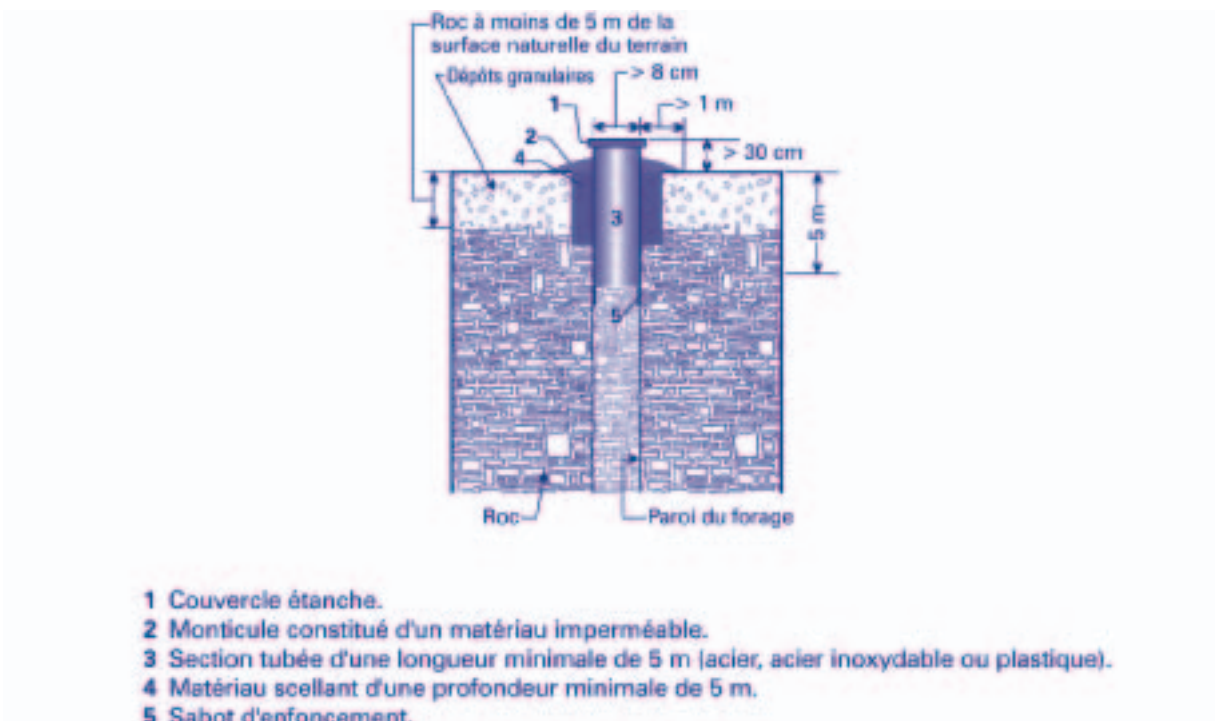


Figure 3. Schéma d'aménagement d'un puits tubulaire

PARAMÈTRES INFLUENÇANT LA CONTAMINATION DE L'EAU SOUTERRAINE

Plusieurs paramètres tels que des propriétés des pesticides, du sol et du site, des pratiques d'utilisation des pesticides et des caractéristiques des puits influencent la probabilité que des pesticides contaminent l'eau souterraine.

PROPRIÉTÉS DES PESTICIDES

Certaines propriétés des pesticides déterminent leur potentiel de lessivage, le lessivage étant l'entraînement des pesticides avec l'eau à travers le sol :

➤ Mobilité

Il s'agit du potentiel de déplacement d'un pesticide dans le sol. Elle dépend de la capacité de liaison des pesticides aux particules du sol, de la texture du sol et de son contenu en matière organique. Une fois adsorbés, les pesticides sont moins lessivables.

➤ Solubilité aqueuse

Il s'agit du potentiel qu'a un pesticide de se dissoudre (ou de se retrouver en solution dans l'eau). Une fois solubilisé, le pesticide peut être lessivé et atteindre un aquifère.

➤ Persistance dans le sol

Ce terme désigne le temps nécessaire pour qu'un pesticide se décompose (les produits de décomposition des pesticides peuvent toutefois affecter la qualité de l'eau). Plus un pesticide met du temps à se décomposer, plus le risque qu'il soit lessivé augmente.

Tableau 2. Potentiel de lessivage de certains pesticides.

Ingrédients actifs	Exemples de préparations commerciales ¹	Potentiel de lessivage ²
atrazine	AATREX 480, ATRAZINE 480	Élevé
bentazone	BASAGRAN FORTÉ	Élevé
dicamba	BANVEL II	Élevé
2,4-DB	COBUTOX 600, EMBUTOX 625	Élevé
diméthénamide	FRONTIER	Moyen
EPTC	EPTAM 8-E, ERADICANE 8-E	Moyen
s-métolachlore	DUAL II MAGNUM	Moyen
captane	SUPRA CAPTAN 80, MAESTRO 80	Faible
chlorothalonil	BRAVO 500	Faible
mancozèbe	DITHANE DG	Faible
pendiméthaline	PROWL 400	Faible
MCPA	WEEDAWAY MCPA	Faible
glyphosate	ROUNDUP TRANSORB, TOUCHDOWN 480	Faible
métirame	POLYRAM	Faible

¹ Les préparations commerciales indiquées dans le tableau le sont à titre indicatif seulement. Le potentiel de lessivage est évalué uniquement pour les ingrédients actifs qui les composent.

² Le potentiel de lessivage est évalué selon le Groundwater Ubiquity Score (GUS).

Pour réduire les risques de contamination de l'eau souterraine, choisir le pesticide dont le potentiel de lessivage est le plus faible.

PROPRIÉTÉS DU SOL

➤ Teneur en matière organique

La matière organique du sol retient l'eau et les pesticides. Plus le pourcentage en matière organique est élevé, plus les pesticides peuvent s'y lier (ou s'adsorber); ils deviennent moins sujets au lessivage.

➤ Texture

Il s'agit de la grosseur ou de la finesse des particules de sol (proportion de sable, de limon et d'argile). L'eau et les pesticides solubilisés s'infiltrent plus rapidement dans les sols de texture grossière (ex. : sable) par rapport à ceux de texture fine (ex. : argile).

➤ Perméabilité

Il s'agit de la capacité de déplacement de l'eau dans le sol. La perméabilité dépend de la grandeur et de la continuité des pores dans le sol. Ces pores forment des chemins préférentiels pour l'eau vers l'aquifère. La structure du sol et la présence de macropores (causés par l'action du gel et du dégel, de la sécheresse, des racines ou des organismes vivants (vers de terre, insectes, etc.)) ont une influence sur le degré de perméabilité. Dans les sols perméables, les pesticides solubilisés se lessivent rapidement et sont généralement moins décomposés lorsqu'ils atteignent l'aquifère. En effet, ils traversent rapidement les premiers centimètres du sol (zone racinaire) où l'activité microbienne de décomposition est la plus élevée. L'eau souterraine est donc plus vulnérable à la contamination sous les sols perméables.

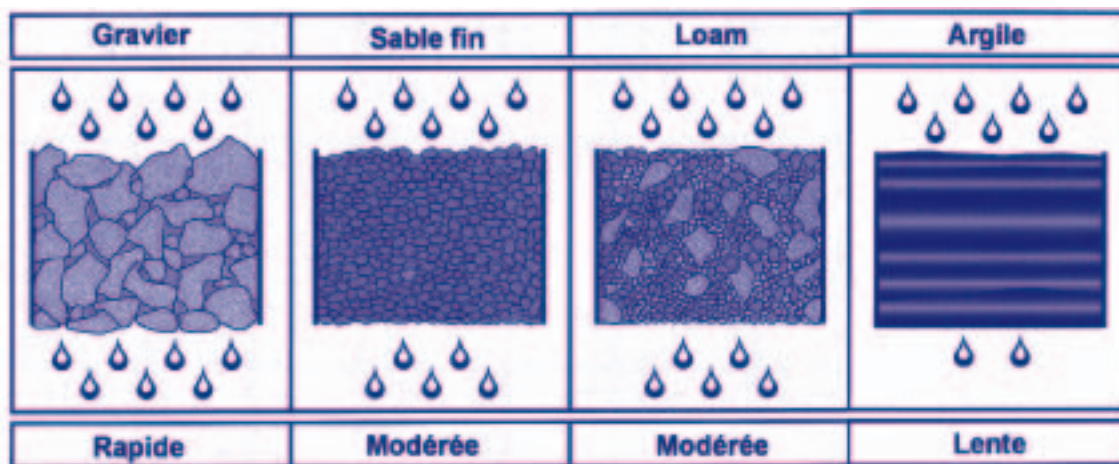


Figure 4. Vitesse de déplacement de l'eau dans le sol

Adapté de Les Pratiques de Gestion Optimales (PGO).

Lorsqu'on connaît bien les caractéristiques des sols où sont appliqués les pesticides, il est plus facile d'adopter des pratiques qui contribuent à réduire les risques de contamination de l'eau souterraine. Par exemple, le fait d'appliquer des fertilisants organiques ou de pratiquer certaines rotations permet d'augmenter la matière organique des sols à faible teneur. De plus, lorsqu'on connaît la nature du sol, on peut faire un choix plus éclairé des pesticides.

PROPRIÉTÉS DU SITE

- Pente
Exprimée en pourcentage, la pente est la différence d'élévation sur une distance donnée. Sur un terrain plat, soit une pente de 0 %, les possibilités de ruissellement sont très faibles. Les risques d'infiltration de l'eau dans le sol sont alors plus élevés.
- Précipitations
Leur abondance et le moment où elles se produisent ont une influence sur le lessivage. L'eau qui s'infiltré dans le sol en quantité supérieure aux besoins des cultures peut transporter les pesticides vers l'aquifère. Le lessivage des pesticides peut se produire surtout au printemps et à l'automne lorsque la pluviosité est élevée et que les cultures nécessitent peu d'eau.
- Profondeur de la nappe d'eau souterraine et temps de rétention à proximité de la surface du sol
Une nappe d'eau souterraine située près de la surface du sol est plus susceptible d'être contaminée qu'une nappe profonde (Tableau 3). En effet, si la nappe est élevée, la distance entre la nappe et la surface du sol est plus courte. Les pesticides mobiles (peu adsorbés par le sol), et ceux qui sont persistants (moins susceptibles de se décomposer), vont se retrouver rapidement dans la nappe. Plus la nappe reste longtemps près de la surface du sol, plus le risque de contamination est élevé.

Tableau 3. Possibilité de contamination de l'eau souterraine en fonction de la texture du sol et de la profondeur de la nappe d'eau souterraine.

Texture du sol (Vitesse d'infiltration de l'eau)	Profondeur de la nappe d'eau souterraine			
	Moins de 1 m	1 à 5 m	5,1 à 15 m	Plus de 15 m
Sables* (Rapide)	1**	1	1	2
Loams* (Moyen)	1	1	2	3
Loams argileux* (Lent)	1	2	3	4
Argiles* (Très lent)	1	3	4	4

*Sables : tous les sables et sables loameux

Loams : loams sableux, loam limoneux et loam

Loams argileux : limon argileux fin, loam sablo-argileux et loam argileux

Argiles : argile limoneuse, argile sableuse, argile lourde et argile

**Cotes de possibilité de contamination de l'eau souterraine :

1=Élevée

2=Moyenne

3=Faible

4=Très faible

Pour réduire les risques de contamination de l'eau souterraine, il est important de savoir à quelle profondeur se trouve la nappe. Elle peut être estimée par sa profondeur moyenne dans les puits avoisinants ou en consultant le Système d'information hydrogéologique (SIH) du MDDEP à l'adresse suivante : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/sih/index.htm>. Des cartes hydrogéologiques réalisées par le MDDEP sont également disponibles pour les municipalités régionales de comté (MRC) d'Argenteuil, de Deux-Montagnes, de Mirabel, de Portneuf et de Sainte-Thérèse-de-Blainville, ainsi que pour les localités situées dans le bassin versant de la rivière Châteauguay.

PRATIQUES D'UTILISATION DES PESTICIDES

- Quantité de pesticides appliquée
L'application fréquente de pesticides et leur utilisation à des doses élevées augmentent leurs quantités au sol et par conséquent, les risques de contamination de l'eau souterraine.
- Type d'application
L'application foliaire réduit la quantité de pesticides sur le sol comparativement à une application effectuée directement au sol (présemis, prélevée ou préplantation) ou par incorporation.
- Délai entre l'application d'un pesticide et une pluie (ou une irrigation)
Plus le délai est court, plus le risque de lessivage du pesticide augmente. En effet, le pesticide aura peu ou pas assez de temps pour être absorbé par l'organisme nuisible ou par la plante, adsorbé par le sol ou décomposé.

L'adoption de la lutte intégrée, l'application de pesticides à la plus faible dose efficace homologuée, l'application d'herbicides à des doses inférieures à celles inscrites sur l'étiquette, l'application localisée ou en bandes sont des exemples de pratiques qui permettent de diminuer les quantités de pesticides appliquées et de réduire les risques de contamination de l'eau souterraine.

CARACTÉRISTIQUES DES PUIITS

- Localisation des puits par rapport aux sources de contamination
En règle générale, plus la distance entre un lieu d'application ou de manipulation de pesticides et un puits est courte, plus le risque de contamination est élevé. Des règlements¹ exigent le respect de distances d'éloignement pour certaines activités se déroulant à proximité des puits.
- Construction et entretien du puits
Un puits dont la construction et l'entretien sont déficients rend l'eau souterraine vulnérable à la contamination par des infiltrations. Par ailleurs, un puits abandonné constitue une voie d'entrée préférentielle des pesticides vers les eaux souterraines, à moins qu'il ne soit obturé. L'obturation doit être conforme au *Guide technique sur le captage des eaux souterraines et sur le traitement des eaux usées des résidences isolées*.
- Type de puits
Les puits de surface sont plus vulnérables à la contamination que les puits tubulaires.

En identifiant les puits, il est facile de repérer ceux présents sur l'exploitation agricole ou à proximité, ce qui permet de savoir rapidement où ils se trouvent et de s'en éloigner lorsqu'on manipule ou applique des pesticides.

¹ Code de gestion des pesticides et Règlement sur le captage des eaux souterraines.

MANIPULATION DES PESTICIDES

Les sections suivantes présentent des exemples de bonnes pratiques à adopter lors de la manipulation des pesticides pour réduire les risques de contamination des puits et de l'eau souterraine. Elles sont un complément aux exigences réglementaires.

ENTREPOSAGE

- N'acheter que les quantités de pesticides nécessaires pour la saison culturale.
- Entreposer les pesticides dans un endroit réservé à cette fin, fermé à clef.
- Toujours entreposer les pesticides dans leurs contenants d'origine.
- Éviter de poser les contenants de pesticides directement sur le sol.
- Inspecter régulièrement les contenants pour détecter toute fuite.

PRÉPARATION

- Utiliser une citerne d'eau pour éviter le remplissage du pulvérisateur directement à un puits.
- Avoir un dispositif anti-retour entre le point d'approvisionnement en eau et le réservoir.
- Construire un aménagement de rétention permanent ou temporaire pour prévenir toute accumulation de pesticides dans le sol.
- Utiliser un système de mélange fermé permettant de transférer le pesticide directement de son contenant d'origine à la cuve du pulvérisateur.

APPLICATION

- Régler le pulvérisateur avant chaque saison culturale, le vérifier et l'entretenir régulièrement en saison.
- Répéter le réglage au moins une fois durant la saison culturale.
- Ne pas appliquer de pesticides avant une pluie ou une irrigation, pour éviter qu'ils ne soient lessivés ou qu'ils ruissellent vers des puits.

ÉLIMINATION DES SURPLUS DE BOUILLIE

- Calculer avec précision les quantités de pesticides à appliquer afin de réduire les surplus de bouillie.
- Éliminer les surplus de bouillie selon l'une ou l'autre des façons suivantes :
 1. Utiliser le surplus de bouillie dans des parcelles qui nécessitent le même traitement et qui n'ont pas déjà été traitées. S'assurer de ne pas dépasser les doses inscrites sur l'étiquette du pesticide. Tenir compte de ce traitement lors de la prochaine pulvérisation dans ces parcelles.

2. Si ce n'est pas possible, diluer le surplus de bouillie avec de l'eau (proportion bouillie : eau d'au moins 1 : 10) et le pulvériser sur un champ en jachère ou récolté. Être prudent dans le choix des cultures de rotation pour ces champs lors de l'élimination de surplus de bouillie d'herbicides résiduels.

➤ Faciliter le travail d'élimination des surplus de bouillie au champ :

- ❖ Avoir un pulvérisateur muni d'un réservoir avec un puits de soutirage pour réduire au maximum, à la fin de l'application, le surplus de bouillie quelle que soit l'inclinaison du pulvérisateur.
- ❖ Adapter sur le pulvérisateur une cuve de rinçage d'un volume de 10 % du réservoir ou de 10 fois le volume résiduel diluable. Cette cuve installée directement sur le pulvérisateur contiendra seulement de l'eau claire pour faciliter la dilution des surplus de bouillie directement au champ.

Registre des applications de pesticides

Tenir à jour un registre pour savoir quelles quantités de pesticides sont nécessaires pour chacune des parcelles afin de mieux planifier les achats et les traitements; ce qui permet de réduire les quantités entreposées et les surplus de bouillie.

NETTOYAGE DE L'ÉQUIPEMENT DE PULVÉRISATION

➤ Choisir un emplacement qui sera réservé au nettoyage des pulvérisateurs loin de tout puits ou de tout cours d'eau ou plans d'eau (au moins 30 m).

DISPOSITION DES CONTENANTS DE PESTICIDES

- Réduire l'utilisation de contenants en optant pour des sacs hydrosolubles et en achetant des pesticides en vrac.
- Nettoyer les contenants vides par la méthode du triple rinçage ou sous pression et verser le contenu dans le réservoir du pulvérisateur.
- Retourner les contenants recyclables (rincés, débarrassés de leur étiquette et du bouchon) dans un des sites de récupération du programme permanent de recyclage de CropLife.
- Mettre au rebut les contenants non recyclables, rincés et rendus inutilisables, pour les envoyer au site d'enfouissement municipal.

Surplus de pesticides

Conserver adéquatement les surplus pour l'an prochain. Certains fournisseurs reprennent les contenants neufs inutilisés. Pour éviter des surplus, calculer le plus précisément possible les quantités nécessaires.

GESTION DES PESTICIDES PÉRIMÉS

➤ Profiter des collectes de produits périmés offertes ou les confier à des entreprises spécialisées qui détiennent un permis du ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs.

OBLIGATIONS LÉGALES

➤ Concernant les pesticides :

- ❖ Le Code de gestion des pesticides, de juridiction provinciale, encadre les activités d'entreposage, de vente et d'utilisation des pesticides.
- ❖ La Loi sur les produits antiparasitaires, de juridiction fédérale, exige notamment que les instructions apparaissant sur les étiquettes soient respectées.

LE NON-RESPECT DES INSTRUCTIONS DE L'ÉTIQUETTE CONSTITUE UNE INFRACTION À LA LOI SUR LES PRODUITS ANTIPARASITAIRES ET AU CODE DE GESTION DES PESTICIDES.

➤ Concernant les puits :

- ❖ Le Règlement sur le captage des eaux souterraines s'applique à tous les projets d'aménagement ou de réaménagement d'ouvrages de captage ainsi qu'aux ouvrages existants. Il établit les normes relatives à la construction des forages, à l'aménagement et à la localisation des ouvrages de captage, à l'établissement d'aires de protection et à l'encadrement des activités agricoles.

Un ensemble de facteurs et de pratiques ont une influence sur les risques de contamination de l'eau souterraine par les pesticides. Il est essentiel d'avoir une bonne connaissance de l'exploitation agricole et des pesticides utilisés, et d'adopter les pratiques recommandées pour prévenir cette contamination.

Soyez vigilants et prévenez la contamination de l'eau souterraine!

RÉFÉRENCES

➤ Information générale

Environnement Canada (2004). « Activités concernant l'eau souterraine », Région des Prairies et du Nord, Régie des eaux des provinces des Prairies. *La Voie verte*^{MC}, site web d'Environnement Canada, (En ligne) <http://www.pnr-rpn.ec.gc.ca/water/fa01/fa01s55.fr.html>

Reynolds, W.D., C.A. Campbell, C. Chang, C.M. Cho, J. H. Ewanek, R.G. Kachaniski, J.A. MacLeod, P.H. Milburn, R.R. Simard, G.R.B. Webster et B.J. Zebarth (2003). « Contamination agrochimique des eaux souterraines », *Agriculture et Agroalimentaire Canada*, Direction générale de la recherche, (En ligne) http://res2.agr.ca/publications/hs/chap10_f.htm

University of Illinois, College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences (1993). « 50 ways farmers can protect their groundwater » This Land Series, 190 p., (En ligne) <http://www.thisland.uiuc.edu/50ways/50ways.html>

➤ Ouvrages de captage

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario (2003). *Pratiques de gestion optimales - Les puits*, édition révisée.

Ministère de l'Environnement (2003). *Le Puits*, Envirodoq no ENV/2003/0256.

Ministère de l'Environnement (2005). *Guide technique sur le captage des eaux souterraines et traitement des eaux usées des résidences isolées. Partie A - Faits saillants*. Québec, (En ligne) http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/residences_isolees/guide_interpretation/PartieA.pdf

➤ Pesticides et agriculture

Desrosiers, R., Bourque, J.-F., Brochu, Y., Duchesne, R.-M., Gingras, B., Laurin, Y. et M. Letendre (2003). *Pesticides et agriculture - bons sens, bonnes pratiques*, deuxième édition, Les Publications du Québec, Sainte-Foy, Québec, 87 pages.

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (1998). *Pratiques de gestion optimales - Entreposage, manutention et application des pesticides*.

➤ Potentiel de lessivage des pesticides

Gustavson, D.I. (1989). « Groundwater Ubiquity Score: A Simple Method for Assessing Pesticide Leachability », *Environmental Toxicology and Chemistry*, no 8, p. 339-357.

➤ Suivi des pesticides dans l'environnement

Giroux, I., M. Duchemin et M. Roy (1997). *Contamination de l'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive du maïs au Québec - Campagnes d'échantillonnage de 1994 et 1995*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, Envirodoq no EN940594.

Giroux, I. (1998). *Suivi environnemental des pesticides dans des régions de vergers de pommiers - Rapport d'échantillonnage de petits cours d'eau et de l'eau souterraine au Québec en 1994, 1995 et 1996*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, Envirodoq no EN980361.

Giroux, I. (2003). *Contamination de l'eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans les régions en culture de pommes de terre*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, Envirodoq no ENV/2003/0233, (En ligne)

http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/pomme_terre/Pesticides_pomme_terre.pdf

Giroux, I., Y. Girard et H. Tremblay (2003). *Concentrations d'hexazinone dans des prises d'eau potable près de bleuetières du Saguenay-Lac-Saint-Jean*, ministère de l'Environnement, Québec, Envirodoq no ENV/2004/0254, (En ligne)

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/bleuetiere/Hexazinone.pdf>

➤ Ventes de pesticides

Gorse, I. (2005). *Bilan des ventes de pesticides au Québec pour l'année 2001*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, Envirodoq no ENV/2005/0140, 70 p., (En ligne) <http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/bilan2001/bilan2001.pdf>

POUR EN SAVOIR PLUS

➤ Sur les aménagements de rétention

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. *Pratiques de gestion optimales* ➤ *Entreposage, manutention et application des pesticides*, 100 p.

➤ Sur la construction d'entrepôts

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Plan no 80431 « Local à produits antiparasitaires pour la ferme ». Pour commander: Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Direction de l'environnement et du développement durable, 200, chemin Sainte-Foy, 9^e étage, Québec (Québec), G1R 4X6. Un feuillet d'information est disponible sur Agriréseau, dans la Banque de plans, Constructions spéciales, (En ligne)

<http://www.agrireseau.qc.ca/banqueplans/Documents/Feuillet%2080431.pdf>

➤ Sur l'obturation des puits

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. *Guide technique sur le captage des eaux souterraines et le traitement des eaux usées des résidences isolées*, édition 2005.

➤ Sur la réglementation

❖ Provinciale

Code de gestion des pesticides, (En ligne)

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/pesticides/permis/code-gestion/code-enbref.htm>

Règlement sur le captage des eaux souterraines, (En ligne)

<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/index.htm>

❖ Fédérale

Loi sur les produits antiparasitaires, (En ligne)

<http://www.pmara-arla.gc.ca/francais/legis/pestcont-f.html>

➤ Sites de récupération de la CropLife (en anglais seulement), (En ligne)

<http://www.croplife.ca/english/collectionsites/>

Pour tout renseignement, vous pouvez communiquer avec le Centre d'information du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs :

Téléphone : (418) **521-3830**
1 800 561-1616 (sans frais)
Télécopieur : (418) 646-5974
Courriel : info@mddep.gouv.qc.ca
Internet : www.mddep.gouv.qc.ca

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec, 2006
ISBN : 2-550-46789-2
© Gouvernement du Québec, 2006

**Développement durable,
Environnement
et Parcs**

Québec 