



30 octobre, 2006

**Ministère du Développement durable,
De l'Environnement et des Parcs du Québec**

A/S: M. Jean M'Baraga
675, boulevard René-Levesque Est
Québec (Québec)
G1R 5V7

Objet : Potentiel aquifère – LET Danford Lake

Réf. : H-1587 / LDCS 002

Monsieur,

Nous vous transmettons, ci-après, les réponses aux questions sur le potentiel aquifère et sur la conductivité hydraulique, telles que vous nous les avez soumises dans le document intitulé « Questions et commentaires – Projet d'établissement d'un lieu d'enfouissement technique à Danford lake, sur le territoire de la Municipalité de Almeyn-et-Cawood par LDC – Gestion et services environnementaux, dossier 3211-23-72 ».

I- Évaluation du potentiel aquifère

Pour répondre à la demande du Ministère du Développement durable et de l'environnement du Québec dans le cadre du projet d'implantation d'un lieu d'enfouissement technique à Danford Lake, Québec, un essai de pompage, visant à déterminer le potentiel aquifère de la nappe d'eau souterraine dans l'horizon de sable moyen à grossier rencontrée sur le site, a été réalisé.

I-1 Implantation du puits de pompage.

L'analyse des sondages et des essais granulométriques ainsi que les mesures des niveaux d'eau réalisés dans le cadre de ce projet ont permis de localiser le secteur où l'horizon de sable moyen à grossier est susceptible de démontrer un potentiel aquifère le plus élevé.

Drummondville

Gatineau

Granby

Joliette

Maniwaki

Montréal

Mont-Laurier

Québec

Saint-Hyacinthe

Saint-Jean-sur-Richelieu

Sherbrooke

Trois-Rivières

Victoriaville



Il s'agit du secteur situé près du forage F-102, dans lequel l'épaisseur de la couche de sable moyen à grossier et la hauteur d'eau observée sont relativement élevées à l'instar des autres forages.

Un forage de 15.24 cm de diamètre et de 15 m de profondeur a ainsi été réalisé dans ce secteur à l'aide d'une foreuse type de CME 55. Ce forage a été aménagé en puits de pompage en l'équipant d'un tubage de 15.24 cm de diamètre et 11.9 m de long, suivi d'une crépine de calibre 60, de 15.24 cm de diamètre et de 1.5 m de long. Le développement du puits a duré environ 3 heures.

Pour effectuer l'essai de pompage, une pompe type Myers ST-20-20 a été installée dans le puits de pompage, la prise d'eau de la pompe se situant à 11.6 m de profondeur. La pompe avait une capacité nominale de 24 gallons/min soit environ 5.4 m³/heure.

I-2 Essai de pompage – résultats.

L'essai de pompage a été réalisé le 17 octobre 2006 par le personnel technique de Fondex Shermont. La pompe a été utilisée à sa capacité maximale soit un débit effectif de 26.6 gallons/ min, ou environ 6.05 m³/heure pendant l'essai de pompage.

Les résultats de l'essai lors de la descente d'eau sont présentés dans le tableau ci-après.

| Temps (seconde) | Niveau d'eau * (mètre) | Rabattement (mètre) |
|--------------------|---------------------------|------------------------|
| 0 | 8.44 (niveau statique) | 0 |
| 30 | 10.94 | 2.5 |
| 45 | 12.10 | 3.66 |

* : Les niveaux d'eau sont mesurés par rapport au tubage hors-sol qui est d'une longueur de 0.60 cm

I-3 Conclusion sur le potentiel aquifère de la formation de sable moyen à grossier

A la lumière de ces résultats, on constate qu'après un pompage d'une durée de 45 secondes, le niveau d'eau dans le puits est descendu de 3.66 m pour atteindre le niveau de la prise d'eau de la pompe. Pendant la durée du pompage, la crépine n'a pas été

dénoyée. Toutefois, au cours de la courte durée de pompage, la moitié de l'épaisseur saturée, soit 2.78 m a été pompée. Le niveau de la nappe avant pompage s'est presque rétabli dans les 5 minutes suivant l'arrêt du pompage.

Il ressort de ces résultats que l'aquifère de sable moyen à grossier rencontré sur le site ne constitue pas un aquifère à potentiel élevé. Certes, on constate que la remontée d'eau a été rapide, laissant présumer une bonne conductivité hydraulique de l'aquifère testé. Toutefois, les résultats de l'essai de pompage montrent qu'un tel puits conventionnel exploitant l'aquifère dans l'horizon de sable moyen à grossier ne peut même pas fournir en permanence un débit supérieur à 6 m³/heure sans courir le risque de créer un dénoyage de la crépine.

II- Détermination in situ de la conductivité hydraulique

A la demande du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), deux essais de conductivité hydraulique in situ ont été réalisés dans la couche superficielle de sable moyen à grossier. Le premier essai a été fait dans le puits construit pour l'essai de pompage alors que le deuxième a été effectué dans un puits d'observation, situé à environ 250 m du puits de pompage, près du forage F-103.

La conductivité hydraulique de l'aquifère dans l'horizon de sable moyen à grossier a été déterminée par mesure in situ à niveau ascendant. L'approche utilisée consiste à soutirer rapidement un volume d'eau appréciable, afin de créer un changement de niveau dans le puits. Les niveaux d'eau lors de la remontée sont ensuite notés, en fonction du temps.

II-1 Mesure in situ de la conductivité hydraulique au puits de l'essai de pompage.

Lors de l'essai de pompage mentionné ci-dessus, 3.66 m d'eau furent soutirés dans le puits de l'essai de pompage dans un laps de temps relativement court, soit 45 secondes. Considérant la courte durée de cette extraction d'un volume d'eau appréciable, les données de la remontée correspondante ont été considérées comme des données issues d'un choc hydraulique et interprétées grâce à la méthode de

Hvorslev, utilisée pour la détermination in situ de la conductivité hydraulique. Les données observées et leurs compilations sont présentées dans le tableau ci-après.

| Temps après l'arrêt du pompage (seconde) | Niveau d'eau* (mètre) | Variation du niveau d'eau (mètre) | H/H ₀ |
|--|-----------------------|-----------------------------------|------------------|
| 0 | 12.10 | 3.66 (H ₀) | 1 |
| 30 | 10.86 | 2.42 | 0.66 |
| 60 | 10.16 | 1.72 | 0.46 |
| 90 | 9.66 | 1.22 | 0.33 |
| 120 | 9.34 | 0.90 | 0.25 |
| 180 | 8.94 | 0.50 | 0.14 |
| 240 | 8.76 | 0.32 | 0.09 |
| 300 | 8.66 | 0.22 | 0.06 |

* : Les niveaux d'eau sont mesurés par rapport au tubage hors-sol qui est d'une longueur de 0.60 cm

En appliquant la méthode de Hvorslev :

$$K = \frac{r^2}{2 L T_{37}} \ln \frac{L}{R}$$

Où :

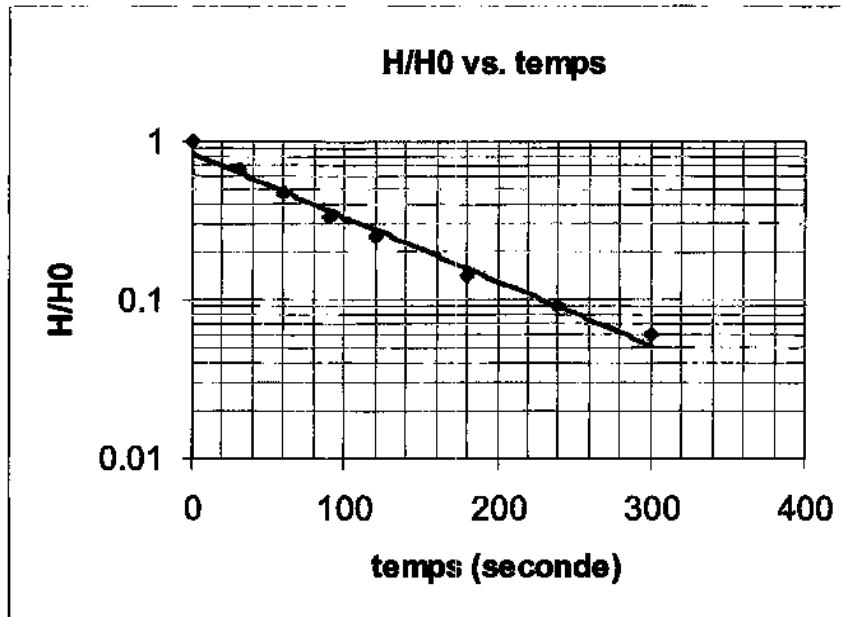
r : le rayon du tubage ($r = 7.62$ cm)

R : le rayon de la crépine ($R = 7.62$ cm)

L : la longueur de la crépine ($L = 1.5$ m)

T_{37} : temps pour lequel le H/H_0 est égal à 37%. T_{37} est déterminé à partir de courbe H/H_0

versus temps présenté ci-après. On obtient $T_{37} = 81$ secondes.



En utilisant la méthode de Hvorslev, la conductivité hydraulique de l'horizon de sable moyen à grossier au puits de pompage est de $K = 7.1 \times 10^{-3}$ cm/s.

II-2 Mesure in situ de la conductivité hydraulique au puits d'observation.

Pour le puits d'observation, l'essai de conductivité hydraulique a été réalisé en établissant un pompage en régime permanent, avec un débit de 8.5 litres/heure soit 1.42×10^{-4} m³/seconde. L'équilibre a été atteint après 10 minutes de pompage. Les niveaux d'eau observés sont présentés dans le tableau suivant.

| Temps (minute) | Niveau d'eau* (mètre) | Rabatement (mètre) |
|-------------------|--------------------------|-----------------------|
| 0 | 4.80 (niveau statique) | 0 |
| 0.5 | 5.60 | 0.80 |
| 1 | 5.65 | 0.84 |
| 1.5 | 5.65 | 0.84 |
| 2 | 5.65 | 0.84 |
| 3 | 5.65 | 0.84 |
| 4 | 5.65 | 0.84 |
| 5 | 5.65 | 0.84 |
| 6 | 5.65 | 0.84 |
| 7 | 5.65 | 0.84 |
| 8 | 5.65 | 0.84 |
| 9 | 5.65 | 0.84 |
| 10 | 5.65 | 0.84 |

* Les niveaux d'eau sont mesurés par rapport au tubage hors-sol qui est d'une longueur de 1 m.

La formule de Dupuit en nappe libre, qui relie le débit pompé aux charges observées en régime permanent, a été utilisée pour le calcul de la conductivité hydraulique au puits d'observation.

Selon la formule de Dupuit :

$$K = \frac{Q \operatorname{Ln} \frac{R}{r_w}}{\pi (H^2 - h_w^2)}$$

Où :

Q : le débit pompé ($Q = 1.42 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$)

R : le rayon d'influence

r_w : rayon du puits d'observation ($r_w = 0.025 \text{ m}$)

H : la charge hydraulique initiale ($H = 4.2 \text{ m}$)

h_w : la charge hydraulique à l'équilibre ($h_w = 3.35 \text{ m}$)

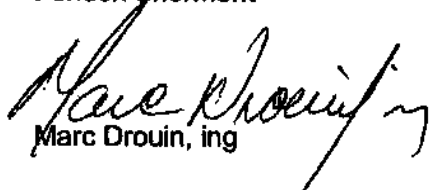
En considérant un rayon d'influence estimé à $R = 50$ m, la conductivité hydraulique pour l'horizon de sable moyen à grossier au puits d'observation est de $K = 5.35 \times 10^{-3}$ cm/s. Sachant que le terme du rayon d'influence R apparaît à l'intérieur d'un logarithme, une erreur sur l'estimation du rayon d'influence R aura très peu d'influence sur le calcul de la conductivité hydraulique. Par exemple, pour une valeur de R de 100 m, la conductivité hydraulique K devient 5.8×10^{-3} cm/s.

II-3 Conclusion

Les valeurs des conductivités hydrauliques observées au puits de l'essai de pompage et au puits d'observation sont respectivement de 7.1×10^{-3} cm/s. et de 5.35×10^{-3} cm/s. Notons qu'une mesure in situ de la conductivité hydraulique dans l'horizon granulaire a été préalablement réalisée au puits F-102. La valeur obtenue était $K = 1.39 \times 10^{-3}$ cm/s. La moyenne géométrique de ces trois valeurs de conductivité hydraulique est 3.75×10^{-3} cm/s. Cette valeur concorde avec les valeurs rapportées dans la littérature scientifique (Freeze and Cherry¹) pour les formations sableuses.

Espérant le tout conforme à vos attentes, veuillez recevoir, M. M'Baraga, nos salutations distinguées.

Fondex Shermont



Marc Drouin, ing



Vero Rabemanan, Ph.D., hydrogéologie.

MD/VR/ac

¹ Cherry and Freeze, 1979. Groundwater.