



RÉGIE RÉGIONALE
DE LA SANTÉ ET DES
SERVICES SOCIAUX
MONTÉRÉGIE

DIRECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE,
DE LA PLANIFICATION ET DE L'ÉVALUATION

LA CONTAMINATION DE L'EAU DES PUITES PRIVÉS PAR LES NITRATES EN MILIEU RURAL *DOCUMENT COMPLÉMENTAIRE*

Présenté par:

Marlène Mercier, M.Sc.
Agente de planification et de programmation

et

Danielle Gaudreau, M.Sc.
Agente de recherche

Avec la collaboration de
Nathalie Bernier
Technicienne en recherche

Module environnement/sécurité
Décembre 2000

RÉSUMÉ

À l'hiver 1996, nous avons procédé à l'échantillonnage de nitrates et de bactéries d'un ensemble de 150 puits répartis sur un territoire pilote de la Montérégie (Gaudreau, D. et Mercier, M., 1998). Cette étude a démontré, en milieu agricole, que les puits de surface sont plus susceptibles d'être contaminés par les nitrates que les puits artésiens. De plus, pour cette période de l'année, il a été surprenant de constater l'apparition d'une importante contamination des puits de surface par les bactéries. En effet, 50,0% des puits de surface ont présenté une contamination bactérienne hors norme par rapport à 10,0% des puits artésiens. Nous avons donc voulu, dans un premier temps, effectuer un suivi de l'étude réalisée à l'hiver 1996. Comme nous n'avions qu'un petit nombre de puits de surface (16 sur 150 puits échantillonnés), nous avons recruté 34 autres puits de surface et avons effectué la mesure de nitrates et de bactéries dans l'eau de ces 50 puits à l'automne 1996 et à l'hiver 1997.

Les résultats de cette étude complémentaire nous ont permis d'observer que les puits de surface demeuraient contaminés par les nitrates en proportion plus élevée pour toutes les périodes d'échantillonnage (H1996: 62,0%, A1996: 41,0% et H1997: 38,0% des puits avec des concentrations $> 3,0$ mg/l) que les puits artésiens (H1996: 20,0%). Cependant, ces teneurs retrouvées dans les puits de surface ne semblent pas être influencées selon la saison puisque aucune différence significative n'a été notée entre les moyennes calculées de nitrates retrouvés dans les puits de surface pour les trois périodes d'échantillonnage.

Les puits de surface construits sur des sols sablonneux sont plus susceptibles à la contamination par les nitrates que ceux construits sur du roc ou des sols argileux. Ces résultats reflètent ceux obtenus lors de la première partie de l'étude. D'autres facteurs de contamination par les nitrates ont été étudiés, en fonction de leur distance par rapport au puits (à plus ou moins 30 mètres du puits). Cependant, aucun ne semble constituer un facteur significatif de contamination. Cette absence de relation entre la distance et le facteur de contamination (tel le type d'installation septique, l'entreposage de fumier, etc.) pourrait être due au fait de la très grande vulnérabilité du type de puits lui-même (c.-à-d. la profondeur du puits).

La vulnérabilité de l'eau des puits de surface est aussi confirmée par la contamination microbienne de l'eau. Cette étude a démontré que 54,0% des puits de surface ont présenté au moins une contamination bactérienne hors norme lors des 2 ou 3 campagnes d'échantillonnage. Il semble même, à l'automne, que la présence de coliformes soit plus fréquente (40,0%) dans l'eau des puits de surface. Ces résultats ont posé certaines inquiétudes quant à la qualité de l'eau consommée par les utilisateurs d'eau souterraine en Montérégie.

L'une des principales retombées de cette étude a été la production et la diffusion d'un dépliant d'information concernant la qualité de l'eau souterraine et les mesures à prendre pour préserver cette qualité.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	7
1. MÉTHODOLOGIE	9
1.1 RECRUTEMENT DES PARTICIPANTS	9
1.2 ÉVALUATION DES NITRATES ET DES BACTÉRIES	9
2. RÉSULTATS	11
2.1 RÉSULTATS DE NITRATES	11
2.1.1 NIVEAUX DE NITRATES SELON LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE	11
2.1.2 LES FACTEURS DE CONTAMINATION	14
2.2 RÉSULTATS BACTÉRIOLOGIQUES	17
2.3 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE NITRATES ET BACTÉRIENS	19
3. DISCUSSION	21
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	24
BIBLIOGRAPHIE	35

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1	11
------------------	-----------

FRÉQUENCES D'APPARITION DE NITRATES DANS L'EAU DES PUITES DE SURFACE SELON LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

TABLEAU 2	12
------------------	-----------

FRÉQUENCES D'APPARITION DE NITRATES DANS L'EAU DES PUITES DE SURFACE ET ARTÉSIEN SELON LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

TABLEAU 3	13
------------------	-----------

CONCENTRATIONS MOYENNES (GÉOMÉTRIQUES) DE NITRATES DANS L'EAU DES PUITES

TABLEAU 4	15
------------------	-----------

CONCENTRATIONS MOYENNES (GÉOMÉTRIQUES) DE NITRATES DANS L'EAU DES PUITES SELON LES FACTEURS DE CONTAMINATION ET LA DISTANCE PAR RAPPORT AU PUITES

TABLEAU 5	16
------------------	-----------

INFLUENCE DU TYPE DE SOL SUR LA PRÉSENCE DE NITRATES DANS L'EAU DES PUITES DE SURFACE

TABLEAU 6	17
------------------	-----------

FRÉQUENCE DE CONTAMINATION BACTÉRIENNE HORS NORME DE L'EAU DES PUITES

TABLEAU 7	18
------------------	-----------

RÉPARTITION DE LA CONTAMINATION BACTÉRIENNE HORS NORME DURANT LES TROIS PÉRIODES D'ÉCHANTILLONNAGE

TABLEAU 8	20
------------------	-----------

DESCRIPTION RÉSUMÉE DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 **26**

QUESTIONNAIRE - PUIITS DE SURFACE - NITRATES

ANNEXE 2 **32**

RÉSULTATS BRUTS DES ÉCHANTILLONNAGES

INTRODUCTION

À l'hiver 1996, nous avons procédé à l'échantillonnage de nitrates et de bactéries d'un ensemble de 150 puits répartis sur un territoire pilote de la Montérégie (Gaudreau, D. et Mercier, M., 1998). Cette étude a démontré, en milieu agricole, que les puits de surface sont plus susceptibles d'être contaminés par les nitrates (90,0% des puits avaient des niveaux détectables de nitrates) que les puits artésiens (25,0%). De plus, 27,0% des puits de surface présentaient des concentrations en nitrates supérieures à 5,00 mg/l comparativement à 3,6% des puits artésiens.

Il a été surprenant de constater, pour cette période de l'année, l'apparition d'une importante contamination des puits de surface par les bactéries. En effet, 50,0% des puits de surface et 10,0% des puits artésiens ont présenté une contamination bactérienne hors norme. On croit que les précipitations abondantes ainsi que les inondations survenues durant la période d'échantillonnage ont pu être la cause des niveaux de contamination bactérienne pour les puits de surface.

Nous avons donc voulu, dans un premier temps, effectuer un suivi à l'étude réalisée à l'hiver 1996. Comme nous n'avions qu'un petit nombre de puits de surface (16 sur 150 puits échantillonnés), nous avons recruté 34 autres puits de surface et avons effectué un suivi des nitrates et des bactéries dans l'eau des 50 puits à l'automne 1996 et à l'hiver 1997.

Cette étape complémentaire fut élaborée afin de vérifier les niveaux de contamination par les nitrates et les bactéries dans les puits de surface situés en milieu agricole et s'il y a une variation saisonnière de ces niveaux de contamination.

1. MÉTHODOLOGIE

1.1 Recrutement des participants

Le territoire étudié comprend les MRC d'Acton, de Brome-Missisquoi, de la Haute-Yamaska, du Haut-Richelieu, des Maskoutains, de Rouville et de la Vallée-du-Richelieu (pour quelques puits). Afin d'obtenir le nombre total suffisant de participants volontaires (c.-à-d. 50 puits de surface), un communiqué de presse a été diffusé dans les journaux locaux.

1.2 Évaluation des nitrates et des bactéries

Les paramètres analysés sont les bactéries (coliformes totaux et fécaux ainsi que les streptocoques fécaux) et les nitrates. Tous les échantillonnages ont été analysés par un laboratoire accrédité par le ministère de l'Environnement du Québec. Les protocoles d'échantillonnage de l'eau sont les mêmes que ceux présentés dans le document précédent.

Les échantillonnages ont été effectués en novembre 1996 et en février 1997. Un questionnaire s'adressant aux participants était complété par le représentant de la Direction de la santé publique de la Montérégie (DSP) (Annexe I). Ce questionnaire, en plus de fournir les mêmes données que celles obtenues dans le précédent rapport, précise certaines caractéristiques, tel le type de sol (argile, sable, roc) sur lequel le puits est construit ainsi que l'application, le cas échéant,

des recommandations émises par la DSP lors du précédent échantillonnage (c.-à-d. la désinfection, les travaux à la structure du puits, etc.).

La cueillette et le traitement des données ont été effectués à l'aide du logiciel SPSS. Des comparaisons de moyennes (pairees) ont été effectuées afin de vérifier la variation temporelle des niveaux de nitrates retrouvés dans l'eau des puits. Pour le calcul des moyennes géométriques, nous avons utilisé la moitié de la valeur de la limite de détection pour la mesure des nitrates non détectables (la limite de détection des nitrates par le laboratoire accrédité étant $< 0,05$ mg/l). Le niveau de signification pour considérer un résultat statistiquement significatif est $p < 0,01$ et aucun test statistique n'est effectué pour des fréquences inférieures à 5.

2. RÉSULTATS

2.1 Résultats de nitrates

2.1.1 Niveaux de nitrates selon la période d'échantillonnage

Les résultats de l'échantillonnage des nitrates (cf. tableau 1) à l'hiver 1996 démontrent que 31,0% des puits, soit 5/16, ont des valeurs sous la limite de détection. À l'automne 1996, le pourcentage augmente à 50,0% (25/50) et à l'hiver 1997, le pourcentage atteint 60,0% de puits (30/50).

Tableau 1 Fréquences d'apparition de nitrates dans l'eau des puits de surface selon la période d'échantillonnage

GAMMES DE CONCENTRATIONS (mg/l)	FRÉQUENCES D'APPARITION DE NITRATES (%)		
	Hiver 1996 ¹	Automne 1996	Hiver 1997
< 0,05	5 (31,3)	25 (50,0)	30 (60,0)
0,05 - 0,99	1 (6,3)	6 (12,0)	2 (4,0)
1,00 - 1,99	5 (31,3)	6 (12,0)	5 (10,0)
2,00 - 4,99	0 (-)	6 (12,0)	7 (14,0)
5,00 - 9,99	3 (18,5)	3 (6,0)	4 (8,0)
10,0 - 19,9	1 (6,3)	4 (8,0)	2 (4,0)
20,0 - 49,9	1 (6,3)	0 (-)	0 (-)
NOMBRE TOTAL DE PUIITS	16	50	50

¹ Les échantillons analysés à l'hiver 1996 l'ont été par le ministère de l'Environnement et de la Faune (avec une limite de détection de < 0,02) et les 2 autres échantillonnages l'ont été par le laboratoire accrédité (avec une limite de détection de < 0,05 mg/l). Nous avons donc inclus les échantillons considérés détectés de l'hiver 1996, situés entre 0,02 et 0,49 mg/l, comme étant maintenant sous la limite de détection de < 0,05. Ceci afin de pouvoir comparer les périodes d'échantillonnage entre elles.

Si l'on compare les périodes d'échantillonnage pour les valeurs détectées, qui sont sous la norme de 10 mg/l, on dénombre une contamination pour 56,0% des puits (9/16) à l'hiver 1996, 42,0% (21/50) à l'automne 1996 et 36,0% (18/50) à l'hiver 1997.

Pour l'analyse de la présence de nitrates dans l'eau de l'ensemble des puits (surface et artésiens) étudiés, nous avons redivisé nos échantillons en quatre catégories. Celles-ci sont utilisées par la Commission géologique des États-Unis, dont fait référence le groupe de travail de Chartrand et al. (1999). Ces divisions sont les suivantes: inférieure à 0,2 mg/l (niveau naturel; aucune influence humaine); de 0,2 à 3,0 mg/l (niveau de transition; influence humaine possible); de 3,0 à 10,0 mg/l (niveau démontrant une influence humaine, mais non dommageable pour la santé); et supérieure à 10,0 mg/l (niveau supérieur à la norme provinciale et américaine). Cette nouvelle reclassification des résultats est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 Fréquences d'apparition de nitrates dans l'eau des puits de surface et artésiens selon la période d'échantillonnage

GAMMES DE CONCENTRATIONS (mg/l)	FRÉQUENCES D'APPARITION DE NITRATES (%)				
	PUITS DE SURFACE				PUITS ARTÉSIENS
	Hiver 1996	Automne 1996	Hiver 1997	Total ¹	Hiver 1996
< 0,2	6 (37,5)	30 (60,0)	31 (62,0)	30 (60,0)	107 (79,9)
0,2 - 2,99	6 (37,5)	10 (20,0)	9 (18,0)	7 (14,0)	21 (15,7)
3,0 - 9,99	2 (12,5)	6 (12,0)	8 (16,0)	8 (16,0)	5 (3,7)
≥ 10,0	2 (12,5)	4 (8,0)	2 (4,0)	5 (10,0)	1 (0,7)
NOMBRE TOTAL DE PUIITS	16	50	50	50 (100)	134 (100)

¹Puits de surface qui ont présenté au moins une contamination par les nitrates lors des 2 ou 3 périodes d'échantillonnage (c.-à-d. hiver 1996, automne 1996 et hiver 1997).

Nous observons qu'à l'hiver 1996, 62,5% des puits (10/16) ont des valeurs dépassant les niveaux considérés comme naturels (c.-à-d. < 0,2 mg/l). À l'automne 1996, le pourcentage diminue à 40,0% (20 puits sur 50) et à l'hiver 1997, le pourcentage atteint 38,0% de puits (19/5). De plus, lorsqu'on observe l'ensemble des échantillonnages effectués sur les puits de surface, on remarque que 40,0% des puits ont présenté au moins une fois une contamination par les nitrates dépassant les niveaux naturels tandis qu'à l'échantillonnage des puits artésiens, cette fréquence de contamination atteint à peine les 20,0%.

En comparant les valeurs de nitrates retrouvés en fonction des différentes périodes d'échantillonnage, rien n'apparaît significatif. Le tableau 3 présente l'ensemble des valeurs de nitrates retrouvés pour les différentes périodes d'échantillonnage.

Tableau 3 Concentrations moyennes (géométriques) de nitrates dans l'eau des puits

TYPES DE PUIITS	PÉRIODES D'ÉCHANTILLONNAGE	NOMBRE	CONCENTRATIONS MOYENNES DE NITRATES (mg/l)
Puits artésiens	Hiver 1996	134	0,03
Puits de surface	Hiver 1996	16	0,46
	Automne 1996	50	0,20
	Hiver 1997	50	0,16

Donc, comme nous l'avons démontré dans le premier rapport, les puits de surface semblent plus susceptibles à la contamination par les nitrates que les puits artésiens. Les trois échantillonnages des puits de surface viennent confirmer les

teneurs plus élevées retrouvées (sans toutefois être différentes selon la période d'échantillonnage) dans ces derniers puits par rapport à celles retrouvées dans les puits artésiens.

2.1.2 Les facteurs de contamination

Plusieurs facteurs de contamination peuvent influencer les niveaux de nitrates dans l'eau des puits. Cependant, le faible nombre de données disponibles ne nous permet pas de retenir le facteur de la profondeur du puits dans l'analyse de la variation des valeurs de nitrates retrouvés dans l'eau. De plus, certaines informations étaient difficilement interprétables puisque les propriétaires étaient incertains concernant certains critères. Par exemple, si l'on considère les puits qui ont des valeurs au-dessus de 5 mg/l, seulement les propriétaires de 3 des 8 puits en question en connaissent la profondeur. De plus, tous les puits de surface qui ont des valeurs de nitrates au-dessus de 5 mg/l sont âgés de 15 ans, sauf un seul dont l'âge est inconnu par le propriétaire.

Le tableau 4 présente différents résultats de nitrates obtenus en fonction d'autres facteurs de contamination et de leur distance par rapport à l'emplacement du puits.

Tableau 4 Concentrations moyennes (géométriques) de nitrates dans l'eau des puits selon les facteurs de contamination et la distance par rapport au puits

Facteurs de contamination	Types de puits	Périodes d'exposition	< 30 m		30 m et +		Remarques
			N ^{bre}	Moyennes géométriques	Moyennes géométriques	N ^{bre}	
Distance entre l'installation septique et le puits	Puits artésien	Hiver 1996	43	0,02	0,03	54	Pas sign
		Hiver 1996	6	0,22	0,69	9	Pas sign
	Puits de surface	Automne 1996	27	0,15	0,30	20	Pas sign
		Hiver 1997	27	0,11	0,28	20	Pas sign
Distance entre l'entreposage du fumier et le puits	Puits artésien	Hiver 1996	3*	0,01	0,05	43	$\alpha=0.01$
		Hiver 1996	-	---	1,23	6	---
	Puits de surface	Automne 1996	3*	5,09	0,21	21	$\alpha=0.034$
		Hiver 1997	3*	3,44	0,20	21	$\alpha=0.008$
Distance entre l'aire d'épandage des engrais et le puits	Puits artésien	Hiver 1996	---	---	---	---	ND
		Hiver 1996	0	---	0,43	6	---
	Puits de surface	Automne 1996	25	0,14	0,15	14	Pas sign
		Hiver 1997	25	0,13	0,12	14	Pas sign
Distance entre la culture pratiquée et le puits	Puits artésien	Hiver 1996	---	---	---	---	ND
		Hiver 1996	5*	1,28	1,80	4*	Pas sign
	Puits de surface	Automne 1996	27	0,31	0,11	16	Pas sign
		Hiver 1997	27	0,24	0,10	16	Pas sign
Distance entre l'aire de pâturage et le puits	Puits artésien	Hiver 1996	---	---	---	---	ND
		Hiver 1996	2*	3,09	0,42	6	Pas sign
	Puits de surface	Automne 1996	10	0,95	0,14	14	Pas sign
		Hiver 1997	10	0,89	0,13	14	Pas sign

*Les fréquences sont égales ou inférieures à 5, les tests ne peuvent donc pas avoir de poids statistique suffisant.

Ces résultats ne montrent pas de différence significative en rapport avec la distance entre l'installation septique et le puits. Les groupes qui ont une installation septique à moins de 30 mètres du puits et ceux à plus de 30 mètres ne sont pas différents d'un point de vue statistique. En ce qui concerne les autres facteurs de contamination tel l'entreposage du fumier, les aires d'épandage d'engrais, la culture pratiquée ou l'aire de pâturage et la distance par rapport au

puits, les teneurs de nitrates ne présentent pas de différence significative pour des nombres supérieurs à 5.

Le tableau 5 présente l'influence du type de sol sur la présence de nitrates dans l'eau des puits de surface analysée (notons que ces informations ne sont pas disponibles pour l'ensemble des puits artésiens).

Tableau 5 Influence du type de sol sur la présence de nitrates dans l'eau des puits de surface

PÉRIODES	SABLE		ARGILE		Roc		NSP/PR	
	N ^{bre}	Concentrations moyennes ¹ de nitrates (mg/l)	N ^{bre}	Concentrations moyennes de nitrates (mg/l)	N ^{bre}	Concentrations moyennes de nitrates (mg/l)	N ^{bre}	Concentrations moyennes de nitrates (mg/l)
Hiver 1996 ²	4	4,80	4	0,28	2	0,26	6	0,41
Automne 1996	8	2,27 ³	16	0,10	8	0,13	18	0,16
Hiver 1997	8	2,26 ³	16	0,09	8	0,07	18	0,12

¹ Moyennes géométriques calculées sur les concentrations de nitrates

² Les fréquences sont égales ou inférieures à 5, les tests ne peuvent donc pas avoir de poids statistique suffisant.

³ Les moyennes pour les puits construits sur des sols sablonneux sont différentes significativement à $p < 0,01$.

Les puits construits en sols sablonneux sont plus susceptibles à la contamination par les nitrates que ceux construits sur du roc ou des sols argileux. Malgré le fait que plus de 30,0% (18/50) des propriétaires ne connaissent pas la nature des sols, les moyennes géométriques calculées à partir des concentrations de nitrates retrouvés dans l'eau des puits ont des différences significatives ($p < 0,01$) pour les puits construits dans le sable par rapport aux autres.

2.2 Résultats bactériologiques

Les résultats de l'analyse bactériologique démontrent que 50,0% des puits de surface (8/16) ont présenté une contamination bactérienne totale hors norme¹ en hiver 1996. À l'automne 1996, les résultats démontrent que 44,0% des puits (22/50) sont contaminés tandis qu'à l'hiver 1997, la contamination diminue (18,0%). L'ensemble de ces résultats est résumé dans le tableau 6.

Tableau 6 Fréquence de contamination bactérienne hors norme de l'eau des puits

Types de contamination	NOMBRE DE PUIITS CONTAMINÉS (%)				
	PUIITS DE SURFACE				PUIITS ARTÉSIENS
	Hiver 1996 (N ^{bre} =16)	Automne 1996 (N ^{bre} =50)	Hiver 1997 (N ^{bre} =50)	Total* (N ^{bre} =50)	Total (n=135)
Coliformes totaux	5 (31,3)	20 (40,0)	8 (16,0)	26 (52,0)	10 (7,4)
Coliformes fécaux	1 (6,3)	7 (14,0)	5 (10)	11 (22,0)	5(3,7)
Streptocoques fécaux	2 (12,5)	13 (26,0)	5 (10)	16 (32,0)	10 (7,4)
Contamination bactérienne	8 (50,0)	22 (44,0)	9 (18,0)	27 (54,0)	14 (10,0)

*Puits de surface qui ont présenté au moins une contamination bactérienne lors des 2 ou 3 périodes d'échantillonnage (c.-à-d. hiver 1996, automne 1996 ou hiver 1997).

On remarque que les niveaux de contamination bactérienne sont plus élevés à l'automne 1996 qu'à l'hiver 1997. Cette différence est de 2,5 fois pour les bactéries coliformes totaux (40,0% vs 16,0%) et de 2,4 fois (44,0% vs 18,0%) pour la contamination bactérienne totale hors norme. Les niveaux de contamination

¹ La contamination bactérienne totale hors norme constitue un puits qui a présenté une concentration supérieure à 10 bactéries coliformes totaux/100 ml et/ou supérieure à une bactérie coliforme fécale/100 ml et/ou supérieure à une bactérie streptocoque fécale/100 ml.

bactérienne sont quand même plus élevés à l'hiver 1996 comparativement à ceux rencontrés à l'hiver 1997. Cette diminution est peut-être influencée par la recommandation de santé publique émise suite à la première visite et à la présence de bactéries retrouvées dans l'eau des puits.

Le tableau suivant présente les fréquences de contamination bactérienne de l'eau des puits à l'étude.

Tableau 7 Répartition de la contamination bactérienne hors norme durant les trois périodes d'échantillonnage

Contamination bactérienne*	NOMBRE DE PUIITS (%)			NOMBRE DE PUIITS CONTAMINÉS SUR			
	Hiver 1996 (N ^{bre} =16)	Automne 1996 (N ^{bre} =50)	Hiver 1997 (N ^{bre} =50)	3	2	1	0
Oui	8 (50,0%)	22 (44,0%)	9 (18,0%)	Echantillonnage(s)			
Non	8 (50,0%)	28 (56,0%)	41 (83,0%)	1	10	16	23

* La contamination bactérienne totale hors norme constitue un puits qui a présenté une concentration supérieure à 10 bactéries coliformes totaux/100 ml et/ou supérieure à une bactérie coliforme fécale/100 ml et/ou supérieure à une bactérie streptocoque fécale/100 ml.

De plus, si l'on regarde la fréquence de la contamination bactérienne totale des puits de façon individuelle pour l'ensemble des périodes d'échantillonnage, 27 puits ont connu au moins une fois une contamination bactérienne hors norme (voir résultats bruts en Annexe II). Parmi ceux-ci, 16 puits ont connu qu'une seule contamination bactérienne hors norme pour l'ensemble des échantillonnages effectués (c.-à-d. 1 seul puits à l'hiver 1996, 13 puits à l'automne 1996 et 2 puits à l'hiver 1997); 10 puits ont connu 2 contaminations bactériennes hors norme pour 2 échantillonnages (4 à l'hiver 1996 et à l'automne 1996; 4 à l'automne 1996 et à

l'hiver 1997 et 2 à l'hiver 1996 et à l'hiver 1997); seulement 1 puits a connu une contamination bactérienne hors norme pour les 3 périodes d'échantillonnage et 23 puits n'ont présenté aucune contamination bactérienne hors norme sur les 2 ou 3 périodes d'échantillonnage.

2.3 Synthèse des résultats de nitrates et bactériens

Plusieurs facteurs peuvent influencer la contamination de l'eau souterraine. Cette contamination peut être chimique (par les nitrates) ou bactérienne (coliformes fécaux, coliformes totaux et streptocoques fécaux). Comme nous l'avons observé dans l'ensemble de cette étude, les puits de surface sont plus susceptibles d'être contaminés que les puits artésiens. Le tableau suivant résume l'ensemble des résultats obtenus ainsi que des différents facteurs observés (bien que non significatif dans certains cas dû au poids statistique des données).

Tableau 8 Description résumée des résultats de l'étude

TYPES DE PUIITS	NIVEAUX DE NITRATES (mg/l) (N ^{bre})	CARACTÉRISTIQUES DES PUIITS CONTAMINÉS
Surface (N ^{bre} =50)	< 0,2 (N ^{bre} =30)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 9 contaminations bactériennes hors norme ➤ 17 ayant une profondeur +4,1 m ➤ 19 fosses + champs d'épuration dont 18 à < 30 m ➤ Agriculture*: 27 culture, 15 élevage, 12 entreposage des fumiers, 30 engrais (23 chimique, 8 purin, 5 fumier)
	0,2 -2,99 (N ^{bre} =7)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 6 contaminations bactériennes hors norme ➤ profondeur varie de 2,6 à +4,1 m ➤ 7 fosses + champs d'épuration dont 5 à > 30 m ➤ Agriculture: 7 culture, 5 élevage, 4 entreposage des fumiers, 7 engrais (5 chimique, 3 purin, 1 fumier)
	3,0 - 9,99 (N ^{bre} =8)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 7 contaminations bactériennes hors norme ➤ profondeur varie de 3,6 à +4,1 et 3 NSP ➤ 4 fosses + champs d'épuration, 3 puisards, 1 autre dont 5 < 30m, 2 > 30 et 1 NSP ➤ Agriculture: 8 culture, 5 élevage, 5 entreposage des fumiers, 7 engrais (4 chimique, 3 fumiers;)
	≥ 10 (N ^{bre} =5)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 5 contaminations bactériennes hors norme ➤ profondeur varie de 3 à +4,1 m ➤ 5 fosses + champs d'épuration ➤ Agriculture: 4 culture, 3 élevage, 3 entreposage des fumiers, 5 engrais (2 chimique et 3 fumier)
Artésiens (N ^{bre} =134)	< 0,2 (N ^{bre} =107)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 7 contaminations bactériennes hors norme ➤ 70 âgés +15, 12 entre 10-14 ans, 12 < 5 ans ➤ profondeur: 24 < 15 m, 9 > 60,1 m, 48 entre 15 et 60,1 m ➤ 107 fosses + champs d'épuration (40 < 30 m, 51 > 30 m, 6 NSP, 10 NAP) ➤ Agriculture: 84 culture, 39 élevage, 36 entreposage des fumiers, 94 engrais (73 chimique, 28 purin, 14 fumiers)
	0,2 -2,99 (N ^{bre} =21)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 6 contaminations bactériennes hors norme ➤ 12 âgés +15, 7 < 15 ans et 4 NSP ➤ profondeur: 5 < 15 m, 7 entre 15 - 30 m, 4 entre 30 et 60 m, 5 NSP ➤ 16 fosses + champs d'épuration (9 > 30 m, 7 < 30 m, 5 NAP) ➤ Agriculture: 12 culture, 7 élevage, 6 entreposage des fumiers, 13 engrais (9 chimique, 3 purin, 3 fumiers)
	3,0 - 9,99 (N ^{bre} =5)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 0 contamination bactérienne hors norme ➤ 3 âgés +15, 1 entre 5-9 ans, 1 NSP ➤ profondeur: 1 < 15 m, 4 entre 30-60 m ➤ 3 fosses + champs d'épuration(1 < 30 m, 2 > 30 m et 2NAP) ➤ Agriculture: 5 culture, 4 élevage, 4 entrepose des fumiers, 5 engrais (3 chimique, 2 purin, 1 fumier)
	≥ 10 (N ^{bre} =1)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 contamination bactérienne hors norme ➤ profondeur varie entre 15-30 m ➤ Agriculture: 1 culture, 1 élevage; 1 entreposage des fumiers, fumier = engrais

* Il arrive qu'il y ait plus d'une mention pour les différentes pratiques agricoles

3. DISCUSSION

Les résultats de cette étude complémentaire nous ont permis de confirmer que les puits de surface sont plus susceptibles d'être contaminés (26,0% des puits avec des concentrations $> 3,0$ mg/l) que les puits artésiens (4,4,0%). Ces résultats sont légèrement inférieurs à ceux présentés dans l'étude de Chartrand et al. (1999), puisqu'ils observaient que 41,4% des puits présentaient des concentrations supérieures à 3 mg/l.

Les teneurs en nitrates retrouvées dans les puits de surface sont plus élevées que celles retrouvées dans les puits artésiens. Cependant, les teneurs pour les puits de surface ne semblent pas être influencées selon la saison. Aucune différence significative n'a été notée entre les moyennes calculées de nitrates retrouvés dans les puits de surface pour les trois périodes d'échantillonnage. Cette absence de différence est peut être due à la contamination diffuse par les nitrates.

Les puits de surface construits sur des sols sablonneux sont plus susceptibles à la contamination par les nitrates que ceux construits sur du roc ou des sols argileux. Ces résultats reflètent ceux obtenus lors de la première partie de l'étude où l'on avait classé les puits selon leur appartenance à une municipalité possédant des zones de sols sablonneux ou non sablonneux (McCormack, 1985a et 1985b). Comme nous l'avions indiqué, nous ne notons aucune différence de niveaux de nitrates pour les puits artésiens situés dans les zones sablonneuses ou non.

Plusieurs facteurs de contamination par les nitrates ont été étudiés. Cependant, aucun ne semble constituer un facteur en fonction de sa localisation par rapport au puits (à plus ou moins 30 mètres du puits). Cette absence de relation entre la distance et le facteur de contamination (tel le type d'installation septique, l'entreposage de fumier, etc.) est peut être due au fait de la très grande vulnérabilité du type de puits lui-même (c.-à-d. la profondeur du puits). De plus, la présence de nitrates peut donc être influencée dans le cas par la proximité de l'installation septique et dans un autre cas, par la proximité de l'entreposage des fumiers. Les tests statistiques effectués sur les moyennes géométriques de nitrates ne tenaient aucunement en compte ces facteurs confondants.

La vulnérabilité de l'eau des puits de surface est aussi confirmée par la contamination microbienne de l'eau. Cette étude a démontré que 54,0% des puits de surface ont présenté au moins une contamination bactérienne hors norme lors des 2 ou 3 campagnes d'échantillonnage. Il semble même, à l'automne, que la présence de coliformes soit plus fréquente (40,0%) dans l'eau des puits de surface. De plus, la contamination bactérienne importante rencontrée dans les puits de surface vient confirmer les résultats préliminaires obtenus lors de la première partie de l'étude. Malgré le faible nombre de puits de surface, nous soupçonnons une contamination bactérienne importante, ceci bien qu'une situation particulière climatique ait eu lieu lors de la première période d'échantillonnage. Les résultats de l'automne suivant sont restés élevés et ont ensuite diminué l'hiver suivant. Ce qui reflète les tendances observées dans plusieurs ouvrages dont découlent les

recommandations d'effectuer des échantillonnages de l'eau pour les bactéries à l'automne et au printemps.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La présente étude démontre que l'eau souterraine en Montérégie présente des teneurs en nitrates qui dépassent parfois la norme et que les puits de surface sont les plus susceptibles à cette contamination, bien que les puits artésiens ne soient pas exempts de toute contamination. Malgré que les résultats de cette étude ne nous permettent pas de conclure concernant divers facteurs de contamination, seul la présence de sols sablonneux semble être un facteur important de contamination par les nitrates. Cependant, ces résultats suggèrent que la contamination de l'eau des puits de surface soit l'addition de plusieurs facteurs. Aussi, la construction elle-même du puits (puits de surface vs puits artésiens) semble beaucoup plus importante dans la probabilité de contamination par les nitrates à laquelle viennent s'ajouter les autres facteurs.

Comme nous l'avons observé lors de la première partie de l'étude, une contamination bactérienne importante des puits de surface est observée. Plus de la moitié des puits de surface analysés ont présenté au moins une fois une contamination bactérienne hors norme. Ce qui pose certaines inquiétudes quant à la qualité de l'eau consommée par les utilisations d'eau souterraine dans certaines régions de la Montérégie.

L'une des principales retombées de cette présente étude a été la production, la publication et la diffusion d'un dépliant d'information concernant l'eau souterraine en Montérégie. Ce dépliant fait le tour de la problématique de l'eau souterraine, de

l'importance de l'analyse régulière de cette eau et des divers moyens de désinfection ou de traitement de l'eau contaminée.

ANNEXE I

QUESTIONNAIRE - PUIITS DE SURFACE - NITRATES

QUESTIONNAIRE - PUIITS DE SURFACE - NITRATES

Code du participant: _____
réf. projet #1: _____

IDENTIFICATION DU (DE LA) PARTICIPANT(E)

Nom: _____
Adresse: _____
Ville: _____
Code postal: _____
Téléphone: _____

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES SUR LE PUIITS

Note: un puits de surface peut être:

- 1) *pointe enfoncée de 2 à 4 pouces de diamètre*
- 2) *un réservoir: 3 pieds et plus de diamètre*

Q1. Quel est la profondeur du puits de surface?

1,0 - 1,5 m (3,3-4,9')	1
1,6 - 2,0 m (5,0-6,6')	2
2,1 - 2,5 m (6,7-8,4')	3
2,6 - 3,0 m (8,5-10')	4
3,1 - 3,5 m (10,1-11,8')	5
3,6 - 4,0 m (11,9-13,2')	6
4,1 m et plus (13,3' et +)	7
NSP/PR	9

Q2. Quel est l'âge de construction du puits?

Moins de 5 ans	1
5 à 9 ans	2
10 et 14 ans	3
15 ans et plus	4
NSP/PR	9

Q3. Votre puits est-il dans le sable (limon, terre jaune, gravier) ou dans l'argile (terre forte, terre lourde, gombo, glaise) ou directement sur le roc en surface?

Sable	1
Argile	2
sur le roc	3
NSP/PR	9

Q4. Votre puits a-t-il été désinfecté depuis un an?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

Q5. Avez-vous vérifié l'étanchéité de votre puits depuis un an?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

Q6. Les mesures de désinfection et d'inspection du puits font-elles suite aux recommandations de santé publique? (émise lors de l'échantillonnage de l'hiver 96)

Oui	1
Non	2
NAP	7
NSP/PR	9

Si oui:

Quels sont les travaux que vous avez effectués?

FACTEURS DE CONTAMINATION

Installations septiques

Q7. Quel type d'installation septique dessert votre résidence?

Puisard	1
Fosse septique avec champ d'épuration	2
Fosse septique avec puits absorbant	3
Fosse septique avec filtre à sable	4
Autres: _____	5
Aucun	6
NSP/PR	9

Q8. Quelle est la distance entre l'installation septique et le puits?

Moins de 30 m (0-98')	1
30 m et plus (>99')	2
NAP	7
NSP/PR	9

Activités agricoles

Q9. Y a-t-il des activités agricoles autour de votre résidence pratiquées par vous ou vos voisins immédiats?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

Si oui:

Est-ce...?

vous	1
vos voisins	2
vous et vos voisins	3
NAP	7
NSP/PR	9

Q10. Est-ce que vous et/ou vos voisins immédiats pratiquez...?

	Oui	Non	NAP	NSP/PR
la culture	1	2	7	9
l'élevage	1	2	7	9

- Q11. Si culture, de quel type s'agit-il?
- | | |
|-----------------|---|
| Maïs | 1 |
| pommes de terre | 2 |
| autres légumes | 3 |
| autres: _____ | 4 |
| NAP | 7 |
| NSP/PR | 9 |
- Q12. Quelle est la distance entre les champs en culture et le puits?
- | | |
|-----------------------|---|
| Moins de 30 m (0-98') | 1 |
| 30 m et plus (>99') | 2 |
| NAP | 7 |
| NSP/PR | 9 |
- Q13. Si élevage, de quel type s'agit-il?
- | | |
|---------------|---|
| Porc | 1 |
| bœuf | 2 |
| volaille | 3 |
| autres: _____ | 4 |
| NAP | 7 |
| NSP/PR | 9 |
- Q14. Quelle est la distance entre le pâturage des animaux et le puits?
- | | |
|-----------------------|---|
| Moins de 30 m (0-98') | 1 |
| 30 m et plus (>99') | 2 |
| NAP | 7 |
| NSP/PR | 9 |
- Q15. Utilisez-vous l'eau du puits pour abreuver les animaux?
- | | |
|--------|---|
| Oui | 1 |
| Non | 2 |
| NAP | 7 |
| NSP/PR | 9 |
- Si oui:
Possédez-vous un système anti-retours?
- | | |
|--------|---|
| Oui | 1 |
| Non | 2 |
| NAP | 7 |
| NSP/PR | 9 |
- Q16. Y a-t-il des sites d'entreposage des fumiers?
- | | |
|--------|---|
| Oui | 1 |
| Non | 2 |
| NAP | 7 |
| NSP/PR | 9 |
- Si oui:
Quel type d'entreposage s'agit-il?
- | | |
|---------------|---|
| Amas | 1 |
| Fosse | 2 |
| Autres: _____ | 3 |
| NAP | 7 |
| NSP/PR | 9 |

Q17. Quelle est la distance entre l'entreposage des fumiers et le puits?

Moins de 30 m (0-98')	1
30 m et plus (>99')	2
NAP	7
NSP/PR	9

Q18. Est-ce que vous et/ou vos voisins utilisez des produits de fertilisation?

	Oui	Non	NAP	NSP/PR
pour le champ	1	2	7	9
pour votre potager	1	2	7	9
pour la pelouse	1	2	7	9

Si oui:

lesquels?

Engrais chimiques	1
purin de porc	2
autres: _____	3
NAP	7
NSP/PR	9

Q19. Quelle est la distance entre l'aire d'épandage et le puits?

Moins de 30 m (0-98')	1
30 m et plus (>99')	2
NAP	7
NSP/PR	9

Systèmes de traitement de l'eau

Q20. Utilisez-vous un appareil de traitement de l'eau?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

Q21. Est-ce un système installé à la tuyauterie ou un pichet filtrant?

Système installé à la tuyauterie	1
pichets filtrants	2
autres: _____	3
NSP/PR	9

Système installé à la tuyauterie:

De quel type d'appareil il s'agit?

Filtre au charbon	01
Osmose inverse	02
Osmose + charbon	03
Distillateur	04
Adoucisseur	05
Chlorateur	06
Ozonneur	07
Ultraviolets	08
autres: _____	96
NAP	97
NSP/PR	99

Si pichets filtrants:

De quelle marque s'agit-il?

Brita	1
Aqua Select	2
autres: _____	3
NAP	7
NSP/PR	9

PERSONNES À RISQUE

Q22. En vous incluant, combien de personnes dans votre résidence consomment l'eau du robinet?

Q23. Y a-t-il des enfants de moins de 6 mois?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

Si oui:

boivent-ils l'eau du robinet?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

boivent-ils?

lait maternel	1
lait préparé	2
NSP/PR	

Si lait préparé:

est-il préparé avec l'eau du robinet?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

mangent-ils des céréales ou des aliments préparés avec l'eau du robinet ou le lait préparé à partir de l'eau du robinet?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

Q24. Y a-t-il des femmes enceintes?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

Si oui:

boivent-elles l'eau du robinet?

Oui	1
Non	2
NSP/PR	9

ANNEXE II

RÉSULTATS BRUTS DES ÉCHANTILLONNAGES

RÉSULTATS BRUTS DES ÉCHANTILLONNAGES

IDENTIFICATION	MRC	PROFONDEUR DU PUIITS (mètre)	ÂGE DU PUIITS (ANNÉE)	TYPE DE SOL	INSTALLATION SEPTIQUE	DISTANCE AVEC INSTALLATION (mètre)	ACTIVITÉ AGRICOLEI	QUI	CULTURE	ÉLEVAGE	TYPE DE CULTURE	DISTANCE CHAMPS (mètre)	TYPE ÉLEVAGE	DISTANCE ÉLEVAGE (mètre)	FUMIERS	TYPE DE FUMIERS	DISTANCE FUMIERS (mètre)
1	Acton	NSP/PR	15 et +	NSP/PR	Puisard	<30	Oui	les 2	Oui	Oui	M-C-F	<30	P-A	NAP	Oui	Autres	>30
2	Maskoutains	NSP/PR	15 et +	Roc	Puisard	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	F	>30	B	<30	Oui	Amas	>30
3	Rouville	3,6 à 4,0	15 et +	Argile	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Non	M-C	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
4	Brome-Missisquoi	NSP/PR	15 et +	NSP/PR	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Oui	M	<30	P-V	NAP	Oui	Fosse	>30
5	Brome-Missisquoi	4,1 et +	15 et +	Roc	Autres	NAP	Oui	Voisins	Oui	Non	M-C	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
6	Haut-Richelieu	4,1 et +	15 et +	Roc	F. + puits	<30	Oui	les 2	Oui	Oui	M-C-F	<30	B	>30	Oui	Amas	>30
7	Vallée-du-Richelieu	4,1 et +	15 et +	Argile	F. + puits	<30	Oui	Voisins	Oui	Non	M-C-F	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
8	Rouville	4,1 et +	15 et +	Argile	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Non	M-C	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
9	Vallée-du-Richelieu	4,1 et +	10 à 14	Roc	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Non	M-C-A	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
10	Vallée-du-Richelieu	4,1 et +	15 et +	NSP/PR	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Non	C-F	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
11	Haute-Yamaska	4,1 et +	15 et +	Sable	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	F	<30	B	<30	Oui	Amas	>30
12	Rouville	4,1 et +	15 et +	Roc	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	M-C	<30	P-B	>30	Oui	Autres	>30
13	Rouville	4,1 et +	15 et +	NSP/PR	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Non	M	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
14	Rouville	4,1 et +	15 et +	NSP/PR	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Non	M	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
15	Rouville	4,1 et +	15 et +	Argile	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Non	M	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
16	Brome-Missisquoi	NSP/PR	15 et +	NSP/PR	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	F	<30	B	<30	Oui	Amas	<30
17	Rouville	4,1 et +	15 et +	Argile	F. + champ	<30	Oui	Vous	Oui	Oui	M-P	>30	P-B-V	>30	Oui	Amas	>30
18	Brome-Missisquoi	4,1 et +	15 et +	Sable	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Oui	M-F	<30	V	NAP	Oui	Fosse	>30
19	Brome-Missisquoi	NSP/PR	15 et +	NSP/PR	F. + champ	<30	Oui	les 2	Oui	Oui	M-F	<30	B	<30	Oui	Amas	>30
20	Brome-Missisquoi	NSP/PR	15 et +	NSP/PR	Puisard	<30	Oui	les 2	Oui	Oui	M-F	<30	B	<30	Oui	Amas	<30
21	Brome-Missisquoi	4,1 et +	15 et +	Sable	Puisard	<30	Oui	Voisins	Oui	Oui	F	<30	P-B	>30	Oui	Autres	>30
22	Maskoutains	4,1 et +	15 et +	Argile	F. + champ	<30	Oui	les 2	Oui	Oui	C-A	<30	V	<30	Oui	Amas	<30
23	Maskoutains	NSP/PR	15 et +	NSP/PR	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Non	M-C	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
24	Maskoutains	NSP/PR	15 et +	Argile	Puisard	>30	Oui	les 2	Oui	Oui	M-A	<30	B-V-A	<30	Non	NAP	NAP
25	Brome-Missisquoi	4,1 et +	5 à 9	Sable	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	M-F	<30	B	>30	Oui	Fosse	>30
26	Rouville	NSP/PR	15 et +	NSP/PR	F. + champ	<30	Oui	Voisins	Oui	Oui	M-C	>30	B	>30	Oui	NSP/PR	>30
27	Brome-Missisquoi	NSP/PR	15 et +	NSP/PR	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	M-F	<30	B	>30	Oui	Amas	>30
28	Rouville	4,1 et +	15 et +	Argile	F. + filtre	>30	Oui	Voisins	Oui	Non	M-F	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
29	Vallée-du-Richelieu	NSP/PR	15 et +	Argile	F. + champ	<30	Oui	les 2	Oui	Non	M-F	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
30	Haut-Richelieu	4,1 et +	15 et +	Argile	F. + filtre	<30	Oui	Voisins	Oui	Oui	M	>30	B	>30	Oui	Amas	>30
31	Maskoutains	4,1 et +	15 et +	Argile	Puisard	<30	Oui	les 2	Oui	Oui	M-C	>30	P-B	<30	Oui	Autres	>30
32	Rouville	4,1 et +	15 et +	Roc	F. + filtre	>30	Oui	Voisins	Oui	Non	M-C	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
33	Haut-Richelieu	NSP/PR	15 et +	Argile	Autres	NAP	Oui	Voisins	Oui	Non	M-V	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
34	Brome-Missisquoi	3,1 à 3,5	15 et +	NSP/PR	F. + champ	>30	Oui	Vous	Oui	Non	V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
307	Haute-Yamaska	2,6 à 3,0	5 à 9	NSP/PR	F. + champ	<30	Non	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
310	Brome-Missisquoi	NSP/PR	NSP/PR	Argile	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	F	>30	B-V	<30	Oui	Amas	>30
326	Rouville	4,1 et +	15 et +	NSP/PR	F. + champ	<30	Oui	les 2	Oui	Non	M	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
343	Rouville	2,6 à 3,0	15 et +	NSP/PR	F. + champ	>30	Oui	les 2	Oui	Oui	M-C-V	NSP/PR	B	>30	Oui	Amas	>30
347	Brome-Missisquoi	2,6 à 3,0	15 et +	Sable	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Non	M-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
348	Rouville	4,1 et +	15 et +	Argile	F. + champ	<30	Oui	les 2	Oui	Oui	M-C-F	NSP/PR	V-A	>30	Oui	Amas	>30
350	Acton	NSP/PR	15 et +	Sable	F. + champ	>30	Oui	les 2	Oui	Oui	M-C-F	<30	B	>30	Oui	Fosse	>30
356	Brome-Missisquoi	4,1 et +	15 et +	Roc	F. + champ	<30	Oui	Vous	Oui	Oui	V	<30	B	>30	Oui	NSP/PR	>30
371	Rouville	NSP/PR	15 et +	Argile	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	M	<30	B	>30	Non	NAP	NAP
397	Haut-Richelieu	NSP/PR	15 et +	NSP/PR	NSP/PR	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	M-C	NSP/PR	B	NSP/PR	Non	NAP	NAP
404	Brome-Missisquoi	3,1 à 3,5	15 et +	Sable	F. + champ	>30	Oui	les 2	Oui	Oui	F-A	>30	B	<30	Non	NAP	NAP
413	Brome-Missisquoi	4,1 et +	15 et +	Sable	Autres	NAP	Oui	Voisins	Oui	Non	V	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
415	Brome-Missisquoi	4,1 et +	15 et +	Argile	F. + champ	<30	Non	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
421	Brome-Missisquoi	3,6 à 4,0	15 et +	Roc	F. + champ	>30	Non	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
427	Brome-Missisquoi	NSP/PR	5 à 9	NSP/PR	F. + champ	<30	Non	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
433	Brome-Missisquoi	3,1 à 3,5	10 à 14	NSP/PR	F. + champ	>30	Oui	Voisins	Oui	Oui	F-A	>30	B	>30	Oui	Amas	>30

RÉSULTATS BRUTS DES ÉCHANTILLONNAGES (suite)

Identification	Engrais champs	Engrais potager	Engrais pelouse	Type engrais	Distance engrais (mètre)	Nitrates laboratoire 1	Coliformes totaux 1	Coliformes fécaux 1	Streptocoques fécaux 1	Nitrates laboratoire 2	Coliformes totaux 2	Coliformes fécaux 2	Streptocoques fécaux 2	Nitrates laboratoire 3	Coliformes totaux 3	Coliformes fécaux 3	Streptocoques fécaux 3
1	Oui	NAP	Non	C-P	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
2	Oui	NAP	Non	V	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	6,28	6	0	0	2,82	81	67	2
3	Oui	Non	Non	C-V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	2,64	81	0	29	4,66	2	0	0
4	Oui	NAP	Non	P	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
5	Oui	NSP/PR	NSP/PR	Chimique	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	0,09	0	0	0	<0.05	0	0	0
6	Oui	NAP	Non	C-V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
7	Oui	Non	Non	Chimique	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	50	30	50	<0.05	9	1	3
8	Oui	Oui	Non	C-P-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
9	Oui	Oui	Oui	C-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
10	Oui	Non	Oui	Chimique	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	0,10	1	0	0	<0.05	0	0	0
11	Oui	Oui	Non	V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	11,80	80	0	2	11,20	0	0	0
12	Oui	NAP	Non	C-P-V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
13	Oui	Oui	Non	Chimique	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
14	Oui	Non	Non	C-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
15	Oui	NAP	Non	C-V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
16	Oui	Oui	Non	C-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	1,01	25	0	2	1,14	5	0	0
17	Oui	NAP	Non	C-P-V-PO	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	81	61	0
18	Oui	Non	Non	C-P-V-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	1,28	0	0	0	0,69	0	0	0
19	Oui	Oui	Non	C-V-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	0,09	0	0	0
20	Oui	Non	Non	C-V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	7,44	78	13	0	5,14	81	1	0
21	Non	NAP	Non	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	4,99	0	0	0	3,52	0	0	0
22	Oui	Oui	Non	C-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	17,60	81	6	70	6,95	0	0	0
23	Oui	Oui	Non	C-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	1,85	77	0	13	4,50	1	0	0
24	Oui	Non	Non	Chimique	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	33	0	0	<0.05	0	0	0
25	Oui	Non	Non	C-V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	32	0	0	<0.05	0	0	0
26	Oui	Oui	Oui	C-V-A	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	81	0	0	<0.05	1	0	0
27	Oui	Non	Non	P	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	0,05	0	0	0	<0.05	0	0	0
28	Oui	Non	Oui	V	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
29	Oui	Non	Non	Chimique	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
30	Oui	NAP	Non	Chimique	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	16	8	0	<0.05	0	0	0
31	Oui	NAP	Non	C-P-V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
32	Oui	Oui	Oui	C-V	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
33	Oui	Non	Non	C-P	>30	NAP	NAP	NAP	NAP	<0.05	81	6	0	<0.05	0	0	0
34	Oui	Oui	Oui	Chimique	<30	NAP	NAP	NAP	NAP	2,52	14	0	13	2,52	29	0	8
307	NAP	NAP	Non	NAP	NAP	0,03	0	0	0	0,14	0	0	0	<0.05	0	0	0
310	Non	Oui	Non	A	>30	6,30	9	1	0	3,02	42	0	1	1,69	12	0	0
326	Oui	Non	Non	PO	NSP/PR	0,61	5	0	10	1,70	32	25	76	<0.05	0	0	0
343	Oui	Non	Non	C-P-A	>30	1,34	16	0	0	0,64	43	10	0	1,91	1	0	0
347	Oui	NAP	Non	A	NSP/PR	14,30	84	0	0	10,50	0	0	0	5,93	81	0	71
348	Oui	Oui	Non	C-PO	NSP/PR	<0.02	0	0	0	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
350	Oui	NAP	Non	C-V-PO-A	NSP/PR	23,00	0	0	0	9,04	81	0	1	18,80	4	0	0
356	Oui	NAP	Non	Chimique	>30	1,72	0	0	1	4,32	16	0	0	1,16	0	0	0
371	Oui	Oui	Non	Chimique	>30	<0.02	0	0	0	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
397	Oui	NAP	Non	NSP/PR	NSP/PR	0,02	0	0	0	<0.05	0	0	0	<0.05	0	0	0
404	Oui	Non	Non	P-A	NSP/PR	1,52	81	0	0	1,40	12	0	0	2,62	0	0	0
413	Oui	Oui	Non	A	>30	1,06	5	0	0	2,81	1	0	1	3,37	13	0	1
415	NAP	Non	Oui	A	NSP/PR	9,40	19	0	0	11,60	0	0	0	8,82	67	2	0
421	NAP	Oui	Non	A	>30	0,04	0	0	0	0,09	15	0	3	<0.05	0	0	0
427	NAP	Non	Non	NAP	NAP	0,04	19	0	0	<0.05	7	0	0	<0.05	5	0	0
433	Oui	NAP	Oui	C-V	NSP/PR	1,05	0	0	0	1,21	2	0	1	1,13	0	0	0

BIBLIOGRAPHIE

ALLARD, R., J. BROUSSEAU, D. GAUDREAU, L. JACQUES, C. LÉONARD, E. MASSON et M. MERCIER, 1995. Profil de santé environnementale de la Montérégie. Direction de la santé publique de la Montérégie, 84 pages.

CHARTRAND, J., P. LEVALLOIS, D. GAUVIN, S. GINGRAS, J. ROUFFIGNAT et M.-F. GAGNON, 1999. Eaux souterraines. La contamination de l'eau souterraine par les nitrates à l'Île d'Orléans. *Vecteur Environnement* 32 (1): 37-46.

GAUDREAU, D. et M. MERCIER, 1998. La contamination de l'eau des puits privés par les nitrates en milieu rural. Module de Santé environnementale. Direction de la santé publique. Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Montérégie. ISBN 2-89342-107-5. 64 pages.

McCORMARK, R., 1985a. *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: Bassin de la rivière Yamaska.* Direction des eaux souterraines et de consommation. Ministère de l'Environnement du Québec.

McCORMARK, R., 1985b. *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: Région sud de Montréal.* Direction des eaux souterraines et de consommation. Ministère de l'Environnement du Québec.