

Note technique – 05-12951-0500

Aménagement d'une cellule d'enfouissement technique à Saint-Thomas

Évaluation du potentiel aquifère

Mars 2005

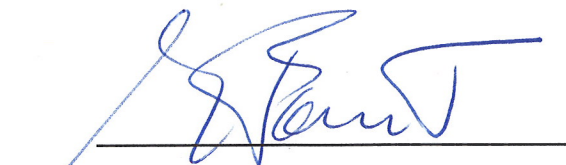
CE RAPPORT A ÉTÉ PRÉPARÉ PAR LE PERSONNEL DE
TECSULT INC. AVEC LA COLLABORATION PARTICULIÈRE
DES PROFESSIONNELS SUIVANTS :

RÉDACTION :



Claude Robitaille, ing., M.Ing.
Hydrogéologue

RÉVISION ET APPROBATION :



Georges Forest, ing.
Hydrogéologue

page

1	CONTEXTE ET MANDAT	1
2	ÉVALUATION DU POTENTIEL AQUIFÈRE	2
2.1	Méthodologie	2
2.2	Conditions naturelles	3
2.3	Calibration du modèle.....	4
2.4	Évaluation du débit de pompage maximal.....	4
3	CONCLUSION.....	5
ANNEXE A	Conductivités hydrauliques	
ANNEXE B	Figures	

1 CONTEXTE ET MANDAT

Afin de préserver les ressources en eau souterraine du Québec, l'article 14 du Projet de règlement sur l'élimination de matières résiduelles (PREMR) stipule qu'il est interdit d'aménager un lieu d'enfouissement technique sur un terrain en dessous duquel se trouve une nappe libre ayant un potentiel aquifère élevé. Cet article précise également qu'il existe un « potentiel aquifère élevé » lorsque des essais de pompage démontrent qu'il peut être soutiré en permanence, à partir d'un même puits de captage, au moins 25 m³ d'eau par heure.

Dans le cadre du projet d'aménagement d'une cellule d'enfouissement technique sur le site de Dépôt Rive-Nord inc. à Saint-Thomas, des travaux visant à déterminer le potentiel aquifère de la nappe d'eau souterraine rencontrée sur ce site ont été réalisés par la firme Les consultants HGE inc. (HGE) en décembre 2001¹. Durant ces travaux, plusieurs sondages, analyses et essais ont d'abord été effectués afin de localiser la zone possédant le potentiel aquifère le plus élevé sur le site visé par le projet. Un puits de pompage de 40 cm de diamètre (forage de 40 cm de diamètre et tubage de 20 cm de diamètre) et de 11 m de profondeur a ensuite été aménagé dans cette zone afin de pouvoir réaliser des essais de pompage et ainsi permettre l'évaluation du débit de pompage optimal pouvant être soutiré de ce puits. Au terme de ces essais, il a été permis à HGE de conclure que le débit de pompage optimal pouvant être soutiré du puits aménagé est de 8 m³/heure et, par conséquent, que l'aquifère granulaire à nappe libre rencontrée sur le site ne possédait pas un potentiel aquifère élevé.

Afin de s'assurer que les travaux réalisés par HGE en 2001 permettaient effectivement de conclure à l'absence d'aquifère à potentiel élevé sur le site visé par le projet susmentionné, les services de TECSULT INC. ont été retenus par DRN afin d'évaluer le potentiel aquifère des formations granulaires rencontrées sur le site.

¹ Étude de caractérisation du milieu récepteur, Agrandissement du lieu d'enfouissement sanitaire de Saint-Thomas, HGE, février 2002.

2 ÉVALUATION DU POTENTIEL AQUIFÈRE

La revue des travaux effectués par HGE a permis de constater que le puits de pompage PE-300 aménagé pour les fins d'évaluation du potentiel aquifère, se limitait à une profondeur de 11 m. Cette profondeur maximale avait été choisie sur la base des sondages, essais et analyses effectués sur le site qui indiquaient que les 11 premiers mètres de sols présentaient les caractéristiques hydrauliques les plus intéressantes pour le pompage d'eau souterraine. Les essais réalisés dans ce puits se sont donc limités à évaluer la capacité de l'horizon supérieur des sols.

L'analyse des données existantes, permet effectivement de conclure que l'horizon possédant le potentiel hydraulique le plus élevé est situé dans les 11 premiers mètres de sols. Cependant, cette même analyse permet également de conclure que les sols situés plus en profondeur, soit entre 11 m et 27 m de profondeur, possèdent des propriétés hydrauliques qui, sans être aussi intéressantes que celles rencontrées à l'endroit de l'horizon supérieur, laissent supposer qu'un apport additionnel d'eau pourrait être soutiré de la nappe.

Une évaluation du potentiel de l'aquifère à nappe libre rencontrée sur le site a donc été entreprise en considérant non seulement l'horizon supérieur, mais également les sols situés jusqu'à 27 m de profondeur.

2.1 Méthodologie

Basé sur leurs propriétés hydrauliques, les sols constituant l'aquifère de surface peuvent être divisés en trois horizons distincts : les sols de l'horizon supérieur (jusqu'à 11 m de profondeur), les sols situés entre 11 m et 27 m de profondeur et les sols situés en deçà de 27 m de profondeur. Afin de pouvoir évaluer avec précision le débit pouvant être soutiré par un puits interceptant plusieurs horizons présentant des propriétés hydrauliques différentes, il a été décidé de procéder à cette évaluation par éléments finis au moyen du logiciel SEEP/W.

Cette évaluation a d'abord consisté à construire le modèle permettant de représenter les conditions naturelles rencontrées sur le site. Par la suite, une calibration de ce modèle a été

réalisée à partir des résultats de l'essai de pompage effectué par HGE, de façon à représenter le plus fidèlement possible le comportement de l'aquifère soumis au pompage au moyen du puits PE-300. Une fois calibré, le modèle a ensuite été utilisé pour évaluer le débit maximal qu'il était possible de soutirer au moyen d'un puits de même diamètre que celui du PE-300, interceptant la totalité de l'aquifère de 25 m d'épaisseur.

2.2 Conditions naturelles

Les nombreux sondages, analyses et essais réalisés sur le site indiquent que le domaine d'étude peut être divisé en trois horizons distincts (section 2.1) présentant les propriétés suivantes :

- **De 0 à 11 m de profondeur** : Sables fins possédant une conductivité hydraulique moyenne de l'ordre de $6,2 \times 10^{-3}$ cm/s;
- **De 11 m à 27 m de profondeur** : Sable silteux possédant une conductivité hydraulique moyenne de l'ordre 2×10^{-4} cm/s. Cependant, pour les fins de la présente étude, la conductivité hydraulique la plus élevée parmi celles calculées a été retenue, soit $k = 5 \times 10^{-4}$ cm/s;
- **En deçà de 27 m de profondeur** : Silt argileux possédant une conductivité hydraulique inférieure à 1×10^{-5} cm/s.

Les conductivités hydrauliques moyennes ont été déterminées à partir des essais de perméabilité et des analyses granulométriques effectuées au sein de chacun de ces horizons. Un sommaire de ces essais et analyses est présenté à l'annexe A.

Les relevés piézométriques effectués sur le site indiquent qu'à l'endroit du puits PE-300, le niveau de la nappe d'eau souterraine se situe à 1,55 m sous la surface du terrain naturel, soit au niveau 20,25 m en considérant que le terrain naturel se situe au niveau 21,80 m.

Ces conditions naturelles ont été intégrées dans le modèle et ont servi de base pour les différentes analyses effectuées.

2.3 Calibration du modèle

Afin de représenter les conditions rencontrées durant l'essai de pompage, un puits de pompage d'un diamètre de 40 cm comportant une crépine de 3,5 m de long entre les niveaux 15,3 m et 11,8 m a été aménagé au sein du modèle.

Les résultats obtenus pour la modélisation de ces conditions indiquent que la conductivité hydraulique de $6,2 \times 10^{-3}$ cm/s attribuée initialement à la couche de sable fin située en surface est trop élevée. Celle-ci fournit un débit supérieur au débit de $8 \text{ m}^3/\text{heure}$ obtenu lors de l'essai de pompage de même qu'un rabattement inférieur à celui de 1,55 m observé à une distance de 5 m du puits de pompage.

La conductivité hydraulique de la couche de sable de surface, c'est-à-dire celle étant la plus sollicitée durant cet essai de pompage, a donc été ajustée à 5×10^{-3} cm/s de façon à obtenir les conditions rencontrées durant l'essai de pompage. Les résultats de cette analyse sont présentés aux figures 1 et 2 de l'annexe B. L'attribution de cette conductivité hydraulique à la couche de surface du modèle permet d'obtenir des conditions similaires à celles observées durant l'essai de pompage soit, un débit de pompage de $8 \text{ m}^3/\text{heure}$ de même qu'un rabattement de 1,5 m à 5 m de distance du puits de pompage.

Cette conductivité hydraulique, plus représentative du comportement hydraulique de la couche de sable de surface, a donc été conservée pour les analyses subséquentes.

2.4 Évaluation du débit de pompage maximal

Le débit de pompage maximal pouvant être soutiré d'un puits de 40 cm de diamètre interceptant la totalité des 25 m de l'aquifère a été évalué en prolongeant jusqu'au niveau -5 m le puits décrit à la section 2.3. Une crépine de 25 m de long a également été attribuée sur la totalité de l'épaisseur de l'aquifère de manière à maximiser le débit de pompage.

Les résultats obtenus pour ces conditions sont présentés à la figure 3 de l'annexe B. Ces résultats indiquent que le débit maximal pouvant être soutiré par un puits de 40 cm de diamètre interceptant la totalité de l'aquifère de surface rencontré sur le site est de $16 \text{ m}^3/\text{heure}$.

En fait, pour être en mesure de soutirer un débit supérieur à 25 m³/heure, il faudrait que la conductivité hydraulique de la couche de sable silteux située entre 11 m et 27 m de profondeur soit d'au moins 1,2 x 10⁻³ cm/s (figure 4 de l'annexe B), ce qui est tout à fait incompatible avec la granulométrie des sols rencontrés au sein de cet horizon.

Il est également important de souligner que l'évaluation réalisée par modélisation numérique est représentative de conditions idéales, c'est-à-dire en supposant que l'efficacité du puits de pompage est de 100 %. Cette évaluation tend donc à surestimer le débit de pompage pouvant être soutiré de l'aquifère de surface.

3 CONCLUSION

Afin d'évaluer le potentiel de l'aquifère à nappe libre rencontré sur le site visé par le projet d'aménagement d'une cellule d'enfouissement technique à Saint-Thomas, un essai de pompage a été réalisé par la firme Les Consultants HGE inc. au sein de cet aquifère. Cet essai, réalisé à partir d'un puits aménagé dans la partie supérieure de l'aquifère, c'est-à-dire la partie la plus productive de ce même aquifère, a permis de conclure que le débit maximal pouvant être soutiré de ce puits était de 8 m³/heure.

Dans le but d'évaluer l'importance de l'apport additionnel pouvant être fourni par les couches de sols situés plus en profondeur dans l'aquifère à nappe libre, une analyse numérique par éléments finis a été réalisée par TecSULT inc. Celle-ci a permis d'établir que le débit maximal pouvant être soutiré à partir d'un puits de 40 cm de diamètre interceptant la totalité de l'aquifère de 25 m d'épaisseur était de 16 m³/heure, confirmant ainsi l'absence d'une nappe libre à potentiel aquifère élevé sur le site visé par le projet susmentionné.

ANNEXE A

Conductivités hydrauliques

**Détermination de la conductivité hydraulique
à partir des essais et analyses effectuées sur le site**

Horizon de 0 à 11 m de profondeur

Matériaux: Sable fin

Forage	Profondeur (m)	% fines	k (cm/s)	Méthode
F-15	0 - 3,05	8.5		
F-15	3,05 - 6,1	10.1		
F-15	6,1 - 9,14	4.4		
F-16	0,3 - 3,25	3.5		
F-16	3,25 - 6,22	3.4		
F-16	6,22 - 9,27	3		
F-307-A	6,02 - 7,93	2.46	5.00E-03	Piézomètre
F-301-A	6,33 - 8,30	2.41	8.00E-03	Piézomètre
F-305-A	6,60 - 8,54	3.04	3.00E-03	Piézomètre
F-308-A	6,65 - 8,58	2.39	1.00E-02	Piézomètre
F-302-A	6,78 - 8,94	2.43	7.00E-03	Piézomètre
F-307-A	6,94 - 8,89	2.46	1.00E-02	Piézomètre
F-304-A	7,09 - 8,79	3.04	5.00E-03	Piézomètre
F-306-A	8,00 - 9,90	2.39	4.00E-03	Piézomètre
F-4	12,03		1.00E-03	Bout de tubage
PE-300	1,5 - 11,00		9.00E-03	Essai de pompage
	Moyenne	2.58	6.20E-03	

**Détermination de la conductivité hydraulique
à partir des essais et analyses effectuées sur le site**

Horizon de 11 m à 27 m de profondeur

Matériaux: sable silteux

Forage	Profondeur (m)	% fines	k (cm/s)	Méthode
F-5-A (CF-4)	12,19 - 12,64	25		
F-5-A (CF-5)	15,24 - 15,69	28		
F-312-B	15,85 - 16,46	34	1.50E-04	Granulo (Kozeny - Carman)
F-303 -B	19,82 - 20,43	17	5.00E-04	Granulo (Kozeny - Carman)
F-302-B	19,96 - 20,57	23	3.60E-04	Granulo (Kozeny - Carman)
F301-B	20,1 - 20,7	38	1.80E-04	Granulo (Kozeny - Carman)
E-100	21,29 - 21,75	18	1.80E-04	Granulo (Kozeny - Carman)
E-100	24,38 - 24,84	44	2.00E-04	Granulo (Kozeny - Carman)
E-102	25,8 - 27,4		1.00E-04	Piézomètre
	Moyenne	28	2.39E-04	

Afin d'être sécuritaire et de tenir compte de la portion supérieure de cet horizon, la valeur de conductivité hydraulique la plus élevée parmi celles calculées a été retenue, soit $k = 5 \times 10^{-4}$ cm/s

**Détermination de la conductivité hydraulique
à partir des essais et analyses effectuées sur le site**

Horizon de 27 m de profondeur et plus

Matériaux: silt argileux

Forage	Profondeur (m)	% fines	k (cm/s)	Méthode
F-4-M	28,25 - 30,10	64	8.00E-06	Piézomètre
O-102	26,30 - 27,70	81	8.00E-06	Piézomètre
O-101	29,30 - 30,80		2.00E-06	Piézomètre
F-5-A-M	27,22 -28,45	90	2.00E-05	Piézomètre
F-6-A-M	27,33 - 29,01	86	1.00E-05	Piézomètre
F-7	30,5 - 31,1		1.00E-05	Lefranc
	Moyenne	80	9.67E-06	

ANNEXE B

Figures

Figure 1

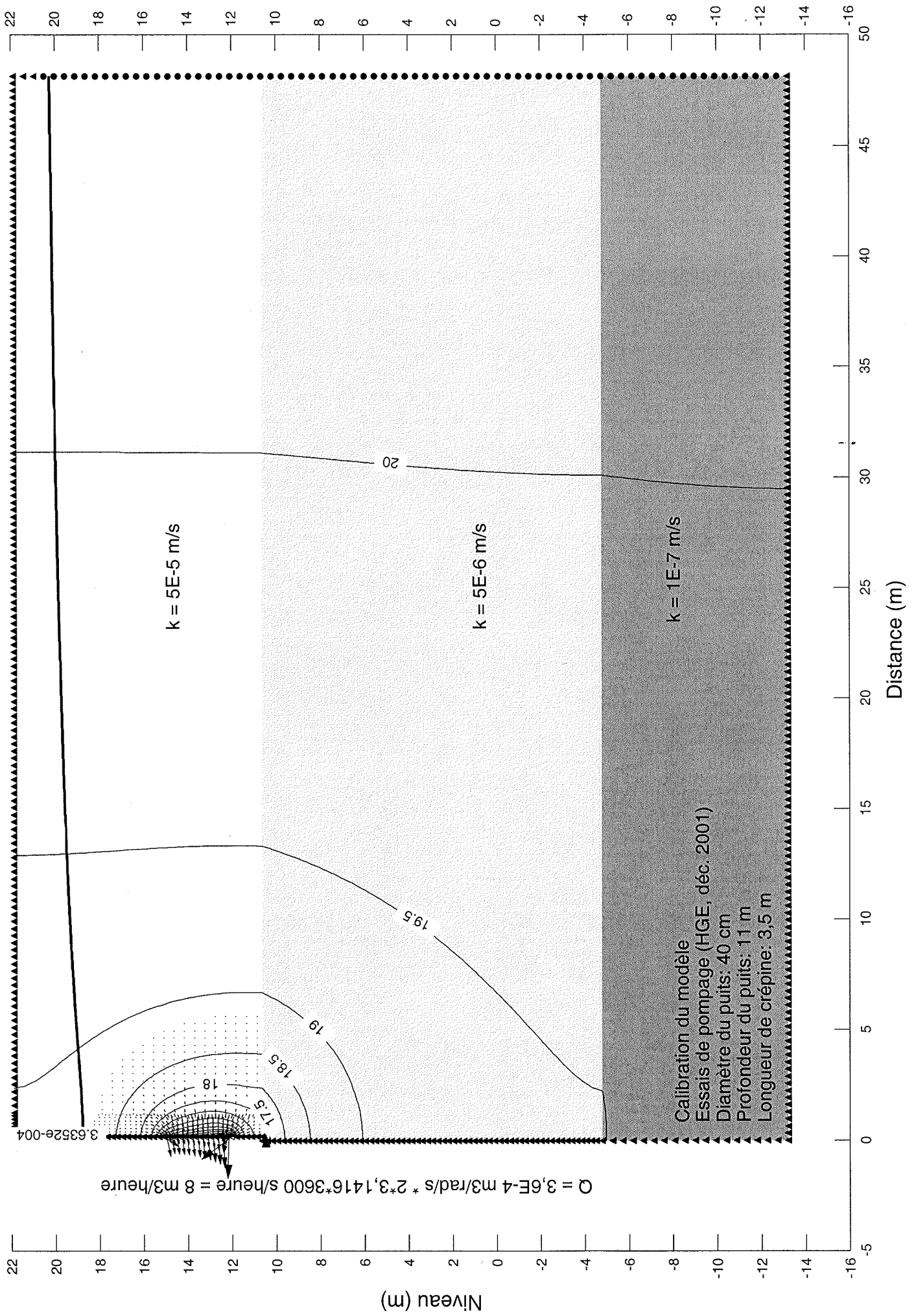


Figure 2: Charge hydraulique vs. Distance

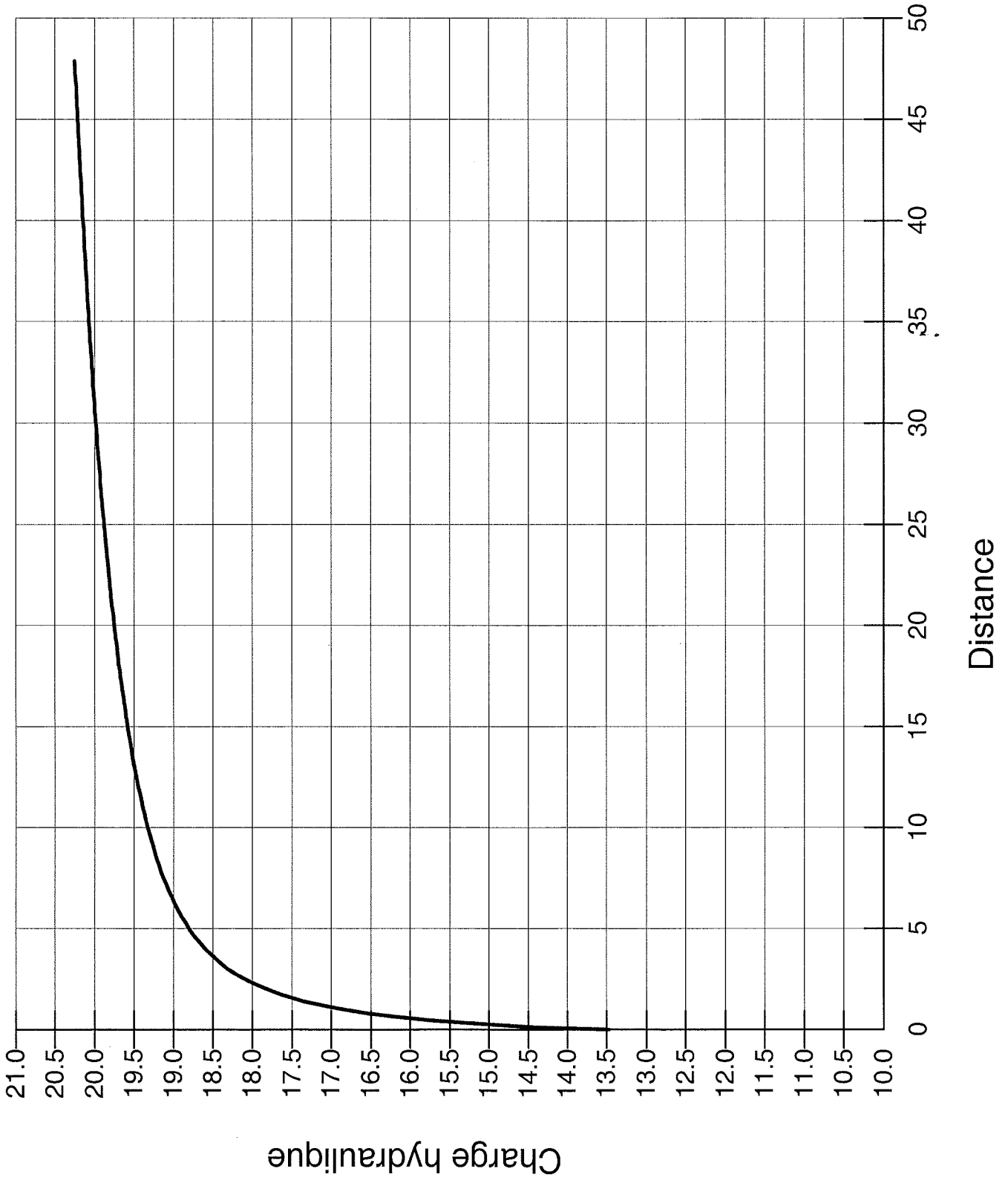


Figure 3

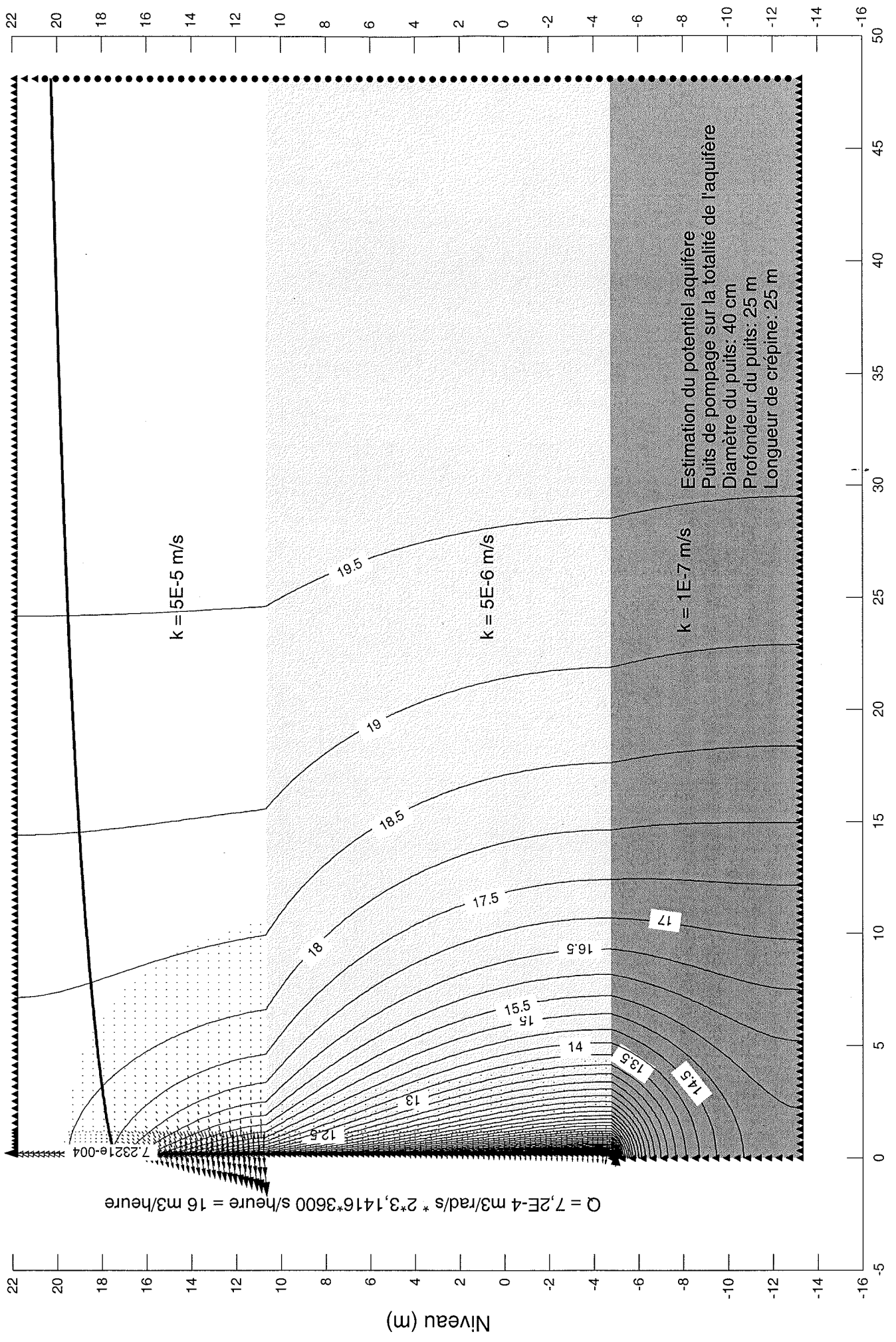


Figure 4

