

VILLE DE MALARTIC

RAPPORT D'EXPERTISE ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE

Puits P-6 et FE-7

Juillet 2008



Experts-conseils en environnement

Une division de Groupe Consulteaux inc.
203, avenue St-Charles
Vaudreuil-Dorion (Québec) J7V 2L4

Dossier n° 1199-08-04

VILLE DE MALARTIC

RAPPORT D'EXPERTISE ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE

Puits P-6 et FE-7

Remis à :

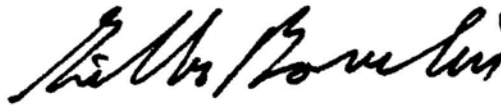
M. Jean Brassard,
Directeur des travaux publics
VILLE DE MALARTIC
901, rue Royale, C.P. 3090
Malartic (Québec)
J0Y 1Z0

Préparée par :



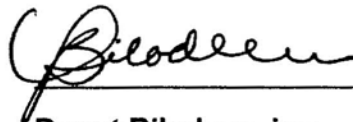
David Granger, ing. jr

ET



Gilles Bouclin, ing., M. Sc., EESA

Approuvé par :



Donat Bilodeau, ing.
Hydrogéologue

Table des matières

	PAGE
1. MISE EN SITUATION ET MANDAT	1
2. LOCALISATION ET MILIEU PHYSIQUE	1
3. ACTIVITÉS HUMAINES	3
4. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	3
5. TRAVAUX EFFECTUÉS	4
6. ESSAI DE POMPAGE	4
6.1 ESSAI DE POMPAGE DE 19 JOURS (2865 M ³ /JOUR)	4
6.2 RÉSULTATS OBTENUS	5
6.3 INDICE DRASTIC	7
7. QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE	10
7.1 ÉCHANTILLONNAGE AU PIÉZOMÈTRE DE LA TR-5	10
7.2 ÉCHANTILLONNAGE AU FE-7	11
9. ÉQUIPE DE TRAVAIL	15
10. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	15
11. RÉFÉRENCES	17

Liste des tableaux

	PAGE
TABLEAU 1 : INFORMATIONS SUR LE PUIT ET LES PIÉZOMÈTRES	2
TABLEAU 2 : PRÉCIPITATIONS EN ABITIBI	6
TABLEAU 3 : INDICE DE VULNÉRABILITÉ DRASTIC	8
TABLEAU 4 : RÉSULTATS D'ANALYSES DES HAP DE L'ÉCHANTILLON D'EAU PRÉLEVÉ AU PIÉZOMÈTRE DE LA TR-5.....	10
TABLEAU 5 : RÉSULTATS D'ANALYSES DES HMA DE L'ÉCHANTILLON D'EAU PRÉLEVÉ AU PIÉZOMÈTRE DE LA TR-5.....	11
TABLEAU 6 : RÉSULTATS D'ANALYSES DES C10-C50 DES ÉCHANTILLONS DE SOL PRÉLEVÉS À LA TR-5	11
TABLEAU 7 : RÉSULTATS D'ANALYSES BACTÉRIOLOGIQUES DES ÉCHANTILLONS D'EAU PRÉLEVÉS AU FE-7.....	12
TABLEAU 8 : RÉSULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES ÉCHANTILLONS D'EAU PRÉLEVÉS AU FE-7.....	13
TABLEAU 9 : RÉSULTATS D'ANALYSES DES HAP DES ÉCHANTILLONS D'EAU PRÉLEVÉS AU FE-7.....	14
TABLEAU 10 : RÉSULTATS D'ANALYSES DES HAM ET DES HP C₁₀-C₅₀ DES ÉCHANTILLONS D'EAU PRÉLEVÉS AU FE-7.....	15

Liste des annexes

- ANNEXE 1 - Plan de localisation
- ANNEXE 2 - Photographies
- ANNEXE 3 - Vues en coupe des piézomètres aménagés
- ANNEXE 4 - Données et graphiques de l'essai de pompage de longue durée
- ANNEXE 5 - Certificats d'analyses

1. Mise en situation et mandat

La ville de Malartic alimente son aqueduc grâce à trois puits tubulaires (PP-4, PP-5 et PP-6). Le PP-6 exploite un aquifère se situant à proximité d'un banc d'emprunt en activité géré par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF).

Lors de la campagne de recherche en eau effectuée en 2006, *GCE Consultants* a supervisé la mise en place de plusieurs puits et tranchées d'exploration à l'intérieur des limites du banc d'emprunt. Ces sondages ont démontré que les eaux souterraines du secteur font partie de la même nappe phréatique et ont prouvé le grand potentiel aquifère de cette dernière.

La ville de Malartic songe à aménager un puits de production à proximité du FE-7, ce qui placerait l'éventuel ouvrage de captage au cœur du banc d'emprunt. De plus, tenant à préserver la pérennité de sa source d'eau potable et voyant que les activités ayant cours dans le banc d'emprunt ne font l'objet d'aucun suivi rigoureux, la ville de Malartic a mandaté *GCE Consultants* afin de réaliser une étude hydrogéologique visant à statuer sur la vulnérabilité de l'aquifère qui alimente le PP-6.

Dans le cadre de cette étude, un essai de pompage de longue durée (19 jours) a été réalisé au débit total de 2865 m³/jour. À cet effet, le PP-6 et le FE-7 ont été mis en service de manière à pomper un maximum d'eau de ces ouvrages, ces derniers pouvant respectivement fournir 655 et 2210 m³/jour. Le suivi du rabattement a été fait grâce à 11 piézomètres. Un échantillonnage a aussi été exécuté de manière à vérifier la qualité de l'eau au droit du FE-7. Les résultats obtenus font l'objet de ce rapport.

2. Localisation et milieu physique

Les travaux ont été effectués dans le secteur d'un banc d'emprunt d'une superficie approximative de 800 000 m² et appartenant au MRNF, sur le territoire de la ville de la municipalité de Rivière-Héva. Les puits pompés dans le cadre de ces travaux sont le PP-6 et le FE-7.

Le PP-6 est situé au sud d'une ligne haute tension d'Hydro-Québec, en bordure du chemin menant au banc d'emprunt. Il est protégé par une clôture traçant un périmètre de 30 m. Son élévation est de l'ordre de 330,63 m (Bilodeau, Bouclin, Piché. 2006).

Le FE-7 est situé à 600 mètres au nord-nord-ouest du PP-6. Il a été aménagé dans un point bas du site, à environ 30 mètres d'un chemin d'accès. L'endroit est vraisemblablement localisé dans une zone où des matériaux granulaires ont déjà été exploités.

Les neuf autres piézomètres se trouvent à une distance maximale de 1400 m en aval du PP-6. La plupart sont situés à l'intérieur des limites du banc d'emprunt, à l'exception du FE-11, du FE-14 et du FE-4. Ces derniers sont toutefois dans le même esker.

Un plan de localisation a été mis en annexe 1. Le tableau 1 synthétise les informations amassées sur les piézomètres et puits.

Tableau 1 : Informations sur le puits et les piézomètres.

PIÉZOMÈTRE / PUIS	DESCRIPTION	DISTANCE DU PP-6 (m)	COORDONNÉES (UTM Nad83 Zone 17)
FE-4	Forage exploratoire. 2006.	1400	711 070E 5 339 975N
FE-7	Forage exploratoire. 2006. Puits d'essai 2008.	625	711 288E 5 339 196N
FE-11	Forage exploratoire. 2006.	10	711 563E 5 338 670N
FE-14	Forage exploratoire. 2006.	100	711 495E 5 338 626N
TR-2	Tranchée d'exploration. Avec piézomètre. 2006.	365	711 300E 5 338 899N
TR-4	Tranchée d'exploration. Avec piézomètre 2008. Vandalisé.	665	711 260E 5 339 247N
TR-5	Tranchée d'exploration. Avec piézomètre 2008. Vandalisé.	570	711 303E 5 339 185N
TR-6	Tranchée d'exploration. Avec piézomètre 2008. Vandalisé.	480	711 454E 5 339 129N
TR-7	Tranchée d'exploration. Avec piézomètre 2008. Vandalisé.	400	711 252E 5 338 899N
TR-8	Tranchée d'exploration. Avec piézomètre 2008.	925	711 204E 5 339 500N
TR-9	Tranchée d'exploration. Avec piézomètre 2008.	1200	711 108E 5 339 761N
PP-6	Puits de production. 2006.	0	711 569E 5 338 662N

3. Activités humaines

Le banc d'emprunt accessible via un chemin non pavé est géré par le MRNF. Deux sablières / gravières situées en aval du FE-7 y sont en activité dont une où du concassage est pratiqué. Le banc d'emprunt constitue une source d'inquiétude aux yeux des autorités municipales puisque les activités qui y ont cours ne font l'objet d'aucun contrôle. D'ailleurs, des indices visuels (voir photo 6, annexe 2) laissent croire que des déversements d'hydrocarbures pétroliers auraient pu survenir depuis peu.

Tel que mentionné dans le rapport hydrogéologique de 2006, le PP-6 se trouve sous une ligne à haute tension qui pourrait être traitée avec des pesticides. Une entente de non épandage a été conclue avec Hydro-Québec à cet effet.

Le site étant libre d'accès, certains individus l'utilisent comme dépôt de matières résiduelles. Plusieurs déchets ont été vus sur le terrain, notamment des pneus et de l'asphalte. D'autre part, lors de l'aménagement de la TR-2 en 2006, une carcasse de voiture avait été retrouvée en excavant.

De plus, le site semble être fréquenté par bon nombre d'amateurs de VTT, de nombreuses traces ayant été vues lors des travaux de terrain. Beaucoup de douilles d'armes à feu ont été aperçues sur le site. Un champ de tir est d'ailleurs localisé à quelques centaines de mètres au sud-est du PP-6. Des traces de feux de camp ont aussi été aperçues.

Étant donné la proximité de la nappe phréatique par rapport à la surface en plusieurs endroits du site, les activités mentionnées plus haut pourraient constituer un risque sérieux pour la ressource en eau.

4. Contexte hydrogéologique

Les dépôts meubles formant l'aquifère sont d'origine glaciaire et seraient un segment d'esker. L'absence de couche de confinement atteste que l'aquifère est à nappe libre dans le secteur à l'étude. Le gradient hydraulique est de l'ordre de 0,001. L'eau souterraine se dirige vers le nord-ouest et fait résurgence à proximité du FE-4 (Bilodeau, Bouclin, Piché. 2006).

5. Travaux effectués

Les travaux de terrain se sont échelonnés sur une période allant du 13 mai au 13 juin 2008. Des photographies ont été prises et figurent en annexe 2.

Tel que convenu avec la ville de Malartic, six piézomètres de PVC d'un diamètre de 5,0 cm ont été installés à partir de tranchées d'exploration creusées à l'aide d'une pelle hydraulique le 13 mai. Ces piézomètres ont été installés dans la nappe phréatique et ont servi à suivre l'évolution du niveau d'eau au cours de l'essai de pompage. Leur élévation a été relevée à l'aide d'un niveau sur trépied le 3 juin. Une vue en coupe des piézomètres est présentée à l'annexe 3.

Une pompe submersible a été installée le 13 mai au FE-7 par *Pompe à Eau René Rochefort*. Le pompage au FE-7 a débuté à 9h00 le 15 mai au débit de 655 m³/jour. Une fuite dans la conduite a forcé l'arrêt du pompage les 20 et 21 mai.

Le surpompage au PP-6 a débuté à 10h00 le 14 mai. Le puits avait été mis hors service à 7h00 le même jour. Le débit pompé a été de 2210 m³/jour tout au long de l'essai.

Le suivi du rabattement dans le puits FE-7 et les piézomètres a été fait sur une base quotidienne jusqu'au 3 juin par un représentant de *GCE Consulteaux* ou de la ville de Malartic. Suite à l'arrêt du pompage (3 juin), la remontée du niveau d'eau a fait l'objet d'un suivi jusqu'au 13 juin. Le puits PP-6 a été remis en service le 9 juin 2008.

Au début du pompage, l'eau et le sol du piézomètre TR-5 ont été échantillonnés pour vérifier s'il y avait signe de contamination aux hydrocarbures. Au terme du pompage, des échantillons ont été prélevés au FE-7 afin de vérifier la potabilité de l'eau.

6. Essai de pompage

6.1 Essai de pompage de 19 jours (2865 m³/jour)

L'essai de pompage de longue durée a été fait du 15 mai au 3 juin 2008 au débit constant de 2865 m³/jour. Les puits FE-7 et PP-6 ont été sollicités simultanément de manière à capter le plus d'eau possible. Les FE-7 et PP-6 ont pompé respectivement 655 m³/jour et 2210 m³/jour. Les niveaux d'eau ont été mesurés dans 12 puits et piézomètres en aval du PP-6 et situés de 6 m à 1400 m. Ils ont été enregistrés sur une base quotidienne tout au long de l'essai grâce à une sonde manuelle et à deux sondes pressiométriques. La remontée a été relevée manuellement jusqu'au 13 juin.

L'eau du PP-6 a été évacuée via une borne fontaine connectée à l'aqueduc à environ 1600 m au sud-est du puits, soit à proximité des puits PP-4 et PP-5 de la ville. Une frontière imperméable empêchait la recharge de la nappe phréatique étudiée dans ce rapport.

L'eau pompée du FE-7 a été acheminée à environ 340 m au nord-est, dans un secteur boisé où le ruissellement se dirige vers l'est. Les tableaux de données et les graphiques de l'essai figurent à l'annexe 3.

6.2 Résultats obtenus

Les élévations des niveaux d'eau en temps réel pendant et après le pompage sont montrées sur le graphique 1 de l'annexe 4. Les rabattements calculés pour chaque piézomètre ont été mis sur le graphique 2 de l'annexe 4. Les valeurs amassées au piézomètre de la TR-7 n'ont pas été considérées étant donné leur élévation trop élevée par rapport à celles des autres piézomètres. Bien que les rabattements soient peu élevés, ils témoignent du lien hydraulique entre tous les piézomètres (à l'exception du piézomètre de la TR-7). Au terme du pompage, le pH et la température ont été relevés au FE-7 et au PP-6. Leurs valeurs respectives sont de 6,6 et 6,2 °C et de 6,6 et 6,4 °C. Ces données viennent appuyer le fait que les eaux pompées au FE-7 et au PP-6 font partie du même aquifère. À noter que le régime permanent n'a pas été atteint au cours de la période de suivi du rabattement.

Tous les piézomètres ont démontré un rabattement, en dépit des précipitations subies en Abitibi (voir le tableau 2) au cours de la période de pompage. Il appert donc que l'exploitation de l'aquifère au débit de 2865 m³/jour induit un impact sur la nappe phréatique indépendamment de la recharge engendrée par la pluie.

Tableau 2 : Précipitations en Abitibi

Date	Minutes écoulées depuis 14/05/2008 à 10h00	Environnement Canada Pluie totale (mm) Val d'Or	Environnement Canada Pluie totale (mm) Rouyn-Noranda	Données fournies par la ville de Malartic Pluie totale (mm)	Description des activités
14 mai 2008	n/a	6	17,4	0	Début de l'essai de pompage au P-6
15 mai 2008	840	0,5	0	0	Début de l'essai de pompage au FE-7
16 mai 2008	2280	0,5	1,4	0	Suivi du rabattement
17 mai 2008	3720	4,5	7,2	0	Suivi du rabattement
18 mai 2008	5160	0	4,8	0	Suivi du rabattement
19 mai 2008	6600	9,2	9,2	0	Suivi du rabattement
20 mai 2008	8040	n/d	2	0	Suivi du rabattement
21 mai 2008	9480	0	0	21	Suivi du rabattement
22 mai 2008	10920	0,5	1	0	Suivi du rabattement
23 mai 2008	12360	0	0	0	Suivi du rabattement
24 mai 2008	13800	0	0	0	Suivi du rabattement
25 mai 2008	15240	0,5	0	0	Suivi du rabattement
26 mai 2008	16680	13	9,6	0	Suivi du rabattement
27 mai 2008	18120	n/d	1,1	15,2	Suivi du rabattement
28 mai 2008	19560	0,5	0	1,8	Suivi du rabattement
29 mai 2008	21000	0	0	0	Suivi du rabattement
30 mai 2008	22440	4	9,8	0	Suivi du rabattement
31 mai 2008	23880	9	6,6	0	Suivi du rabattement
1 juin 2008	25320	0,5	1	16	Suivi du rabattement
2 juin 2008	26760	0,5	0	0	Suivi du rabattement
3 juin 2008	28200	0	0	0	Suivi du rabattement. Échantillonnage au FE-7
4 juin 2008	29640	0,5	0	0	Suivi de la remontée
5 juin 2008	31080	2	4,7	0	Suivi de la remontée
6 juin 2008	32520	3,5	2,5	5,4	Suivi de la remontée
7 juin 2008	33960	1	0	0	-
8 juin 2008	35400	0	0	0	-
9 juin 2008	36840	1,5	2,5	0	Suivi de la remontée
10 juin 2008	38280	4,5	6,1	0	-
11 juin 2008	39720	10	1,6	0	-
12 juin 2008	41160	1	0	21,2	-
	Total	73,2	88,5	80,6	

Les graphiques 3 et 4 de l'annexe 4 montrent le rabattement et l'élévation de la nappe phréatique en fonction de la distance par rapport au PP-6 tout au long du suivi du pompage et de la remontée. Ces graphiques permettent de vérifier le lien hydraulique entre les piézomètres. Le graphique 3 illustre une fluctuation à la baisse des niveaux d'eau au fur et à mesure que le pompage progresse, tout en attestant de la présence d'un gradient hydraulique dirigé du PP-6 vers le FE-4. Bien que le régime permanent n'ait pas été atteint au cours de l'essai, le graphique 4 (rabattement en fonction de la distance) permet d'estimer le rayon théorique d'influence du captage de l'eau. Ce graphique a été tracé avec l'hypothèse que tout le pompage a été fait à partir du PP-6, c'est pourquoi les données du FE-7, du TR-4 et du TR-5 n'y ont pas été incluses.

Selon les données affichées sur ce graphique, le rayon d'influence théorique au débit de 2865 m³/jour serait de l'ordre de 6000 m, en direction aval du site et il dépasse les limites du banc d'emprunt.

La transmissivité au droit du PP-6 a été établie à 1760 m²/jour. La conductivité hydraulique équivalente est de 86 m/jour (Bilodeau, Bouclin, Piché. 2006).

La transmissivité au droit du FE-7 a été estimée avec la méthode de Cooper-Jacob (graphique 5 de l'annexe 4). La valeur obtenue est de l'ordre de 1330 m²/jour, ce qui donne une conductivité hydraulique de 215 m/jour. Ces deux valeurs témoignent d'un grand potentiel aquifère dans le secteur du FE-7. De plus, ce même graphique permet d'interpréter la présence d'une frontière imperméable. En effet, après 16 000 minutes de pompage, le taux de rabattement s'accélère pour dévier du taux de rabattement initial.

En supposant que le pompage au FE-7 se poursuivrait sans interruption, un rabattement plus élevé pourrait mener à une inversion du gradient hydraulique. Ainsi, l'eau souterraine se déplacerait vers le sud-est. Si une telle situation se produisait, les activités à risque dont il est question à la section 3, particulièrement celles reliées à l'exploitation des deux sablières, deviendraient très préoccupantes étant donné qu'elles se trouveraient dans l'aire d'alimentation du FE-7.

6.3 Indice DRASTIC

L'indice de vulnérabilité DRASTIC¹ est une méthode ou système normalisé qui permet une évaluation quantitative du potentiel de contamination des nappes d'eau souterraine à l'aide des conditions hydrogéologiques prévalant dans la région concernée. Chacun de ces paramètres est quantifié en lui attribuant une valeur numérique pondérée.

L'indice DRASTIC est la somme des produits obtenus pour chacun des paramètres considérés. Plus l'indice est élevé, plus le potentiel de contamination est élevé. L'indice d'un aquifère varie dans une plage allant de 23 à 226. Il peut être également exprimé en pourcentage de la façon suivante :

$$\text{Pourcentage DRASTIC} = 100 \times \frac{(\text{Indice DRASTIC}) - 23}{203}$$

¹ ALLER, L., T. BENNETT, J.-H. LEHR, et al., 1987. *DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential using Hydrogeologic Settings*, report No EPA-600/2-87-035, National Water Well Association, Ohio.

Tableau 3 : Indice de vulnérabilité DRASTIC

Endroit	D		R		A		S		T		I		C		Indice Drastic	Pourcentage DRASTIC (%)
	Profondeur nappe		Recharge annuelle		Milieu aquifère		Nature du sol		Pente du terrain		Impact de la zone vadose		Conductivité hydraulique			
	Description	Cote	Description	Cote	Description	Cote	Description	Cote	Description	Cote	Description	Cote	Description (m/i)	Cote		
PP-6	20,3	3	>250*	9	Sable moyen à grossier	9	Sable	9	2%	10	Sable fin. Traces d'un peu de silt	6	82+	10	166	69,4
FE-7	2,03	9	>250*	9	Sable fin à grossier. Traces de silt	9	Sable	9	1%	10	Sable fin à grossier. Traces de silt	7	82+	10	201	86,4
TR-8	1,42	10	>250*	9	Sable moyen et gravier	9	Gravier	10	1%	10	Sable moyen et gravier	8	82+	10	213	92,2
TR-9	2,41	9	>250*	9	Sable moyen et gravier	9	Gravier	10	1%	10	Sable moyen et gravier	8	82+	10	208	89,8

* Données du rapport de (Bilodeau, Bouclin, Piché. 2006)

L'indice DRASTIC calculé aux différents points d'observation ciblés témoigne d'une vulnérabilité élevée à très élevée à la contamination du surface au droit du PP-6, du FE-7 et des piézomètres des TR-8 et TR-9. Ces deux derniers piézomètres ont été aménagés dans des points bas de deux sablières en activité. Étant donné les activités d'excavation qui y ont cours, il serait nécessaire de prendre les mesures requises afin de protéger la ressource en eau souterraine, en effectuant un échantillonnage régulier de l'eau à proximité des sablières et en implantant des mesures de mitigation telles :

- limiter le fond d'excavation ;
- exiger le stationnement des équipements et les opérations d'entretien à l'extérieur de l'aire d'emprunt, entre autres.
- envisager l'adoption d'un règlement qui interdirait l'exploitation des aires d'emprunt.

7. Qualité de l'eau souterraine

7.1. Échantillonnage au piézomètre de la TR-5

Le sol ainsi que l'eau de la TR-5 ont été échantillonnés afin de vérifier la présence d'hydrocarbures pétroliers. Tous les critères de référence usuels ont été respectés. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 4, 5 et 6. Les certificats d'analyse ont été mis en annexe 5. Ces résultats rencontrent les exigences d'eau de consommation.

Tableau 4 : Résultats d'analyses des HAP de l'échantillon d'eau prélevé au piézomètre de la TR-5

Paramètres	Unité	Résultats d'analyses	Critère MDDEP*
		TR-5 (16 mai 2008)	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques			
Acénaphthène	µg/l	< 0,05	67
Anthracène	µg/l	< 0,03	11 000 000
Benzo(a)anthracène	µg/l	< 0,02	4,9
Benzo(b+j+k)fluoranthène	µg/l	< 0,04	4,9
Benzo(a)pyrène	µg/l	< 0,008	0,01**
Chrysène	µg/l	< 0,03	4,9
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	< 0,02	4,9
Fluoranthène	µg/l	< 0,01	2,3
Fluorène	µg/l	0,06	1 400 000
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	< 0,01	4,9
Naphtalène	µg/l	0,15	340
Phénanthrène	µg/l	0,07	30
Pyrène	µg/l	< 0,01	1 100 000

* Critère *Résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts*, selon la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, MENV, 1999.

** Critère *Eau pour fin de consommation*, selon la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, MENV, 1999.

Tableau 5 : Résultats d'analyses des HMA de l'échantillon d'eau prélevé au piézomètre de la TR-5

Paramètres	Unité	Résultats d'analyses	Critère MDDEP*
		TR-5 (16 mai 2008)	
Hydrocarbures aromatiques monocycliques			
Benzène	µg/l	<0,1	5
Chlorobenzène	µg/l	<0,1	30
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	<0,1	3
1,3-Dichlorobenzène	µg/l	<0,1	15 000**
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	<0,1	1
Éthylbenzène	µg/l	<0,1	2.4
Styrène	µg/l	<0,1	20
Toluène	µg/l	<0,1	24
Xylènes totaux	µg/l	<0,1	300
Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀	mg/l	0,1	3,5**

* Critère Eau pour fin de consommation selon la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés MENV, 1999.

** Critère Résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts selon la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés MENV, 1999.

Tableau 6 : Résultats d'analyses des C₁₀-C₅₀ des échantillons de sol prélevés à la TR-5

Paramètres		Critère ¹			TR-5	Paroi TR-5
Hydrocarbures pétroliers	Unités	A	B	C	16 mai 2008	16 mai 2008
Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀	mg/kg	300	700	3500	< 100	< 100

(1) Selon la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés, MENV, 1999.

7.2 Échantillonnage au FE-7

Des échantillons d'eau ont été prélevés au FE-7 au terme du pompage de longue durée. Les analyses faites ont permis de vérifier la potabilité de l'eau. De fait, l'eau échantillonnée respecte les critères de référence en vigueur et est potable. L'analyse des nitrites n'a pas pu être effectuée à cause d'une erreur de manipulation. Les résultats d'analyse sont présentés aux tableaux 7, 8, 9 et 10.

Les certificats d'analyse ont été mis en annexe 5. Ces résultats rencontrent les exigences d'eau de consommation.

Tableau 7 : Résultats d'analyses bactériologiques des échantillons d'eau prélevés au FE-7

Paramètres	Unités	Résultats d'analyses	Normes ⁽¹⁾
		3 juin 2008	
Coliformes totaux	UFC/100 ml	0	10
Colonie atypiques	UFC/membrane	0	200
Coliformes fécaux	UFC/100 ml	0	0
Streptocoques fécaux	UFC/100 ml	0	0
E. Coli	UFC/100 ml	0	0
Virus coliphages	/100 ml	Absence	0

(1) Règlement sur la qualité de l'eau potable du MDDEP

Tableau 8 : Résultats d'analyses physico-chimiques des échantillons d'eau prélevés au FE-7

Paramètres	Unités	Résultats d'analyses	Normes RQEP ⁽¹⁾ ou recommandations
		3 juin 2008	
Turbidité	UTN	< 0,10	5
Chlorures (Cl)	mg/l	< 3	250 ⁽²⁾
Cyanures totaux	mg/l	< 0,02	0.2
Fluorures (F)	mg/l	< 0,2	1.5
Mercure (Hg)	mg/l	< 0,0001	0.001
Nitrites (N)	mg/l	--- ⁽⁴⁾	1
Nitrites et Nitrates (N)	mg/l	0.25	10
pH (mesuré sur place)	pH	6.6	6,5 - 8,5
Température (mesurée sur place)	°C	6.2	< 15
Sulfates (SO ₄)	mg/l	10	500 ⁽²⁾
Antimoine (Sb)	mg/l	< 0,001	0.006
Arsenic (As)	mg/l	< 0,001	0.025
Bore (B)	mg/l	< 0,02	5
Baryum (Ba)	mg/l	< 0,01	1
Cadmium (Cd)	mg/l	< 0,001	0.005
Chrome (Cr)	mg/l	< 0,001	0.05
Cuivre (Cu)	mg/l	< 0,001	1,0 ⁽²⁾
Fer (Fe)	mg/l	< 0,018	0,3 ⁽²⁾
Dureté (CaCO ₃)	mg/l	48	< 180 - 200 ⁽³⁾
Manganèse (Mn)	mg/l	< 0,005	0,05 ⁽²⁾
Sodium (Na)	mg/l	3	200 ⁽²⁾
Plomb (Pb)	mg/l	< 0,001	0.01
Sélénium (Se)	mg/l	< 0,001	0.01
Uranium (U)	mg/l	< 0,005	0.02

(1) Règlement sur la qualité de l'eau potable (MDDEP).

(2) Santé Canada, 1997.

(3) Valeur recommandée selon les règles de l'art, les normes américaines, européennes ou l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

(4) Paramètre non effectué, erreur de laboratoire.

Tableau 9 : Résultats d'analyses des HAP des échantillons d'eau prélevés au FE-7

Paramètres	Unité	Résultats d'analyses	Critère MDDEP*
		3 juin 2008	
Acénaphthène	µg/l	< 0,1	67
Anthracène	µg/l	< 0,1	11 000 000
Benzo(a)anthracène	µg/l	< 0,1	4,9
Benzo(b+j+k)fluoranthène	µg/l	< 0,1	4,9
Benzo(a)pyrène	µg/l	< 0,1	0,01**
Chrysène	µg/l	< 0,1	4,9
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	< 0,1	4,9
Fluoranthène	µg/l	< 0,1	2,3
Fluorène	µg/l	< 0,1	1 400 000
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	< 0,1	4,9
Naphtalène	µg/l	< 0,1	340
2-chloronaphtalène	µg/l	< 0,1	---
Acénaphthylène	µg/l	< 0,1	---
Phénanthrène	µg/l	< 0,1	30
Benzo(c)phénanthrène	µg/l	< 0,1	---
7,12-diméthylbenzo(a)anthracène	µg/l	< 0,1	---
3-méthylcholanthrène	µg/l	< 0,1	---
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	< 0,1	---
Dibenzo(a,l)pyrène	µg/l	< 0,1	---
Dibenzo(a,i)pyrène	µg/l	< 0,1	---
Dibenzo(a,h)pyrène	µg/l	< 0,1	---
Pyrène	µg/l	< 0,1	1 100 000

* Critère *Résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts*, selon la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, MENV, 1999.

** Critère *Eau pour fin de consommation*, selon la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, MENV, 1999.

Tableau 10 : Résultats d'analyses des HAM et des HP C₁₀-C₅₀ des échantillons d'eau prélevés au FE-7

Paramètres	Unité	Résultats d'analyses	Critère MDDEP*
		3 juin 2008	
Benzène	µg/l	<0,1	5
Chlorobenzène	µg/l	<0,1	30
1,2-Dichlorobenzène	µg/l	<0,1	3
1,3-Dichlorobenzène	µg/l	<0,1	15 000**
1,4-Dichlorobenzène	µg/l	<0,1	1
Éthylbenzène	µg/l	<0,1	2,4
Styrène	µg/l	<0,1	20
Toluène	µg/l	0,1	24
Xylènes totaux	µg/l	<0,1	300
Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀	mg/l	<0,1	3,5**

* Critère *Eau pour fin de consommation*, selon la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, MENV, 1999.

** Critère *Résurgence dans les eaux de surface ou infiltration dans les égouts*, selon la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*, MENV, 1999.

9. Équipe de travail

L'équipe de travail est constituée de David Granger, ing. jr, Gilles Bouclin, ing., M. Sc., évaluateur environnemental de site agréé (EESA), de et de Donat Bilodeau, ing. hydrogéologue.

10. Conclusions et recommandations

La présente étude hydrogéologique permet de formuler les conclusions suivantes :

- Les puits PP-6 et FE-7 exploitent le même aquifère à nappe libre dans les dépôts granulaires. Le site est compris dans les limites d'un banc d'emprunt géré par le MRNF. Dépendamment de l'emplacement, l'aquifère est surmonté de 1,4 à 20,3 m de sable fin à gravier grossier.
- Plusieurs activités humaines pourraient mettre en péril la pérennité de la ressource en eau souterraine, notamment l'exploitation non contrôlée de deux sablières / gravières et l'utilisation du terrain comme dépôt de matières résiduelles.

- L'essai de pompage de 13 jours confirme qu'un débit de 2865 m³/jour peut être extrait de l'aquifère dont 655 m³/jour au droit du FE-7 et 2210 m³/jour au droit du PP-6. Le débit sécuritaire d'exploitation pourrait être inférieur. À ce débit, le FE-11 (situé à côté du PP-6) a atteint un rabattement de l'ordre de 46 cm tandis qu'il était de 120 cm au FE-7. La transmissivité évaluée est de l'ordre de 1760 m²/jour au PP-6 et de 1330 m²/jour au FE-7.
- Le pompage de longue durée a provoqué une variation du niveau de l'eau dans tous les piézomètres suivis (à l'exception du piézomètre de la TR-7), ce qui démontre un lien hydraulique direct sur la totalité du banc d'emprunt.
- Une frontière imperméable est interprétée au terme du pompage au FE-7.
- Une augmentation du rabattement pourrait provoquer une inversion du gradient hydraulique vers le sud-est, c'est-à-dire du FE-4 vers le FE-7 et le PP-6. Les deux sablières / gravières en activité se situeraient donc en amont des sites de captage.
- Le rayon d'influence théorique du PP-6 pourrait atteindre 6000 m, ce qui dépasse les limites du banc d'emprunt.
- Dans le secteur du puits PP-6 l'indice DRASTIC est évalué à 166, ce qui indique que la formation aquifère à nappe libre est vulnérable à la contamination de surface. L'indice DRASTIC est de 201 au FE-7, de 213 à la hauteur du piézomètre de la TR-8 et de 208 au piézomètre de la TR-9. Ces valeurs indiquent une vulnérabilité très élevée à la contamination en provenance de la surface.
- Les résultats d'analyse des paramètres microbiologiques, physico-chimiques et pétroliers indiquent que l'eau pompée au FE-7 est saine pour la consommation humaine. Tous les paramètres analysés sont à l'intérieur des limites prescrites par le RQEP et les directives et guides du MDDEP.

À la lumière de ces informations, nous recommandons de proscrire les activités à risque à l'intérieur des limites du banc d'emprunt et d'effectuer le contrôle nécessaire. Un suivi annuel de la qualité de l'eau pour les paramètres pétroliers devrait aussi être fait. Le secteur du FE-7 présente un potentiel hydrogéologique intéressant tant aux points de vue de la qualité que de la quantité d'eau. Un puits de production pourrait y être aménagé.

Il est recommandé que la ville de Malartic procède à la protection du territoire par l'adoption d'un règlement municipal de façon à classer le secteur « Zone de production d'eau potable » de Classe 1.

11. Références

CHAPUIS, R.P., *Guide des essais de pompage et leurs interprétations*, Les publications du Québec, Sainte-Foy, 1999.

GRUPE CONSULTAUX INC. *Génivar – Étude hydrogéologique, Recherche en eau souterraine et implantation du puits de production, Ville de Malartic*. Vaudreuil-Dorion, Mai 2006.

TODD, D.K., MAYS, L.W., *Groundwater Hydrogeology – Third Edition*, John Wiley & Son, Inc. Hoboken. 2005.