


**ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE**

**IMPLANTATION D'UN LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE  
POUR LA RÉGIE INTERMUNICIPALE DE GESTION  
DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DE L'ISLET-MONTMAGNY (RIGMRIM)**

RAPPORT FINAL

PRÉPARÉ PAR

  
**Consultants**  
**Enviroconseil** INC.

3930, boulevard Hamel Ouest  
Bureau 211  
Québec (Québec) G1P 2J2

Dossier n° : E30098-02  
Rapport n° : 1

Avril 2004

# ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE

IMPLANTATION D'UN LIEU D'ENFOUISSEMENT TECHNIQUE  
POUR LA RÉGIE INTERMUNICIPALE DE GESTION  
DES MATIÈRES RÉSIDUELLES DE L'ISLET-MONTMAGNY (RIGMRIM)

## RAPPORT FINAL

**Rédigé par :** Alain Hébert, ing., M.Sc.  
Chargé de projets  
CONSULTANTS ENVIROCONSEIL

**Vérifié par :** François Bergeron, ing.  
Président  
CONSULTANTS ENVIROCONSEIL

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
1.0 INTRODUCTION .....	1
2.0 INVENTAIRE DES INFORMATIONS DISPONIBLES.....	1
2.1. Géologie régionale et géomorphologie .....	1
2.2. Géologie locale .....	2
2.2.1. Élévation du roc.....	3
2.3. Inventaire des puits, utilisation des eaux souterraines et bassins versants.....	4
2.4. Études antérieures.....	4
3.0 CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DU SITE.....	6
3.1. Méthodologie .....	6
3.2. Localisation des nappes.....	6
3.3. Carte piézométrique.....	7
3.4. Conductivité hydraulique.....	9
3.5. Calcul des vitesses de migration.....	9
3.6. Relations entre les diverses unités hydrostratigraphiques et le réseau hydrographique de surface .....	10
3.7. Vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution.....	11
3.7.1. Profondeur de la nappe (D).....	11
3.7.2. Recharge nette (R).....	11
3.7.3. Type d'aquifère (A).....	12
3.7.4. Type de sol de surface (S).....	12
3.7.5. Topographie (T).....	12
3.7.6. Impact de la zone vadose (I) .....	12
3.7.7. Conductivité hydraulique (C) .....	12
3.7.8. Résultat de l'indice DRASTIC.....	12
3.8. Qualité de l'eau souterraine .....	13
4.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	15

## ANNEXES

- Annexe 1 : Rapports de forages et de sondages.  
Annexe 2 : Essais de chocs hydrauliques.



## 1.0 INTRODUCTION

La *Régie intermunicipale de gestion des matières résiduelles de l'Islet-Montmagny* (RIGMRIM) doit procéder à l'implantation d'un nouveau lieu d'enfouissement technique (LET) afin de répondre au besoin incessant en disposition des matières résiduelles produites sur son territoire.

Suite à de nombreuses démarches, une recherche de site a été réalisée et les différents sites sélectionnés ont été soumis à une analyse multicritère quantitative. Sur la base de cette analyse, le site présentant le meilleur potentiel et étant susceptible de créer le moins d'impacts sur l'environnement a été recommandé à la RIGMRIM.

Le site retenu est situé dans la municipalité de Saint-Cyrille-de-Lessard le long de la route 285. L'accès au site est facile puisqu'il est situé directement sur la route 285. Il est cependant bien isolé visuellement puisqu'un écran boisé est présent en bordure de la route. Cette zone a fait l'objet de coupes forestières au cours des dernières années, la végétation présente est donc typique d'une forêt en régénération. La topographie du site est relativement plane avec une pente orientée vers le sud-ouest au bout du terrain. Le cours d'eau récepteur éventuel est le ruisseau de la Bouteille qui est un affluent du Bras d'Apic.

La RIGMRIM a mandaté la firme *BPR Groupe-conseil* pour réaliser l'étude d'impact pour l'implantation du nouveau LET sur ce site. *Consultants Enviroconseil* a été engagée en sous-traitance pour réaliser, entre autres parties du projet, le volet hydrogéologique de l'étude d'impact selon la *Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet de lieu d'enfouissement sanitaire* de la *Direction des évaluations environnementales* du *ministère de l'Environnement du Québec* (MENV).

## 2.0 INVENTAIRE DES INFORMATIONS DISPONIBLES

### 2.1. Géologie régionale et géomorphologie

Le site à l'étude est situé dans le secteur de Montmagny-L'Islet dans la région Chaudière-Appalaches. Plus précisément, ce dernier est situé le long de la route 285 à environ 20 kilomètres de la ville de L'Islet et du fleuve Saint-Laurent.

Comme son nom l'indique, la région est située au début de la chaîne des Appalaches. Le relief est accidenté (succession de crêtes) mais n'atteint pas des altitudes élevées<sup>1</sup>. Le site à l'étude est situé à environ 350 mètres d'élévation sur le flanc sud-est d'une crête qui culmine à 410 mètres.

---

<sup>1</sup> Dans un rayon de 10 kilomètres, l'altitude des crêtes varie entre 300 et 500 mètres.



D'après la carte géologique de la région<sup>2</sup>, on trouve à cet endroit trois (3) groupes géologiques distincts. On trouve ainsi le groupe de Rosaire composé de phyllades<sup>3</sup>, siltstones et quartzites (gris, noir), le groupe d'Armagh constitué de grès (verts, rouges et impurs) et de phyllades (verts, rouges et gris) ainsi que le groupe de Caldwell comprenant deux (2) formations, soient de la pélite<sup>4</sup> (rouge et verte) et un peu de grès (rouge) et de la volcanite (mafique, bréchique, coussinée et massive). Le site comme tel est situé dans un secteur identifié comme étant du groupe d'Armagh, bien que les autres formations semblent avoir été également identifiées par endroits.

## 2.2. Géologie locale

La carte pédologique<sup>5</sup> de la région montre la présence de dépôts de tills (loam pierreux). Ces sols sont généralement constitués d'un mélange hétérogène d'argile, de sable, de gravier, de caillou et de bloc.

Les neuf (9) forages et les vingt-six (26) tranchées d'exploration effectués dans le cadre de cette étude ont permis de bien déterminer la stratigraphie du site à l'étude. Les informations recueillies tendent à valider informations présentées sur la carte géologique et la carte pédologique.

Ainsi, tous les sondages effectués (tranchées d'exploration et forages) ont montré la présence d'un till très hétérogène. Une couche de terre végétale a été observée à quelques endroits. Notons toutefois qu'un horizon de sols argileux<sup>6</sup> a été observé dans le sondage TE-22. Cet horizon argileux est intercalé entre deux (2) horizons de till. Ce sondage est situé dans la partie sud-est du site.

Pour ce qui est de la nature du roc, les observations effectuées lors des travaux de terrain, particulièrement lors de deux (2) forages effectués dans le roc<sup>7</sup>, tendent à confirmer l'information disponible sur la carte géologique.

Ainsi, la réalisation du forage PR-6 dans la partie nord du site à l'étude, a permis d'observer en succession un roc gris, un roc rouge plus tendre et un roc brun. Le roc observé à cet endroit s'apparente donc au groupe d'Armagh décrit précédemment. Le forage PR-7, réalisés dans la partie sud du site à l'étude, a permis d'observer la présence d'un roc complètement noir. Le roc observé à cet endroit s'apparente ainsi au groupe de Rosaire.

Les rapports de sondage (tranchées d'exploration) ainsi que les rapports de forage (aménagés en puits d'observation) sont présentés à l'annexe 1 de ce document.

---

<sup>2</sup> MRN, Québec, 2000, -Saint-Marcel - 21L16 200-0202. Carte SI-21L16D-C4G-001.

<sup>3</sup> Roche métamorphique argileuse plus ou moins lustrée, comme les schistes ardoisiers et les schistes sériciteux.

<sup>4</sup> Roche sédimentaire détritique formée de boue argileuse consolidée par compaction. Les pélites se différencient des argillites (ou *shales*) par leur composition un peu plus grossière et la présence de fines stratifications.

<sup>5</sup> IRDA 21L 16-200-0202.

<sup>6</sup> Argile grise contenant un peu de silt. Horizon ne dépassant pas 1 mètre d'épaisseur.

<sup>7</sup> PR-6 et PR-7.



### 2.2.1. Élévation du roc

Les sondages réalisés ont également permis de tracer une carte présentant la profondeur du roc. Le logiciel *Surfer 8* a été utilisé pour tracer les isocontours de l'élévation du roc. Ainsi, les données provenant des sept (7) forages ainsi que de vingt (20) des vingt-six (26) tranchées d'exploration effectuées ont été retenues pour la génération des isocontours. Le tableau 2.1 présente ces données.

Tableau 2.1 : Données recueillies sur le terrain pour la détermination de l'élévation du roc

Sondage	Coordonnées		Profondeur du roc (m)	Élévations	
	nord	est		Terrain naturel (m)	Roc (m)
PO-1	5205425,15	327196,06	4,57	353,45	348,88
PO-2	5205605,04	327099,02	3,35	356,15	352,80
PO-3	5205451,71	327036,45	4,27	351,64	347,37
PO-4	5205187,21	327111,03	6,70	347,08	340,38
PO-5	5205240,10	327251,70	5,48	349,05	343,57
PR-6	5205683,51	327268,58	2,74	361,61	358,87
PR-7	5205245,59	327380,36	7,62	352,36	344,74
TE-1	5205607,02	327091,44	2,50	356,34	353,84
TE-2	5205592,62	327124,61	2,60	356,36	353,76
TE-3	5205549,49	327227,82	1,60	355,48	353,88
TE-4	5205528,46	327283,43	1,20	354,46	353,26
TE-5	5205483,80	327371,86	2,00	352,49	350,49
TE-6	5205451,77	327404,75	1,60	351,79	350,19
TE-8	5205530,29	327076,97	2,90	353,04	350,14
TE-9	5205497,67	327107,50	3,40	352,76	349,36
TE-10	5205472,69	327134,21	2,80	352,77	349,97
TE-11	5205434,40	327174,93	3,00	353,25	350,25
TE-14	5205453,13	327027,34	3,30	351,32	348,02
TE-15	5205415,27	327056,07	2,70	351,98	349,28
TE-16	5205389,24	327079,41	3,00	352,87	349,87
TE-17	5205302,93	327149,70	3,30	351,53	348,23
TE-19	5205231,92	327251,37	3,80	348,62	344,82
TE-20	5205225,54	327077,89	4,00	347,52	343,52
TE-23	5205192,06	326959,00	3,70	346,16	342,46
TE-24	5205682,91	327279,69	1,60	361,43	359,83
TE-25	5205426,95	327196,61	4,50	353,22	348,72
TE-26	5205412,13	327206,65	4,50	353,12	348,62

Les six (6) sondages non retenus pour l'établissement de l'élévation du roc sont les tranchées TE-7, TE-12, TE-13, TE-18, TE-21 et TE-22. Les tranchées TE-7 et TE-18 n'ont pu être arpentées tandis que TE-21 et TE-22 n'ont pas atteint le roc. Pour ce qui est de TE-12 et TE-13, les résultats du forage PO-1 et de la



tranchée TE-26, situés à proximité, ainsi que les notes relevées sur le terrain laissent présager que ces sondages n'ont pas atteint réellement le roc mais ont plutôt été arrêtés suite à la rencontre de blocs.

La figure 2.1 de la page suivante présente la carte de l'élévation du roc ainsi obtenue. On observe que le roc présente une pente variant entre 1,3 % et 6,4 % principalement du nord vers le sud. La profondeur de ce dernier par rapport au terrain naturel augmente selon le même axe nord-sud.

### **2.3. Inventaire des puits, utilisation des eaux souterraines et bassins versants**

Différentes démarches ont été effectuées afin de vérifier s'il y avait présence de puits aménagés dans la nappe d'eau souterraine dans un rayon de 1 kilomètre en périphérie du site à l'étude. Dans un premier temps, l'information obtenue de la ville de St-Cyrille-de-Lessard permet de confirmer qu'il n'y a pas de puits municipal d'approvisionnement en eau souterraine dans ce secteur. Cependant, les autorités municipales n'ont pu statuer sur la présence ou non de puits privés. En second lieu, une visite de terrain<sup>8</sup> à l'endroit des bâtiments<sup>9</sup> situés dans le périmètre couvert par l'étude n'a pas permis l'identification visuelle de puits d'eau potable. Finalement, une recherche a été effectuée à l'aide du *Système d'information hydrogéologique*<sup>10</sup> sur le site internet du MENV. Cette recherche a permis d'obtenir de l'information sur un (1) puits et/ou forage effectué dans le périmètre de l'étude. Il est situé à environ 500 mètres au sud du site, du côté opposé de la route 285. Il a été réalisé en 1985 et l'information disponible ne permet pas de savoir s'il s'agit bien d'un puits et, si c'est le cas, s'il est toujours utilisé.

Les informations recueillies semblent donc indiquer qu'il n'y a pas d'utilisation de l'eau souterraine dans un rayon de 1 kilomètre au pourtour du site à l'étude.

Les cartes de limites des bassins hydrographiques<sup>11</sup> montrent que le site à l'étude se situe dans le bassin versant de la rivière Bras d'Apic (ainsi que du ruisseau de la Bouteille). La tête du bassin comprend le lac d'Apic tandis qu'il se termine au point de décharge du Bras d'Apic dans le Bras St-Nicolas. Ce bassin versant fait partie du bassin hydrographique principal numéro 0231.

### **2.4. Études antérieures**

Aucune étude antérieure, de quelconque nature, n'a été réalisée sur le site à l'étude.

---

<sup>8</sup> Effectuée par un représentant de BPR Groupe-conseil.

<sup>9</sup> Identifiés au nombre de deux.

<sup>10</sup> Le SIH est un système permettant d'obtenir de l'information sur plus de 125 000 puits et forages construits sur le territoire québécois depuis l'entrée en vigueur du Règlement sur les eaux souterraines, en 1968. Anciennement connu sur le nom d'Annuaire des puisatiers.

<sup>11</sup> MENV, service des eaux de surface, Limite des bassins hydrographiques, cartes 21 L/16 et 21 M/1.



*Figure 2.1*



### 3.0 CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DU SITE

#### 3.1. Méthodologie

Dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement du projet d'implantation du LET de la RIGMRIM, la caractérisation hydrogéologique locale doit comprendre les informations suivantes:

- La localisation des nappes;
- une carte piézométrique présentant la profondeur des nappes et le sens d'écoulement;
- les conductivités hydrauliques évaluées sur le terrain;
- les vitesses de migration;
- les relations entre les diverses unités hydrostratigraphiques et aussi avec le réseau hydrographique de surface;
- la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution.

La méthodologie utilisée pour obtenir les différentes informations nécessaires consiste principalement en la réalisation de forages aménagés en puits d'observation. Basé sur les exigences de la Directive, la superficie du site<sup>12</sup> fait en sorte que sept (7) puits d'observation<sup>13</sup> sont jugés nécessaires et suffisants pour la caractérisation des eaux souterraines. Ces puits d'observation sont échantillonnés pour des fins d'analyse chimique de l'eau souterraine, le niveau piézométrique est relevé et des essais *in situ* de choc hydraulique sont réalisés afin de déterminer la conductivité hydraulique des sols. L'information obtenue à partir de ces travaux permet de tracer une carte piézométrique détaillée identifiant les directions et vitesses d'écoulement définissant le patron de circulation des eaux souterraines.

Finalement, la vulnérabilité des eaux souterraines est évaluée à l'aide de la méthode DRASTIC (NWWA/EPA, 1987). DRASTIC est un système standardisé d'évaluation de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines basé sur les paramètres hydrogéologiques du milieu.

#### 3.2. Localisation des nappes

Notre interprétation des données recueillies lors des forages et du relevé piézométrique, d'après la nature des sols et les données recueillies lors des forages et du relevé piézométrique, est que les aquifères correspondant au roc et aux dépôts meubles sont en lien hydraulique direct et qu'il y a donc une seule nappe phréatique.

---

<sup>12</sup> Superficie de la zone d'enfouissement et des installations de traitement.

<sup>13</sup> Des ces sept (7) puits d'observation, cinq (5) sont aménagés dans les dépôts meubles tandis que deux (2) le sont dans le roc.



### 3.3. Carte piézométrique

La piézométrie du site a été réalisée à l'aide des sept (7) puits d'observation aménagés dans les dépôts meubles ainsi que dans le roc. Le relevé des niveaux d'eau a été réalisé le 18 décembre 2003.

La figure 3.1 présente la carte piézométrique obtenue par interpolation avec la méthode de krigeage à l'aide du logiciel *Surfer 8* ainsi qu'avec l'interprétation du terrain. Les directions d'écoulement générales sont aussi indiquées sur cette figure.

Les différentes données piézométriques utilisées sont présentées au tableau 3.1. Il est à noter qu'au moment du relevé des niveaux de l'eau souterraine, le puits d'observation PO-2 était gelé. Pour les besoins de la réalisation de la carte piézométrique, nous avons utilisé l'hypothèse que l'élévation de la nappe phréatique se situait à 30 centimètres sous le terrain naturel, soit à 355,85 m à l'endroit de ce puits d'observation.

Tableau 3.1: Relevé piézométrique du 18 décembre 2003.

Sondage	Coordonnées		Profondeur de l'eau (m)	Élévations	
	nord	est		Terrain naturel (m)	Eau (m)
PO-1	5205425,15	327196,06	2,39	353,45	351,06
PO-2	5205605,04	327099,02	gelée	356,15	355,85
PO-3	5205451,71	327036,45	4,09	351,64	347,55
PO-4	5205187,21	327111,03	0,36	347,08	346,72
PO-5	5205240,10	327251,70	1,73	349,05	347,32
PR-6	5205683,51	327268,58	1,42	361,61	360,19
PR-7	5205245,59	327380,36	3,04	352,36	349,32



Figure 3.1

### 3.4. Conductivité hydraulique

La conductivité hydraulique des matériaux composants l'aquifère est une donnée essentielle pour déterminer les vitesses de migration de l'eau. Des essais *in situ* de choc hydraulique ont été réalisés dans les différents puits d'observation pour la présente étude.

Le tableau 3.2 présente les valeurs obtenues. Les valeurs s'échelonnent entre  $1,5 \times 10^{-03}$  et  $8,8 \times 10^{-03}$  cm/s pour les dépôts meubles. La moyenne géométrique donne une valeur de  $3,1 \times 10^{-3}$  cm/s. Ces résultats concordent avec le type de sol rencontré. Pour ce qui est du roc, il faut prendre le résultat avec précaution car la conductivité hydraulique peut varier sensiblement d'un endroit à l'autre en fonction des fractures présentes. Les deux (2) puits soumis aux essais démontrent une conductivité hydraulique du même ordre de grandeur, donnant une moyenne géométrique de  $3,92 \times 10^{-04}$ . Les feuilles de calcul des conductivités hydrauliques sont incluses à l'annexe 2 de ce document.

Tableau 3.2: Résultats des essais de conductivité hydraulique.

Puits d'observation	Coordonnées		Conductivité hydraulique (cm/s)
	Nord	Est	
PO-1	5205425,15	327196,06	$1,48 \times 10^{-03}$
PO-2	5205605,04	327099,02	n/d <sup>14</sup>
PO-3	5205451,71	327036,45	$8,83 \times 10^{-03}$
PO-4	5205187,21	327111,03	$2,05 \times 10^{-03}$
PO-5	5205240,10	327251,70	$3,63 \times 10^{-03}$
Moyenne géométrique pour les dépôts meubles			$3,14 \times 10^{-03}$
PR-6	5205683,51	327268,58	$9,28 \times 10^{-04}$
PR-7	5205245,59	327380,36	$1,66 \times 10^{-04}$
Moyenne géométrique pour le roc			$3,92 \times 10^{-04}$

### 3.5. Calcul des vitesses de migration

Dans un milieu poreux, les eaux souterraines se déplacent sous l'influence des gradients hydrauliques. Les débits ainsi engendrés sont régis par la loi de Darcy qui dicte que le flux hydrique (q) est proportionnel au gradient hydraulique (i) et à la conductivité hydraulique (K) de la formation. Le gradient hydraulique peut être calculé sur la carte piézométrique en divisant l'équidistance des courbes isopièzes ( $\Delta H$ ) par la distance horizontale ( $\Delta L$ ) séparant deux (2) isopièzes consécutifs le long d'une ligne de courant.

<sup>14</sup> L'essai de conductivité hydraulique n'a pu être réalisé car l'eau dans le puits était gelée.



Le flux hydrique est donc donné par :

$$q = K \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

Le flux hydrique possède des unités de vitesse mais, comme l'eau souterraine n'occupe que la partie poreuse de la formation aquifère, la vitesse réelle moyenne de circulation des eaux souterraines est obtenue en divisant le flux hydrique par la porosité (n) du matériau. Cette vitesse est donc donnée par :

$$v = \frac{K \Delta H}{n \Delta L}$$

Étant donné que la distribution des isopièzes est relativement constante sur le site, nous avons évalué un gradient hydraulique moyen pour l'ensemble de l'aire d'enfouissement. La conductivité hydraulique retenue est la moyenne géométrique des résultats obtenus pour les puits situés dans les dépôts meubles.

Par la suite, les vitesses d'écoulement ont été calculées pour trois (3) valeurs de porosité (n = 0,4 ; 0,33 et 0,25). Le tableau 3.2 présente les valeurs utilisées et les vitesses obtenues. Selon ces hypothèses, la vitesse d'écoulement peut varier entre 74,3 m/an et 118,8 m/an.

Tableau 3.2: Vitesses d'écoulement de l'eau souterraine.

Gradient i	Conductivité hydraulique (cm/s)	Vitesses d'écoulement					
		n = 0,4 (V min)		n = 0,33 (V moy)		n = 0,25 (V max)	
		(m/s)	(m/an)	(m/s)	(m/an)	(m/s)	(m/an)
0,03	3,14 x10 <sup>-03</sup>	2,35 x10 <sup>-06</sup>	74,3	2,85 x10 <sup>-06</sup>	90,0	3,77 x10 <sup>-06</sup>	118,8

### 3.6. Relations entre les diverses unités hydrostratigraphiques et le réseau hydrographique de surface

Tel que mentionné précédemment, nous considérons que les deux (2) unités hydrostratigraphiques représentées par le roc et les dépôts meubles sont en contact hydraulique direct.

En fonction de la carte piézométrique établie, nous estimons qu'il est possible que l'eau souterraine véhiculée dans ces unités hydrostratigraphiques participe en partie à l'alimentation des cours d'eau du secteur, soit le ruisseau de la Bouteille ainsi que le Bras d'Apic. Plusieurs éléments peuvent influencer leur interaction dont, entre autres, la perméabilité du lit des cours d'eau.



### 3.7. Vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution

La vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution dépend de plusieurs paramètres. La méthode DRASTIC, mise au point aux États-Unis par la *National Water Well Association* (NWWA) de concert avec l'*Environmental Protection Agency* (EPA), est un système standardisé d'évaluation du potentiel de contamination des eaux souterraines basé sur les paramètres hydrogéologiques. L'acronyme DRASTIC vient des sept (7) paramètres utilisés par la méthode :

- D - Profondeur de la nappe (Deep to water);
- R - Recharge nette ((Net) Recharge);
- A - Type d'aquifère (Aquifer media)
- S - Type de sol de surface (Soil media);
- T - Topographie (Topography);
- I - Impact de la zone vadose (Impact of the vadose zone media);
- C - Conductivité hydraulique (Conductivity (hydraulic) of the aquifer).

Une valeur numérique est attribuée pour chaque paramètre selon des plages établies puis cette valeur est pondérée en fonction de l'importance du paramètre. La somme des valeurs pondérées donne l'indice DRASTIC. Pour l'étude en cours, l'indice DRASTIC est évalué à l'endroit proposé pour l'aménagement du LET<sup>15</sup>.

#### 3.7.1. Profondeur de la nappe (D)

Pour l'évaluation de la profondeur de la nappe, une moyenne de la profondeur observée dans les sept (7) puits d'observation lors du relevé du 18 décembre 2003 a été considérée. La profondeur moyenne est de 1,9 m (6,2 pieds). Ceci correspond à la cote 9 attribuée pour les profondeurs variant entre 5 et 15 pieds.

#### 3.7.2. Recharge nette (R)

Le bilan hydrologique a été estimé à l'aide des données statistiques de la station météorologique Lamartine<sup>16</sup> située à Sainte-Perpétue. Selon les données représentant plus de vingt (20) années de suivi, les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 1 005 mm pour ce secteur. En fonction des conditions de terrain<sup>17</sup>, le facteur moyen de ruissellement est estimé à 0,25. Ceci donne donc 754 mm d'eau d'infiltration annuellement. L'évapotranspiration potentielle (ETP) annuelle est, selon ces mêmes données, de l'ordre de 544 mm, ce qui donne une recharge nette de 210 mm (8,3 pouces) d'eau. Une recharge nette de plus entre 7 et 10 pouces correspond à la cote 8.

<sup>15</sup> Aire d'enfouissement et secteur de la station de traitement.

<sup>16</sup> Station no 7053980 (R-03).

<sup>17</sup> Topographie, nature des sols et végétation.



### **3.7.3. Type d'aquifère (A)**

Le matériau contenant l'aquifère principal est considéré comme étant un till. La cote typique pour ce type de sol est de 5.

### **3.7.4. Type de sol de surface (S)**

La couche végétale étant relativement mince, le sable est considéré comme sol de surface. La cote pour ce type de matériau est de 9.

### **3.7.5. Topographie (T)**

La topographie du site, évaluée à l'aide des courbes de niveaux du terrain naturel obtenues suite au relevé de terrain, présente une pente générale de l'ordre de 2,5 %. Ceci correspond à la cote 9, soit pour des pentes entre 2 et 6 %.

### **3.7.6. Impact de la zone vadose (I)**

La zone vadose est composée du même type de sol que l'aquifère, c'est-à-dire un till. La cote typique pour ce type de sol est de 6.

### **3.7.7. Conductivité hydraulique (C)**

La conductivité hydraulique utilisée est la moyenne géométrique des conductivités hydrauliques évaluées aux différents puits situés sur le site d'agrandissement. Elle est de  $3,14 \times 10^{-3}$  cm/s (67,8 GPD/FT<sup>2</sup>), ce qui se situe sous la limite de 100 GPD/FT<sup>2</sup> correspondant à la cote 1.

### **3.7.8. Résultat de l'indice DRASTIC**

Le tableau 3.3 présente les sept (7) paramètres avec leur pondération respective. La somme des paramètres donne l'indice DRASTIC final.

Il est important de mentionner que la méthode DRASTIC est, à la base, une méthode comparative d'évaluation de la vulnérabilité de l'eau souterraine. Elle a été développée pour cartographier de grandes étendues et ainsi identifier les endroits les plus et les moins vulnérables à une contamination de l'eau souterraine. L'indice DRASTIC en soit n'est donc pas une valeur absolue. Cependant, dans le *Règlement sur le captage des eaux souterraines*, le MENV considère qu'un aquifère est vulnérable lorsque l'indice DRASTIC est égal ou supérieur à 100. Donc, sur cette base, on peut conclure qu'un indice DRASTIC de 152 représente un aquifère relativement vulnérable en terme de protection d'une source d'eau souterraine pour des fins d'approvisionnement en eau potable. Il faut cependant considérer que l'aménagement d'un LET change significativement les conditions de terrain utilisées pour l'évaluation de l'indice DRASTIC. En

effet, les conditions changent de façon importante pour les paramètres Recharge nette, Type de sol de surface et Topographie.

Tableau 3.3: Compilation de l'indice DRASTIC.

Paramètre	Cote attribuée	Poids	Valeur obtenue
D - Profondeur de la nappe	9	5	45
R - Recharge nette	8	4	32
A - Type d'aquifère	5	3	15
S - Type de sol de surface	9	2	18
T - Topographie	9	1	9
I - Impact de la zone vadose	6	5	30
C - Conductivité hydraulique	1	3	3
<b>INDICE DRASTIC</b>			<b>152</b>

### 3.8. Qualité de l'eau souterraine

Des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés lors du relevé piézométrique des puits d'observation réalisé le 18 décembre 2003. Afin de définir les caractéristiques physico-chimiques avant la mise en place et l'exploitation d'un LET, ces échantillons ont été analysés pour certains paramètres potentiellement associés à l'exploitation d'un LET. Les concentrations mesurées dans les eaux souterraines à l'endroit de chacun des puits d'observation<sup>18</sup> sont présentées au tableau 3.4.

Les résultats obtenus montrent que pour trois (3) des paramètres analysés, soit l'azote ammoniacal, le manganèse et les sulfures totaux, les concentrations mesurées dépassent significativement les valeurs limites à respecter selon l'article 49 du *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles*. Ces concentrations mesurées sont relativement constantes d'un puits d'observation à l'autre. Tel que mentionné à l'article 50 du même projet de règlement, les valeurs limites prescrites à l'article 49 ne sont toutefois pas applicables lorsque des analyses démontrent des dépassements avant l'implantation d'un LET ou avant le passage des eaux souterraines sous le LET. Ceci implique cependant que l'eau souterraine ne doit pas faire l'objet d'une détérioration, suite à son passage sous les composantes du lieu d'enfouissement, pour ces paramètres. La validation de ces concentrations devrait avoir lieu avant l'implantation du LET.

Il est à noter que les caractéristiques bactériologiques initiales devront également être vérifiées avant l'exploitation du LET.

<sup>18</sup> Aucun échantillon n'a pu être prélevé au puits PO-2 en raison de la glace qui s'était formée à l'intérieur du tubage.





Tableau 3.4: Caractéristiques physico-chimiques initiales de l'eau souterraine

Paramètres	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5	PR-6	PR-7
	03-12-18	gelé	03-12-18	03-12-18	03-12-18	03-12-18	03-12-18
Concentrations mesurées (mg/l)							
Azote amoniacale (N)	14	-	19	19	9,3	14	13
Baryum (Ba)	0,05	-	0,04	0,04	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Bore (B)	< 0,05	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Cadmium (Cd)	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Chlorures (Cl)	1,6	-	6,1	0,77	0,66	1,8	4,8
Chrome (Cr)	< 0,03	-	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Cuivre (Cu)	< 0,003	-	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Cyanures totaux (CN <sup>-</sup> )	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
DBO <sub>5</sub>	4,6	-	2,5	2,7	4,1	< 2	13
DCO	27	-	19	36	30	< 10	30
Fer (Fe)	< 0,1	-	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Manganèse (Mn)	0,14	-	0,18	0,16	0,18	< 0,003	0,090
Mercurure (Hg)	< 0,0002	-	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Nickel (Ni)	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nitrates et Nitrites (N)	0,04	-	0,09	0,01	0,01	0,02	< 0,01
pH	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Plomb (Pb)	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Sodium (Na)	5,9	-	4,7	5,3	3	7,4	8,3
Sulfates (SO <sub>4</sub> )	13	-	9,5	9,6	3,3	13	17
Sulfures (S <sup>=</sup> )	7,6	-	7,2	7,7	6,1	7,2	7,7
Zinc (Zn)	< 0,003	-	0,006	0,005	0,012	0,006	< 0,003

#### **4.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS**

L'étude hydrogéologique a été réalisée sur la base des informations recueillies lors des travaux de terrain et des documents d'information disponibles.

La direction générale de l'écoulement de l'eau souterraine a été définie au moyen de la carte piézométrique du site à l'étude. L'écoulement s'effectue globalement du nord vers le sud-sud-ouest, en direction du ruisseau de la Bouteille et du Bras d'Apic. La vitesse moyenne de migration de l'eau souterraine est évaluée à environ 90 mètres par année. L'eau souterraine, à l'endroit proposé pour l'établissement du LET, est considérée relativement vulnérable sur la base de l'indice DRASTIC et des conditions actuelles de terrain. Notons toutefois que ces conditions sont modifiées de façon significative par l'aménagement d'un LET.

En raison de la nature du terrain, il est nécessaire d'aménager le LET avec un système de double imperméabilisation tel que spécifié au *Projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles*. De plus, l'aménagement final de l'aire d'enfouissement devra tenir compte de la présence de l'eau souterraine à faible profondeur à certains endroits.

De ce fait, nous recommandons qu'un relevé des niveaux de la nappe phréatique soit effectué au printemps afin d'obtenir une piézométrie en condition de nappe haute. De plus, tel que mentionné précédemment, en plus des analyses bactériologiques qui sont réalisées, l'eau souterraine devrait faire l'objet de nouvelles analyses chimiques pour les paramètres ayant montrés des concentrations supérieures aux valeurs limites prévues dans le projet de règlement afin de valider ces dernières.

#### **CONSULTANTS ENVIROCONSEIL**

**ANNEXE 1**

**RAPPORTS DE FORAGES ET DE SONDAGES**



CLIENT : RIGMRIM  
 PROJET : Étude hydrogéologique  
 LOCALISATION : St-Cyrille-de-Lessard

# FORAGE : PO-1  
 # PROJET : E30098-02  
 DATE : 8 décembre 2003



Profondeur (m)	Profondeur (')	Description des sols et du roc	PO-1	
			Matériaux	Description du puits
				Protecteur hors-sol
0,50	1'8"	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.		
		Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.		
			Bas bentonite 1,00 mètre	
			Dessus bentonite 1,52 mètres	
			▼ TUBAGE PVC 5,2 cm Ø	
				Eau à 2,39 mètres (18-12-2003)
				Dessus silice 3,05 mètres
				Dessus crépine 3,78 mètres
4,57	15'			
		Roc.		
			CRÉPINE PVC 5,2 cm Ø	
6,84	22'5"			Bas crépine 6,84 mètres
Fin du forage à 6,84 mètres.			Bouchon de fond	

Notes:	Élévations: PVC:	354,00 m		Silice
	Sol :	353,45 m		Bentonite
	Protec. :	354,12 m		Remblai
Type de forage: Forage à l'air.	Diamètre forage :	10 cm	▼	Niveau d'eau
Description par: Raymond Boisvert	Approuvé par: Alain Hébert			

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : St-Cyrille-de-Lessard

# FORAGE : PO-2
# PROJET : E30098-02
DATE : 12 décembre 2003



Profondeur (m)		Profondeur (')		Description des sols et du roc	Matériaux	PO-2	
						Description du puits	
1,00	3'3"	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec.			Protecteur hors-sol		
		Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.			Bas bentonite 0,75 mètre		
		Roc.			Dessus bentonite 1,20 mètre		
3,35	11'	Fin du forage à 3,65 mètres.			Dessus silice 1,80 mètre Dessus crépine 2,00 mètres		
				Bouchon de fond		Bas crépine 3,50 mètres	

Notes:	Élévations: PVC :	357,43 m		Silice
	Sol :	356,15 m		Bentonite
	Protec. :	357,62 m		Remblai
Type de forage: Forage à l'air (Odex).	Diamètre forage :	10 cm	▼	Niveau d'eau
Description par: Raymond Boisvert	Approuvé par: Alain Hébert			

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : St-Cyrille-de-Lessard

# FORAGE : PO-3
# PROJET : E30098-02
DATE : 11 décembre 2003



Profondeur (m)		Profondeur (')		Description des sols et du roc	PO-3	
					Matériaux	Description du puits
				Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.		Protecteur hors-sol
4,27	14'				TUBAGE PVC 5,2 cm Ø	Bas bentonite 0,75 mètre
						Dessus bentonite 1,20 mètre
						Dessus silice 2,43 mètres
						Dessus crépine 3,05 mètres
					CREPINE	Eau à 4,09 mètres (18-12-2003)
				Roc.		Bas crépine 4,57 mètres
				Fin du forage à 4,63 mètres.	Bouchon de fond	

Notes:	Élévations: PVC :	352,48 m	Silice
	Sol :	351,64 m	Bentonite
	Protec. :	m	Remblai
Type de forage: Forage à l'air (Odex).	Diamètre forage :	10 cm	▼ Niveau d'eau
Description par: Raymond Boisvert	Approuvé par: Alain Hébert		

CLIENT : RIGMRIM  
 PROJET : Étude hydrogéologique  
 LOCALISATION : St-Cyrille-de-Lessard

# FORAGE : PO-4  
 # PROJET : E30098-02  
 DATE : 11 décembre 2003



Profondeur (m)		Profondeur (')		Description des sols et du roc	PO-4	
					Matériaux	Description du puits
0,50	1'8"			Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.		Protecteur hors-sol
				Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.		Eau à 0,36 mètre (18-12-2003)
						Bas bentonite 1,00 mètre
						Dessus bentonite 2,13 mètres
						Dessus silice 3,35 mètres
						Dessus crépine 5,48 mètres
6,70	22'			Roc.		Bas crépine 7,26 mètres
Fin du forage à 7,31 mètres.						Bouchon de fond

Notes:	Élévations: PVC :	348,01 m		Silice
	Sol :	347,08 m		Bentonite
	Protec. :	m		Remblai
Type de forage: Forage à l'air (Odex).	Diamètre forage :	10 cm	▼	Niveau d'eau
Description par: Raymond Boisvert	Approuvé par: Alain Hébert			

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : St-Cyrille-de-Lessard

# FORAGE : PO-5
# PROJET : E30098-02
DATE : 11 décembre 2003



Profondeur (m)	Profondeur (')	Description des sols et du roc	Matériaux	Description du puits
				PO-5
				Protecteur hors-sol
0,50	1'8"	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.		
		Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.		Bas bentonite 1,00 mètre
				▼ Eau à 1,73 mètre (18-12-2003)
				Dessus bentonite 3,00 mètres
				Dessus silice 3,96 mètres
				Dessus crépine 4,47 mètres
5,48	18'			
		Roc.		
				Bas crépine 5,99 mètres
Fin du forage 5,99 mètres.				Bouchon de fond

Notes:	Élévations: PVC:	349,95 m		Silice
	Sol :	349,05 m		Bentonite
	Protec. :	m		Remblai
Type de forage: Forage à l'air (odex).	Diamètre forage :	10 cm	▼	Niveau d'eau
Description par: Raymond Boisvert	Approuvé par: Alain Hébert			



CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : St-Cyrille-de-Lessard

# FORAGE : PR-6
# PROJET : E30098-02
DATE : 11 décembre 2003



Profondeur (m)	Profondeur (')	Description des sols et du roc	PR-6	
			Matériaux	Description du puits
				Protecteur hors-sol
2,74	9'	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.		Bas de bentonite à 1,00 mètre Eau à 1,42 mètre (18-12-2003) Dessus bentonite 2,10 mètres
7,01	23'	Roc gris.		Bas bentonite 3,05 mètres Dessus bentonite 6,09 mètres
9,44	31'	Roc rouge.		Dessus silice 7,31 mètres
15,24	50'	Roc brun (tendre).		Dessus crépine 12,19 mètres Bas crépine 15,24 mètres
Fin du forage à 15,24 mètres.				

Notes: Un tubage en acier muni d'un sabot a été installé dans les dépôts meubles jusqu'au roc.	Élévations: PVC :	362,16 m	Silice
	Sol :	361,61 m	Bentonite
	Protec. :	m	Remblai
Type de forage: Forage à l'air.	Diamètre forage :	15,2 cm	▼ Niveau d'eau
Description par: Raymond Boisvert	Approuvé par: Alain Hébert		

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : St-Cyrille-de-Lessard

# FORAGE : PR-7
# PROJET : E30098-02
DATE : 11 décembre 2003



Profondeur (m)	Profondeur (')	Description des sols et du roc	PR-7	
			Matériaux	Description du puits
				Protecteur hors-sol
7,62	25'	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.		Bas de bentonite à 1,00 mètre
				Eau à 3,04 mètres (18-12-2003)
				Dessus bentonite 7,01 mètres
				Dessus silice 9,14 mètres
				Dessus crépine 12,19 mètres
15,24	50'	Roc noir.		Bas crépine 15,24 mètres
Fin du forage à 15,24 mètres.				

Notes: Un tubage en acier muni d'un sabot a été installé dans les dépôts meubles jusqu'au roc.	Élévations: PVC:	352,80 m		Silice
	Sol :	352,36 m		Bentonite
	Protec. :	m		Remblai
Type de forage: Forage à l'air.	Diamètre forage :	15,2 cm	▼	Niveau d'eau
Description par: Raymond Boisvert	Approuvé par: Alain Hébert			

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-1
# PROJET : E30098-02
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
1,0	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec.
1,7	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide. Roc <sup>1</sup>
2,5	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 2,5 mètres.

1: Au centre de la tranchée d'excavation, la profondeur du roc passe de 1,7 mètre à 2,5 mètres.

Note: La proportion de silt augmente légèrement  $\pm 5\%$  à  $\pm 20\%$  près du roc ( $\pm 0,4$  mètre). De l'argile ( $\pm 10\%$ ) a également été observée dans cette zone.

Description par: Raymond Boisvert.

Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# FORAGE : TE-2
# PROJET : E30098-02
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
± 0,5	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec à humide. Présence d'une zone de gravie avec un peu de cailloux, saturée (0 à ± 0,5 m).
2,6	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 2,6 mètres.

<p>Note: La proportion de silt augmente légèrement ±5 % à ± 20% près du roc (± 0,4 mètre). De l'argile (±10%) a également été observée dans cette zone. La tranchée a été inondée par de l'eau. Cette dernière provient d'une zone de gravier présente sur une des parois de l'excavation (0 à ± 0,5 m).</p>	
Description par: Raymond Boisvert.	Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-3
# PROJET : E30098-02
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
± 0,5	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec à humide. Présence d'une zone de gravier avec un peu de cailloux, saturée (0 à ± 0,5 m).
1,6	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 1,6 mètre.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau. Cette dernière provient d'une zone de gravier présente sur une des parois de l'excavation (0 à ± 0,5 m).

Description par: Raymond Boisvert.      Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-4
# PROJET : E30098-02
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
1,2	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec à humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 1,2 mètre.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau. Cette dernière provient d'une zone de gravier présente sur une des parois de l'excavation ( 0 à ± 0,5 m).

Description par: Raymond Boisvert.      Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-5
# PROJET : E30098-02
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
± 0,5	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec à humide. Présence d'une zone de gravier avec un peu de cailloux, saturée (0 à ± 0,5 m).
2,0	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec à humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 2,0 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau. Cette dernière provient d'une zone de gravier présente sur une des parois de l'excavation (0 à ± 0,5 m).

Description par: Raymond Boisvert.

Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-6
# PROJET : E30098-02
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
± 0,5	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec à humide. Présence d'une zone de gravie avec un peu de cailloux, saturée (0 à ± 0,5 m).
1,6	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec à humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 1,6 mètre.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau. Cette dernière provient d'une zone de gravier présente sur une des parois de l'excavation (0 à ± 0,5 m).

Description par: Raymond Boisvert.      Approuvé par: Alain Hébert.



CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-7  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
1,7	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 1,7 mètre.

Description par: Raymond Boisvert. Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-8  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
2,9	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 2,9 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert.      Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-9  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
3,4	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 3,4 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert. Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-10  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
2,8	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 2,8 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert. Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-11  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
3,0	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 3,0 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert. Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-12
# PROJET : E30098-02
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, sec.
1,0	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide. Roc <sup>1</sup>
1,5	Roc, gris, friable <sup>2</sup> . Fin de l'excavation à 1,5 mètre.

Note: 1: Piton rocheux ou gros bloc à 1,0 mètre.  
 2: La profondeur du roc mesurée dans cette tranchée est beaucoup moindre que celles mesurées dans les tranchées effectuées à proximité. (piton rocheux ou gros bloc?).

Description par: Raymond Boisvert.	Approuvé par: Alain Hébert.
------------------------------------	-----------------------------

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-13  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 2 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
1,8	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 1,8 mètre.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert.      Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-14
# PROJET : E30098-02
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide. Présence d'un horizon graveleux saturé d'eau à environ 0,5 mètre de profondeur.
3,3	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 3,3 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau. Cette dernière provient d'une zone de gravier présente sur une des parois de l'excavation (environ 0,5 m de profondeur).

Description par: Raymond Boisvert.	Approuvé par: Alain Hébert.
------------------------------------	-----------------------------



CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-15
# PROJET : E30098-02
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
2,7	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 2,7 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert.	Approuvé par: Alain Hébert.
------------------------------------	-----------------------------

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-16  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide. Présence d'un horizon graveleux saturé d'eau à environ 0,5 mètre de profondeur.
3,0	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 3,0 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau. Cette dernière provient d'une zone de gravier présente sur une des parois de l'excavation (environ 0,5 m de profondeur).

Description par: Raymond Boisvert.      Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-17  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
3,3	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 3,3 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert.

Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-18  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
3,1	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 3,1 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert.

Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-19  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
3,8	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 3,8 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert.

Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-20  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
3,0	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
4,0	Sable et gravier, silteux, un peu de cailloux, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, noir. Fin de l'excavation à 4,0 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert. Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique

LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-21  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,5	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
3,0	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
5,0	Sable et gravier, silteux, un peu de cailloux, traces de blocs, brun, humide.
	Fin de l'excavation à 5 mètres (roc non-atteint).

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert.

Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-22  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,4	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
1,5	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
2,5	Argile, grise, humide.
5,0	Sable et gravier, silteux, un peu de cailloux, traces de blocs, brun, humide.
	Fin de l'excavation à 5 mètres (roc non-atteint).

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert. Approuvé par: Alain Hébert.



CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-23  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
3,7	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc. Fin de l'excavation à 3,7 mètres.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert.      Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-24
# PROJET : E30098-02
DATE : 3 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, sec.
1,6	Roc
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 1,6 mètre.

Note: La tranchée a été inondée par de l'eau contenue dans le premier horizon.

Description par: Raymond Boisvert.      Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM  
PROJET : Étude hydrogéologique  
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

#SONDAGE : TE-25  
# PROJET : E30098-02  
DATE : 9 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,4	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
4,5	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 3,6 mètres.

Note:

Description par: Raymond Boisvert.      Approuvé par: Alain Hébert.

CLIENT : RIGMRIM
PROJET : Étude hydrogéologique
LOCALISATION : Saint-Cyrille-de-Lessard

# SONDAGE : TE-26
# PROJET : E30098-02
DATE : 9 décembre 2003



Profondeur (m)	Description des sols et du roc
0,4	Gravier, 25% de cailloux, traces de blocs, saturé.
4,5	Sable et gravier, un peu de cailloux, un peu de silt, traces de blocs, brun, humide.
	Roc, gris, friable. Fin de l'excavation à 4,5 mètres.

Note:

Description par: Raymond Boisvert.

Approuvé par: Alain Hébert.

## ANNEXE 2

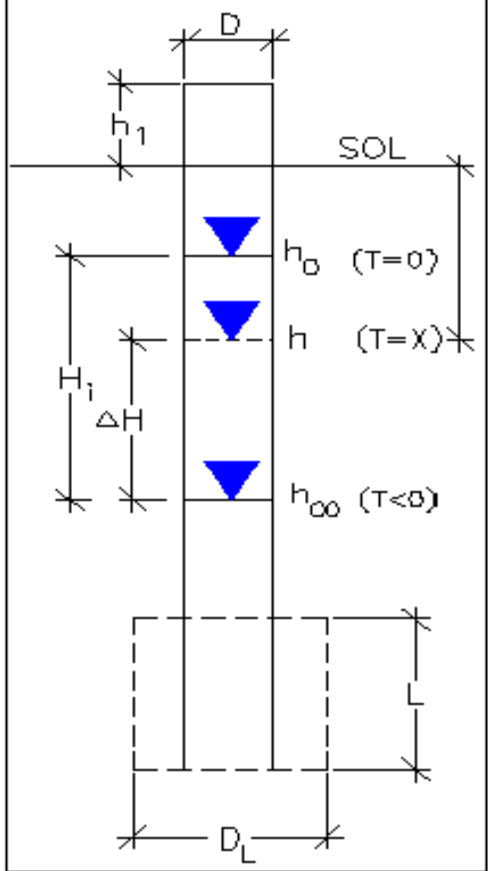
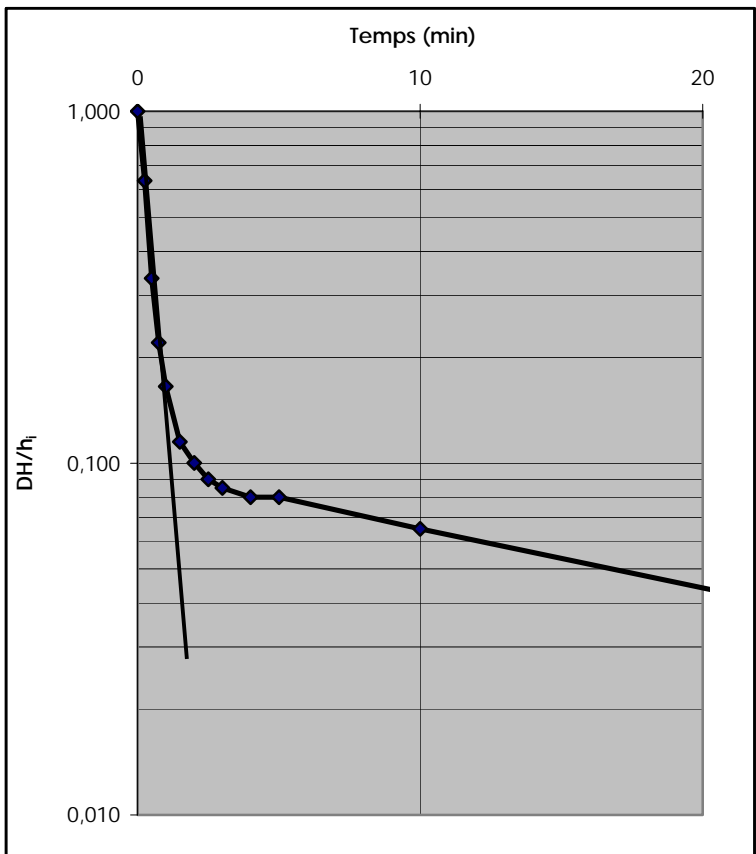
### ESSAIS DE CHOCS HYDRAULIQUES

Client: RIGMRIM  
 Projet: Étude hydrogéologique  
 Localisation: St-Cyrille-de-Lessard

# Puits : PO-1  
 # Projet : E30098-02  
 Date : 18 décembre 2003



			TEMPS		NIVEAUX		
			Heure	T (min)	h	?h	?h/Hi
$h_{00}$ =	Niveau d'eau à l'équilibre	=	2,935	m			
$h_0$ =	Niveau d'eau début de l'essai	=	1,935	m			
$h_1$ =	Hauteur du tube par rapport au sol	=	0,55	m			
D =	Diamètre du puits	=	0,052	m			
DL =	Diamètre lanterne	=	0,102	m			
HW : 0,1143 m	NW : 0,0689 m	BW : 0,0730 m					
L =	Longueur lanterne saturée	=	3,05	m			
$H_i$ =	$h_0 - h_{00}$	=	1,00	m			
h =	Niveau d'eau pendant l'essai						
?h =	$h - h_{00}$						
ANALYSE GRAPHIQUE							
$y = Ae^{Bx}$	Valeur de A =	0,9608	Calculs: Hvorslev (1951)				
$x = (\ln(y/A))/B$	Valeur de B =	-1,8654	$K = (D/2)2\ln(L/(DL/2))$ $K = 1,48E-03$ cm/s				
$x = T_0 =$	0,51 min ( $?H/Hi=0,37$ )		$2LT_0$				



ESSAI PAR: Raymond Boisvert

CALCULÉ PAR: Alain Hébert

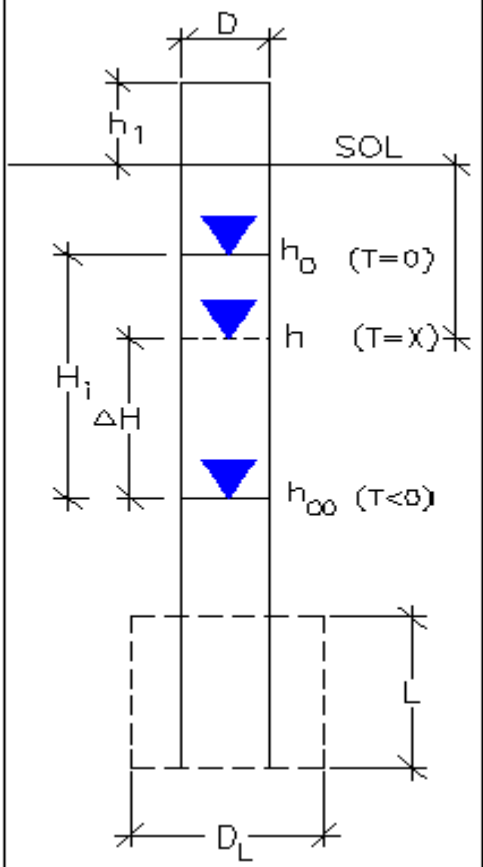
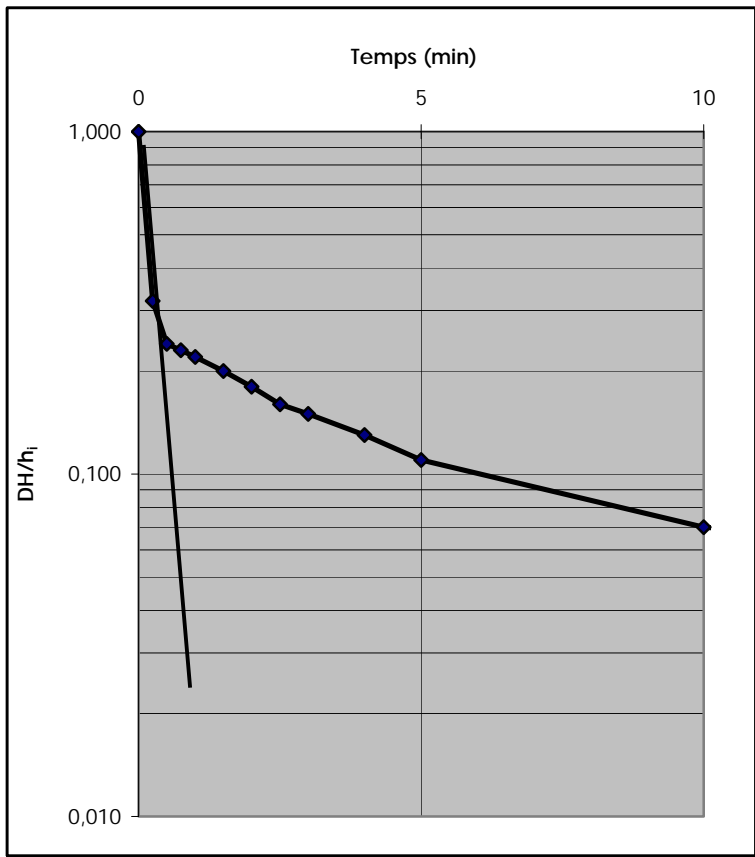
VÉRIFIÉ PAR: François Bergeron

Client: RIGMRIM  
 Projet: Étude hydrogéologique  
 Localisation: St-Cyrille-de-Lessard

# Puits : PO-3  
 # Projet : E30098-02  
 Date : 18 décembre 2003



			TEMPS		NIVEAUX			
			Heure	T (min)	h	?h	?h/Hi	
$h_{00}$ =	Niveau d'eau à l'équilibre	=	4,930	m				
$h_0$ =	Niveau d'eau: début de l'essai	=	3,930	m				
$h_1$ =	Hauteur du tube par rapport au sol	=	0,84	m				
D =	Diamètre du puits	=	0,052	m				
DL =	Diamètre lanterne	=	0,102	m				
HW : 0,1143 m	NW : 0,0689 m	BW : 0,0730 m						
L =	Longueur lanterne saturée	=	0,48	m				
$H_i$ =	$h_0 - h_{00}$	=	1,00	m				
h =	Niveau d'eau pendant l'essai							
?h =	$h - h_{00}$							
ANALYSE GRAPHIQUE								
$y = Ae^{Bx}$	Valeur de A =	0,8677	Calculs: Hvorslev (1951)					
$x = (\ln(y/A))/B$	Valeur de B =	-2,8542	$K = (D/2)2\ln(L/(DL/2))$			K= 8,83E-03 cm/s		
$x = T_0 =$	0,30 min (?H/Hi=0,37)		$2LT_0$					

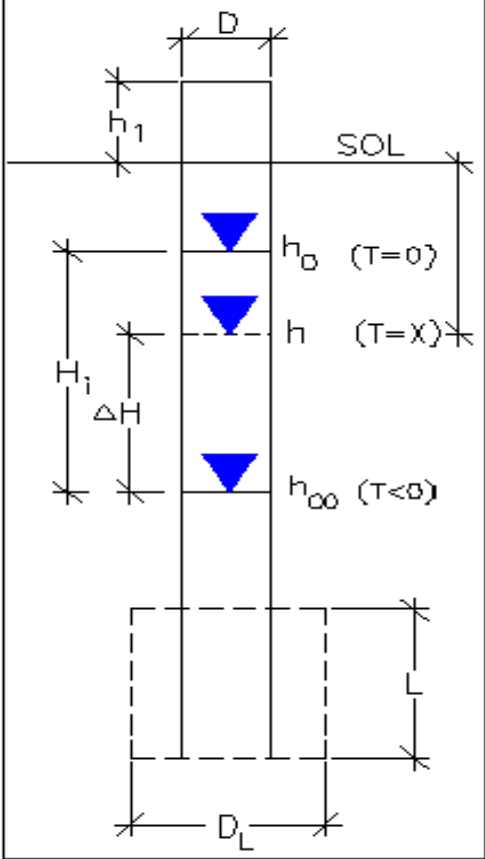
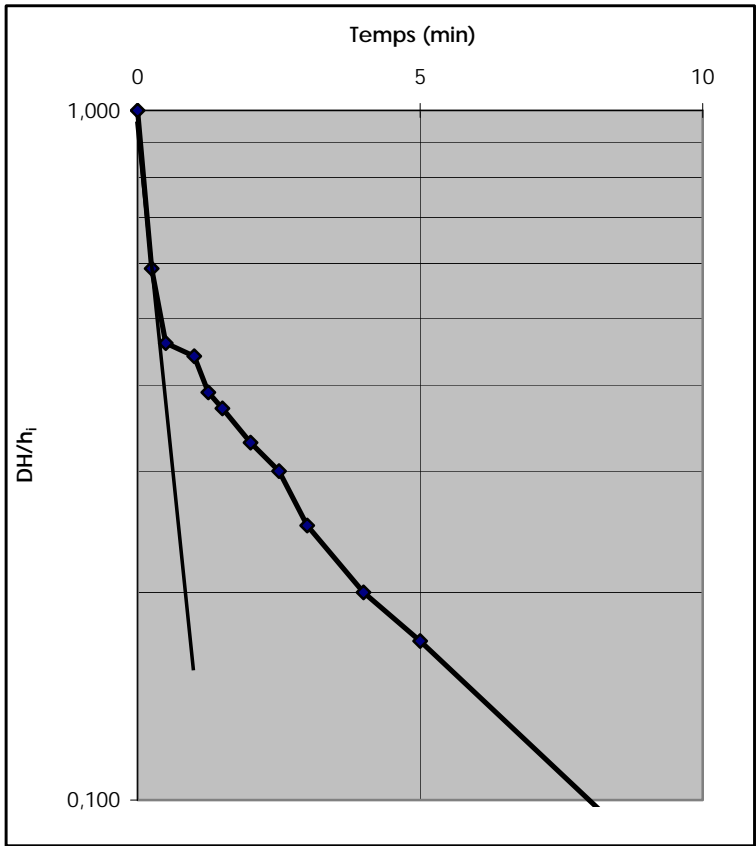


Client: RIGMRIM  
 Projet: Étude hydrogéologique  
 Localisation: St-Cyrille-de-Lessard

# Puits : PO-4  
 # Projet : E30098-02  
 Date : 18 décembre 2003



			TEMPS		NIVEAUX			
			Heure	T (min)	h	?h	?h/Hi	
$h_{00}$ =	Niveau d'eau à l'équilibre	=	1,290	m				
$h_0$ =	Niveau d'eau début de l'essai	=	0,290	m	0	0,290	1,000	1,000
$h_1$ =	Hauteur du tube par rapport au sol	=	0,93	m	0,25	0,700	0,590	0,590
					0,5	0,830	0,460	0,460
					1	0,850	0,440	0,440
D =	Diamètre du puits	=	0,052	m	1,25	0,900	0,390	0,390
DL =	Diamètre lanterne	=	0,102	m	1,5	0,920	0,370	0,370
	HW : 0,1143 m    NW : 0,0689 m    BW : 0,0730 m				2	0,960	0,330	0,330
L =	Longueur lanterne saturée	=	1,54	m	2,5	0,990	0,300	0,300
					3	1,040	0,250	0,250
$H_i$ =	$h_0 - h_{00}$	=	1,00	m	4	1,090	0,200	0,200
h =	Niveau d'eau pendant l'essai				5	1,120	0,170	0,170
					10	1,220	0,070	0,070
?h =	$h - h_{00}$				20	1,275	0,015	0,015
ANALYSE GRAPHIQUE					40	1,290	0,000	0,000
$y = Ae^{Bx}$	Valeur de A =		0,9546		Calculs: Hvorslev (1951)			
$x = (\ln(y/A))/B$	Valeur de B =		-1,5531		$K = (D/2)2\ln(L/(DL/2))$ $K = 2,05E-03$ cm/s			
$x = T_0 =$	0,61 min		(H/Hi=0,37)		$2LT_0$			



ESSAI PAR: Raymond Boisvert

CALCULÉ PAR: Alain Hébert

VÉRIFIÉ PAR: François Bergeron

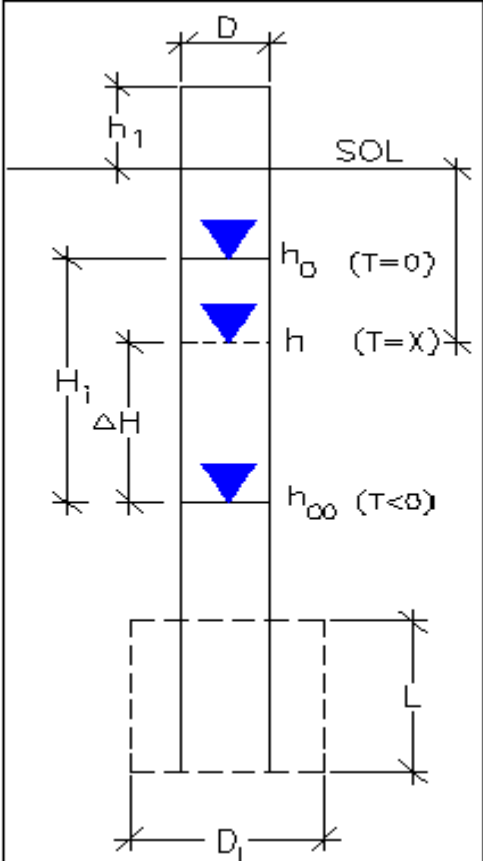
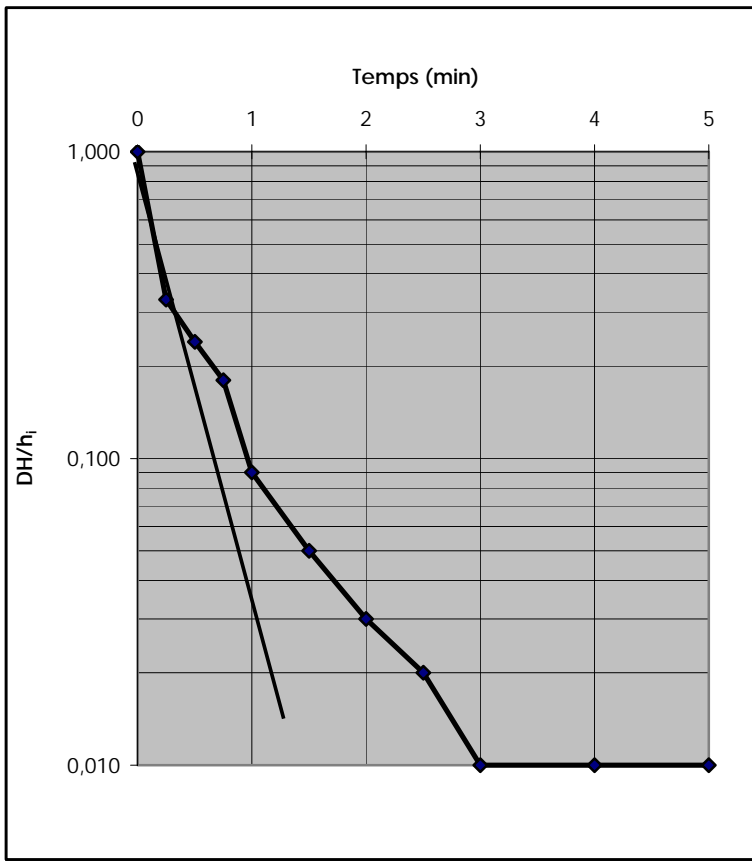


Client: RIGMRIM  
 Projet: Étude hydrogéologique  
 Localisation: St-Cyrille-de-Lessard

# Puits : PO-5  
 # Projet : E30098-02  
 Date : 18 décembre 2003



			TEMPS		NIVEAUX			
			Heure	T (min)	h	?h	?h/Hi	
$h_{00}$ =	Niveau d'eau à l'équilibre	=	2,630	m				
$h_0$ =	Niveau d'eau: début de l'essai	=	1,630	m				
$h_1$ =	Hauteur du tube par rapport au sol	=	0,90	m				
D =	Diamètre du puits	=	0,052	m				
DL =	Diamètre lanterne	=	0,102	m				
HW : 0,1143 m	NW : 0,0689 m	BW : 0,0730 m						
L =	Longueur lanterne saturée	=	1,54	m				
$H_i$ =	$h_0 - h_{00}$	=	1,00	m				
h =	Niveau d'eau pendant l'essai							
?h =	$h - h_{00}$							
ANALYSE GRAPHIQUE								
$y = Ae^{Bx}$	Valeur de A =	0,7841	Calculs: Hvorslev (1951)					
$x = (\ln(y/A))/B$	Valeur de B =	-2,1851	$K = (D/2)2\ln(L/(DL/2))$			K =	3,63E-03	cm/s
$x = T_0 =$	0,34 min	(?H/Hi=0,37)	$2LT_0$					



ESSAI PAR: Raymond Boisvert

CALCULÉ PAR: Alain Hébert

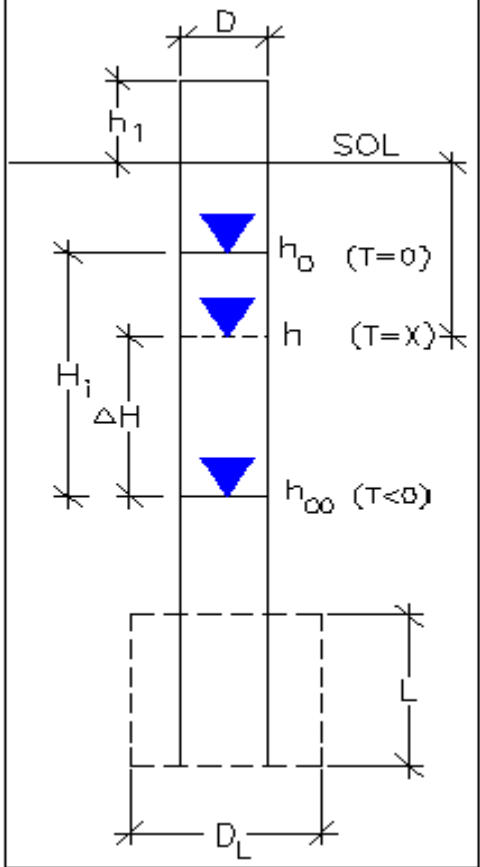
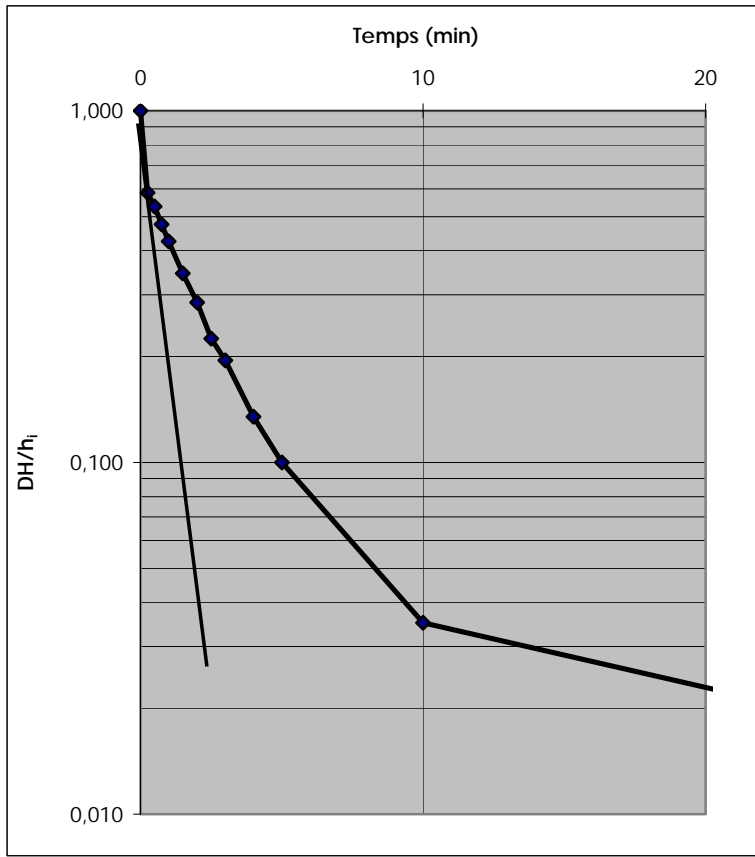
VÉRIFIÉ PAR: François Bergeron

Client: RIGMRIM  
 Projet: Étude hydrogéologique  
 Localisation: St-Cyrille-de-Lessard

# Puits : PR-6  
 # Projet : E30098-02  
 Date : 18 décembre 2003



			TEMPS		NIVEAUX			
			Heure	T (min)	h	?h	?h/Hi	
$h_{00}$ =	Niveau d'eau à l'équilibre	=	1,965	m				
$h_0$ =	Niveau d'eau: début de l'essai	=	0,965	m	0	0,965	1,000	1,000
$h_1$ =	Hauteur du tube par rapport au sol	=	0,55	m	0,25	1,380	0,585	0,585
					0,5	1,430	0,535	0,535
					0,75	1,490	0,475	0,475
D =	Diamètre du puits	=	0,052	m	1	1,540	0,425	0,425
DL =	Diamètre lanterne	=	0,152	m	1,5	1,620	0,345	0,345
	HW : 0,1143 m    NW : 0,0689 m    BW : 0,0730 m				2	1,680	0,285	0,285
L =	Longueur lanterne saturée	=	3,05	m	2,5	1,740	0,225	0,225
					3	1,770	0,195	0,195
$H_i$ =	$h_0 - h_{00}$	=	1,00	m	4	1,830	0,135	0,135
h =	Niveau d'eau pendant l'essai				5	1,865	0,100	0,100
					10	1,930	0,035	0,035
?h =	$h - h_{00}$				30	1,950	0,015	0,015
ANALYSE GRAPHIQUE					60	1,945	0,020	0,020
$y = Ae^{Bx}$	Valeur de A =	0,9282	Calculs: Hvorslev (1951)					
$x = (\ln(y/A))/B$	Valeur de B =	-1,2510	$K = (D/2)2\ln(L/(DL/2))$			K= 9,28E-04 cm/s		
$x = T_0 =$	0,74 min (?H/Hi=0,37)		$2LT_0$					



ESSAI PAR: Raymond Boisvert

CALCULÉ PAR: Alain Hébert

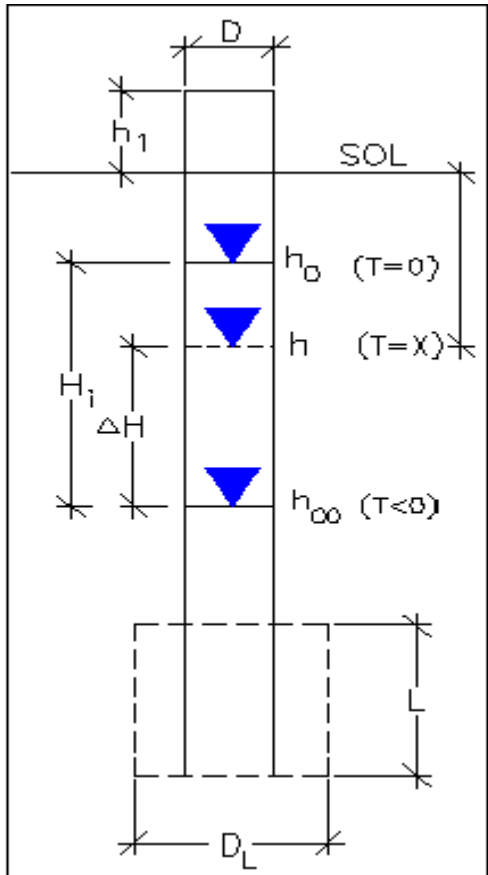
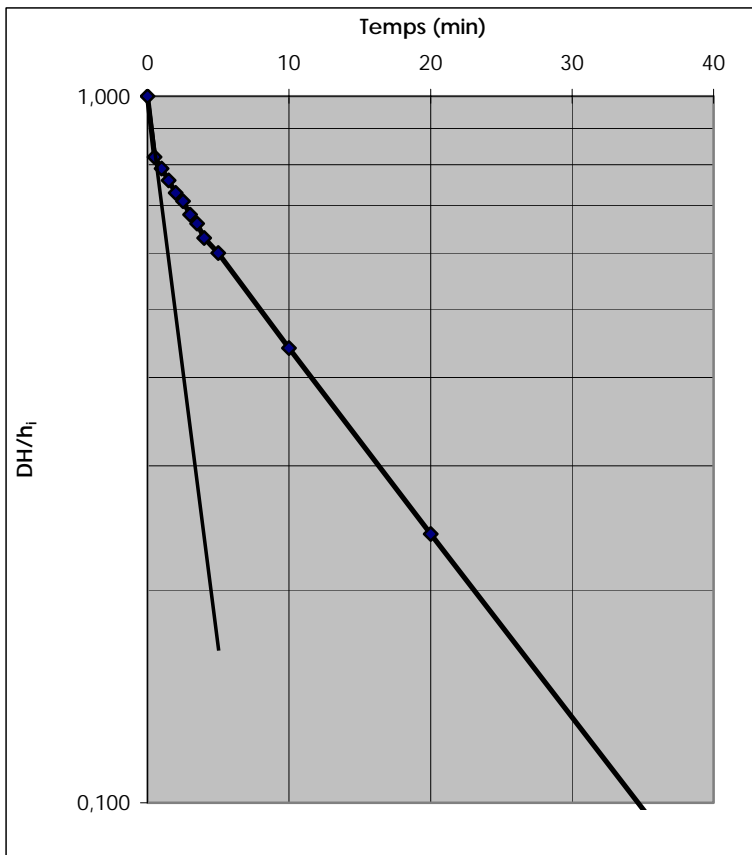
VÉRIFIÉ PAR: François Bergeron

Client: RIGMRIM  
 Projet: Étude hydrogéologique  
 Localisation: St-Cyrille-de-Lessard

# Puits : PR-7  
 # Projet : E30098-02  
 Date : 18 décembre 2003



			TEMPS		NIVEAUX			
			Heure	T (min)	h	?h	?h/Hi	
$h_{00}$ =	Niveau d'eau à l'équilibre	=	3,480	m				
$h_0$ =	Niveau d'eau: début de l'essai	=	2,480	m	0	2,480	1,000	1,000
$h_1$ =	Hauteur du tube par rapport au sol	=	0,54	m	0,5	2,660	0,820	0,820
					1	2,690	0,790	0,790
					1,5	2,720	0,760	0,760
D =	Diamètre du puits	=	0,052	m	2	2,750	0,730	0,730
DL =	Diamètre lanterne	=	0,152	m	2,5	2,770	0,710	0,710
	HW : 0,1143 m    NW : 0,0689 m    BW : 0,0730 m				3	2,800	0,680	0,680
L =	Longueur lanterne saturée	=	3,05	m	3,5	2,820	0,660	0,660
					4	2,850	0,630	0,630
$H_i$ =	$h_0 - h_{00}$	=	1,00	m	5	2,880	0,600	0,600
$h$ =	Niveau d'eau pendant l'essai				10	3,040	0,440	0,440
					20	3,240	0,240	0,240
?h =	$h - h_{00}$				50	3,440	0,040	0,040
ANALYSE GRAPHIQUE					75	3,480	0,000	0,000
$y = Ae^{Bx}$	Valeur de A =	0,9735		Calculs: Hvorslev (1951)				
$x = (\ln(y/A))/B$	Valeur de B =	-0,2357		$K = (D/2)2\ln(L/(DL/2))$ $K = 1,66E-04$ cm/s				
$x = T_0 =$	4,10 min (?H/Hi=0,37)		$2LT_0$					



ESSAI PAR: Raymond Boisvert

CALCULÉ PAR: Alain Hébert

VÉRIFIÉ PAR: François Bergeron