

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

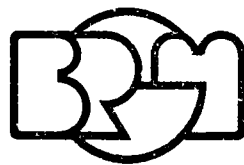
B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

DIRECTION REGIONALE DES TELECOMMUNICATIONS
IMMEUBLE CONCORDE A ROUEN CENTRE ST-SEVER

EXECUTION D'UN FORAGE AU 2^{ème} SOUS-SOL
POUR MACHINE FRIGORIFIQUE

Compte-rendu des travaux réalisés
et des résultats obtenus
par

R. PANEL et J. TREMBERT



Service géologique régional NORMANDIE

18, rue Mazurier, 76130 Mont-Saint-Aignan - Tél.: (35) 70.38.64

2, rue du général-Moulin, 14000 Caen - Tél.: (31) 74.59.90

DIRECTION REGIONALE DES TELECOMMUNICATIONS
IMMEUBLE CONCORDE A ROUEN CENTRE ST SEVER

EXECUTION D'UN FORAGE AU 2^{ème} SOUS-SOL
POUR MACHINE FRIGORIFIQUE

COMPTE-RENDU DES TRAVAUX REALISES
ET DES RESULTATS OBTENUS.

R E S U M E

La présente étude a été sollicitée par la Direction Régionale des Télécommunications.

Ce rapport rend compte des travaux de forage qui ont consisté en la réalisation d'un forage et de 7 piézomètres au 2^{ème} sous-sol de l'immeuble "Concorde" à Rouen, centre Saint-Sever pour assurer l'approvisionnement en eau de machines frigorifiques.

Après équipement du forage, un pompage d'essai de 48 heures à 64 m³/h pour 0,46 m de rabattement permet de conclure à la satisfaction des besoins en eau exprimés par la Direction des Télécommunications (30 m³/h). Les crépines d'aspiration des pompes d'exploitation devront être placées au fond de l'ouvrage en prévision d'étiages sévères en raison de la faible profondeur du forage.

Il a été établi qu'aucun effet préjudiciable n'est à craindre pour les pieux de fondations proches du fait de l'exploitation des eaux souterraines à partir de ce forage.

La qualité des eaux est médiocre, conforme à celle connue dans ce secteur de l'agglomération rouennaise.

TABLE DES MATIERES

| | <u>N°pages</u> |
|----------------------------------------------------------|----------------|
| Résumé. | |
| 1 - INTRODUCTION | 1 |
| 2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE | 1 |
| 3 - IMPLANTATION ET EXECUTION DES TRAVAUX | 2 |
| 3.1. Implantation | 2 |
| 3.2. Exécution du forage | 3 |
| 3.3. Exécution des piézomètres. | 4 |
| 4 - COUPE LITHOLOGIQUE DU FORAGE - ETUDE GRANULOMETRIQUE | 5 |
| 4.1. Coupe lithologique | 5 |
| 4.2. Etude granulométrique | 5 |
| 5 - POMPAGES D'ESSAI | 6 |
| 5.1. Pompage préliminaire n° 1 | 6 |
| 5.2. Pompage préliminaire n° 2 | 7 |
| 5.3. Pompage préliminaire n° 3 | 7 |
| 5.4. Pompage prolongé | 8 |
| 5.5. Remontée du niveau après pompage prolongé. | 10 |
| 6 - INTERPRETATION DES RESULTATS | 10 |
| 6.1. Descente de la nappe sur le forage | 10 |
| 6.2. Descente de la nappe sur les piézomètres | 11 |
| 6.3. Remontée de la nappe. | 12 |
| 7 - TEMPERATURE ET ANALYSE DE L'EAU | 12 |
| 8 - CONCLUSIONS. | 13 |

L I S T E D E S F I G U R E S

- FIG 1 : Situation géographique à 1/25.000
FIG 2 : Implantation des ouvrages à 1/100e
FIG 3 : Coupe technique du forage
FIG 4 : Pompage prolongé - Courbe $s = f(\log.t)$ sur le forage -
FIG 5 : Pompage prolongé - courbe $s = f(\log.t)$ sur le piézomètre n° 18A.
FIG 6 : Courbe de remontée de la nappe à l'arrêt du pompage de 48h.

L I S T E D E S A N N E X E S

- ANNEXE I = Feuilles d'observations en pompage
ANNEXE II = Feuille d'observation après pompage
ANNEXE III = Graphique d'analyse granulométrique
ANNEXE IV = Bulletin d'analyse

1 - INTRODUCTION

La Direction Régionale des Télécommunications, représentée par Monsieur PARACHOU, a demandé au Service Géologique Régional Normandie du B.R.G.M., de définir l'implantation d'un forage pour eau dans les sous-sols de l'immeuble "Concorde" à Rouen - Centre St-Sever, d'arrêter les caractéristiques techniques de l'ouvrage et des piézomètres de contrôle de rabattement de nappe ainsi que de définir les conditions des pompages d'essai.

Une note technique définissant le programme détaillé des travaux à envisager a été rédigée en janvier 1980 (note HNO 80/21).

En raison des difficultés de réalisation d'un ouvrage dans un sous-sol de 2,30 m de hauteur de plafond, le choix de l'entreprise apportant la meilleure fiabilité quant à l'exécution du forage et des piézomètres et aux délais à respecter était d'importance. Après consultation auprès de plusieurs entreprises et étude des différentes propositions techniques, c'est l'entreprise R. TAVERNIER de BERNAY qui apportait le plus de garanties pour la bonne exécution des ouvrages.

Ce rapport est le compte-rendu des travaux réalisés et des résultats obtenus.

2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

L'immeuble "Concorde" se situe au Nord de la faille de Rouen de direction NW-SE d'un rejet total de 200 m environ. Ce sont les formations du Jurassique supérieur (argiles, grès et calcaires du Portlandien) qui apparaissent sous le recouvrement alluvial de la vallée de la Seine, qui, d'après les sondages, ont une puissance de 10 m à partir du sol naturel (+ 10 NGF avant travaux). La base de l'immeuble au niveau du 2ème sous-sol est à la cote + 4,12 NGF et repose sur les alluvions graveleuses. Ces alluvions contiennent une nappe libre, en continuité latérale avec celle de la craie des coteaux intérieurs de la boucle du fleuve et se raccordant au niveau de celui-ci.

.../...

Les écoulements ont théoriquement des directions parallèles à la Seine (flux alluvial) et Sud-Nord, c'est-à-dire provenant de l'intérieur de cette boucle. Une bonne connaissance des fluctuations piézométriques de la boucle rive gauche de Rouen permet d'affirmer que le niveau de la nappe, contenue dans les alluvions grossières, est surtout conditionné par celui de la Seine distante de 900 m environ. L'amplitude des variations de ce niveau est de 0,67 m au parking Saint-Sever pour une crue décennale de la Seine (rapport BRGM 76 SGN 312 PNO).

3 - IMPLANTATION ET EXECUTION DES TRAVAUX

3.1. Implantation

La station d'essai a été implantée telle que définie dans la note de présentation des travaux citée précédemment.

Les coordonnées sont les suivantes :

$x = 508,85$
 $y = 193,05$
 $z = + 4,12$ NGF (sol parking 2ème sous-sol)

Commune : ROUEN (rive gauche)

Quartier : Centre St Sever - Avenue de Bretagne (FIG.1)

Les distances des 7 piézomètres par rapport au forage (entre axes) sont les suivantes (voir FIG.2) :

| | | |
|--------|---|--------|
| P 7 A | = | 3,08 m |
| P 8 A | = | 3,00 m |
| P 8 B | = | 5,00 m |
| P 17 A | = | 2,32 m |
| P 17 B | = | 4,35 m |
| P 18 A | = | 3,10 m |
| P 18 B | = | 5,55 m |

Ce dispositif a été adopté de manière à pouvoir contrôler durant les pompages les rabattements respectifs de part et d'autre des pieux de fondation n° 7,8,17 et 18 (Voir FIG.2) encadrant immédiatement le forage.

3.2. Exécution du forage

Caractéristiques du forage :

Un avant-puits de 2 x 2 x 1,70 m a été réalisé au préalable par l'entreprise de façon à permettre le battage des tubes au dessous du niveau du sol du parking.

La technique de creusement devait consister en l'enfoncement d'un tube de Ø 900 mm et épaisseur 9 mm largement crépiné (0,06 x 0,02 m tous les 0,12 m à l'horizontale et tous les 0,10 m à la verticale, soit 20% d'ouvertures) évacuation des déblais à la benne preneuse et ensuite pose d'un tube acier de Ø 500 mm en colonne pleine de 0 à 2 m et crépinée de 2 à 8 m, profondeur prévue initialement.

En réalité, la colonne de 900 mm n'a pu être enfoncée à plus de 4,25 m de profondeur, le tube buttant sur un niveau extrêmement dur. L'enfoncement a donc été arrêté et il fut décidé d'équiper le forage jusqu'à cette profondeur mais en diamètre supérieur à celui initialement prévu de façon à pouvoir continuer le creusement si les pompages d'essai réalisés à cet avancement l'exigeaient. Une analyse granulométrique des sables a été immédiatement réalisée de façon à pouvoir dimensionner le crépinage du tubage et le calibrage du massif filtrant.

Finalement, la solution de tester l'ouvrage à priori à cette profondeur s'est avérée être un bon choix car, avec la productivité de l'ouvrage, il devenait superflu de continuer le creusement jusqu'à 8 m de profondeur.

La coupe technique du forage est la suivante (Voir FIG.3) :

| PROFONDEUR en m | COTE NGF en m | EQUIPEMENT |
|--------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 / -0,15 | + 4,12 | dalle en béton |
| -0,15/-1,70 | +3,97/+2,42 | avant-puits-remblai en tout venant |
| -0,15/-4,25 | +3,97/-0,13 | colonne Ø 900 mm int, épaisseur 9 mm pourcentage ouvertures : 20 % |
| -0,20/-1,70 | +3,92/+2,42 | colonne pleine Ø 600 mm int., épaisseur 6 mm |
| -1,70/-4,25 | +2,42/-0,13 | colonne ajourée Ø 600 mm int, épaisseur 6 mm, nervures repoussées à 2,5 mm d'ouvertures |
| -0,20/-4,25 | +3,92/-0,13 | gravillons calibrés entre colonnes 600 et 900mm |
| - 4,19 | -0,07 | profondeur totale du forage mesurée en début et fin de pompage |

3.3. Exécution des piézomètres

Compte tenu de l'existence des pieux de fondation de l'immeuble à proximité immédiate du forage, il était impératif de connaître les rabattements provoqués par les pompages au droit de ceux-ci. C'est la raison pour laquelle 7 piézomètres ont été exécutés par l'entreprise d'après une implantation très précise sur 4 axes de part et d'autre de chaque pieu (voir détail sur Fig.2).

Ils ont été réalisés par enfoncement des tubes métalliques (battage - percussion au brise-béton, poids 35 kg) munis d'une pointe à leur extrémité.

Leurs caractéristiques étaient les suivantes :

| N° | ∅ int en mm | ∅ ext. en mm | Hauteur tubage/sol en m | Profondeur mesurée en m | tubage plein par rapport au sol | tubage ajouré |
|--------|----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| P 7 | 47 | 54 | + 0,55 | 3,44 | 0 à - 2 m | - 2 à - 4 m |
| P 17 A | 47 | 54 | + 0,505 | 3,65 | 0 à - 2 m | - 2 à - 4 m |
| P 17 B | 47 | 54 | + 0,495 | 3,61 | 0 à - 2 m | - 2 à - 4 m |
| P 8 A | 107 | 115 | + 0,77 | 3,95 | 0 à - 2 m | - 2 à - 4 m |
| P 8 B | 107 | 115 | + 0,77 | 4,03 | 0 à - 2 m | - 2 à - 4 m |
| P 18 A | 107 | 115 | + 0,78 | 4,10 | 0 à - 2 m | - 2 à - 4 m |
| P 18 B | 107 | 115 | + 0,78 | 3,86 | 0 à - 2 m | - 2 à - 4 m |

:N.B. A la fin des travaux, les tubes des 7 piézomètres ont été sciés et des tampons métalliques soudés à la tête au niveau du sol du parking. Chaque piézomètre est donc réutilisable.

.../...

Le crépinage des tubes piézométriques avait été effectué par l'entreprise à raison de traits de tronçonnage de 10 cm de longueur et 4 mm d'épaisseur alternés tous les 10 cm. Les diamètres des tubes étaient différents de façon à permettre l'installation d'appareils enregistreurs de part et d'autre des pieux n° 8 et 18.

4 - COUPE LITHOLOGIQUE DU FORAGE - ETUDE GRANULOMETRIQUE

4.1. Coupe lithologique

Lors du creusement du forage, les terrains rencontrés ont été les suivants :

- de 0 à 1 m sable jaune et graviers de silex compacts.*
- de 1 à 4,25 m sable jaune, graviers de silex et gros silex en blocs.*
- 4,25 m..... refus.*

Il y a une bonne concordance avec les coupes lithologiques établies par FONDASOL lors des essais pressiométriques en 1977.

4.2. Etude granulométrique

Deux échantillons de 5 kg chacun ont été analysés par le CETE de Grand-Quevilly afin d'en déterminer la granulométrie.

- Echantillon n° 1 : tout venant entre 1 et 2 m de profondeur,*
- Echantillon n° 2 : tout venant entre 3 et 4 m de profondeur.*

Les résultats sont donnés en annexe III, les deux échantillons donnent des valeurs à peu près comparables et ont permis de calculer l'équipement (tubage et massif de graviers) approprié de manière à :

.../...

- 1) empêcher une migration de sable au cours des pompages,
- 2) réduire au maximum les pertes de charge étant donné la faible profondeur de l'ouvrage.

Le descriptif communiqué à l'entreprise était le suivant :

- tube crépiné :

- . diamètre 600 mm,
- . dimension des ouvertures, slot : 2,5 mm
- . pourcentage d'ouvertures : densité standard supérieure à 10 %,
- . crépinage à compter de - 2,00 m par rapport au niveau plancher, 2^{ème} sous-sol.

- massif de graviers :

- . graviers siliceux lavés de forme roulée, diamètre uniforme,
- . dimensions 3 à 7 mm,
- . coefficient d'uniformité : 2 à 2,5
- . mise en place : éviter la séparation du gravier en utilisant un tube alimenté par trémie.

Mis à part un réhaussement de 0,30 m de la colonne crépinée, ce programme a été minutieusement respecté et il s'est avéré que l'équipement de l'ouvrage a absolument bien rempli son rôle de filtre tout en minimisant la création de pertes de charge d'équipement.

5 - POMPAGES D'ESSAI

5.1. Pompage préliminaire n° 1

La station de pompage comprenait :

- 1 pompe électrique GRINDEX type Major placée au fond du forage,
- 82 m de refoulement en tuyau souple Ø int. 100 mm,
- 2 m de tuyau rigide dans la canalisation d'exhaure au 1^{er} sous-sol,
- 1 compteur volumétrique,
- 1 robinet de prise d'eau au 2^{ème} sous-sol.

Date du pompage : 21/05/1980
Durée du pompage : 20 minutes (18h20 - 18h40)
Débit : 36 m³/h environ (maximum de la pompe)
Rabattement mesuré : 0,32 m
Aspect de l'eau : un peu chargée mais pas de sable.

Ce premier pompage est très encourageant et il est donc décidé de poursuivre les essais après mise en place d'une vanne de réglage et d'une nouvelle pompe capable d'élever au mois 50 m³ à l'heure.

5.2. Pompage préliminaire n° 2

Même dispositif de pompage avec en plus une vanne de réglage de débit

Date du pompage : 22/05/1980
Durée du pompage : 6 h 30
Débit obtenu : 20 m³/h pour un rabattement de 0,14 m
32 m³/h pour un rabattement de 0,28 m à temps de pompage égal (voir détail des mesures Annexe I, feuillet 01).

L'eau est exempte de sable et presque limpide, ce qui est très encourageant pour la suite des pompages. Cet essai a permis en outre d'apprécier le bon fonctionnement des piézomètres qui réagissent tous au pompage.

5.3. Pompage préliminaire n°3

Le changement de pompe demandé a été effectué.

marque : GRINDEX électrique (380 V triphasé)
type : Major M
crêpine : posée au fond du forage.

Ce pompage avait pour but de déterminer le débit utile de l'ouvrage avant de le soumettre à un essai prolongé.

.../...

Date : 23/05/1980

Durée du pompage : 3 h 40

Débit maximal : 69 m³/h (maximum des installations)

Rabattement en fin d'essai : 0,35 m

Aspect de l'eau : eau claire.

Cet essai a été interrompu deux fois en raison d'une coupure de courant et d'une fuite d'eau sur le refoulement au 1er sous-sol .

Le changement de pompe s'est avéré bénéfique et il a été possible de tester convenablement l'ouvrage au maximum des installations. Compte tenu des résultats, il fut décidé, en accord avec le maître d'oeuvre, de procéder au pompage prolongé au débit maximal possible et pendant 48 heures au lieu de 24 heures initialement prévus pour une meilleure fiabilité des résultats.

5.4. Pompage prolongé

Dates : 27 au 29/05/1980

Débit de pompage : 64 m³/h

Cet essai de nappe a duré 48 heures sans arrêt. Avant pompage, le niveau de la nappe était à 1,09 m de profondeur (par rapport au sol bétonné du parking) et en fin d'essai à 1,55 m soit un rabattement total de 0,46 m. Tous les piézomètres ont été influencés par le pompage, aucun n'était colmaté.

Les principaux résultats sont résumés dans le tableau ci-après :

.../...

Tableau résumé des rabattements observés en cours de pompage

| DESIGNATION | DISTANCE en m (entre axes) | RABATTEMENTS en m EN COURS DE POMPAGE | | | | EQUIPEMENT PENDANT LES ESSAIS |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------|--------|--------------------|----------------------------------------|
| | | tp 12h | tp 24h | tp 36h | tp 48h s. total | |
| Forage ⁺ | / | 0,39 | 0,425 | 0,44 | 0,46 | limnigraphe 10 |
| P 17 A | 2,32 | | 0,265 | | 0,295 | |
| P 8 A | 3,00 | 0,23 | 0,26 | 0,28 | 0,29 | limnigraphe 16 |
| P 7 A | 3,08 | | 0,265 | | 0,30 | |
| P 18 A | 3,10 | 0,23 | 0,265 | 0,28 | 0,30 | limnigraphe 16 |
| P 17 B | 4,35 | | 0,25 | | 0,28 | |
| P 8 B | 5,00 | 0,19 | 0,24 | 0,26 | 0,275 | limnigraphe 16 |
| P 18 B | 5,55 | 0,19 | 0,24 | 0,26 | 0,275 | limnigraphe 16 |

⁺ Voir détail des mesures en Annexe I, feuillets 03 et 04.

La température de l'eau, mesurée régulièrement, est restée constante à + 12°4.

5.5. Remontée du niveau après pompage prolongé

La remontée du plan d'eau à l'arrêt du pompage a été suivie manuellement sur le forage pendant 2 h 30 et enregistrée par limnigraphe jusqu'à $t_r = 48$ heures. A la fin des observations, le niveau piézométrique s'établit à 1,145 m par rapport au sol, soit à 0,055 m du niveau initial. Cet enregistrement a permis de construire la courbe de remontée (voir détail des mesures en Annexe II, feuillet 05 et figure 6).

6 - INTERPRETATION DES RESULTATS

6.1. Descente de la nappe sur le forage (Fig.4)

L'effet de capacité est égal à :

$$\frac{25 R^2}{T} = 0,20 \text{ h,}$$

cela correspond à la "vidange" du forage et de l'avant-puits avant que la nappe soit réellement sollicitée.

L'examen de la figure 4 montre ensuite un alignement à peu près correct des mesures de rabattement selon une pente $i = 0,095$ calculée sur un cycle logarithmique ($\log t$). L'expression de JACOB permet l'évaluation de la transmissivité T de la couche aquifère :

$$T = \frac{0,183 \cdot Q}{i} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \quad (123 \text{ m}^2/\text{h})$$

Dans les limites du temps de pompage, il n'y a pas eu de réalimentation par la Seine. Dans ce cas, il y aurait eu une stabilisation des niveaux à partir du moment où le cône de dépression provoqué par le pompage aurait atteint cette limite. Le cône n'aurait pas atteint la Seine distante de 900 m dans les limites du temps de pompage ou bien les berges de la Seine sont colmatées dans le port fluvial.

.../...

6.2. Descente de la nappe sur les piézomètres

Les enregistreurs installés sur 4 piézomètres (P 8 A, P 18 A, P 8 B, P 18 B) ont permis de connaître l'importance et l'évolution des rabattements provoqués par le pompage (voir tableau 5 - 4).

Les rabattements les plus faibles en fin de pompage ont été enregistrés sur P 8 B et P 18 B également les moins proches du forage $s = 0,275$ m et les plus forts sur P 7 A et P 18 A $s = 0,30$ m, ce qui représente les 2/3 du rabattement au forage. La figure 5 du piézomètre P 18 A indique une pente à peu près identique à celle du forage et la transmissivité calculée du même ordre:

$$T = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \quad (130 \text{ m}^2/\text{h})$$

Un essai de calcul du coefficient d'emmagasinement donne une valeur beaucoup trop élevée qui ne peut être retenue. La très faible distance des piézomètres par rapport au forage, le peu de rabattement et la présence d'un avant-puits important (2 m x 2 m) sont des éléments qui contrarient une définition convenable du début d'influence du pompage qui conditionne ce calcul.

Les piézomètres ont été créés dans le but de mesurer précisément les rabattements de la nappe au droit des pieux de fondations. Pour un pompage continu de 48 heures à 64 m³/h, le rabattement provoqué sur les pieux 7 - 8 - 17 et 18 a été de l'ordre de 0,28 m.

Il représente moins de la moitié de l'influence d'une crue décennale de la Seine sur le niveau de la nappe (cf. paragraphe 2). Le pompage sur le forage n'a donc qu'une influence limitée, inférieure à celle de phénomènes naturels nécessairement pris en compte dans les calculs de fondation.

Par ailleurs, les observations relatives à la qualité de l'eau lors du pompage prolongé établissent que les crépines du forage et le massif filtrant remplissent parfaitement leur rôle et qu'il n'y a donc pas lieu de craindre de décompression des terrains consécutive à l'entraînement de fines à l'exploitation du forage.

Ces essais ont été conduits en période de hautes eaux de la Seine. La tranche d'eau dans le forage au début du pompage était de 3,10 m (cote du niveau d'eau initial = 3,03 NGF).

En situation courante du niveau de la Seine, le niveau de la nappe devrait s'établir environ 1 m plus bas. Il s'ensuit une réduction de la tranche d'eau disponible et probablement un léger accroissement de rabattement pour un même débit de pompage.

Il y a donc lieu d'établir la crépine d'aspiration des pompes d'exploitation le plus bas possible dans le forage pour éviter tout dénoisement et supporter en particulier les périodes de très basses eaux.

6.3. Remontée de la nappe (Fig. 6)

L'enregistrement de la remontée de la nappe à l'arrêt du pompage a permis de construire la courbe des rabattements résiduels en fonction du logarithme de :

$$\frac{t_p}{t_r} + 1 .$$

t_p : temps de pompage,
 t_r : temps depuis l'arrêt du pompage.

On obtient une droite de pente $i = 0,07$ m, d'où :

$$T = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \quad (167 \text{ m}^2/\text{h}).$$

Cette valeur est proche de celles issues des courbes de descente (paragraphe 6.1. et 6.2).

7 - TEMPERATURE ET ANALYSE DE L'EAU

La température de l'eau du forage prise sur la colonne d'exhaure à 3 m de l'ouvrage est restée constante tout au long de l'essai : + 12°4 pour une température extérieure de l'ordre de + 14° dans le sous-sol. Après une heure de pompage jusqu'à la fin de l'essai prolongé l'eau est restée claire et exempte de la moindre particule en suspension.

Une analyse de type II a été effectuée par le laboratoire municipal de Rouen à la demande du B.R.G.M.

Les résultats complets sont donnés en Annexe IV.

La turbidité très faible confirme les observations faites au cours du pompage d'essai. Les eaux sont très dures (titre hydrotimétrique total de 57°F) chargées excessivement en nitrates et sulfates pour être potables (respectivement 140 et 400 mg/l)..

Cette médiocre qualité des eaux souterraines est connue de Grand-Quevilly à Rouen St-Sever. Selon les usages envisagés de l'eau, elle a pour incidence d'imposer éventuellement un traitement correctif des eaux prélevées.

Dans le cas présent, ce peut être l'excès de dureté et de sulfates qui appelle une correction selon les conditions précises des usages projetés.

8 - CONCLUSIONS

Le forage aux alluvions de la Seine exécuté dans des conditions techniques difficiles en sous-sol dans le parking souterrain de l'immeuble Concorde à Rouen Saint-Sever permet de satisfaire les besoins en eau, 30 m³/h, exprimés par la Direction Régionale des Télécommunications.

Un pompage continu de 48 heures au débit de 64 m³/h a engendré un rabattement de 0,46 m sur le forage qui a délivré une eau claire durant toute la durée du pompage.

Cette clarté de l'eau et les faibles rabattements enregistrés signifient que crépines de forage et massif filtrant s'avèrent totalement efficaces.

Les rabattements provoqués au niveau des pieux de fondation de l'immeuble encadrant le forage ont atteint 0,28 m. Ils sont inférieurs aux variations naturelles du niveau de la nappe. Le bon fonctionnement du massif filtrant écartant l'entraînement de matériaux lors de l'exploitation du forage, il s'ensuit que l'incidence de prélèvements d'exploitation comparables à ceux pratiqués aux essais est négligeable.

Compte tenu de la faible profondeur du forage et par ailleurs de ce que les essais ont été exécutés en période de hautes eaux de la Seine et donc de la nappe, les crépines d'aspiration des pompes d'exploitation devront être disposées au plus bas dans le forage.

Les eaux pompées sont très dures, par ailleurs chargées en nitrates et sulfates. Un traitement correctif de l'eau s'imposera éventuellement selon les conditions précises des usages qu'il en sera fait.

Mont-Saint-Aignan, août 1980

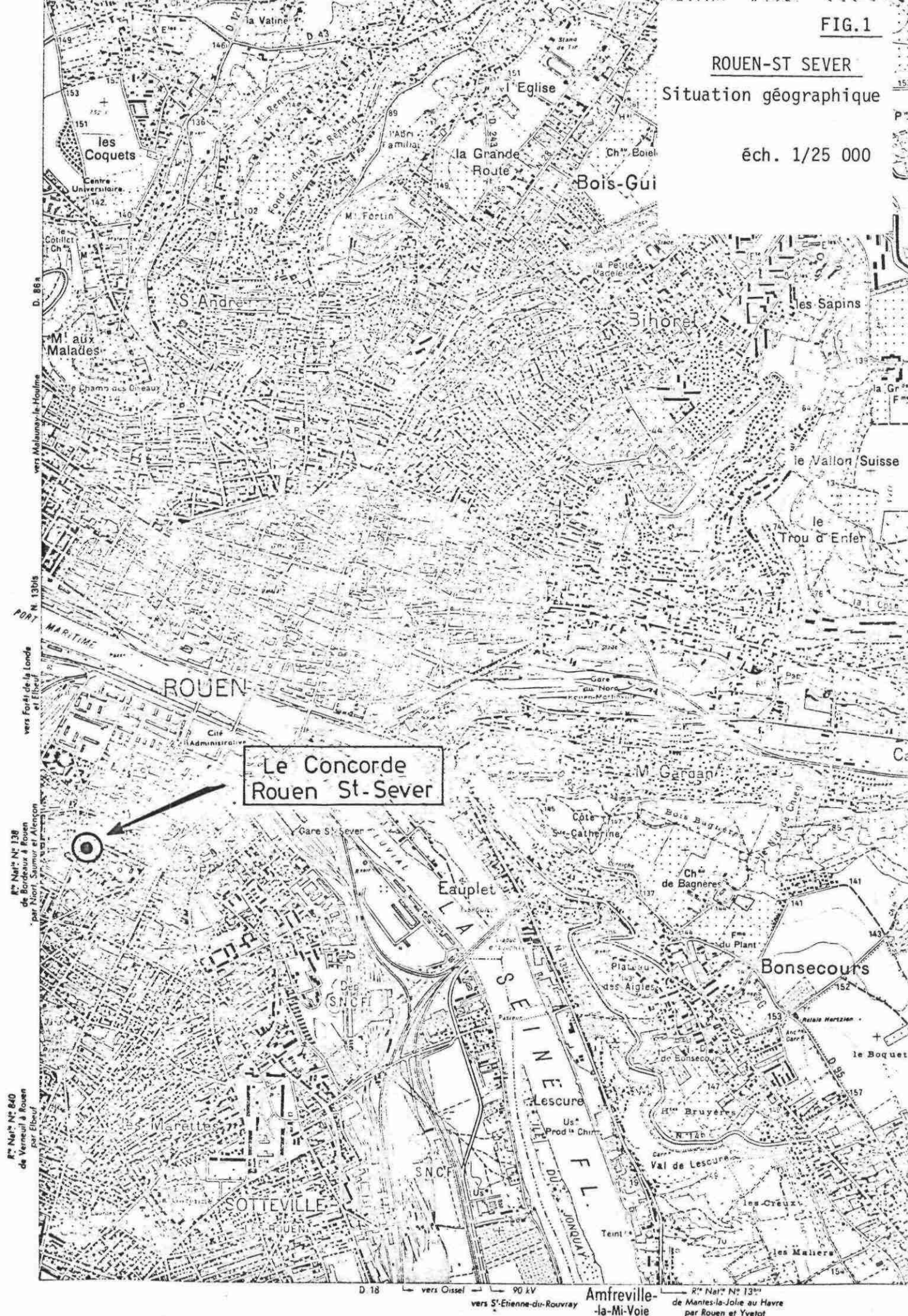
R. PANEL
Ingénieur hydrogéologue au BRGM

J. TREMBERT
Hydrogéologue au BRGM.

FIGURES

ROUEN-ST SEVER
Situation géographique

éch. 1/25 000

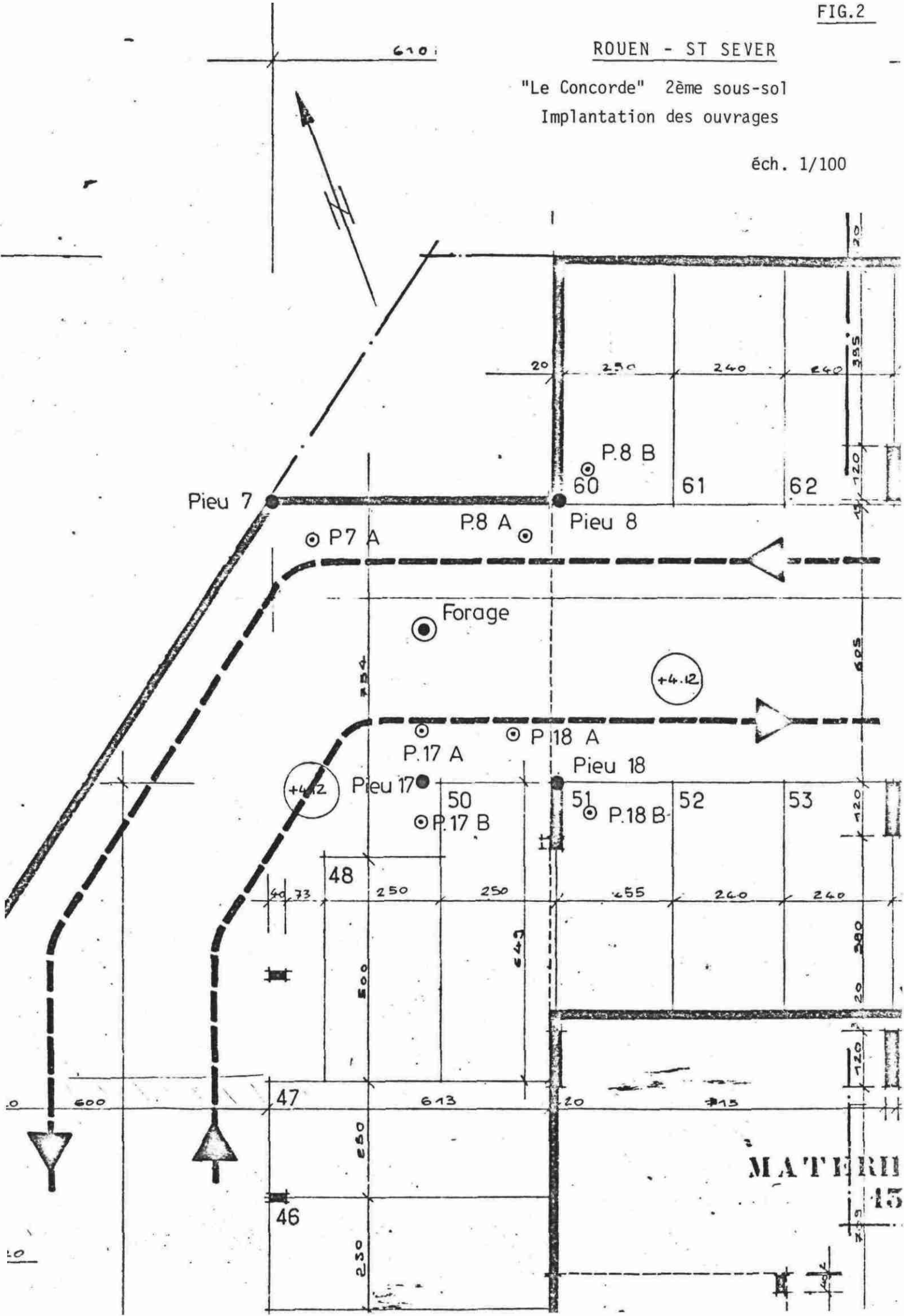


Levés stéréotopographiques aériens complétés sur le terrain en 1951, (restitution à l'appareil Poivilliers). Révision de 1963.

ROUEN - ST SEVER

"Le Concorde" 2ème sous-sol
Implantation des ouvrages

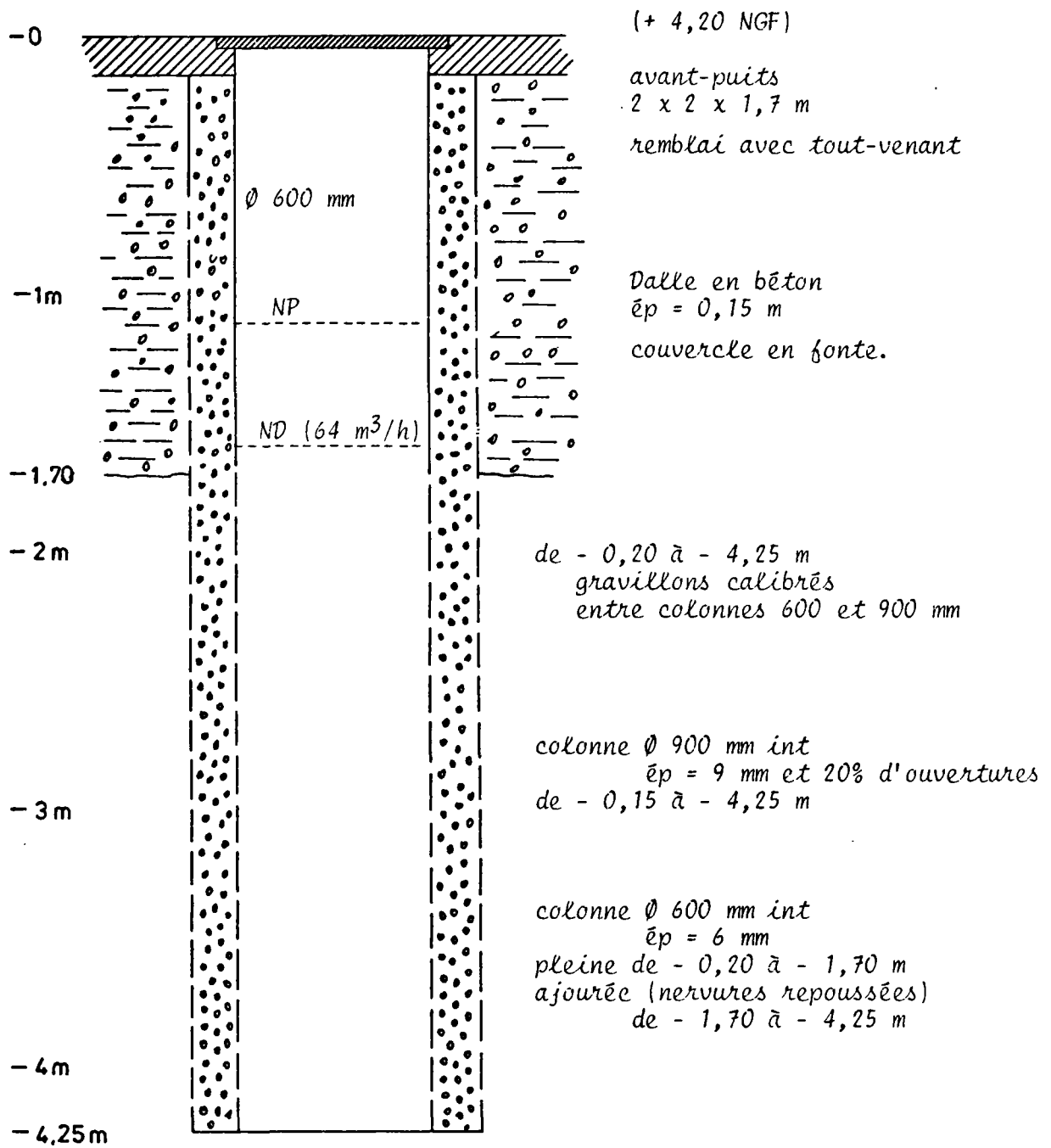
éch. 1/100



MATRIER
15

COUPE TECHNIQUE DU FORAGE

100.1R.0570



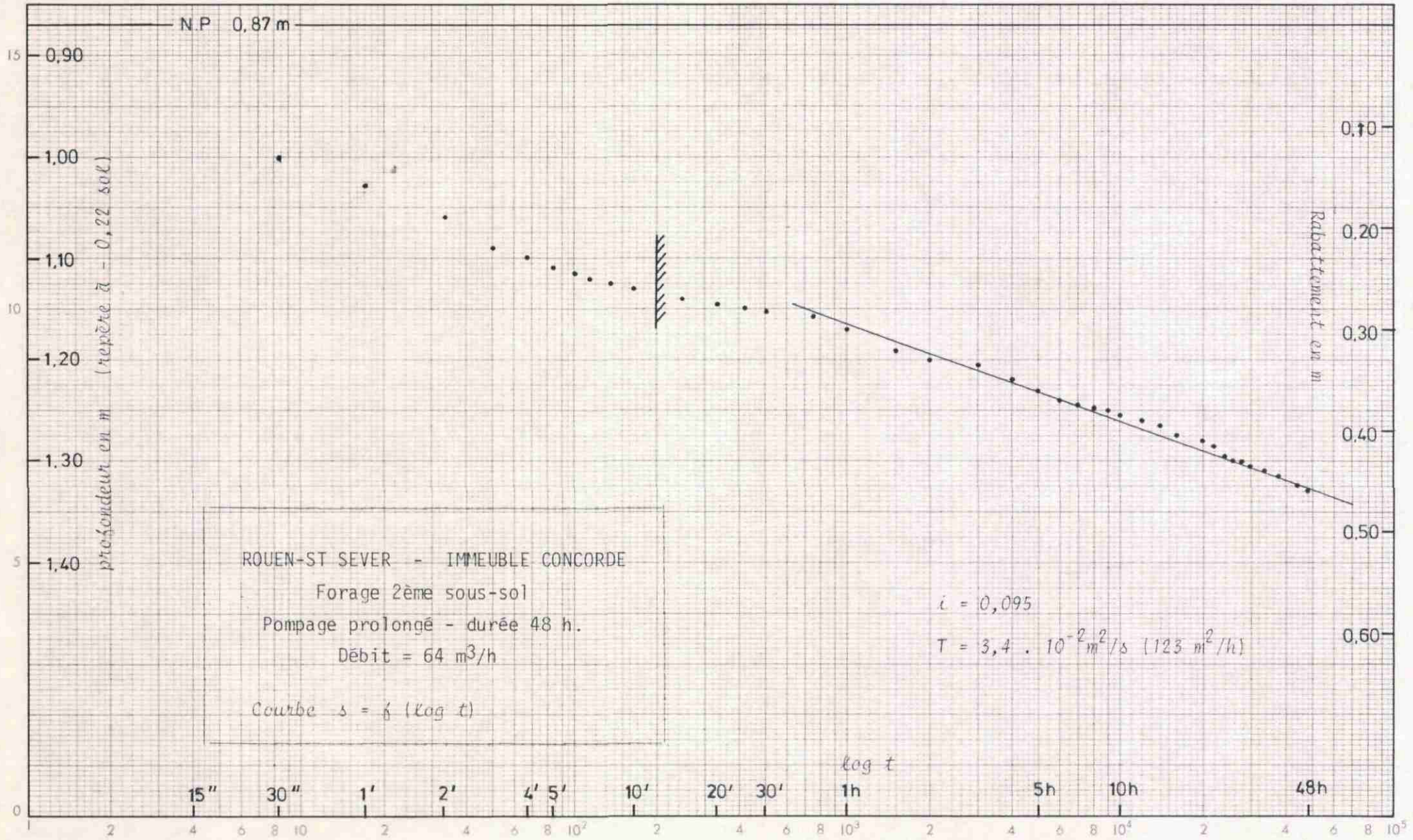


FIG. 4

NP = 1,85 m (+ 0,78 m sol parking) = 1,07 m au sol

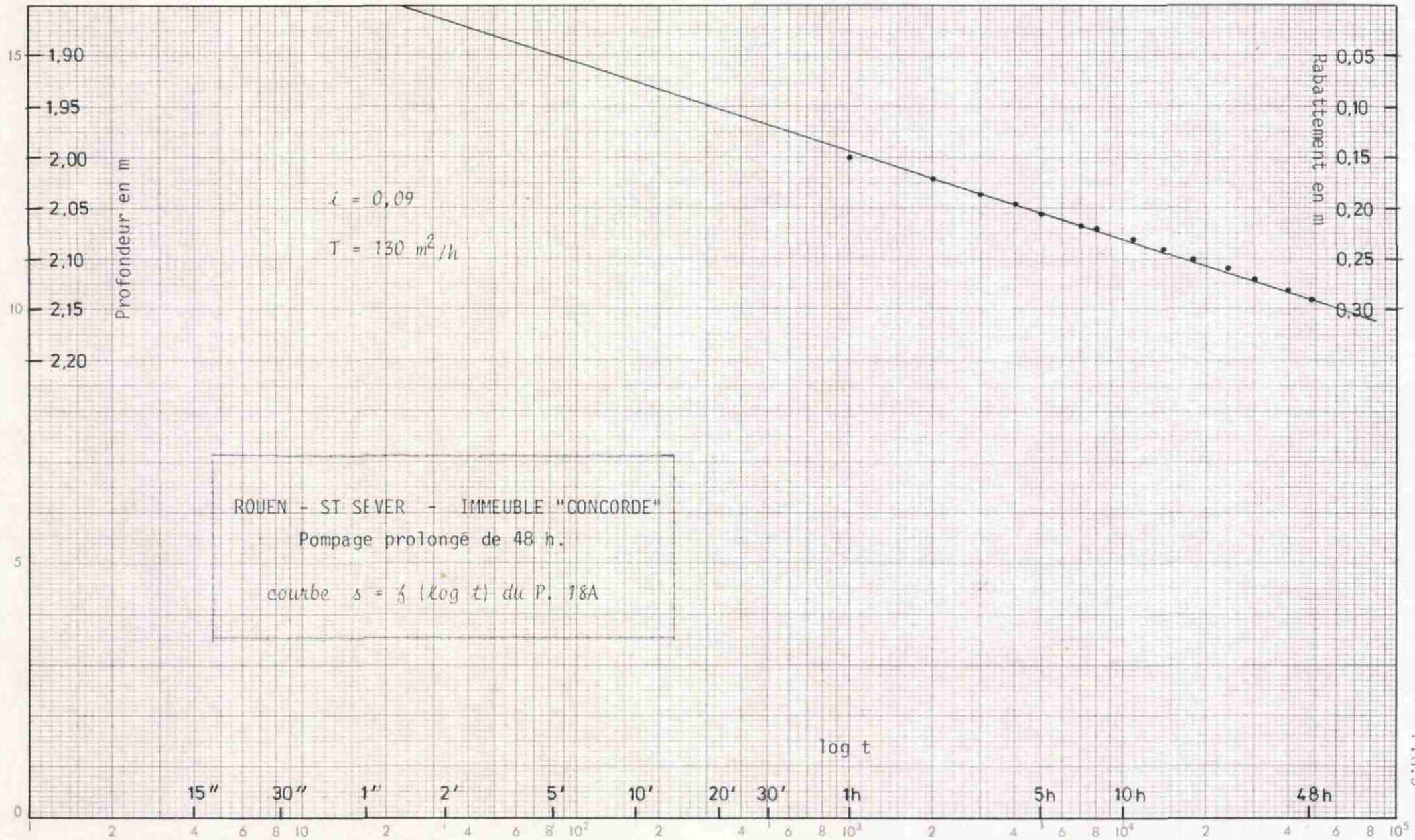


FIG. 5

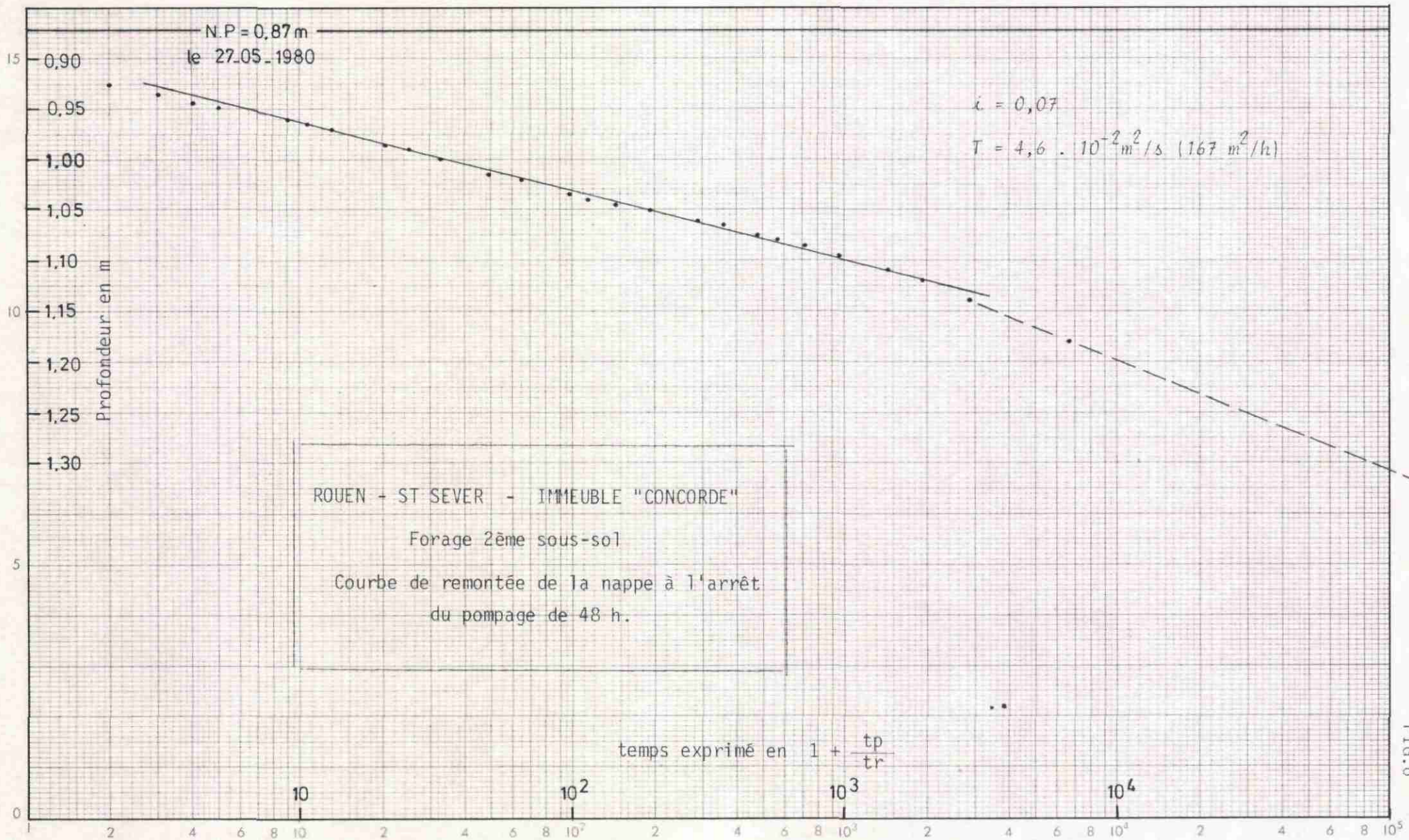


FIG. 6

ANNEXES

0100 1R 0570

Forage

Pièce : 5
Feuillet : 01

Date de pompage : 22/05/1980 au 22/05/1980

| 1 date | | 2 heure et minute | | 3 temps partiel | 4 profondeur du plan d'eau ou dépression (m) | P ou D (1) | 5 débit en m ³ /h (2) | nombre de paliers de pompage : observations (notamment début ou fin d'un palier de pompage) |
|--------|----|-------------------|-------|-----------------|----------------------------------------------|------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22 | 05 | 10 | 30 | 0 | 0.86 | P | 20 | repère = sommet tubage Ø 600 (-0,22m sol parking) eau claire, pas de sable |
| | | | | 40 | 0.94 | | | |
| | | | | 45 | 0.96 | | | |
| | | 11 | 00 | 0 | 0.97 | | | |
| | | | | 15 | 0.985 | | | |
| | | | | 30 | 0.99 | | | |
| | | 12 | 00 | 1 | 1.00 | | | |
| | | | | 15 | 1.00 | | | |
| | | | | 30 | 1.00 | | | |
| | | 12 | 30 | 2 | 1.00 | | | |
| | | | | 35 | 1.00 | | | |
| | | | | 40 | 1.08 | | | |
| | | 13 | 00 | 4 | 1.10 | | | |
| | | | | 45 | 1.11 | | | |
| | | | | 30 | 1.115 | | | |
| | | 13 | 15 | 3 | 1.12 | | | |
| | | | | 45 | 1.125 | | | |
| | | | | 30 | 1.125 | | | |
| 14 | 00 | 4 | 1.13 | | | | | |
| | | 15 | 1.14 | | | | | |
| | | 30 | 1.14 | | | | | |
| 15 | 00 | 4 | 1.145 | | | | | |
| | | 30 | 1.15 | | | | | |
| | | 00 | 1.155 | | | | | |
| 16 | 30 | 6 | 1.16 | | | | | |
| | | 00 | 1.16 | | | | | |
| | | 30 | 1.16 | | | | | |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / |

* Indice B.R.G.M. } de l'ouvrage principal auquel se rapporte le pompage d'essai consigné dans le dossier.
.. No

(1) P = profondeur D = dépression.

(2) Indiquer Q = 000,0 lorsque le pompage est arrêté.

0100 1R 0570

Forage

Pièce : 5
Feuillet : 02

Date de pompage : 23./05/1980 au 23./05/1980

| 1 date J M | | 2 heure et minute | | 3 temps partiel | | 4 profondeur du plan d'eau ou dépression (m) | | 5 P ou D (1) | | 5 débit en m ³ /h (2) | | nombre de paliers de pompage : observations (notamment début ou fin d'un palier de pompage) | |
|------------------|--------|-------------------------|-------|--------------------|--------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 23/05 | / | 9 | 15 | 0 | H | NP | 0.86 | P | | 38 | | Pompe n°2 Prof. forage = 4,19m (du sol - parking x arrêt coupure courant | |
| | | | 20 | H | 1.09 | | | | | | | | |
| | | | 25 | H | 1.11 | | | | | | | | |
| | | | 30 | x0 H 15 | 1.11 | | | | | | | | |
| | | 12 | 25 | H | 0. | (78) | x arrêt - fuite d'eau au refoulement | | | | | | |
| | | | 30 | H 05 | 1.13 | | | | | | | | |
| | | | 35 | x0 H 10 | 1.15 | | | | | | | | |
| | | | 14 | 15 | H | | | | | 0.87 | | | 65 |
| | | | | 20 | H | | | | | 1.11 | | | |
| | | 25 | | H | 1.125 | | | | | | | | |
| | | 15 | 30 | H | 1.14 | 69 | | | | | | | |
| | | | 35 | H | 1.15 | | | | | | | | |
| | | | 40 | H | 1.15 | | | | | | | | |
| | | | 45 | 0 H 30 | 1.155 | | | | | | | | |
| | | | 50 | H | 1.16 | | | | | | | | |
| 55 | H | | 1.165 | | | | | | | | | | |
| 00 | 0 H 45 | | 1.17 | 69 | eau presque claire | | | | | | | | |
| 05 | H | | 1.17 | | | | | | | | | | |
| 10 | H | | 1.175 | | | | | | | | | | |
| 15 | 1 H 00 | | 1.175 | | | | | | | | | | |
| 16 | 30 | H | 1.18 | 69 | | | | | | | | | |
| | 45 | H | 1.19 | | | | | | | | | | |
| | 05 | H | 1.19 | | | | | | | | | | |
| 23/05 | / | 17 | 00 | H | 1.20 | 66.5 | s = 0,35m | | | | | | |
| | | | 30 | 3 H 15 | 1.21 | | | | | | | | |
| / | / | tp | 3 | H 40 | | | t° eau = 12°4 eau claire. | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |
| | | | H | | | | | | | | | | |

* Indice B.R.G.M. } de l'ouvrage principal auquel se rapporte le pompage d'essai consigné dans le dossier.
 .. N°

(1) P = profondeur D = dépression.
 (2) Indiquer Q = 000.0 lorsque le pompage est arrêté.

0100 1R 0570

Forage *

Pièce : 2

Date du pompage : 27/05/1980 au 29/05/1980

Feuillet : 03

Profondeur initiale du plan d'eau : 0,22m soi parking. 0,87m

| 1 date J M | 2 heure et minute | 3 profondeur du plan d'eau ou dépression (m) | P ou D (1) | 4 temps t depuis début du pompage | H M S (2) | 5 temps pour remplir m ³ en lecture de compteur | | charge en cm | 6 débit calculé en m ³ /h | observations |
|------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------|--|-----------------|-----------------------------------------------|-------------------|
| | | | | | | S | | | | |
| 27/05 | 10. 15 | 0.87 | P | 0.0 | S | | | | | Début du pompage |
| | | 1.00 | | 30 | | | | | | |
| | | 1.03 | | 60 | | | | | | |
| | | 1.04 | | 90 | | | | | | |
| | | 1.06 | | 2 | M | | | | | |
| | | 1.09 | | 3 | | | | | | |
| | | 1.10 | | 4 | | | | | | |
| | 10. 20 | 1.11 | | 5 | | | | | | |
| | | 1.115 | | 6 | | | | | | |
| | | 1.12 | | 7 | | | | | | |
| | | 1.125 | | 8 | | | | | | |
| | | " | | 9 | | | | | | |
| | 10. 25 | 1.13 | | 10 | | 110 | | | 65.5 | |
| | 10. 30 | 1.14 | | 15 | | | | | | |
| | | 1.145 | | 20 | | | | | | |
| | | 1.15 | | 25 | | 111 | | | 65 | t°eau |
| | | 1.1555 | | 30 | | | | | | |
| | 11 00 | 1.16 | | 45 | | | | | | |
| | 11 15 | 1.18 | | 60 | | | | | | 12°4 eau claire |
| | | 1.19 | | 75 | | | | | | |
| | | 1.20 | | 90 | | 111 | | | 65 | |
| | 12 00 | 1.205 | | 105 | | | | | | |
| | 12 15 | " | | 120 | | | | | | |
| | | " | | 150 | | | | | | panne secteur |
| | 13 15 | " | | 3 | H | | | | | de 12h40 à 12h 45 |
| | 14 15 | 1.22 | | 4 | | | | | | |
| | 15 15 | 1.23 | | 5 | | 111 | | | 65 | |
| | 16 15 | 1.24 | | 6 | | 112 | | | 64.3 | |
| | 17 15 | 1.245 | | 7 | | 112 | | | 64.3 | 12°4 eau claire |
| | 18 15 | " | | 8 | | | | | | |
| | 19 15 | 1.25 | | 9 | | | | | | |
| | 20 15 | 1.255 | | 10 | | | | | | |
| | 21 15 | " | | 11 | | | | | | |
| | 22 15 | 1.26 | | 12 | | | | | | |
| | 23 15 | " | | 13 | | | | | | |
| 28/05 | 0. 15 | 1.265 | | 14 | | | | | | |
| | 1. 15 | 1.27 | | 15 | | | | | | |
| | 2. 15 | 1.275 | | 16 | | | | | | |
| | 3. 15 | " | | 17 | | | | | | |
| | 4. 15 | " | | 18 | | | | | | |
| | 5. 15 | " | | 19 | | | | | | |
| | 6. 15 | 1.28 | | 20 | | | | | | |
| | 8. 15 | 1.285 | | 22 | | 112 | | | 64.3 | |
| | 10. 15 | 1.295 | | 24 | | 111 | | | 65 | 12°4 eau claire |
| | 12. 15 | 1.30 | | 26 | | 112 | | | 64.3 | |
| | 14. 15 | 1.30 | | 28 | | | | | | |
| | 16. 15 | 1.305 | | 30 | | 112 | | | 64.3 | 12°4 eau claire |
| | 18. 15 | " | | 32 | | 113 | | | 64 | |
| | 20. 15 | 1.31 | | 34 | | | | | | |
| | 22. 15 | " | | 36 | | | | | | |
| 29/05 | 0. 15 | 1.315 | | 38 | | | | | | |

* Indice B.R.G.M. } de l'ouvrage principal auquel se rapporte le pompage d'essai consigné dans le dossier.
 ** N°

(1) P = profondeur ; D = dépression.

(2) Identifier l'unité choisie en indiquant H pour heure, M pour minute, S pour seconde.

0100 1R 0570 *

Forage. . . . **

Pièce : 2

Feuillet : 04

Date du pompage : 27.05.1980 au 29.05.1980

Profondeur initiale du plan d'eau : . . . 0 . 87 m

| 1 date J M | 2 heure et minute | | 3 profondeur du plan d'eau ou dépression (m) | P ou D (1) | 4 temps t depuis début du pompage | | 5 temps pour remplir 2 m ³ en lecture de compteur | | charge en cm | 6 débit calculé en m ³ /h | observations |
|------------------|-------------------------|----|-------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| | | | | | H M S (2) | S | S | | | | |
| 29 / 05 | 2 | 15 | 1.32 | P | 0 | 40 | H | | | | Début du pompage |
| | 4 | 15 | " | | | 42 | | | | | |
| | 6 | 15 | 1.325 | | | 44 | | | | | |
| | 8 | 15 | " | | | 46 | | | | | |
| | 10 | 15 | 1.33 | | | 48 | H | 113 | | 64 | 12°4- eau claire prélèvement d'eau pour analyse. |

* Indice B.R.G.M. } de l'ouvrage principal auquel se rapporte le pompage d'essai consigné dans le dossier.
** No

(1) P = profondeur ; D = dépression.

(2) Identifier l'unité choisie en indiquant H pour heure, M pour minute, S pour seconde.

B.R.G.M./Hydrogéologie FEUILLE D'OBSERVATION APRÈS POMPAGE (remontée des niveaux)

0100. 1R. 0570

Forage . . .

Pièce : 4
Feuillet : 05

ANNEXE II

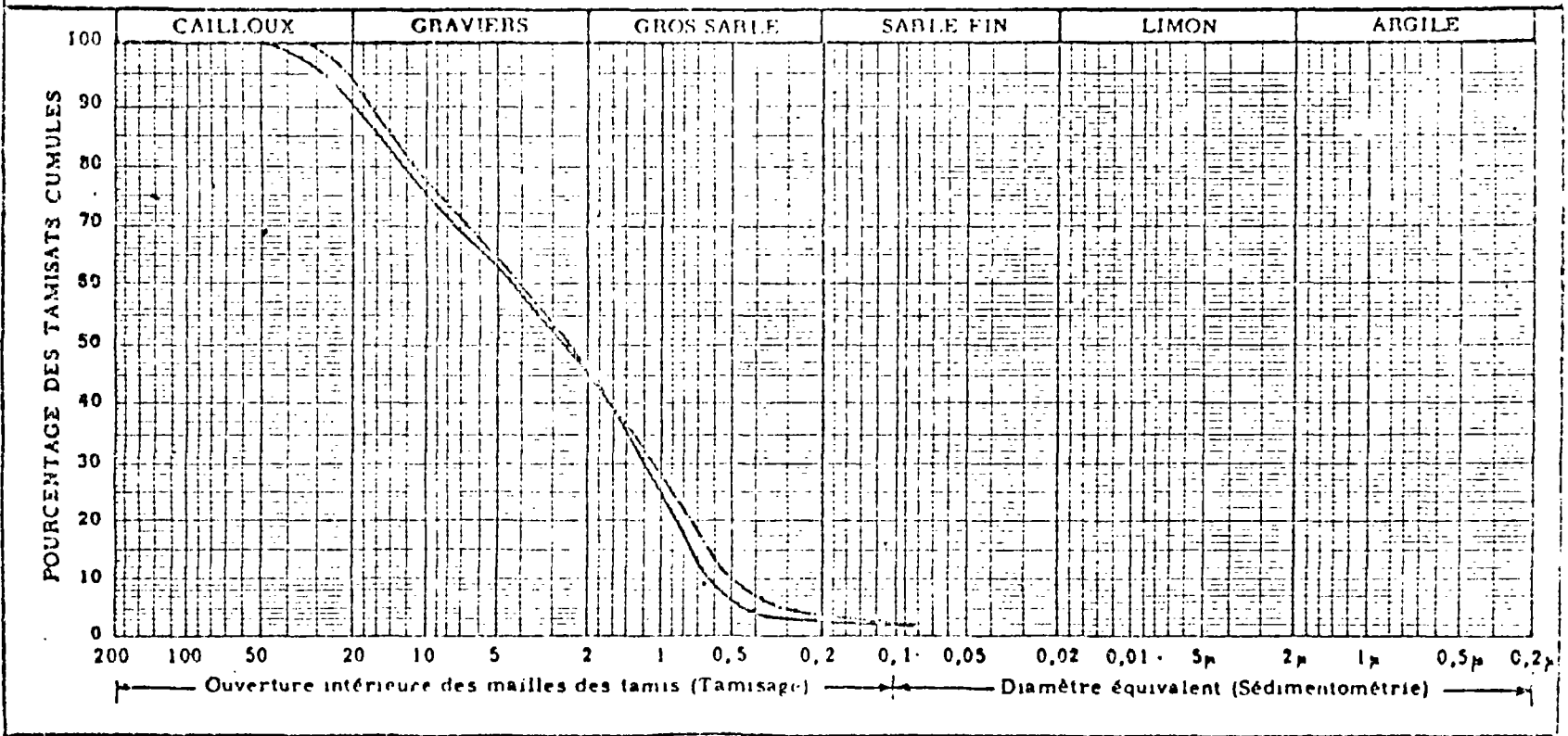
Date du pompage : 27/05/1980 au 29/05/1980
Après pompage de durée tp en heures et minutes = 48 h 00 mn
ou en secondes = 172.800 s

| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | observations |
|-----------|---|--------------------|--------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------|--------------------|-------------|------------------|--|--------------|
| date J | M | heure et minute | profondeur du plan d'eau ou dépression (m) | P ou D (1) | temps t' depuis l'arrêt du pompage | H M S (2) | 1 + tp T | | | |
| 29/05 | | 10 15 | 1.33 | P | 0 0 | S | 172.801 | Arrêt du pompage | | |
| .. / .. | | | 1.18 | | .. 30 | | 5.761 | | | |
| .. / .. | | | 1.14 | | .. 60 | | 2.881 | | | |
| .. / .. | | | 1.12 | | .. 90 | | 1.921 | | | |
| .. / .. | | | 1.11 | | .. 2 | M | 1.441 | | | |
| .. / .. | | | 1.095 | | .. 3 | | 961 | | | |
| .. / .. | | | 1.085 | | .. 4 | | 721 | | | |
| .. / .. | | | 1.08 | | .. 5 | | 577 | | | |
| .. / .. | | | 1.075 | | .. 6 | | 481 | | | |
| .. / .. | | | " " | | .. 7 | | 412 | | | |
| .. / .. | | | 1.065 | | .. 8 | | 361 | | | |
| .. / .. | | | " " | | .. 9 | | 321 | | | |
| .. / .. | | | 1.06 | | .. 10 | | 289 | | | |
| .. / .. | | | 1.05 | | .. 15 | | 193 | | | |
| .. / .. | | | 1.045 | | .. 20 | | 145 | | | |
| .. / .. | | | 1.04 | | .. 25 | | 116 | | | |
| .. / .. | | | 1.035 | | .. 30 | | 97 | | | |
| .. / .. | | | 1.02 | | .. 45 | | 65 | | | |
| .. / .. | | 11 15 | 1.015 | | .. 60 | | 49 | | | |
| .. / .. | | | 1.00 | | .. 90 | | 33 | | | |
| .. / .. | | 12 15 | 0.99 | | .. 2 | H | 25 | | | |
| .. / .. | | | 0.985 | | .. 2,5 | | 202 | | | |
| .. / .. | | 13 15 | .. .. |  | .. 3 | | 17 | | | |
| .. / .. | | 14 15 | 0.97 | | .. 4 | | 13 | | | |
| .. / .. | | | | | .. 4,5 | | .. | | | |
| .. / .. | | 15 15 | 0.965 | | .. 5 | | 10,6 | | | |
| .. / .. | | 16 15 | 0.96 | | .. 6 | | 9 | | | |
| .. / .. | | 17 15 | .. .. |  | .. 7 | | 7,8 | | | |
| .. / .. | | 18 15 | .. .. |  | .. 8 | | 7 | | | |
| .. / .. | | 19 15 | .. .. |  | .. 9 | | 6,3 | | | |
| .. / .. | | 20 15 | .. .. |  | .. 10 | | 5,8 | | | |
| .. / .. | | 22 15 | 0.95 | | .. 12 | | 5 | | | |
| 30/05 | | 0 15 | .. .. |  | .. 14 | | 4,4 | | | |
| .. / .. | | 2 15 | 0.945 | | .. 16 | | 4 | | | |
| .. / .. | | 4 15 | .. .. |  | .. 18 | | 3,6 | | | |
| .. / .. | | 6 15 | .. .. |  | .. 20 | | 3,4 | | | |
| .. / .. | | 10 15 | 0.935 | | .. 24 | | 3 | | | |
| .. / .. | | 14 15 | .. .. |  | .. 28 | | 2,7 | | | |
| .. / .. | | 18 15 | .. .. |  | .. 32 | | 2,5 | | | |
| .. / .. | | 22 15 | .. .. |  | .. 36 | | 2,3 | | | |
| 31/05 | | 2 15 | .. .. |  | .. 40 | | 2,2 | | | |
| .. / .. | | 6 15 | .. .. |  | .. 44 | | 2,1 | | | |
| .. / .. | | 10 15 | 0.925 | | .. 48 | H | 2 | | | |
| .. / .. | | | | | | | .. | | | |
| .. / .. | | | | | | | .. | | | |
| .. / .. | | | | | | | .. | | | |
| .. / .. | | | | | | | .. | | | |

• Indice B.R.G.M. } de l'ouvrage principal auquel se rapporte le pompage d'essai consigné dans le dossier.
 .. N° }
 ••••• Indice B.R.G.M. } de l'ouvrage auquel se rapporte le tableau.
 .. N° }
 (1) P = profondeur ; D = dépression.
 (2) Identifier l'unité choisie en indiquant H pour heure, M pour minute, S pour seconde.

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-------|---------|---|----|-------|---------|--|----|--|--|
| LABORATOIRE REGIONAL DE ROUEN _____ | <u>B. R. G. M</u> <u>Condécade</u> <u>ST Sever</u> | | | | | | | | | | | | |
| DOSSIER : S <u>0693/0</u> | Désignation des échantillons { <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="width: 10px;">1</td> <td style="width: 10px;">N°</td> <td style="width: 10px;">Grave</td> <td style="width: 10px;">1 à 2 m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>N°</td> <td>Grave</td> <td>3 à 4 m</td> </tr> <tr> <td> </td> <td>N°</td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> | 1 | N° | Grave | 1 à 2 m | 2 | N° | Grave | 3 à 4 m | | N° | | |
| 1 | N° | Grave | 1 à 2 m | | | | | | | | | | |
| 2 | N° | Grave | 3 à 4 m | | | | | | | | | | |
| | N° | | | | | | | | | | | | |

S. 6 ET S. 7 - ANALYSE GRANULOMETRIQUE



| | S. 8 LIMITES D'ATTERBERG | | | S. 20 | | Classification <i>R. T. R</i> | Teneur en CO ₃ Ca |
|---------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|---------------------------------|
| | W. L. | W. P. | I. P. | E. S. | E. S' | | |
| Ech. <u>1</u> | | | | | | <u>D2</u> | |
| Ech. <u>2</u> | | | | | | <u>D2</u> | |
| Ech. _____ | | | | | | | |

ANNEXE III

LABORATOIRE MUNICIPAL

EAUX ~~D'ALIMENTATION~~

Agréé en tant que Laboratoire Régional par le Ministère de la Santé Publique pour le contrôle sanitaire des eaux en Haute-Normandie.

29, rue Bourg l'Abbé
Tél.: 89.81.40

BULLETIN D'ANALYSE N° 2085 C
ROUEN SAINT SEVER

ORIGINE DU PRELEVEMENT EAU - FORAGE PARKING SOUTTERAIN IMMEUBLE CONCORDE -

prélevé ou remis le 29 MAI 1980 par et pour le compte du B.R.G.M. 18, rue M
zirier - 76130 - MONT-SAINT-AIGNAN -

ANALYSE CHIMIQUE

Codes

| | | | | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--|--|--|
| E. 14 | Couleur - odeur - saveur (II) | / | | | |
| E. 15 | Turbidité en gouttes de mastic (II) | 12 | | | |
| E. 16 | PH (à 20° C) (II) | 7.2 | | | |
| E. 18 | Résistivité électrique (en ohm/cm à 20°) | 785 | | | |
| E. 21 | Titre hydrotimétrique total (en degrés français) | 57 | | | |
| E. 45 | Ammoniaque en NH ₄ mg/l (II) | ABS | | | |
| E. 57 | Nitrites en NO ₂ mg/l (II) | ABS | | | |
| E. 58 | Nitrates en NO ₃ mg/l (II) | 140 | | | |
| E. 55 | Chlorures en Cl mg/l (II) | 56.5 | | | |
| E. 54 | Sulfates en SO ₄ mg/l (II) | 400 | | | |
| E. 20 | Matières organiques en mg/l (II) (oxygène cédé par KMnO ₄ en milieu basique à chaud) | 0.8 0.04 | | | |
| E. 48 | Fer en Fe mg/l (II) | 19 | | | |
| E. 22 | Titre alcalimétrique complet (TAC) | / | | | |
| E. 28 | Chlore libre en Cl mg/l | / | | | |
| E. 5 | Température | | | | |
| E. 71 | Pouvoir colmatant | | | | |
| E. 23 | Silice en mg/l SiO ₂ | | | | |
| E. 38 | Anhydride carbonique libre mg/l CO ₂ | | | | |
| E. 25 | Hydrogène sulfuré mg/l H ₂ S | | | | |
| E. 26 | Oxygène dissous mg/l O ₂ | | | | |
| E. 29 | Résidu sec 105 - 110° C et 500° C | | | | |
| E. 30 | Essai au marbre (recherche de l'agressivité) | | | | |
| E. 42 | Calcium en Ca mg/l | | | | |
| E. 44 | Magnésium en mg/l | | | | |
| E. 46 | Sodium en Na mg/l | | | | |
| E. 47 | Potassium en K mg/l | | | | |
| E. 49 | Manganèse en Mn mg/l | | | | |
| E. 39 | Carbonates en CO ₃ mg/l | | | | |
| E. 40 | Bicarbonates en H CO ₃ mg/l | | | | |
| E. 59 | Phosphates en PO ₄ mg/l | | | | |
| E. 24 | Titre alcalimétrique (TA) | | | | |
| E. 65 | Titre hydrotimétrique permanent (THP) | | | | |
| E. 69 | Recherche de toxiques | | | | |
| | Autres déterminations | | | | |

CONCLUSIONS :

ROUEN, le 13 JUIN 19

LE CHEF DE SERVICE,

LE DIRECTEUR DU LABORATOIRE,