

## **A N N E X E « Q C - 1 2 0 »**

### **ÉTUDES HYDROGÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES ANTÉRIEURES (documents fournis à part)**

---

REGIE INTERMUNICIPALE DE L'EST DE PORTNEUF

Enfouissement sanitaire  
Site Pointe-aux-Trembles

Etude hydrogéologique complémentaire

Janvier 1987

N/D: 7624

M-31-86-13

**PRÉLIMINAIRE**



# TECHNISOL

Québec, le 13 janvier 1987

Régie Intermunicipale de l'Est  
de Portneuf  
Case Postale 339  
Pont-Rouge, QC  
GOA 2H0

A l'attention de M. Marc-André Trudel  
Secrétaire-trésorier

Objet: Enfouissement sanitaire  
Site Pointe-aux-Trembles  
Etude hydrogéologique  
N/Dossier: 7624

Monsieur,

Il nous fait plaisir de vous transmettre ci-joint une copie de notre rapport d'étude hydrogéologique concernant le projet cité en référence. Nous portons à votre attention qu'une copie de ce rapport a déjà été transmise à Monsieur Marcel Faucher, ingénieur des Consultants BPR ainsi qu'à Monsieur Colin Bilodeau, ingénieur du MENVIQ.

Nous espérons que les informations contenues dans ce rapport sont complètes et suffisamment explicites. Nous vous invitons à nous contacter si, après lecture, des questions persistaient.

Veillez agréer, Monsieur Trudel, l'expression de nos salutations distinguées.

TECHNISOL INC.

LDL/dd

L. Denis Lefebvre, ing.  
Département de géotechnique

Québec  
325, de l'Espinay  
Québec, Qué.  
G1L 2J2  
(418) 647-1402  
Télex: 051-3085

Montréal  
665, Chemin du Lac  
Boucherville, Qué.  
J4B 6W8  
(514) 641-1740

Rimouski  
561, rue Lausanne  
Rimouski, Qué.  
G5L 4A7  
(418) 723-1144

## TABLE DES MATIERES

	Page
1.0 INTRODUCTION.....	1
2.0 METHODE DE RECONNAISSANCE COMPLEMENTAIRE.....	2
2.1 Travaux sur le terrain.....	2
2.2 Travaux en laboratoire.....	6
3.0 NATURE ET PROPRIETES DU SOUS-SOL.....	7
4.0 EAU SOUTERRAINE.....	9
5.0 COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS.....	17

ANNEXE:       - Plan de localisation  
              - Carte d'écoulement des eaux souterraines  
              - Rapports de forage et d'essais de perméabilité  
              - Résultats des essais en laboratoire

DISTRIBUTION: Une copie du rapport

R.I.E. Portneuf  
Att: M. Marc-André Trudel, sec.-trés.

Les Consultants BPR  
Att: M. Marcel Faucher, ing.

MENVIQ  
Att: M. Colin Bilodeau, ing.

## 1.0 INTRODUCTION

La Régie Intermunicipale de l'Est de Portneuf a retenu les services de Technisol Inc., consultants en géotechnique et en contrôle qualitatif des matériaux, pour effectuer une étude hydrogéologique complémentaire relativement à l'implantation d'un site d'enfouissement sanitaire sur le site projeté de Pointe-aux-Trembles. Cette étude complémentaire a été rendue nécessaire suite aux résultats de l'analyse de notre étude hydrogéologique (N/D: 7624, oct. 1986) par le Ministère de l'Environnement du Québec. Les détails d'exécution du mandat ont été établis avec Messieurs Marcel Faucher et Réjean Turgeon, ingénieurs des Consultants B.P.R., en conformité avec les exigences de Monsieur Colin Bilodeau, ingénieur du MENVIQ.

La présente étude hydrogéologique avait pour but de confirmer certaines propriétés de la couche de sable présente en surface du terrain (N/D: 7624, oct. 1986), de réévaluer les conditions d'eau souterraine suite à l'identification de points de résurgence du côté de la rivière Jacques-Cartier et de formuler des commentaires et des recommandations relativement à l'utilisation du site investigué en tant que site d'enfouissement sanitaire.

Ce rapport contient des explications sur la méthode de reconnaissance complémentaire utilisée sur le terrain et en laboratoire, un rappel de la stratigraphie du site en précisant la nature et les propriétés de la couche de sable, un relevé des conditions d'eau souterraine et nos commentaires et recommandations. L'annexe du rapport contient un plan de localisation, une carte montrant le patron d'écoulement des eaux souterraines, les rapports de forage et d'essais de perméabilité ainsi que les résultats des essais en laboratoire.

## 2.0 METHODE DE RECONNAISSANCE COMPLEMENTAIRE

Les précisions relativement à la nature et aux propriétés de la couche de sable ont été réalisées à partir de travaux sur le terrain et en laboratoire.

### 2.1 Travaux sur le terrain

Les travaux sur le terrain ont consisté premièrement à relever les niveaux d'eau souterraine à l'emplacement de tous les forages réalisés dans le cadre du présent projet, à effectuer le nivellement de la surface des eaux de la rivière aux Pommes en différents endroits, des points d'eau de surface près du pont surplombant la rivière aux Pommes et des points de résurgence observés dans l'escarpement près de la rivière Jacques-Cartier. Par la suite, deux forages localisés aux extrémités ouest et est de l'emplacement prévu du site d'enfouissement sanitaire ont été réalisés au cours desquels quatre nouveaux essais de perméabilité ont été faits. Ces travaux ont été effectués entre le 27 novembre et le 9 décembre 1986. L'emplacement de tous les forages et sondages est montré sur le plan de localisation placé en annexe au rapport.

Les nouveaux forages, identifiés F-3A et F-4A, ont atteint des profondeurs respectives de 2,80 et 2,60 mètres sous la surface du terrain actuel. Ils ont été effectués au moyen d'une foreuse à tête hydraulique et

visaient à permettre la réalisation d'essais de perméabilité dans la couche de sable, sous le niveau supérieur de la nappe phréatique. L'avancement des forages a été réalisé avec des tubes de 89 millimètres de diamètre, descendus par battage et lavage. Aux niveaux des essais de perméabilité, des échantillons de sols remaniés ont été prélevés au moyen d'une cuillère fendue normalisée de 51 millimètres de diamètre, permettant ainsi de déterminer les valeurs de l'indice "N" de l'essai de pénétration standard, conformément à la norme ASTM D1586.

Les quatre essais de perméabilité supplémentaires ont été réalisés dans la couche de sable saturée, soit deux essais en bout de tubage à niveau constant (F-3A et F-4A) et un essai en bout de tubage à niveau variable (F-3A). Un essai à niveau variable à l'intérieur du piézomètre installé à F-4 a également été effectué. L'interprétation des essais de perméabilité s'est effectuée en tenant compte des niveaux piézométriques au niveau de réalisation des essais, tel que spécifié dans les normes en vigueur. Toutefois, en raison entre autre de la compacité des matériaux rencontrés aux niveaux d'essais et des conditions climatiques lors de la réalisation des essais (tempête de neige), les résultats doivent être considérés avec discernement. Une appréciation des résultats est donnée dans la section remarques sur les rapports d'essais de perméabilité placés en annexe.

Un tube d'observation en polyéthylène perforé à son extrémité inférieure a été laissé dans les trous des forages F-3A et F-4A pour mesurer le niveau de l'eau souterraine pendant les travaux sur le terrain et ultérieurement.

Toutes les élévations citées dans ce rapport se réfèrent à un même repère de niveau. Celui-ci est le dessus d'une barre métallique marquée d'une croix sur la patte sud-ouest d'un pylône d'Hydro-Québec. Son élévation arbitraire a été fixée à 100,00 mètres. L'emplacement du repère de niveau est montré sur le plan de localisation placé en annexe au rapport. Sur les plans placés en annexe, l'élévation de la surface du terrain et de l'eau souterraine (à la date spécifiée entre parenthèse) sont indiquées à chacun des points de forage et de sondage. Seuls les récents relevés de l'eau souterraine (novembre et décembre 1986) ont été utilisés pour l'interprétation de la carte montrant le patron d'écoulement des eaux souterraines placée en annexe. L'élévation des points d'eau relevés à la rivière aux Pommes et à proximité, de même qu'aux points de résurgence près de la rivière Jacques-Cartier, est également indiquée.

Les travaux sur le terrain ont été réalisés sous la supervision d'un technicien sénior des sols. Ce dernier a effectué les opérations de localisation et de nivellement, identifié les échantillons récupérés, mesuré le niveau de l'eau souterraine, effectué les essais de perméabilité et rédigé les rapports de forage sur le terrain.

## 2.2 Travaux en laboratoire

Les échantillons récupérés dans les forages ont été acheminés à notre laboratoire où ils ont été examinés par l'ingénieur géotechnicien chargé de l'étude, assisté du technicien responsable en laboratoire. Subséquemment, cinq analyses granulométriques par tamisage ont été réalisées sur des échantillons de sable aux niveaux de réalisation d'essais de perméabilité de façon à permettre le calcul du coefficient de perméabilité de la couche de sable par la formule de Hazen. Un résumé des propriétés de la couche de sable et les courbes granulométriques sont présentés en annexe. Tous les résultats pour la couche de sable sont présentés, incluant ceux des précédentes études pour ce projet. Les essais en laboratoire ont été effectués conformément aux normes ASTM et BNQ applicables.

Les échantillons de sols recueillis aux forages F-3A et F-4A non utilisés aux fins d'analyse seront conservés dans notre entrepôt jusqu'au 1<sup>er</sup> février 1988, date à laquelle ils seront détruits à moins d'indication contraire de la part de la R.I.E. Portneuf.

### 3.0 NATURE ET PROPRIETES DU SOUS-SOL

La nature et les propriétés du sous-sol ont été déterminées à partir des travaux sur le terrain et en laboratoire. Les rapports de forage F-3A et F-4A, placés en annexe, présentent la description de la couche de sable aux niveaux d'essais de perméabilité.

De façon générale, sous une couche de terre végétale ou directement à partir de la surface du terrain actuel, différentes couches de sable ont été rencontrées au-dessus de couches de moraine et/ou de silt et argile avant d'atteindre le socle rocheux.

Au cours de la présente étude, les propriétés de la couche de sable ont été précisées d'une façon plus particulière en raison de son importance hydrogéologique. Rappelons en effet que l'écoulement des eaux souterraines s'effectue plus rapidement dans cette couche située en surface ou près de la surface, au-dessus de la couche de moraine moins perméable.

Lors des travaux sur le terrain, quatre essais de perméabilité ont été réalisés dans la couche de sable saturée de façon à mesurer le coefficient de perméabilité. En laboratoire, la granulométrie des échantillons récupérés à F-3A et F-4A a été établie, de même que celle d'échantillons prélevés dans la couche de sable aux niveaux d'installation

de piézomètres ou de réalisation d'essais de perméabilité lors des précédents travaux d'investigation pour ce projet. Ces analyses granulométriques ont également permis une évaluation des coefficients de perméabilité à l'aide de la formule de Hazen, soit  $100 d_{10}^2$ , où  $d_{10}$  est en centimètre.

Toutes les valeurs des coefficients de perméabilité mesurés sur le terrain et en laboratoire sont indiquées sur le sommaire des propriétés des sols placé en annexe. De façon générale, en éliminant les valeurs extrêmes, les coefficients de perméabilité obtenus varient entre  $1,3 \times 10^{-3}$  et  $4,4 \times 10^{-2}$  centimètre par seconde.

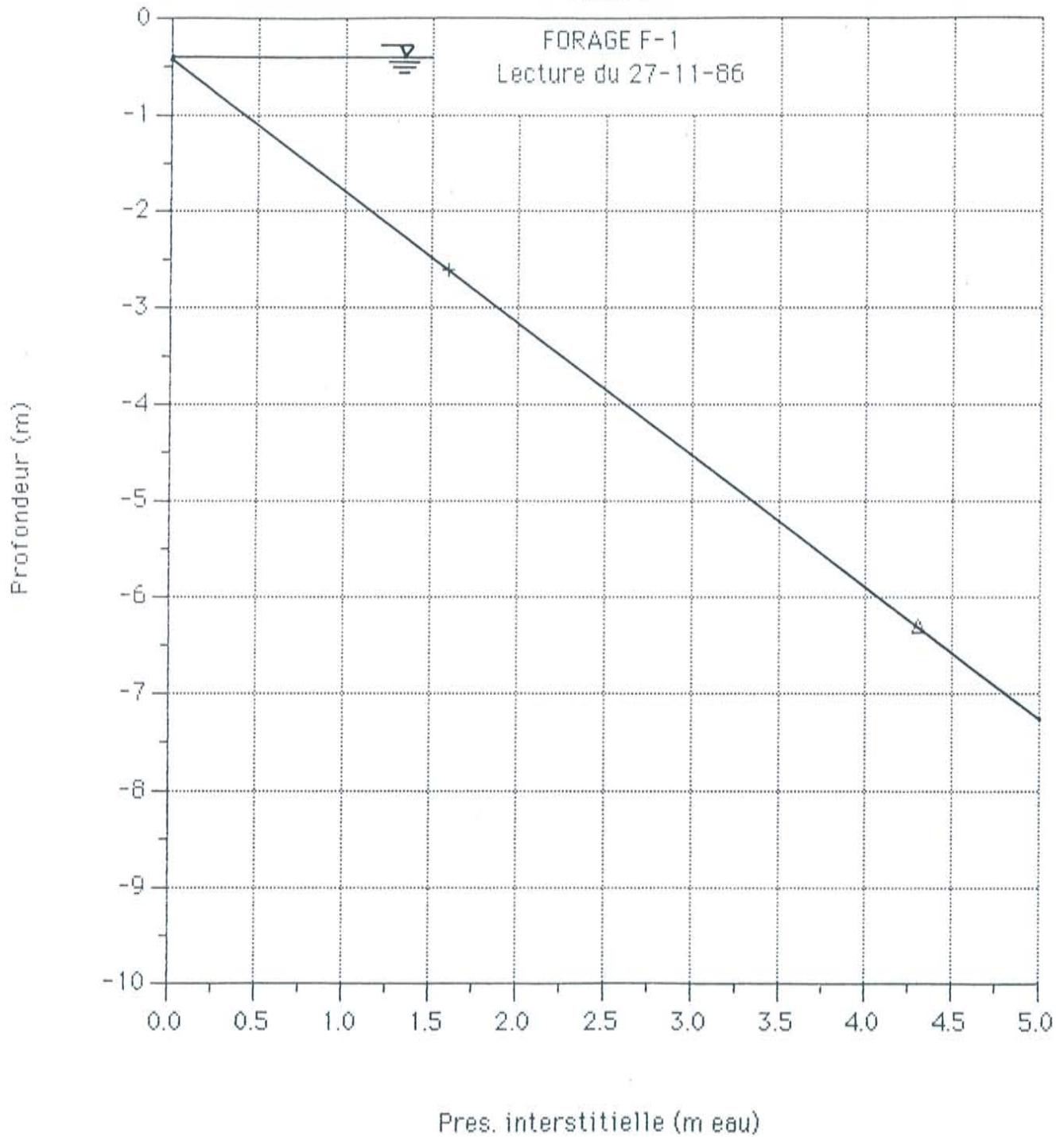
La compacité de la couche de sable aux niveaux des essais de perméabilité se qualifie de très lâche à moyenne, les valeurs mesurées de l'indice "N" de l'essai de pénétration standard variant de 3 à 23 coups pour 300 millimètres de pénétration. Les valeurs les plus faibles (3 et 8) ont été obtenues lors des récents travaux sur le terrain à F-3A et F-4A où les plus fortes valeurs de coefficient de perméabilité ont été mesurées in situ.

Les coefficients d'uniformité mesurés dans la couche de sable à partir des essais granulométriques varient entre 2,4 et 5,0, ce qui indique une granulométrie se qualifiant d'uniforme.

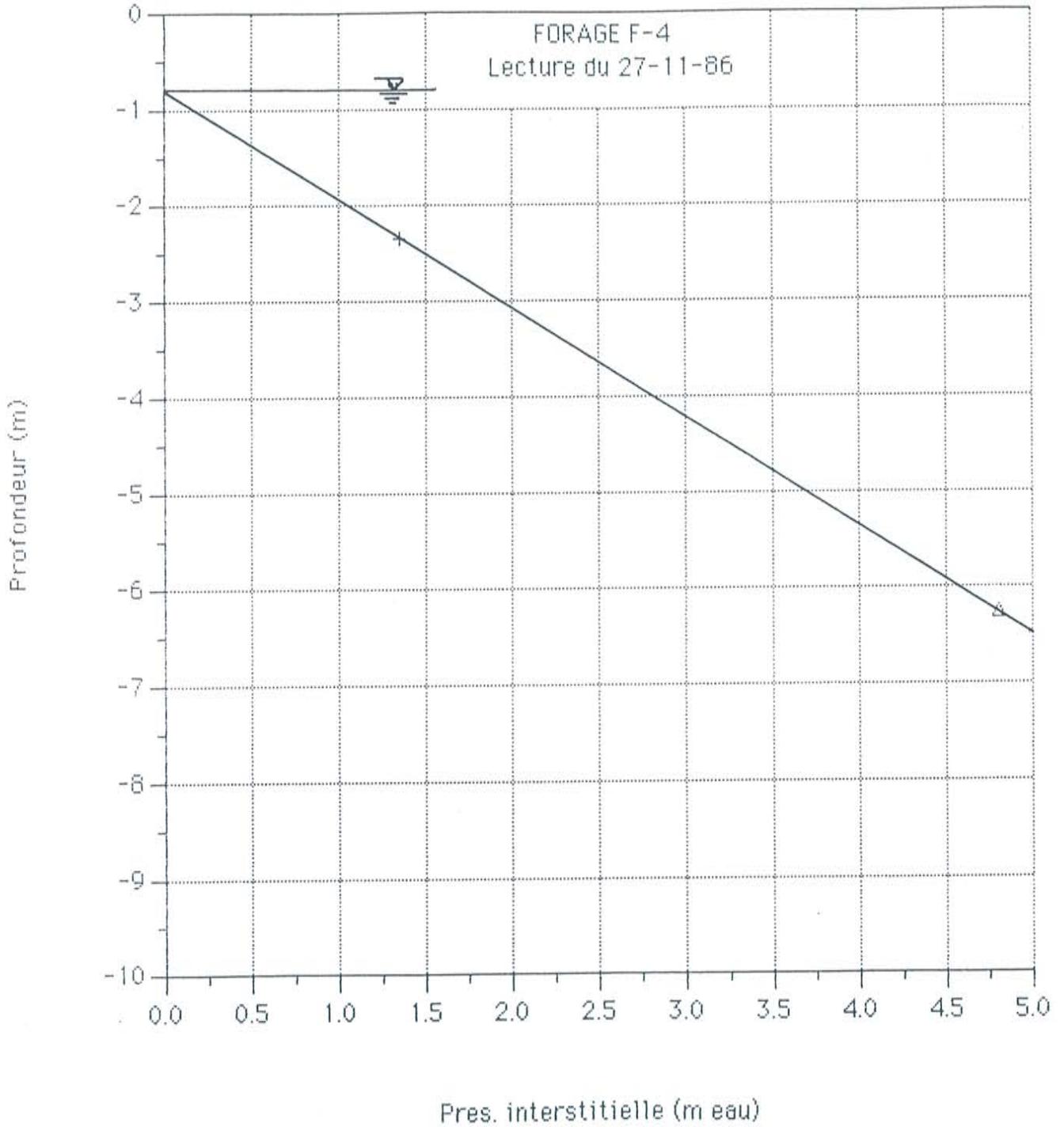
#### 4.0 EAU SOUTERRAINE

Notre dernier relevé du niveau de l'eau souterraine a été effectué le 27 novembre 1986 dans les tubes d'observation laissés dans le trou des forages F-1 (N/D: 7589, juin 1986), F-5 et F-6 et le 9 décembre 1986 à F-3A et F-4A. Toutefois, à F-6, le tube mis en place a été partiellement arraché et au contact avec le mort-terrain à l'intérieur du tube à une profondeur de 7,25 mètres sous la surface du terrain actuel, l'eau souterraine n'a pas été rencontrée. A l'emplacement des forages F-1 (N/D: 7624, oct. 1986) à F-4, deux piézomètres hydrauliques de type Casagrande avaient été installés dans chacun des trous de forage à des niveaux différents lors de nos précédents travaux de façon à pouvoir interpréter le niveau de la surface de la nappe phréatique. Cependant, à F-3, les tubes piézométriques étaient remplis de sable et n'ont pu être utilisés. L'interprétation du niveau de la nappe phréatique est présentée sous forme de graphiques aux pages suivantes, sauf pour F-2 où le niveau de la nappe phréatique n'a pas été atteint. Les résultats des mesures et des interprétations sont présentés au tableau de la page suivante. Ces niveaux sont représentatifs de la position de la nappe phréatique au moment de nos récents travaux sur le terrain.

INTERPRETATION DU NIVEAU DE LA  
NAPPE PHREATIQUE  
ENFOUISSEMENT SANITAIRE  
R.I.E.P.



INTERPRETATION DU NIVEAU DE LA  
NAPPE PHREATIQUE  
ENFOUISSEMENT SANITAIRE  
R.I.E.P.



NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE

Forage no	Surface Elév. (m)	Eau souterraine	
		Prof. (m)	Elév. (m)
F-1 (7589)	94,61	1,05	93,56
F-1	94,88	0,40	94,48+
F-2	99,67	> 9,05	< 90,62 (N.P. non atteinte)
F-3A	93,86(+)	2,00	91,86
F-4	93,63	0,80	92,83+
F-4A	93,63(+)	0,95	92,68
F-5	99,74	4,10	95,64
F-6	98,48	> 7,25	< 91,23 (N.P. non atteinte)

+ : résultat d'une interprétation

La carte d'écoulement des eaux souterraines à l'emplacement spécifique du site à l'étude a été réévaluée selon une interprétation des récentes mesures du niveau de l'eau souterraine. De plus, les niveaux des points d'eau près de la rivière aux Pommes et des points de résurgence près de la rivière Jacques-Cartier ont été considérés.

L'écoulement principal à l'emplacement du site s'effectue suivant une direction du nord vers le sud avec un gradient moyen de 0,009. Vers la rivière Jacques-Cartier, l'écoulement à partir de l'emplacement prévu du site d'enfouissement sanitaire s'effectue suivant une direction

nord-est vers le sud-ouest jusqu'au moment d'atteindre d'abord les points de résurgence situés à environ 180 mètres de la limite boisée à l'ouest du site. Dans cette direction, un gradient de 0,0096 a été établi en tenant compte des niveaux d'eau à F-3A et au point de résurgence le plus bas. L'écoulement des eaux souterraines vers la rivière aux Pommes à l'est n'est présent que sur sa rive immédiate, soit sur une distance de l'ordre de 100 mètres; le gradient  $\gamma$  est de 0,015 dans le secteur des eaux provenant des limites à l'est du site à l'étude.

Estimé à partir des valeurs de compacité obtenues sur le site à l'étude et par la granulométrie des matériaux, la porosité totale ( $n$ ) minimum pour le sable a été évaluée à 0,35.

Les vitesses d'écoulement des eaux souterraines peuvent être évaluées dans chacune des directions d'écoulement en tenant compte des valeurs de gradient, de porosité totale du sable et de coefficient de perméabilité obtenues. Toutefois, compte tenu de l'intervalle des coefficients de perméabilité obtenus dans la couche de sable par les différentes méthodes d'évaluation et des impacts sur l'environnement possibles dans chacune des directions principales présentées (vers la Jacques-Cartier à l'ouest, du nord au sud au centre du site et vers la rivière aux Pommes à l'est), une présentation distincte des méthodes d'évaluation des vitesses d'écoulement est nécessaire dans chacune des directions.

a) Écoulement vers la rivière Jacques-Cartier

Les projets d'ensemencement de poissons dans la rivière Jacques-Cartier par le MENVIQ obligent à considérer les valeurs les plus pessimistes des paramètres qui entrent dans l'évaluation de la vitesse d'écoulement.

Ainsi, la valeur de gradient de 0,0096 tient compte de la différence d'élévations entre la surface de la nappe phréatique à F-3A et du niveau d'eau au point de résurgence le plus bas relevés lors de nos récents travaux. Une valeur de porosité totale de 0,35, telle que présentée précédemment dans la présente section, constitue une valeur minimum et raisonnable pour la couche de sable identifiée.

Pour ce qui est du coefficient de perméabilité à utiliser dans l'évaluation de la vitesse d'écoulement, plusieurs valeurs ayant été obtenues suivant six méthodes différentes d'évaluation tant sur le terrain qu'en laboratoire, la valeur moyenne de  $1,65 \times 10^{-2}$  centimètre par seconde a été retenue en éliminant les valeurs extrêmes.

Dans de telles conditions, pour un écoulement s'effectuant de la partie ouest actuellement envisagée jusqu'aux points de résurgence identifiés, nous obtenons une vitesse maximum d'écoulement de l'eau souterraine de 140 mètres par année.

**b) Écoulement principal du nord vers le sud**

L'écoulement principal sur la superficie du site actuellement envisagée s'effectue dans une direction du nord vers le sud. Les impacts environnementaux négatifs dans le secteur sud du site sont beaucoup moins importants qu'en direction ouest. Ainsi, l'évaluation des paramètres à considérer pour le calcul de la vitesse d'écoulement pourra se faire de façon satisfaisante en tenant compte principalement des conditions relevées in situ lors des essais de perméabilité sur le site dans le secteur impliqué.

Les valeurs de gradient et de porosité minimum étant respectivement de 0,009 et 0,35, le coefficient de perméabilité peut quant à lui être évalué à  $2,1 \times 10^{-3}$  centimètre par seconde en considérant les essais de terrain jugés valables à F-1 (N/D: 7589), F-4 et F-6.

Ainsi, la vitesse d'écoulement moyenne du nord vers le sud à l'emplacement du site à l'étude est de 17 mètres par année.

**c) Écoulement vers la rivière aux Pommes**

Pour ce qui est de l'écoulement vers la rivière aux Pommes à l'est du site à l'étude, il a été noté précédemment qu'il ne s'effectuait qu'à partir d'une distance généralement inférieure à 100 mètres de sa rive

ouest. Or, il est spécifié à l'article 36 des règlements sur les déchets solides (Q-2, r. 14) que: "L'aire d'exploitation d'un lieu d'enfouissement sanitaire doit être située à plus de 150 mètres de toute ... rivière". Se faisant, aucune eaux de lixiviation provenant du site d'enfouissement sanitaire prévu ne devrait atteindre la rivière aux Pommes et, conséquemment, l'évaluation de la vitesse d'écoulement ne représente qu'une information supplémentaire non nécessaire. En prenant la valeur de gradient de 0,015, la porosité totale minimum de 0,35 et le coefficient de perméabilité in situ de  $2,1 \times 10^{-3}$  centimètre par seconde, une vitesse de 28 mètres par année est évaluée.

## 5.0 COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS

Les commentaires et recommandations présentés dans les paragraphes suivants sont basés sur les résultats des travaux sur le terrain et en laboratoire, de même que sur les informations transmises par l'ingénieur-conseil.

De plus, les caractéristiques dont nous faisons état dans ce rapport reflètent les conditions du terrain relevées au droit de neuf points de forage et de six puits d'exploration effectués dans le cadre du présent projet sur le site à l'étude. Les commentaires et recommandations que nous produisons dans ce rapport reposent donc sur la seule représentativité des conditions hydrogéologiques rencontrées à ces endroits au moment où ces études ont été effectuées, et pour les conditions topographiques qui y prévalaient.

Les forages effectués dans le cadre de la présente étude indiquent la présence d'une couche de sable entre les élévations 99,52 et 87,38 mètres et d'un dépôt morainique entre les élévations 94,59 et 80,98 mètres avant d'atteindre le socle rocheux. Seul le forage F-2 a atteint le socle rocheux à l'élévation 83,52 mètres. L'écoulement de l'eau souterraine s'effectue suivant la topographie des surfaces peu perméables, principalement du nord vers le sud. La proximité des rivières Jacques-Cartier et aux Pommes, sur les côtés ouest et est du site respectivement,

influence localement l'écoulement de l'eau souterraine avec un gradient plus élevé dans ces directions.

Sur la partie du site ayant été exploitée en tant que banc d'emprunt, le niveau de l'eau souterraine se situe généralement à moins de 2,0 mètres de profondeur sous la surface du terrain actuel. Ainsi, lors de l'exploitation d'un enfouissement sanitaire sur ce site, il serait important de s'assurer de ne pas atteindre le niveau de l'eau souterraine et ainsi éviter un contact direct avec les débris solides. L'épaisseur minimale à conserver entre le niveau d'enfouissement des déchets solides et l'eau souterraine devra être établie avec les représentants du Ministère de l'Environnement.

Plus spécifiquement, il sera nécessaire de limiter la zone d'exploitation du site d'enfouissement sanitaire du côté de la rivière aux Pommes à une distance minimale de 150 mètres, tel que spécifié à l'article 26 des règlements sur les déchets solides au Québec. Cette limite fait en sorte qu'aucune eau de lixiviation provenant du site n'atteindra la rivière aux Pommes à l'est du site.

Dans le secteur ouest du site à l'étude, et pour les valeurs de gradient, de porosité totale et de coefficient de perméabilité évalués, la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine dans le sable a été évaluée à au plus 140 mètres par an vers la rivière Jacques-Cartier. Compte tenu de

la présence d'un point de résurgence à une distance inférieure à 300 mètres du site projeté (environ 180 mètres), il est spécifié à l'article 29 des règlements sur les déchets solides au Québec que le temps de migration des eaux de lixiviation doit être de plus de deux ans à une vitesse inférieure à 150 mètres par an. Ainsi, la vitesse maximum obtenue est satisfaisante sauf que le temps de migration est insuffisant. Les lignes d'écoulement de l'eau souterraine étant perpendiculaires aux lignes d'égal niveau d'eau (lignes équipotentielles), la ligne indiquée à la figure 2 montre la limite d'exploitation du site du côté ouest pour permettre un temps de migration des eaux de lixiviation de plus de deux ans.

Dans le sens de l'écoulement principal s'effectuant du nord vers le sud, la vitesse d'écoulement moyenne a été évaluée à 17 mètres par année. Cette vitesse de migration correspond à un temps de migration supérieur à la norme fixée à un minimum de 5 ans pour parcourir une distance de 300 mètres et est donc satisfaisant.

Les matériaux rencontrés, sauf dans les couches de terre végétale, de silt et argile et de silt argileux, répondent aux règlements sur les déchets solides du Québec (Q-2, r. 14) en tant que matériaux de recouvrement. Toutefois, les particules d'un diamètre supérieur à 100 millimètres, lorsque présentes, devront être enlevées avant les opérations de compactage.

Compte tenu des conditions hydrogéologiques rencontrées sur le terrain étudié, nous considérons celui-ci valable aux fins d'enfouissement sanitaire proposé.

TECHNISOL INC.

L. Denis Lefebvre, ing. jr  
Département de géotechnique

Paul Lefrançois, ing. hydrogéologue  
Département de géotechnique

## NOTES EXPLICATIVES SUR LES RAPPORTS DE SONDAGE

Les rapports de sondage rassemblent les données de chantier et de laboratoire ayant trait aux caractéristiques du sol, du rocher et de l'eau souterraine, recueillies à chacun des sondages durant la période de reconnaissance géotechnique.

### ELEVATION

Dans cette colonne sont inscrites les élévations à chaque changement de couches. Les élévations sont calculées d'après le niveau du terrain à l'endroit du sondage.

### PROFONDEUR

Nous inscrivons dans cette colonne les distances à partir de la surface du terrain.

### DESCRIPTION

Chaque formation est identifiée et décrite après l'examen et l'analyse des échantillons.

**DEPOTS MEUBLES:** Les dépôts meubles sont classifiés suivant le diamètre équivalent des particules, la charte de plasticité et la proportion des divers éléments est donnée d'après la terminologie d'usage.

La densité relative des sols pulvérulents et la consistance des sols cohérents sont définies d'après les indices de pénétration standard. La plasticité des sols cohérents est définie d'après les mesures de la limite de liquidité.

### CLASSIFICATION UNIFIEE      DIMENSION DES PARTICULES

Blocs	> 200 mm
Cailloux	76,2 mm à 200 mm
Gravier	4,76 mm à 76,2 mm
Sable	.074 mm à 4,76 mm
Silt	.005 mm à .074 mm
Argile	< .005 mm

### TERMINOLOGIE      PROPORTION

Trace	< 10%
Un peu	10% à 20%
Adjectif (v.g. sableux, silteux)	20% à 35%
Nom (v.g. sable, gravier)	> 35%

### COMPACTITE OU DENSITE RELATIVE      INDICE "N" (COUPS/30 cm)

Très lâche	< 4
Lâche	4 à 10
Moyenne ou compacte	10 à 30
Dense	30 à 50
Très dense	> 50

### CONSISTANCE      INDICE "N" (COUPS/30 cm)      RESISTANCE AU CISAILLEMENT (kPa)

Très molle	< 2	< 12
Molle	2 à 4	12 à 25
Moyenne à ferme	4 à 8	25 à 50
Raïde	8 à 15	50 à 100
Très raïde	15 à 30	100 à 200
Dure	> 30	> 200

### PLASTICITE      LIMITE DE LIQUIDITE

Faible	< 30%
Moyenne	30% à 50%
Elevée	> 50%

**ROCHER:** Les roches sont classifiées en trois groupes principaux, fonction de leur origine géologique respective. Par la suite, on décrit chaque spécimen selon ses caractéristiques et propriétés particulières.

### CLASSIFICATION      CRITERE PRINCIPAL

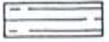
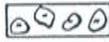
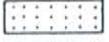
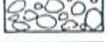
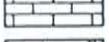
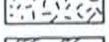
Sédimentaire	Texture
- Terrigène (mudstone, grès conglomérat)	
- Chimique (calcaire, dolomie)	
Ignée (granite, diorite)	Composition
Métamorphique (gneiss, schiste)	Structure

### TERMINOLOGIE      INDICE DE QUALITE (R.Q.D.)

Très fracturé	0% à 25%
Fracturé	25% à 50%
Moyennement fracturé	50% à 75%
Bon ou solide	75% à 90%
Excellent ou très solide	90% à 100%

### STRATIGRAPHIE

Les principaux types de sol et de roc sont désignés par les symboles stratigraphiques suivants:

	terre végétale		mudstone
	blocs		grès
	gravier		conglomérat
	sable		calcaire
	silt		roche ignée
	argile		roche métamorphique

### ECHANTILLONS

**ETAT ET TYPE:** Les symboles utilisés concernant l'état et le type de chacun des échantillons réfèrent à la légende énumérée à l'en-tête des feuilles de rapport de sondage.

**RECUPERATION:** La récupération des échantillons de sol et de roc est donnée en pourcentage de la course effectuée pour recueillir l'échantillon.

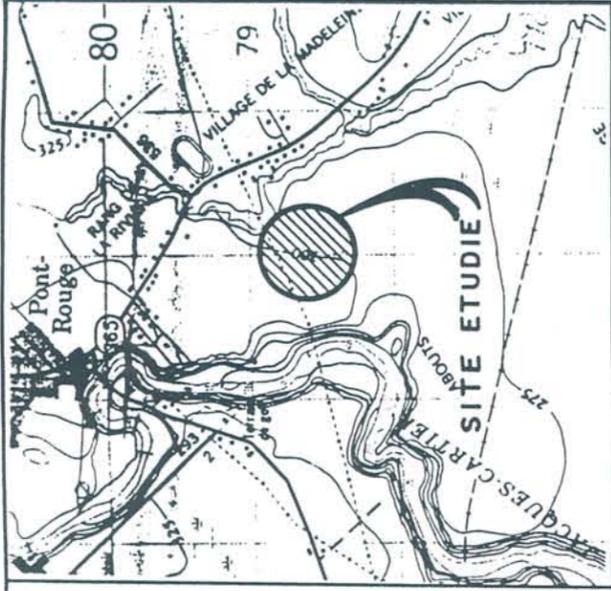
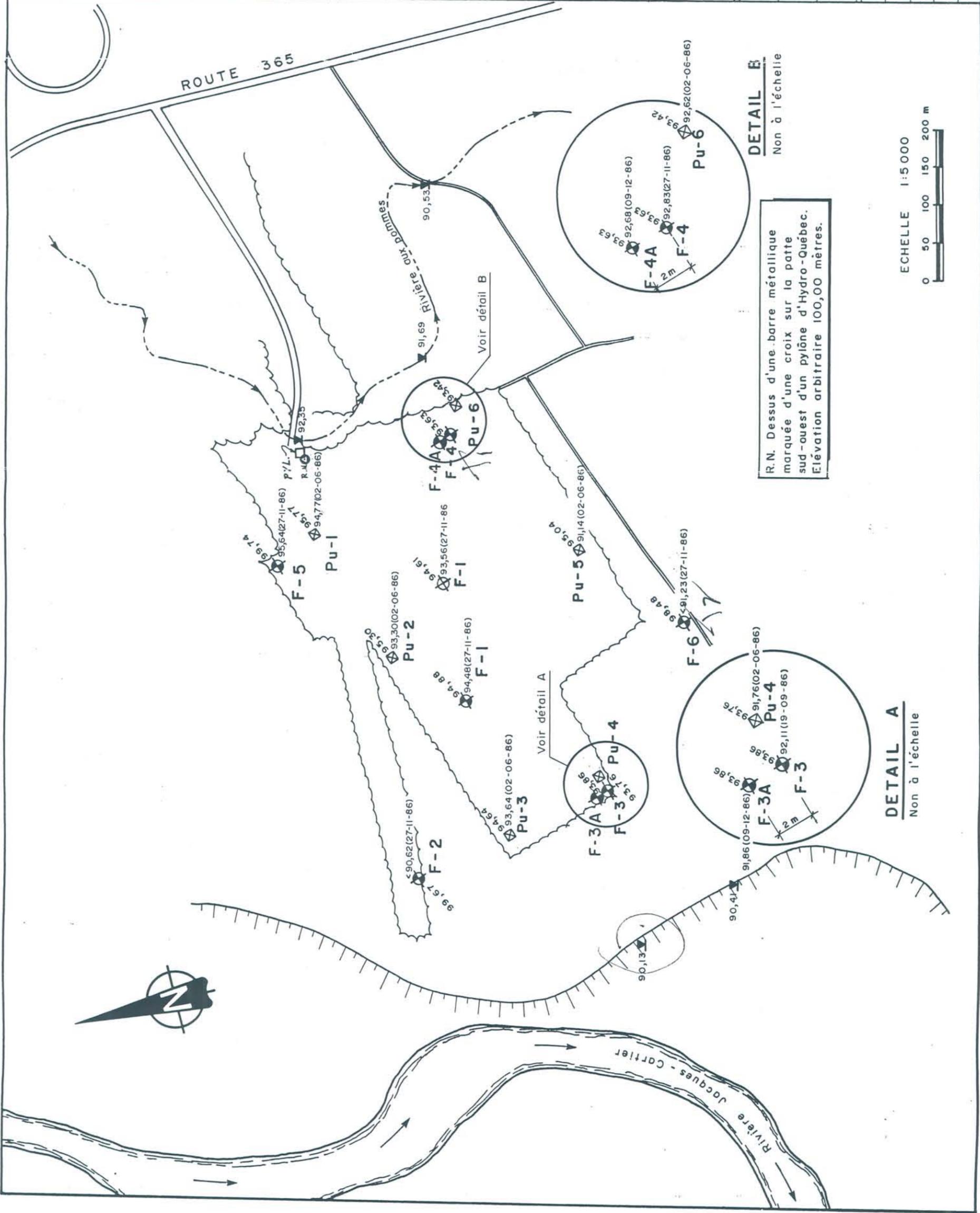
### ESSAIS

On indique dans cette colonne, aux profondeurs correspondantes, les essais exécutés sur le chantier et au laboratoire, au moyen des symboles qui réfèrent à la légende à l'en-tête de chaque feuille de sondage.

**N.B.:** Le niveau de la nappe phréatique observé est également indiqué dans cette colonne.

### COLONNE QUADRILLEE

Cette colonne contient les observations pertinentes notées durant le sondage et les essais en laboratoire. On y trace également des résultats graphiques suivant l'échelle indiquée.



**PLAN CLE**  
 ECHELLE 1:50 000  
 0 0.5 1 km

- LEGENDE**
- Forage
  - Forage (Dossier no. 7589)
  - Puits d'exploration (N/D 7589)
  - Élévation au sondage (m) arb.
  - Repère de niveau
  - Limite de boisé
  - Haut de talus
  - Élévation eau souterraine (date)
  - Élévation, surface d'un point d'eau

**TECHNISOL**

225, DE L'ESPINAY, QUÉBEC, CIL 2J2 TEL 647-1402  
 255, CHEMIN DU LAC, BOUVERVILLE, J4B 6W6, TEL 641-1740  
 561, LAUSARNE, RIMOUSKI, G5L 4A7, TEL 723-1144

Client: R.I.E. PORTNEUF  
 Projet: ENFOUSSEMENT SANITAIRE  
 Titre: PLAN DE LOCALISATION

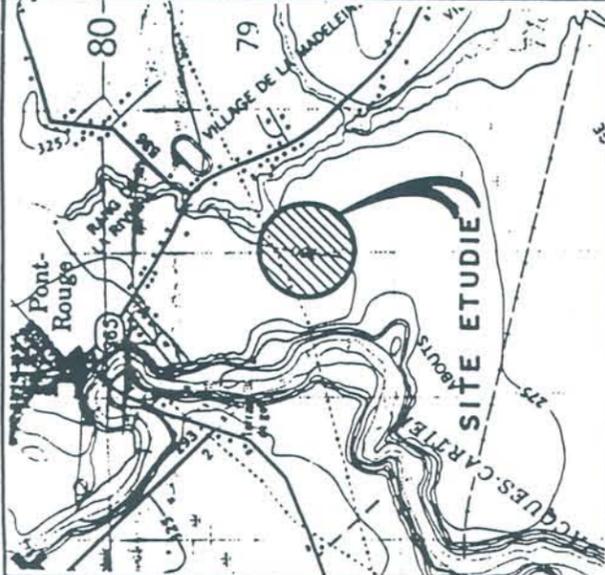
Dessiné par: J.M. Blanchet  
 Vérifié par: L.D. Lefebvre ing. jr.  
 Approuvé par: G. Lemieux ing.  
 Date: Janvier 1986  
 Dossier: 7624 Echelle: 1:5000 Figure:

**DETAIL B**  
 Non à l'échelle

R.N. Dessus d'une barre métallique  
 marquée d'une croix sur la patte  
 sud-ouest d'un pylône d'Hydro-Québec.  
 Élévation arbitraire 100,00 mètres.

**DETAIL A**  
 Non à l'échelle

ECHELLE 1:5000  
 0 50 100 150 200 m



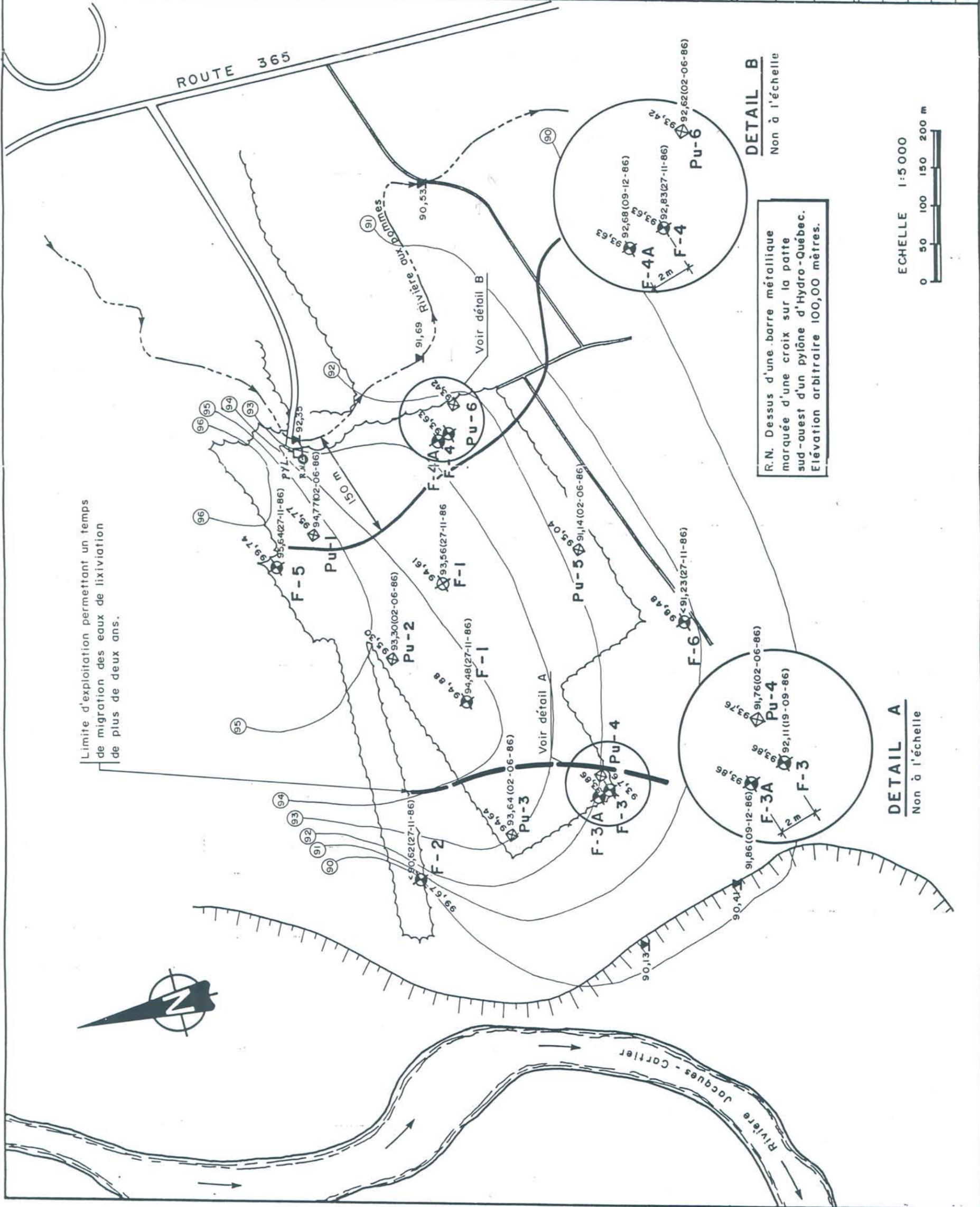
**PLAN CLE**  
 ECHELLE 1:50 000  
 0 0,5 1 km

- LEGENDE**
- Forage
  - Forage (Dossier no. 7589)
  - Puits d'exploration (N/D 7589)
  - Elévation au sondage (m) arb.
  - Repère de niveau
  - Limite de boisé
  - Haut de talus
  - Elévation eau souterraine (date)
  - Elévation, surface d'un point d'eau
  - Ligne d'écoulement

**TECHNISOL**

325, DE L'ESPINAÏ, QUÉBEC, G1L 2J2 TEL 647-1402  
 655, CHEMIN DU LAC, BOUCHERVILLE, J4B 6W6, TEL 641-1740  
 361, LAUSARNE, RIMOUSKI, G5L 4A7, TEL 723-1144

Client	R.I.E. PORTNEUF
Projet	ENFOUISSEMENT SANITAIRE
Titre	CARTE D'ÉCOULEMENT DES EAUX SOUTERRAINES
Dessiné par:	J.M. Blanchet
Vérifié par:	L.D. Lefebvre ing. jr.
Approuvé par:	G. Lemieux ing.
Date:	Janvier 1986
Dossier:	7624
Échelle:	1:5 000
Figure:	



Limite d'exploitation permettant un temps de migration des eaux de lixiviation de plus de deux ans.

R.N. Dessus d'une barre métallique marquée d'une croix sur la patte sud-ouest d'un pylône d'Hydro-Québec. Elévation arbitraire 100,00 mètres.

**DETAIL B**  
 Non à l'échelle

ECHELLE 1:5000  
 0 50 100 150 200 m

**DETAIL A**  
 Non à l'échelle

DOSSIER 7624  
 PROJET Enfouissement sanitaire  
 ENDROIT Portneuf

NO. DU FORAGE F-3A  
 DATE 09/12/86  
 PAGE 1 DE 1

### TYPE D'ECHANTILLONNAGE

CF : CUILLERE FENDUE  
 TM : TUBE A PAROIS MINCES  
 PS : ECHANTILLONNEUR A PISTON  
 CR : TUBE CAROTTIER  
 LA : LAVAGE

### ETAT DE L'ECHANTILLON

INTACT  REMANIE  PERDU  CAROTTE

### ESSAIS AU CHANTIER

N : INDICE DE PENETRATION STANDARD  
 Cu : RESISTANCE AU CISAILLEMENT SUR SOL NON REMANIE  
 Cur : RESISTANCE AU CISAILLEMENT SUR SOL REMANIE  
 K : COEFFICIENT DE PERMEABILITE  
 PI : PRESSION LIMITE AU PRESSIOMETRE  
 E : MODULE PRESSIOMETRIQUE  
 NP : NAPPE PHREATIQUE

### ESSAIS AU LABORATOIRE

AG : ANALYSE GRANULOMETRIQUE  
 W<sub>L</sub> : LIMITE LIQUIDE (%)   
 W<sub>P</sub> : LIMITE PLASTIQUE (%)   
 W : TENEUR EN EAU (%)   
 γ : POIDS VOLUMIQUE  
 Q : COMPRESSION SIMPLE  
 T : TRIAXIAL  
 St : SENSIBILITE AU REMANIEMENT  
 C : CONSOLIDATION

ELEV.(m)	PROF.(m)	DESCRIPTION	Strat.	ECHANTILLONS		ESSAIS
				ETAT	TYPE-NO. REC. %	
93,86	0,00	DEBUT DU FORAGE				
	0,50	(Descente par battage et lavage jusqu'à 2,35 mètres de profondeur).				
	1,00					
	1,50					
	2,00					
91,51	2,35					
	2,50	Sable, un peu de silt et d'argile, traces de gravier, brun. Très lâche. (SM)		CF-1	78	N: 3
91,06	2,80					
	3,00	Fin du forage à 2,80 mètres de profondeur. N.P.: 2,00 mètres de profondeur le 9-12-86				
	3,50					
	4,00					
	4,50					

DOSSIER 7624  
 PROJET Enfouissement sanitaire  
 ENDROIT Portneuf

NO. DU FORAGE F-4A  
 DATE 09/12/86  
 PAGE 1 DE 1

### TYPE D'ECHANTILLONNAGE

CF: CUILLERE FENDUE  
 TM: TUBE A PAROIS MINCES  
 PS: ECHANTILLONNEUR A PISTON  
 CR: TUBE CAROTTIER  
 LA: LAVAGE

### ETAT DE L'ECHANTILLON

INTACT  REMANIE  PERDU  CAROTTE

### ESSAIS AU CHANTIER

N : INDICE DE PENETRATION STANDARD  
 Cu : RESISTANCE AU CISAILLEMENT SUR SOL NON REMANIE  
 Cur : RESISTANCE AU CISAILLEMENT SUR SOL REMANIE  
 K : COEFFICIENT DE PERMEABILITE  
 PI : PRESSION LIMITE AU PRESSIOMETRE  
 E : MODULE PRESSIOMETRIQUE  
 NP : NAPPE PHREATIQUE

### ESSAIS AU LABORATOIRE

AG : ANALYSE GRANULOMETRIQUE  
 W<sub>L</sub> : LIMITE LIQUIDE (%)   
 W<sub>P</sub> : LIMITE PLASTIQUE (%)   
 W : TENEUR EN EAU (%)   
 γ : POIDS VOLUMIQUE  
 Q : COMPRESSION SIMPLE  
 T : TRIAXIAL  
 St : SENSIBILITE AU REMANIEMENT  
 C : CONSOLIDATION

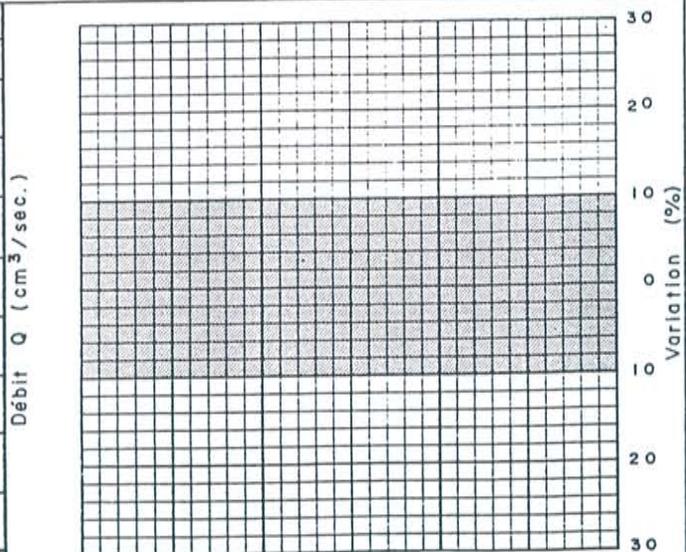
ELEV.(m)	PROF.(m)	DESCRIPTION	Strat.	ECHANTILLONS		ESSAIS
				ETAT	TYPE-NO. REC. %	
93,63	0,00	DEBUT DU FORAGE				
	0,50	(Descente par battage et lavage jusqu'à 2,15 mètres de profondeur).				
	1,00					
	1,50					
	2,00					
91,48	2,15	Sable, traces de silt et de gravier, brun. Lâche. (SP)		CF-1	44	N: 8
	2,50					
91,03	2,60	Fin du forage à 2,60 mètres de profondeur. N.P.: 0,95 mètre de profondeur le 9-12-86				
	3,00					
	3,50					
	4,00					
	4,50					

## ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU CONSTANT

Bout de tubage <input checked="" type="checkbox"/>	Lefranc <input type="checkbox"/>	A l'intérieur d'un piézomètre <input type="checkbox"/>	Mesures
			Vs : _____ cm <sup>3</sup> d : _____ cm D : <u>7.62</u> cm L : _____ cm l : _____ cm Δho : <u>5</u> cm hi : <u>80</u> cm h2 : _____ cm h3 : <u>235</u> cm hw : <u>200</u> cm
HW    NW    BW D : 10,16    7,62    6,03 C : 0,036 <u>0,048</u> 0,060	$A : \sqrt{\frac{4V_s - \pi D^2 l_1}{\pi L}}$ : _____ cm	$A : \sqrt{\frac{4V_s + \pi d^2 l_1}{\pi L}}$ : _____ cm	hw > h3 H = h3 + hi - Δh = _____ cm (hw < h3) H = hw + hi - Δh = <u>285</u> cm

### RESULTATS DE L'ESSAI

ESSAI NO.	MESURES		CALCULS	
	T (sec.)	ΔT	volume (cm <sup>3</sup> )	débit (cm <sup>3</sup> /s)
1	7		4000	571
2	9		4000	444
3	6		4000	664
4	8		4000	500
5				
6				
7				
8				



Q : Débit moyen

: 545 cm<sup>3</sup>/sec.

Remarques: *Perméabilité élevée dans matériaux uniformes très lâches. Valeur indicative de la perméabilité*

Calculs:

$$C : \frac{0,366 \text{ Log. } (L + \sqrt{A^2 + L^2})}{L}$$

C : 0,048

$$K : \frac{C \times Q}{H} : \underline{9,0 \times 10^{-2}} \text{ cm/s}$$

Essai par : E. D. Date: 9/12/86

Vérifié par : L. D. L. Date: \_\_\_\_\_

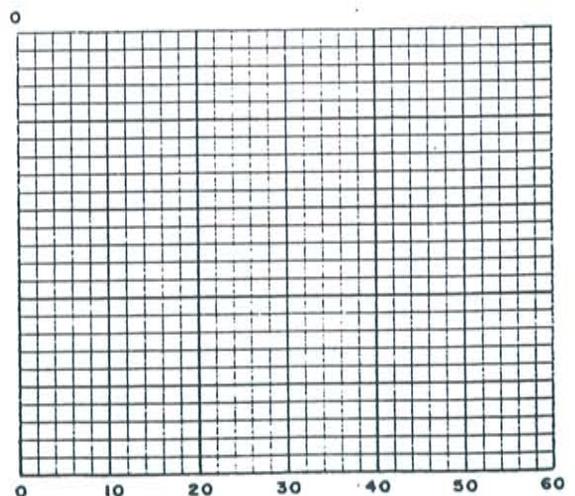
## ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU VARIABLE

Bout de tubage <input checked="" type="checkbox"/>	Lefranc <input type="checkbox"/>	A l'intérieur d'un piézomètre <input type="checkbox"/>	Mesures
			Vs : _____ cm <sup>3</sup> d : _____ cm D : <u>7,62</u> cm L : _____ cm l : _____ cm Δho : <u>0</u> cm h1 : <u>80</u> cm h2 : _____ cm h3 : <u>235</u> cm hw : <u>200</u> cm
HW    NW    BW D : 10,16    7,62    6,03 C : 0,065 <u>0,086</u> 0,109	$A : \sqrt{\frac{4Vs - \pi D^2 l}{\pi L}}$ : _____ cm	$A : \sqrt{\frac{4Vs + \pi d^2 l}{\pi L}}$ : _____ cm	hw > h3 H = h3 + h1 - Δh = _____ cm <u>hw &lt; h3</u> H = hw + h1 - Δh = <u>280</u> cm

### RESULTATS DE L'ESSAI

TEMPS		MESURES		CALCULS				
heure	T	Δh	H	ΔH	H̄	$\frac{\Delta H}{\Delta T}$	Hc	log. Hc
11:20	0	0,00	280	255				
11:21	1	2,55	25					
11:22	2	280	0					
11:25	5	280	0					
11:30	10							
	15							
	20							
	25							
	30							
	40							
	60							

### VITESSE DE DESCENTE (ΔH/ΔT)



Ho : \_\_\_\_\_ cm    Hco : Ho - ΔHc  
 ΔHc : \_\_\_\_\_ cm    : \_\_\_\_\_ cm

Remarques : *Vitesse de descente de l'eau trop élevée pour évaluation de la perméabilité avec appareil utilisé.*

Essai par : E.D.    Date : 09/12/86  
 Vérifié par : L.D.L.    Date : \_\_\_\_\_

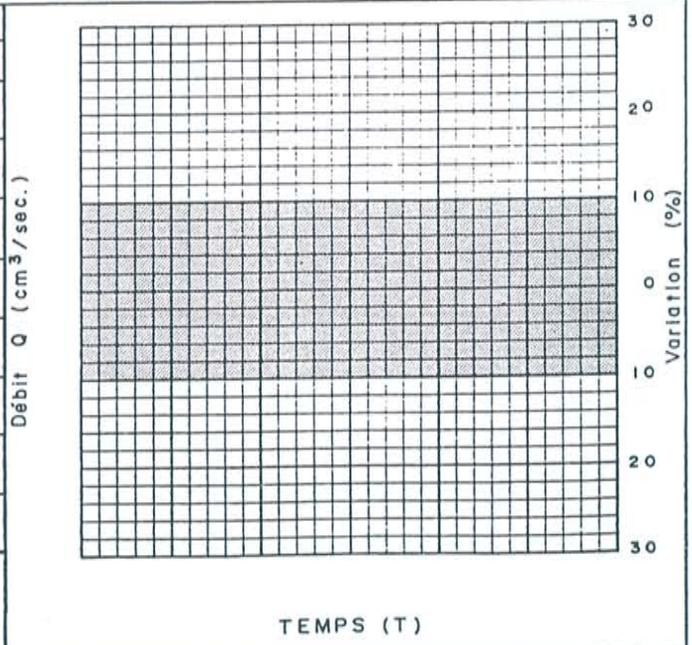
Calculs:  
 C :  $\frac{0,66 \text{ Log}(2L \div A)}{L}$      $\frac{Hc1}{Hc2}$  : \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
 C : \_\_\_\_\_    T2 - T1 (x60) : \_\_\_\_\_  
 K :  $\frac{C \times d^2 \times \text{Log}(Hc1 \div Hc2)}{T2 - T1 (x60)}$  : \_\_\_\_\_ cm/s

## ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU CONSTANT

Bout de tubage <input type="checkbox"/>	Lefranc <input type="checkbox"/>	A l'intérieur d'un piézomètre <input checked="" type="checkbox"/>	Mesures
			Vs : <u>1825</u> cm <sup>3</sup> d : <u>1,9</u> cm D : <u>4,9</u> cm L : <u>40</u> cm l : <u>35</u> cm Δho : <u>3</u> cm hi : <u>25</u> cm h2 : <u>215</u> cm h3 : <u>255</u> cm hw : <u>90</u> cm
HW    NW    BW D : 10,16    7,62    6,03 C : 0,036    0,048    0,060	$A : \sqrt{\frac{4Vs - \pi D^2 l}{\pi L}}$ : _____ cm	$A : \sqrt{\frac{4Vs + \pi d^2 l}{\pi L}}$ : <u>7,83</u> cm	hw > h3 H = h3 + hi - Δh = _____ cm (hw < h3) H = hw + hi - Δh = <u>112</u> cm

### RESULTATS DE L'ESSAI

ESSAI NO.	MESURES		CALCULS	
	T (secs)	ΔT	volumé (cm <sup>3</sup> )	débit (cm <sup>3</sup> /s)
1	31		1000	32,3
2	34		1000	29,4
3	32		1000	31,3
4	35		1000	28,6
5	33		1000	30,3
6				
7				
8				



Q : Débit moyen  
 : 30,4 cm<sup>3</sup>/sec.

Remarques: *Piezomètre installé lors de précédents travaux. Appréciation valable de la perméabilité.*

Calculs:  
 C :  $\frac{0,366 \text{ Log. } (L + \sqrt{A^2 + L^2})}{L}$   
 C : 0,0093  
 K :  $\frac{C \times Q}{H}$  : 2,5 x 10<sup>-2</sup> cm/s

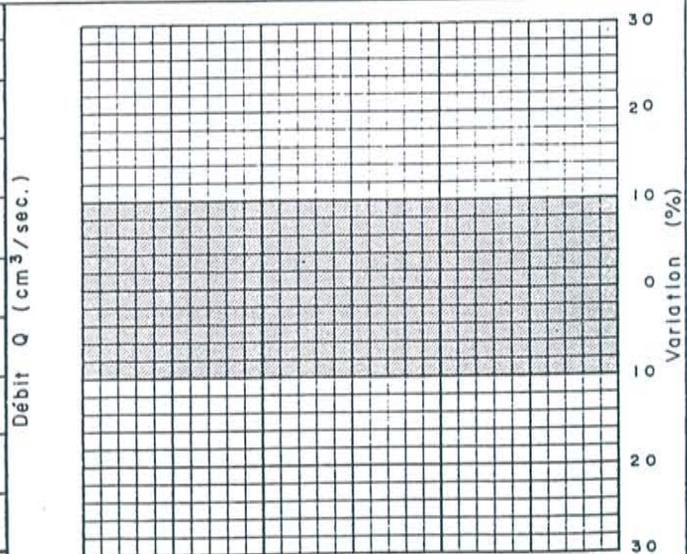
Essai par : E.D. Date : 09/12/84  
 Vérifié par : L.D.L. Date : \_\_\_\_\_

## ESSAI DE PERMEABILITE A NIVEAU CONSTANT

<input checked="" type="checkbox"/> Bout de tubage	<input type="checkbox"/> Lefranc	<input type="checkbox"/> A l'intérieur d'un piézomètre	Mesures
			Vs : _____ cm <sup>3</sup> d : _____ cm D : <u>7,62</u> cm L : _____ cm l : _____ cm Δh <sub>0</sub> : <u>5</u> cm h <sub>1</sub> : <u>90</u> cm h <sub>2</sub> : _____ cm h <sub>3</sub> : <u>215</u> cm h <sub>w</sub> : <u>95</u> cm
HW    NW    BW D : 10,16    7,62    6,03 C : 0,036 <u>0,048</u> 0,060	$A : \sqrt{\frac{4Vs - \pi D^2 l}{\pi L}}$ : _____ cm	$A : \sqrt{\frac{4Vs + \pi d^2 l}{\pi L}}$ : _____ cm	h <sub>w</sub> > h <sub>3</sub> H = h <sub>3</sub> + h <sub>1</sub> - Δh = _____ cm <u>h<sub>w</sub> &lt; h<sub>3</sub></u> H = h <sub>w</sub> + h <sub>1</sub> - Δh = <u>180</u> cm

### RESULTATS DE L'ESSAI

ESSAI NO.	MESURES			CALCULS	
	T (sec)	ΔT	volume (cm <sup>3</sup> )	débit ( )	débit (cm <sup>3</sup> /s)
1	32		4000		125
2	35		4000		114
3	33		4000		121
4	34		4000		118
5					
6					
7					
8					



Q : Débit moyen  
 : 120 cm<sup>3</sup>/sec.

Remarques :  *Valeurs indicative de la perméabilité. (Perméabilité trop grande pour essai à niveau variable)*

Calculs:  
 C :  $\frac{0,366 \text{ Log. } (L + \sqrt{A^2 + L^2})}{L A}$   
 C : 0,048  
 K :  $\frac{C \times Q}{H}$  :  $3,0 \times 10^{-2}$  cm/s

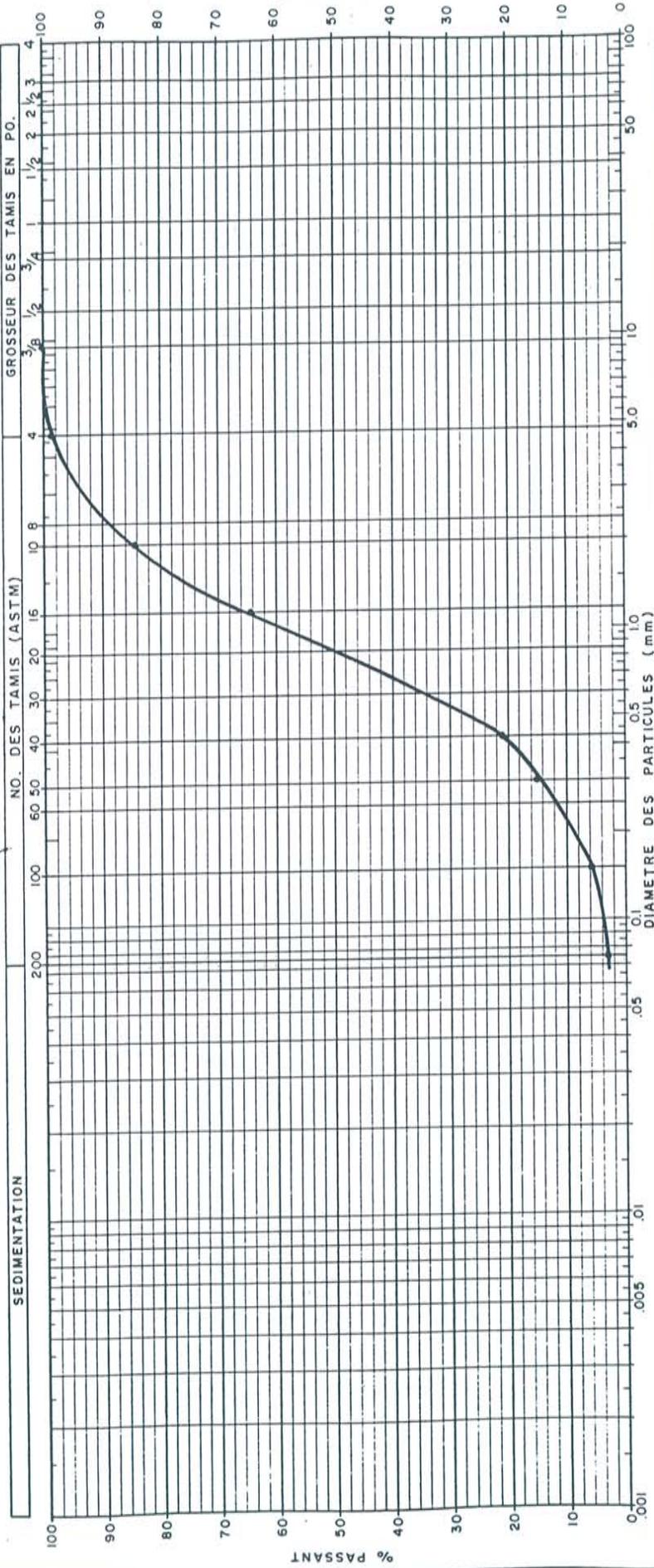
Essai par : E.D. Date : 09/12/86  
 Vérifié par : L.D.L. Date : \_\_\_\_\_

## PROPRIETES DES SOLS

SONDAGE NO.	ECHANT. NO.	PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION	CONSTITUANTS (%)				W%	"N"	d <sub>10</sub>	Cu	k (*) cm/s
				GRAVIER	SABLE	SILT	ARGILE					
F-1 (7589)	CF-2	0,45-0,90	Sable, traces de silt et de gravier, brun. (SP)	1,3	95,7			3,0	23	0,021	4,8	2,4 x 10 <sup>-3</sup> (BT-V) 4,4 x 10 <sup>-2</sup> (H)
F-2	CF-9	6,10-6,55	Sable, traces de silt et d'argile, brun. (SW-SM)	0,0	88,2			11,8	21	0,006	4,7	3,6 x 10 <sup>-3</sup> (H)
F-4	CF-5	2,15-2,60	Sable, traces de silt et de gravier, brun. (SP)	0,9	95,6			3,5	18	0,018	3,8	2,5 x 10 <sup>-3</sup> (P-C) 3,2 x 10 <sup>-2</sup> (H)
F-6	CF-6	2,25-2,70	Sable, traces de silt brun. (SW-SM)	0,0	92,1			7,9	23	0,009	3,9	8,1 x 10 <sup>-3</sup> (H)
F-6	CF-11	7,60-8,05	Sable, traces de silt et de gravier, brun. (SP)	0,3	98,2			1,5	19	0,021	2,4	< 1,3 x 10 <sup>-3</sup> (L-C) 4,1 x 10 <sup>-5</sup> (L-V) 4,4 x 10 <sup>-2</sup> (H)
F-3A	CF-1	2,35-2,80	Sable, un peu de silt et d'argile, traces de gravier, brun. (SM)	3,8	73,3			22,9	3	< 0,005	-	9,0 x 10 <sup>-2</sup> (BT-C) < 2,5 x 10 <sup>-3</sup> (H)
F-4A	CF-1	2,15-2,60	Sable, traces de silt et de gravier, brun. (SP)	2,1	93,8			4,1	8	0,018	5,0	3,2 x 10 <sup>-2</sup> (H) 3,0 x 10 <sup>-2</sup> (BT-C)

\* (BT-C): Bout de tubage, niveau constant  
 (BT-V): Bout de tubage, niveau variable  
 (L-C): Lefranc, niveau constant  
 (L-V): Lefranc, niveau variable  
 (P-C): Piézomètre, niveau constant  
 (H): Formule de Hazen

## COURBES GRANULOMETRIQUES

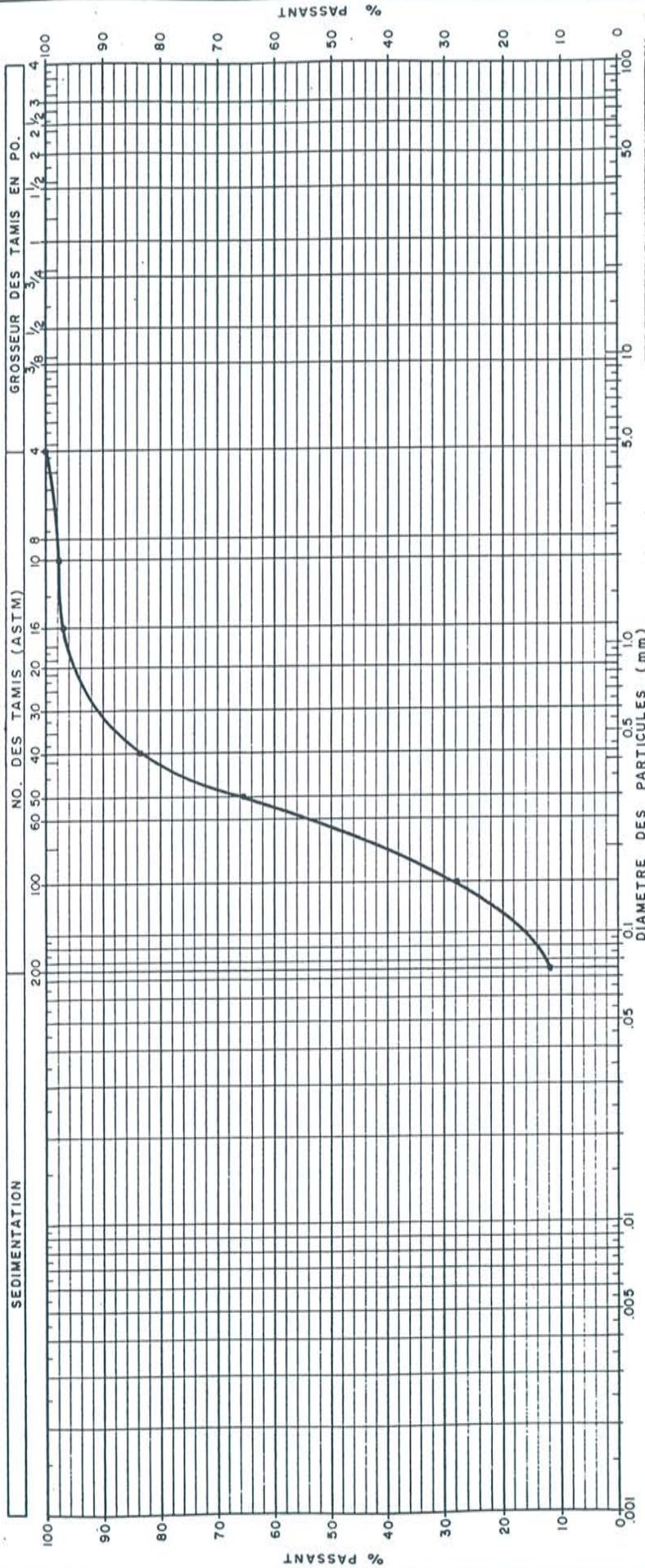


ARGILE	SILT	SABLE	GRAVIER

SONDAGE NO.	ECHANTILLON NO.	PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION
F-1 (7589)	CF-2	0,45 - 0,90	Sable, traces de silt et de gravier, brun. (SP)

ASTM

## COURBES GRANULOMETRIQUES

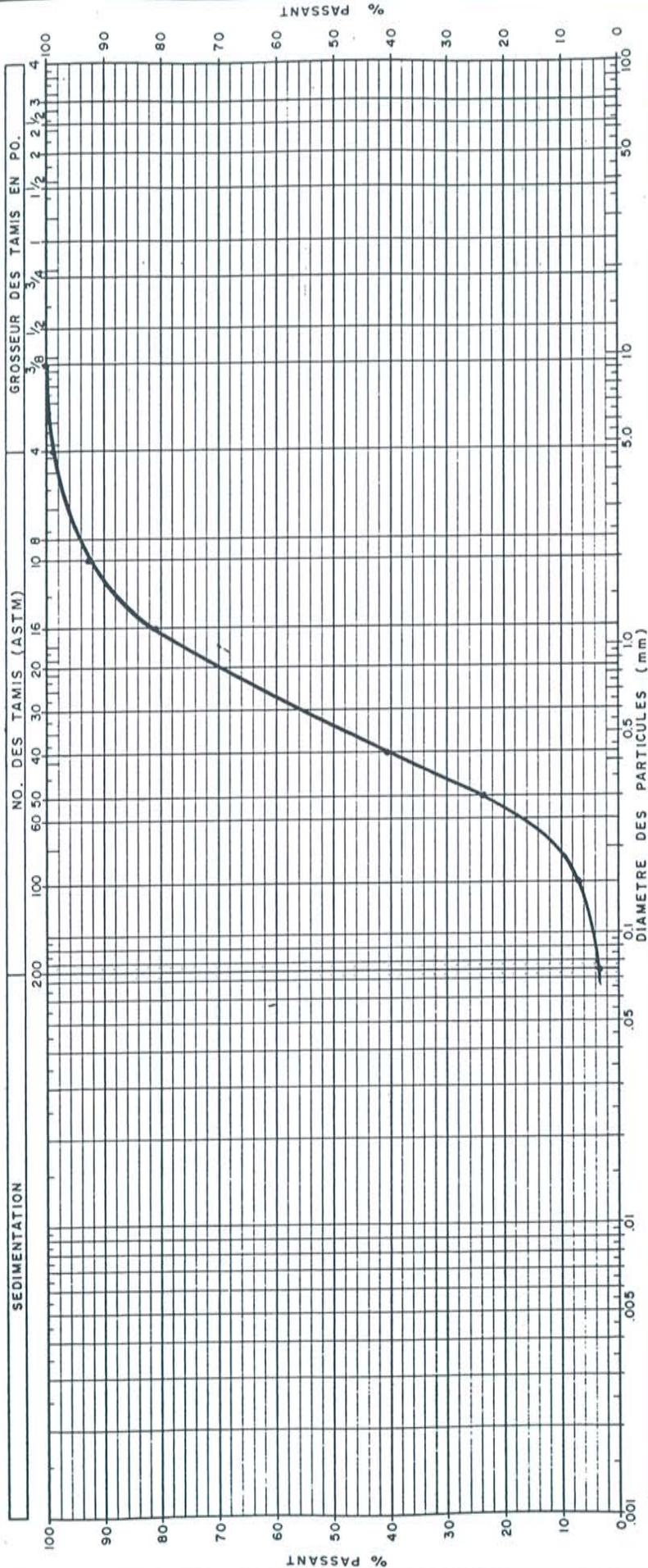


ARGILE	SILT	SABLE	GRAVIER
FIN	MOYEN	GROS	

SONDAGE NO. F-2  
ECHANTILLON NO. CF-9  
PROFONDEUR (m) 6,10 - 6,55 m  
DESCRIPTION: Sable, traces de silt et d'argile, brun. (SW-SM).

ASTM

## COURBES GRANULOMETRIQUES



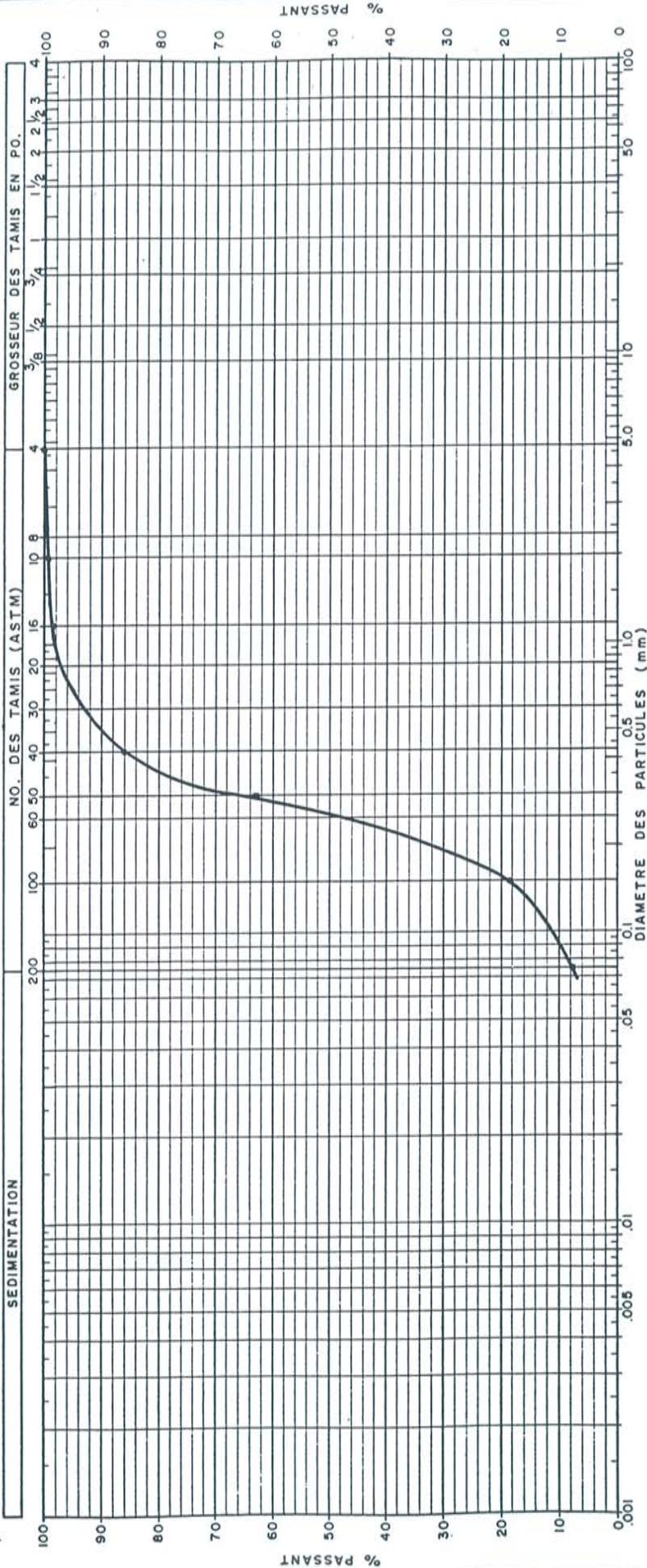
ARGILE	SILT	SABLE	MOYEN	GROS	GRAVIER
--------	------	-------	-------	------	---------

ASTM

SONDAGE NO. F-4 ECHANTILLON NO. CF-5 PROFONDEUR (m) 2,15 - 2,60 DESCRIPTION

Sable, traces de silt et de gravier, brun. (SP)

## COURBES GRANULOMETRIQUES

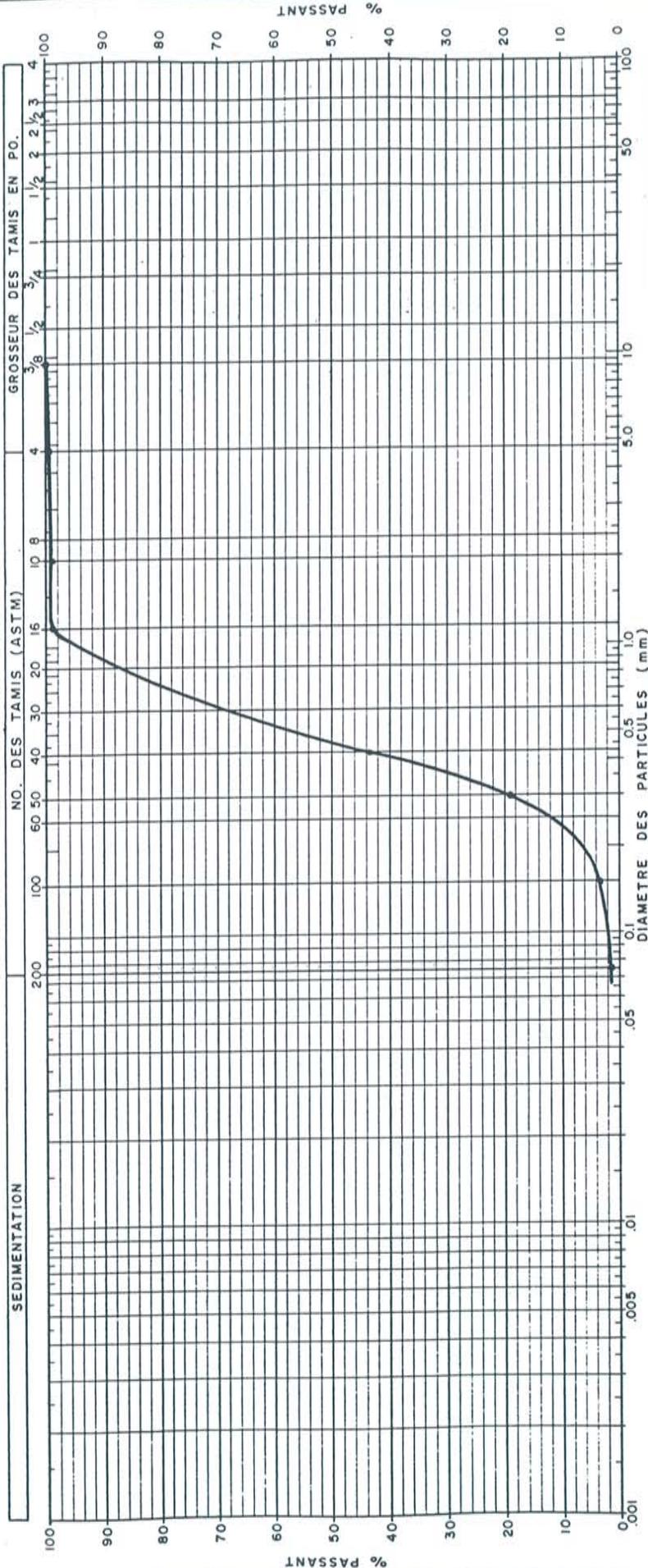


ARGILE	SILT	SABLE	MOYEN	GROS	GRAVIER
--------	------	-------	-------	------	---------

SONDAGE NO. F-6  
 ECHANTILLON NO. CF-6  
 PROFONDEUR (m) 2,25 - 2,70 m  
 DESCRIPTION Sable, traces de silt, brun. (SW-SM).

ASTM

## COURBES GRANULOMETRIQUES



ARGILE	SILT	SABLE	MOYEN	GROS	GRAVIER
--------	------	-------	-------	------	---------

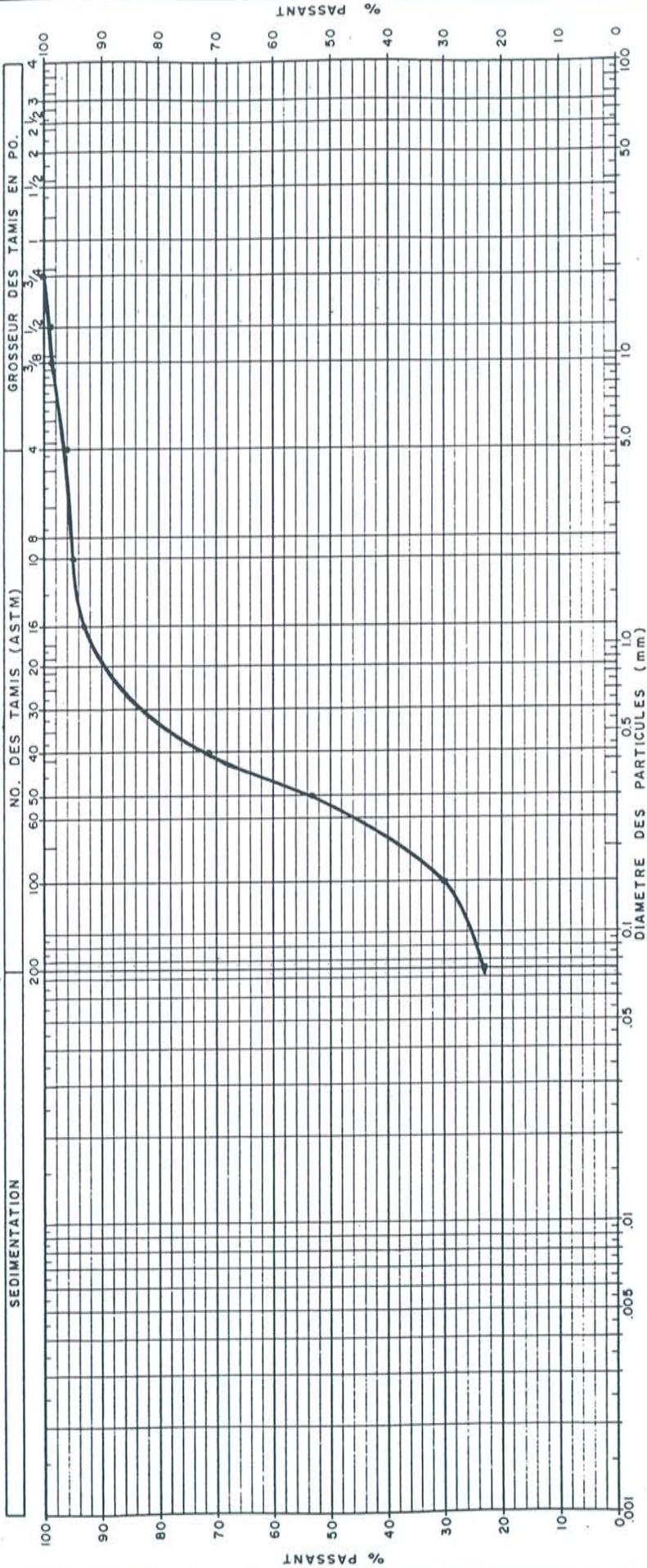
SONDAGE NO. F-6 ECHANTILLON NO. CF-11 PROFONDEUR (m) 7,60 - 8,05 DESCRIPTION Sable, traces de silt et de gravier, brun. (SP) ASTM

PROJET: Enfouissement sanitaire  
 ENDROIT: Portneuf

DOSSIER NO.: 7624

PAGE \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

## COURBES GRANULOMETRIQUES

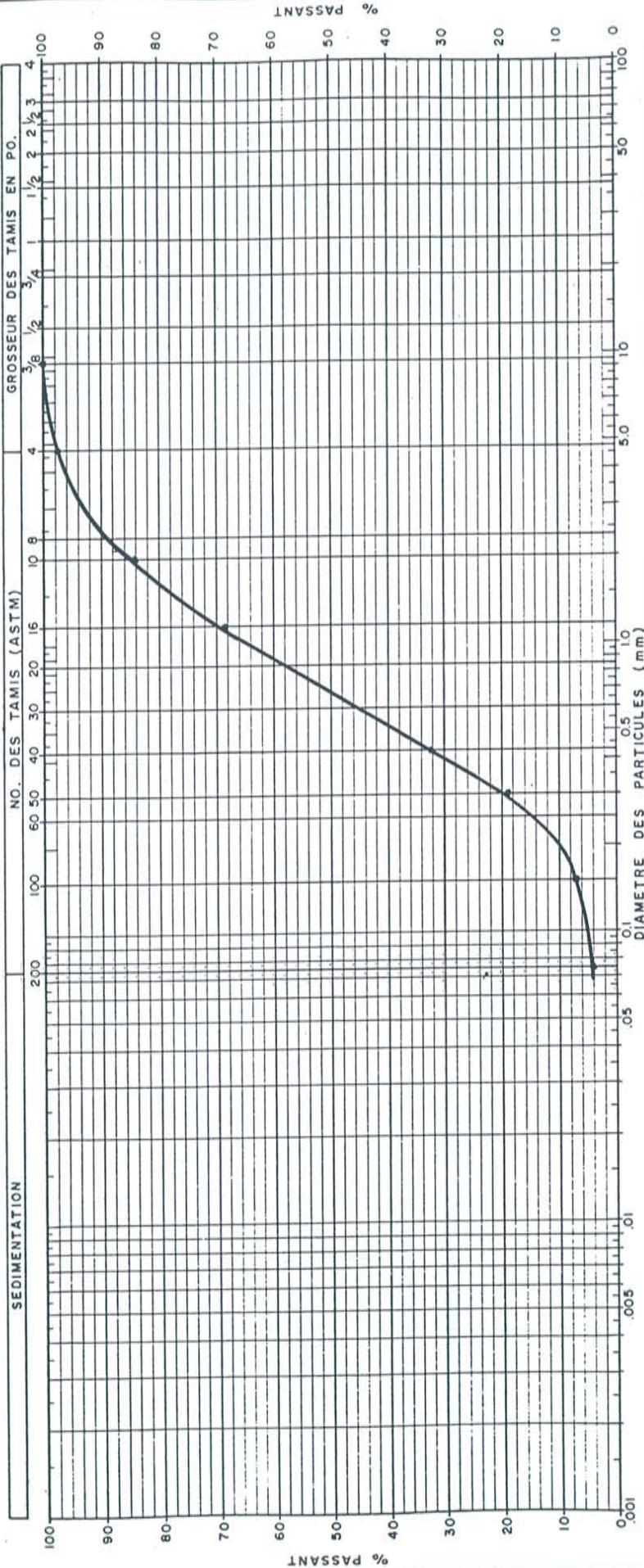


ARGILE	SILT	SABLE	GRAVIER

SONDAGE NO. F-3A ECHANTILLON NO. CF-1 PROFONDEUR (m) 2,35 - 2,80 DESCRIPTION: **Sable, un peu de silt et d'argile, traces de gravier, brun. (SM)**

ASTM

## COURBES GRANULOMETRIQUES



ARGILE	SILT	SABLE	MOYEN	GROS	GRAVIER	ASTM
--------	------	-------	-------	------	---------	------

SONDAGE NO. F-4A ECHANTILLON NO. CF-1 PROFONDEUR (m) 2,15 - 2,60 DESCRIPTION Sable, traces de silt et de gravier, brun. (SP)