

MAIRIE DE SAINT-PRIEST

Services Techniques

69800 SAINT-PRIEST

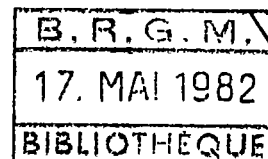
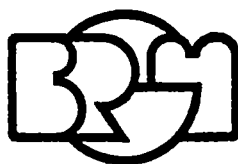
Téléphone (7) 820.81.50

VILLE DE SAINT-PRIEST (69)
ALIMENTATION EN EAU
DU COMPLEXE SPORTIF DU CLAIRON

REALISATION D'UN FORAGE DE 150m A LA MOLASSE MIOCENE
ET D'UN FORAGE DE REINJECTION

par

G. CAMUS et J. PUTALLAZ



BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES

SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 — 45060 ORLEANS CEDEX — Téléphone (38) 63.80.01 — TELEX : BRGM 780258 F.

Service géologique régional RHONE - ALPES

B. P. 6083 — 69604 VILLEURBANNE CEDEX — Tél. (7) 889.72.02 — TELEX : BRGM 380966 F.

Rapport du B.R.G.M.

82 SGN 181 RHA

MARS 1982

VILLE DE SAINT-PRIEST (69)
ALIMENTATION EN EAU DU COMPLEXE SPORTIF DU CLAIRON
REALISATION D'UN FORAGE DE 150 M A LA MOLASSE MIOCENE
ET D'UN FORAGE DE REINJECTION.

Par G. CAMUS

et J. PUTALLAZ

82 SGN 181 RHA

R É S U M É

Ce travail a été réalisé par le Service géologique régional Rhône-Alpes du B.R.G.M. pour le compte de la ville de SAINT-PRIEST (69).

L'objet est la surveillance technique de la réalisation d'un forage d'exhaure de 150 m à la molasse, et d'un forage de rejet de 37,3 m dans la formation glaciaire sus-jacente.

Le but est l'alimentation en eau du complexe sportif du Clairon.

Le forage d'exhaure a été réalisé de façon à capter les eaux de l'aquifère molassique. Des pompages par paliers conduits successivement à des débits de 40, 60, 80 et 100 m³/h, ainsi qu'un pompage d'essai de moyenne durée au débit de 87 m³/h ont montré que l'on pouvait exploiter la nappe aux 80 m³/h requis.

Le forage de rejet d'une profondeur de 37,3 m dans la formation glaciaire et les sables molassiques remaniés a été crépiné à partir de 15,3 m de profondeur. Un essai d'injection à divers paliers de débits a montré que l'injection devait être limitée à 50 m³/h en raison de la faible perméabilité de la formation glaciaire.

La température moyenne de l'eau s'élève à 13,1°C. L'analyse physico-chimique et bactériologique a montré que l'on avait affaire à une eau potable, de type bicarbonaté-calciqque, à faible teneur en sodium, chlorures et sulfates. L'indice de RYZNAR la classe dans la catégorie des eaux moyennement corrosives.

Auteurs du rapport G. CAMUS et J. PUTALLAZ

Dessinateur JF. RIEUX

Secrétaire G. BARROUE

Ce rapport contient : 21 pages de texte, 1 figure, 4 annexes.

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
1 - <u>INTRODUCTION</u>	4
11 - BUT DES TRAVAUX	4
12 - OBJET DU RAPPORT	4
13 - MAITRE D'OUVRAGE	4
14 - DIRECTION ET SURVEILLANCE DES TRAVAUX	4
15 - ENTREPRISE	5
2 - <u>DONNEES TECHNIQUES</u>	5
21 - SITUATION DES OUVRAGES	5
22 - MATERIEL UTILISE	5
221 - <u>Formations glaciaires</u>	5
222 - <u>Formations molassiques</u>	7
223 - <u>Pompage d'essai</u>	7
23 - EQUIPEMENT DES OUVRAGES	7
231 - <u>Forage d'exhaure</u>	7
2311 - <u>Colonne de surface</u>	7
2312 - <u>Colonne de captage</u>	8
23121 - Zones crépinées	8
23122 - Zones non crépinées	8
23123 - Caractéristiques	8
2313 - <u>Massif de gravier</u>	9
2314 - <u>Cimentation</u>	10
232 - <u>Forage de rejet</u>	10

	<u>Pages</u>
24 - DEROULEMENT DES TRAVAUX	10
241 - <u>Forage d'exhaure</u>	10
2411 - <u>Foration à l'Hammer Grab</u>	10
2412 - <u>Foration au Rotary</u>	11
242 - <u>Forage de rejet</u>	11
3 - <u>RESULTATS</u>	12
31 - APERCU GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE REGIONAL	12
32 - LITHOLOGIE REVELEE PAR LES FORAGES	13
33 - POMPAGES D'ESSAI	13
331 - <u>But des pompages d'essai</u>	13
332 - <u>Forage d'exhaure</u>	14
3321 - <u>Pompages par paliers de débits</u>	14
3322 - <u>Pompage d'essai de moyenne durée</u>	15
333 - <u>Forage de rejet</u>	16
3331 - <u>Pompage d'essai par paliers de débits</u>	17
3332 - <u>Pompage d'essai de moyenne durée</u>	17
3333 - <u>Essai d'injection</u>	18
34 - TEMPERATURE ET ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU	21
4 - <u>CONCLUSIONS</u>	21

TABLE DES FIGURES

<u>N° des figures</u>	<u>Pages</u>
21 - PLAN DE SITUATION A 1/25.000	6

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 - COUPES TECHNIQUES ET LITHOLOGIQUES DES FORAGES (dont 2 figures hors texte, non paginées).	23
ANNEXE 2 - ACIER AU CHROME-ALUMINIUM APS 20 A.	24 à 28
ANNEXE 3 - RESULTATS DE POMPAGES D'ESSAIS.	29 à 38
ANNEXE 4 - ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE	39 à 44

1 - INTRODUCTION

11 - BUT DES TRAVAUX

La ville de Saint-Priest a confié au Service géologique régional Rhône-Alpes du B.R.G.M., la maîtrise d'oeuvre pour la réalisation :

- d'un forage de 150 m de profondeur à la molasse en vue de fournir un débit de 80 m³/h
- d'un forage de réinjection de 37,3 m de profondeur dans la moraine superficielle (eau de piscine et eau de la pompe à chaleur).

Le but est l'alimentation en eau du complexe sportif du Clairon.

12 - OBJET DU RAPPORT

L'objet du présent rapport est le compte rendu des travaux réalisés et la présentation des résultats, en particulier des essais de puits et des pompages d'essais.

13 - MAITRE D'OUVRAGE

Ville de SAINT-PRIEST
Hôtel de Ville
69800 - SAINT PRIEST

14 - DIRECTION ET SURVEILLANCE DES TRAVAUX

B.R.G.M. SGR/RHONE-ALPES
B.P. 6083
69604 VILLEURBANNE CEDEX

15 - ENTREPRISE

INTRAFOR COFOR (chef de chantier Monsieur DUBOST)

15, rue des Sablons

75016 P A R I S

2 - DONNEES TECHNIQUES

21 - SITUATION DES OUVRAGES (voir figure 21).

Les deux forages sont situés au Nord de la piscine en construction.

IDENTIFICATION		COORDONNÉES LAMBERT	
B.R.G.M.	Ville de ST PRIEST	X	Y
722-4A-158	Complexe sportif du Clairon : forage d'exhaure.	804.240	80.450
722-4A-159	Complexe sportif du Clairon : forage de rejet.	804.210	80.455

22 - MATERIEL UTILISE

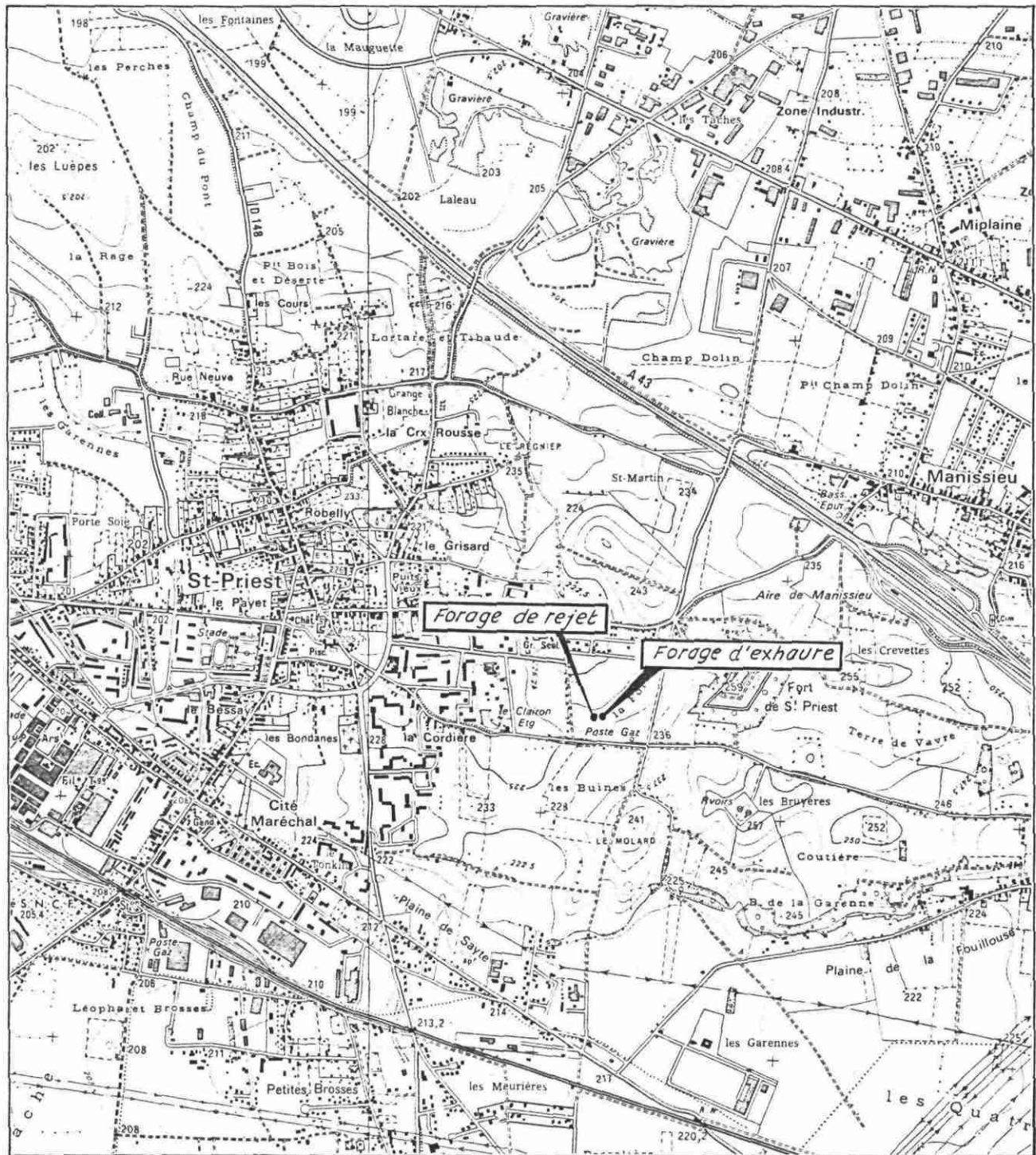
Compte tenu des terrains à traverser, glaciaires et molasse, deux matériels ont été mis en oeuvre pour la bonne conduite des travaux.

221 - Formations glaciaires

Hammer Grab avec colonne de soutènement :

- forage d'exhaure : $\emptyset$ 950 - 800 et 600 jusqu'à la profondeur de 38,5 m
- forage de rejet : $\emptyset$ 950 - 750 et 600 mm jusqu'à la profondeur de 37,30 m

PLAN DE SITUATION A 1/25 000



222 - Formations molassiques

Rotary avec circulation de boue bentonitique de 38,5 m à 150 m.

Sondeuse = Failing type Jed.A entraînée par un moteur de 320 cv et équipée d'un mât de 20 tonnes de capacité.

Pompe sur sondeuse = BE 7"1/2 x 8"

auxiliaire = DB 225 6"3/4 x 10

Garniture de forage = tiges API $\emptyset$ 3"1/2, massetige $\emptyset$ 8" et 5"3/4.

Outil = tricône $\emptyset$ 15".

Fluide de circulation = à base de bentonite.

Le circuit étant établi via le tamis vibrant et les bacs de reprise.

223 - Pompage d'essai

Réalisé avec une pompe immergée marque : KSB, type : BPH 384-4.

23 - EQUIPEMENT DES OUVRAGES (voir annexe 1)

231 - Forage d'exhaure (voir annexe 1, fig. 1).

2311 - Colonne de surface

$\emptyset$ intérieur = 400 mm

Epaisseur = 5 mm

Sabot à : 38,5 m

But : isoler les formations glaciaires

2312 - Colonne de captage

De 0 à 150 mètres :

Ø intérieur = 230 mm

épaisseur = 4 mm

23121 - Zones crépinées

De 36,00 m à 60,00 m

66,00 m à 78,00 m

84,00 m à 96,00 m

108,00 m à 144,00 m

23122 - Zones non crépinées

De 0,00 m à 36,00 m

60,00 m à 66,00 m

78,00 m à 84,00 m

96,00 m à 108,00 m

144 m à 150 m

} chambres de pompage

} tube de décantation

23123 - Caractéristiques

- de l'acier

chrome aluminium APS 20 A

fabrication

Sté Nouvelle des Aciéries de Pompey (voir
annexe 2).

- du crépinage

fabrication

TUBAFOR 59393 WATTRELOS

ouvertures par nervures repoussées

dimension = 1 mm

% de vide = 8 à 9

Observations : fabrication en tôle perforée, sans enlèvement de métal, puis roulée et soudée, permet d'obtenir une résistance accrue aux efforts de compression et au flambage.

2313 - Massif de gravier

Fournisseur : Sté SILICE et KAOLIN
17, rue des Jisseurs
75002 - P A R I S

provenance : Barbières (26)

type de gravier = G4

dimensions = 1,2 à 2,5

volume injecté = 13600 l

Le massif de gravier a été mis en place par circulation inverse.

Propriétés physico-chimiques :

- . masse volumique = 2,7
- . masse volumique apparente non tassée $\pm 5\%$ = 1,5
- . couleur = laiteux à beige doré
- . point de fusion °C = 1750

Analyses chimiques (valeur moyenne en %)

perte au feu = 0,1
 Si O^2 = 99
 $\text{Al}^2 \text{O}^3$ = 0,3
 $\text{Fe}^2 \text{O}^3$ = 0,15
 Ti O^2 = 0,05
 $\text{CaO} + \text{MgO}$ = 0,15
 $\text{K}^2\text{O} + \text{Na}^2\text{O}$ = 0,20

Granulométrie

AFNOR	Maille des tamis en mm	% passant dans les tamis	c o u r b e
35	2,5	100	
34	2,0	85	
33	1,6	15	
32	1,25	5	
31	1,0	0	

2314 - Cimentation

La colonne de surface a été cimentée à l'extrados de
- 38,50 m à - 2,80 m.

232 - Forage de rejet (voir annexe 1, fig. 2).

- colonne de captage de 0 à 37,3 m
- $\varnothing$ intérieur = 400 mm, épaisseur = 5 mm
- crépinage par nervures repoussées à ouverture 15/10ème
- nature de l'acier = semi inox APS 20 A
- position des crépines de 15,3 à 37,3 m
- massif de graviers réalisé avec du gravier de Saône dimension 3 x 8

24 - DEROULEMENT DES TRAVAUX

241 - Forage d'exhaure

2411 - Foration à l'Hammer Grab

- Amenée du matériel et installations (terminées le 21/10/81)
- Foration du 21/10 au 12/11/1981
- Mise en place de la colonne de surface les 13 et 14/11/1981
- Détubage et cimentation 17 au 23/11/1981
- Transfert du matériel sur ouvrage de réinjection le 30/11/1981.

2412 - Foration au Rotary (triconne Ø 15).

- Amenée et repli de la sondeuse du 8 au 11/01/82
 - Foration à deux postes de 8 heures du 12/01 à 4H00 au 13/01 à 12H00.
 - Aménagement de l'aquifère du 14/01 à 16H00 au 15/01 à 12H00.
 - Mise en place de la colonne de captage le 15/01 à 12H00 au 16/01 à 5H00.
 - Gravillonnage du 16/01 à 11H00 au 17/01 à 4H00.
 - Développement du 18/01 à 4H00 au 25/01 à 12H00.
 - Pompages d'essais du 25/01 à 12H00 au 27/01 à 12H00
 - Mesure de remontée de la nappe le 27/01 de 12H00 à 16H00.
 - emontage et repli du matériel les 28-29/01/1982.
- Travail à deux postes de 12 H 00. {
- Travail à deux postes → de 8 H 00. {

Observations : aucun incident de forage en cours de travaux.

Le développement a été réalisé avec émulseur à 73 m et 148 m.

En cours de développement à la pompe, trois traitements à l'hexamétaphosphate ont été réalisés avec dosage de 100 kilos d'hexamétaphosphate pour 4 m³ d'eau :

- . 1er traitement : injection de 4 m³ à 140-120-90 et 50 m
- . 2ème " : injection de 4 m³ à 130-110-70 et 40 m
- . 3ème " : injection de 4 m³ à 130-90 et 50 m

242 - Forage de rejet

- foration du 1/12/81 au 30/11/81
- mise en place du captage le 15/12/81
- gravillonnage le 16/12/81
- développement du 18/12/81 13H30 au 21/12/81 17H30
- essai de puits par paliers de débit le 22/12/81
- pompage d'essai le 23/12/81
- repli du matériel les 23/12/81 et 24/12/81
- essai d'injection le 25/01/82

3 - RESULTATS

31 - APERCU GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE REGIONAL

Le Centre sportif du Clairon se situe sur une butte glaciaire dans la partie nord-ouest du domaine de la molasse du Bas-Dauphiné, vaste territoire circonscrit entre la chaîne de la Grande Chartreuse à l'Est, le Rhône au Nord et à l'Ouest et l'Isère au Sud.

Les matériaux glaciaires constituant la butte, se caractérisent par leur hétérogénéité, ils se présentent sous forme d'une gangue à matrice argilo-sableuse, largement prédominante en volume, enrobant des blocs et galets inégalement répartis dans la masse. Leurs épaisseurs reconnues dans les deux forages ont été respectivement de 28 et 30 m. La perméabilité de ces terrains est très variable, aussi bien horizontalement que verticalement, pouvant donner lieu à des aquifères perchés, de dimensions variables, et discontinus.

La molasse sous-jacente est une formation sablo-gréseuse. Le terme est d'origine savoyarde et romande. Il s'applique typiquement à des grès calcaires, un peu argileux, à grain fin, souvent micacé ou glauconieux, de couleur gris-verdâtre à l'état frais et devenant jaunâtre par altération. Elle est tendre à l'exploitation qui peut se faire à la scie, durcit un peu en se desséchant à l'air, mais s'altère assez vite à l'air humide et est gélive. Elle résulte de matériaux torrentiels descendant des Alpes dans des eaux peu profondes où ils étaient soumis à l'action des vagues et des courants littoraux, et étalés sous forme de vastes plages sableuses.

Dans le Bas-Dauphiné, la molasse présente communément un faciès sableux, très irrégulièrement consolidé en grès plus ou moins résistant et disposé en lentilles imbriquées. Vers l'Est du bassin, ces sédiments sableux s'enrichissent graduellement en éléments plus grossiers ou graveleux (conglomérats de Voreppe). A l'Ouest, on observe une nette influence du Massif Central, mais celle-ci demeure marginale.

L'épaisseur de cette molasse est variable, elle peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Au Nord du seuil Vienne - Chamagneu, les terrains miocènes sont moins puissants, mais peuvent atteindre 300 mètres.

De nombreux forages ont démontré que cette molasse constituait un aquifère de première importance, qui par sa puissance et son étendue, même si l'on admet une porosité faible, forme une réserve de l'ordre de plusieurs milliards de m³ d'eau de bonne qualité, dont les écoulements sont conditionnés par le rôle du drain joué par les formations fluvio-glaciaires ou alluviales.

32 - LITHOLOGIE REVELEE PAR LES FORAGES

La description lithologique des échantillons remontés à la surface par l'Hammer Grab ou par la circulation de boue dans la partie forée au rotary, figure sur la coupe des sondages reproduits en annexe 1.

Sous une couche de 0,3 à 0,4 m de terre végétale, se trouvent des dépôts glaciaires, jusqu'à la profondeur de 30 m puis de 3 à 3,5 m des sables molassiques remaniés par l'action des glaciers.

De 33 m à 150 m apparait le faciès classique de la molasse sableuse de l'Helvétien avec apparition de niveaux marneux à partir de 105 m. Des fragments de coquilles de pectinidés sont visibles entre 137 et 142 m de profondeur. Ils sont toutefois beaucoup moins abondants que dans le forage du complexe sportif de Bron.

33 - POMPAGES D'ESSAI

331 - But des pompages d'essai

Les pompages d'essai ont été réalisés en vue d'obtenir :

- une amélioration du rendement des ouvrages par développement
- les paramètres des aquifères, c'est-à-dire transmissivité et perméabilité
- des renseignements sur les conditions aux limites : présence de limites étanches ou de limites d'alimentation (régime permanent).
- des renseignements sur la température et la qualité de l'eau
- pour le forage de réinjection : de sa capacité d'absorption

332 - Forage d'exhaure

3321 - Pompages par paliers de débits

Pour obtenir les caractéristiques de forage, un pompage d'essai par paliers de débits a été réalisé le 26/01/1982 dans les conditions suivantes :

- mesure du niveau statique avant pompage
- pompage à $Q = 40 \text{ m}^3/\text{h}$ durant 1 heure, mesure du rabattement et arrêt de la pompe durant 1 heure
- forage à $Q = 80 \text{ m}^3/\text{h}$ durant 1 heure, mesure de rabattement et arrêt de la pompe durant 1 heure
- pompage à $Q = 100 \text{ m}^3/\text{h}$ durant 1 heure, mesure du rabattement et arrêt de l'essai

Soit 4 paliers de 1 heure. Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous :

PALIER	Q m ³ /h	RABATTEMENTS (en mètres)	RABATTEMENTS SPECI- FIQUES s/Q en m/m ³ /h
1	40	6,20	0,155
2	60	9,75	0,163
3	80	13,61	0,170
3' (1)	87	13,54	0,156
4	100	15,00	0,150

(1) - Mesure réalisée lors du pompage de 24 heures.

Les courbes rabattement/débit $s = f(Q)$ et rabattement spécifique/débit $s/Q = f(Q)$ ont été reportées en coordonnées arithmétiques (cf. annexe 3, fig. 1 et 2).

Les résultats démontrent que le forage était incomplètement développé lorsqu'a été commencé l'essai et qu'une amélioration de rendement du forage, par diminution des pertes de charge quadratique due à un écoulement turbulent dans les crépines et le tubage, s'est produite en cours d'essai, les derniers paliers à 87 et 100 m³/h s'alignent assez correctement sur celui de 40 m³/h. L'exploitation du forage à $Q = 80$ m³/h n'est donc pas excessive comme le montre la figure 1 de l'annexe 3, et les rabattements pour ce débit devraient se situer entre 12 m et 12,50 m.

3322 - Pompage d'essai de moyenne durée

Le pompage au débit de 87 m³/h a été réalisé les 26 et 27/01/1982. La remontée a été enregistrée durant 240 minutes.

Le temps de pompage étant suffisamment long, la méthode d'approximation logarithmique de JACOB a été admise. Les rabattements observés pendant la descente, ont été reportés en fonction du logarithmique de temps, pendant la remontée, en fonction du logarithmique de rapport $(1 + \frac{t_p}{t_r})$, où t_p est le temps de pompage et t_r le temps de remontée.

- descente (voir annexe 3, fig. 3)

La descente se manifeste jusque vers la 30^{ème} minute où s'opère un début de stabilisation. Toutefois, étant donné le caractère confiné de l'aquifère et le temps de pompage relativement court, on peut suspecter l'effet d'un débit constant retardé plutôt qu'une stabilisation due à une limite d'alimentation relativement proche.

En déterminant sur la droite précédant la stabilisation, la pente i de la droite $s = f(\log t)$, numériquement égale à l'augmentation du rabattement s par cycle logarithmique, on calcule la transmissivité T (m^2/s) égale au produit de la perméabilité K par l'épaisseur de l'aquifère, par la formule de JACOB :

$$T = \frac{0,183 Q}{i}$$

avec $i = 0,4 \text{ m}$

$Q = 87 \text{ m}^3/\text{h}$

$T = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

d'où $K = 1,34 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

- remontée (voir annexe 3, fig. 4)

La remontée présente une courbe qui rappelle le cas d'une nappe semi-captive avec un débit constant retardé : après la partie influencée par l'effet de capacité du puits, on retrouve la droite à prendre en compte pour le calcul de T avant qu'elle ne s'infléchisse pour tendre vers un palier horizontal :

$i = 0,46 \text{ m}$

$T = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

d'où $K = 1,17 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

333 - Forage de rejet

La partie inférieure du forage entre 29,60 et 37 m étant en eau, un essai de puits par paliers de débit a été réalisé le 22/12/1981 aux débits de 6,8 et 12 m^3/h . Il a été suivi le lendemain par un pompage d'essai d'une durée de 7 heures. La remontée a été suivie durant 1 heure.

3331 - Pompage d'essai par paliers de débits

Les résultats de 3 paliers de 1 heure sont reproduits dans le tableau ci-dessous :

Paliers	Q m3/h	Rabattelements en m	Rabattelements spécifiques s/Q en m/(m3/h)
1	6	2.0	0.333
2	8	2.3	0.288
3	12	3.7	0.308

Les courbes rabattement/débit $s = f(Q)$ ont été reportées en coordonnées arithmétiques (voir annexe 3, fig. 5).

On note une amélioration du rendement du forage en cours d'essai, notamment entre le premier et deuxième palier. Entre le deuxième et troisième palier, on note l'amorce d'une légère perte de charge quadratique due à un écoulement turbulent dans les crépines, le massif de gravier et le milieu aquifère.

3332 - Pompage d'essai de moyenne durée

Le pompage a été réalisé au débit de 12 m3/h durant 6 heures. La remontée a été mesurée durant 60 minutes.

Le temps de pompage étant suffisamment long, la méthode d'approximation logarithmique de JACOB a été admise.

- descente

Bien que la descente ne soit guère interprétable (cf. annexe 3, fig. 6), on peut tirer des valeurs numériques fournies par l'essai des données suivantes :

- . stabilisation à partir de la 100^e minute
- . rabattement stabilisé de 3,96 - 3,97 pour un débit de 12 m³/h
- . une valeur de $T = 8,7 \cdot 10^{-4}$ m²/s (formule de DUPUIT)
d'où une valeur de $K = 1,1 \cdot 10^{-4}$ m/s pour une épaisseur mouillée de 7,9 m.

- remontée (annexe 3, fig. 7).

Les rabattements résiduels ont été reportés sur papier logarithmique en fonction du logarithme du rapport $(1 + \frac{tp}{tr})$, avec tp = temps de pompage et tr = temps de remontée.

Elle présente une courbe caractéristique de cas d'une nappe infinie : après la partie influencée par l'effet de capacité de puits, on retrouve la droite à prendre en compte pour le calcul de T , dont le prolongement correspond à l'intersection de la droite avec l'axe de rabattement nul ($S = 0$):

$$\begin{aligned}i &= 0,34 \text{ m} \\T &= 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \\e &= 7,9 \text{ m} \\K &= 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}\end{aligned}$$

3333 - Essai d'injection (annexe 3, fig. 8).

L'essai d'injection a été réalisé aux débits successifs de 10, 20, 30, 40, 50, 60 et 65 et 60 m³/h. Les résultats numériques sont reproduits sur le tableau ci-après.

Les valeurs ont été reportées en coordonnées arithmétiques. La relation rehaussement (r) = $f(Q)$ donne pour les valeurs 20, 30 et 40 m³/h une droite de la forme $r = B(Q)$, exprimant une perte de charge linéaire due à un écoulement laminaire dans les crépines, le massif de gravier et le milieu aquifère.

HEURES	Q m ³ /h	NIVEAU D'EAU PROFONDEUR EN m.	REHAUSSEMENTS en m.
11H 30	0	30.08	0
12 H - 12 H 30	10	27.6	2.48
12 H 30 - 13 H	20	26.97	3.11
13 H - 13 H 30	30	23.75	6.33
13 H 30 - 14 H	40	21.02	9.06
14 H - 14 H 30	50	17.10	12.98
14 H 30 - 15 H	60	12.13	17.95
15 H - 15 H 30	65	10.66	19.42
15 H 30 - 16 H	65	10.34	19.74
16 H - 16 H 30	65	9.36	20.72
16 H 30 - 17 H	65	9.31	20.77
17 H - 17 H 30	60	10.23	19.85
17 H 30 - 18 H	60	10.36	19.72
18 H - 18 H 30	60	10.38	19.70
18 H 30 - 19 H	60	10.57	19.51
19 H - 19 H 30	60	10.67	19.41
19 H 30 - 20 H	60	10.69	19.39

A partir de 50 m³/h, des pertes de charge quadratique dues à un écoulement turbulent se manifeste et on aura une relation $r = f(Q)$ de la forme $r = BQ + CQ^2$.

A 65 m³/h l'essai a été poursuivi pendant 2 heures, le rehaussement ne tend vers la stabilisation qu'après 1 H 30 de réinjection. Le débit est ensuite ramené à 60 m³/h et maintenu durant 2 H 30. On assiste alors à une remontée, lente baisse du niveau (variation transitoire) vers un nouveau régime d'équilibre après 2 heures de réinjection. Reportés sur papier semi-logarithmique, les points s'éloignent sur une droite et la méthode d'approximation logarithmique de JACOB peut être appliquée, elle donne : (annexe 3, fig. 9).

$$\begin{aligned} & . i = 0,71 \text{ m} \\ & . Q = 5 \text{ m}^3/\text{h} \\ & . T = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s} \\ & . e = 22 \text{ m} \\ & \text{d'où : } K = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} \end{aligned}$$

Cette valeur correspondant à celles usuellement trouvées dans les formations glaciaires (1).

L'application de la formule de NASBERG TERLETSKATA où

$$Q = \frac{Kh^2}{0,423 \log \frac{4h}{d}} \quad \text{donne avec :}$$

$$\begin{aligned} & . Q = 60 \text{ m}^3/\text{h} \\ & . h = 22 \text{ m (rehaussement)} \\ & . d = 0,6 \text{ m (diamètre du forage)} \end{aligned}$$

une perméabilité $K = 3,15 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.

Un débit de 80 m³/h ne passera donc pas et le rejet devra être limité à 50 m³/h comme le démontre par ailleurs la figure 8 de l'annexe 3.

(1) - Cf. "Proposition pour une loi de distribution des perméabilités et des transmissivités" par D. ROUSSELOT, rapport B.R.G.M. 76 SGN 337 AME. Sur 37 valeurs mesurées dans l'Est lyonnais, on obtient statistiquement une médiane de $3,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ et une moyenne de $3,12 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.

34 - TEMPERATURE ET ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU

En fin d'opération du pompage d'essai de moyenne durée, au débit de 87 m³/h, la température de l'eau en bout de la conduite de refoulement (150 m) était de 12,9°C pour une température de l'air de 6,4°C. La conduite fut ensuite réduite à 10 m et après un pompage d'une demi-heure, la température était de 13,1°C.

L'analyse chimique (voir annexe 4) donne une eau moyennement minéralisée, de type nettement bicarbonaté-calcique avec faibles teneurs en sodium, potassium, chlore et sulfates. La teneur en nitrates, bien qu'inférieure aux normes actuelles (50 mg/l), n'est cependant pas négligeable et témoigne de l'influence agricole sur les eaux de l'aquifère molassique.

L'indice de RYZNAR obtenu à partir des valeurs de la température de l'eau, du résidu sec, des teneurs en calcium et bicarbonates et du pH, donne une valeur de 7,78, ce qui place cette eau dans la catégorie moyennement corrosive.

Parmi les substances toxiques ou indésirables : plomb, sélénium, fluorures, arsenic, chrome hexavalent, cyanures, cuivre, fer, manganèse, zing, et composés phénoliques, seules les fluorures dépassent le seuil de détermination analytique avec 0,1 mg/l.

Quant à l'analyse bactériologique, elle ne montre pas de contamination à caractère péjoratif, l'eau est potable du point de vue bactériologique.

4 - CONCLUSIONS

La ville de SAINT PRIEST, désirant alimenter en eau son complexe sportif du Clairon à partir d'une ressource propre, a confié au B.R.G.M. la maîtrise d'oeuvre pour la réalisation d'un forage d'exhaure à la molasse miocène et d'un forage de rejet dans la formation glaciaire sus-jacente.

Le forage d'exhaure a atteint la profondeur de 150 m et est équipé de façon à ne capter que les eaux issues de la molasse. Le forage de rejet, d'une profondeur de 37,3 m est équipé au contraire de façon à ne rejeter les eaux de la piscine et de la pompe à chaleur que dans la formation glaciaire sus-jacente et dans les sables molassiques remaniés en tête de formation.

Les essais de puits par paliers de débit et le pompage d'essai de moyenne durée (24 h) ont montré que le forage d'exhaure pouvait fournir le débit demandé, soit 80 m³/h.

Un essai d'injection sur le forage de rejet a montré par contre que le débit limite d'injection était de 50 m³/h.

L'analyse physico-chimique réalisée montre que les eaux sont :

- conformes aux normes de qualité des eaux de distribution publique
- de type bicarbonaté-calciqque, moyennement minéralisées, avec faibles teneurs en sodium, chlorures et sulfates
- moyennement corrosives d'après l'indice de RYZNAR

Quant à la température de l'eau, elle s'élève à 13,1°C.

ANNEXE 1

COUPES TECHNIQUES ET LITHOLOGIQUES DES FORAGES.

(figures 1 et 2 Hors texte).

.....
ANNEXE 2
.....

.....
ACIER AU CHROME-ALUMINIUM APS 20 A.
.....

ACIER AU CHROME-ALUMINIUM APS 20 A

APS 20 A est un acier à vitesse de corrosion limitée se protégeant naturellement contre cette attaque. Le caractère d'auto protection de l'acier APS 20 est dû à la combinaison Chrome-Aluminium qui favorise, en milieu oxydant, la formation, à la surface de l'acier, d'une couche d'oxydes étanche et adhérente. Cette couche d'oxydes, ou rouille superficielle, constitue un revêtement naturel de protection qui permet de limiter le contact entre le milieu corrosif et le métal; sa bonne adhérence lui conserve cette propriété dans le temps.

APS 20 A est spécialement recommandé dans les milieux provoquant les types de corrosion suivants :

a) corrosion humide :

- corrosion atmosphérique: ambiance rurale, tropicale, urbaine et marine;
- corrosion marine : embruns, marnage, immersion;
- corrosion aqueuse : eaux naturelles et industrielles.

b) corrosion sèche :

- oxydation aux températures inférieures à 650° ;
- CO² sous pression ;
- gaz de combustion (composés soufrés, azotés, oxydes de carbone).

APS 20 A

Composition chimique moyenne : C = 0,10 Mn = 0,40 Si = 0,40 Cr = 4,00
Al = 0,9

Caractéristiques mécaniques :

limite élastique	Re ≥ 280 N/mm ²
résistance	Rm ≥ 500 N/mm ²
allongement	A (5d) ≥ 20 %
résilience	KCUl + 20° C ≥ 60 J/cm ² KCVL 0° C > 35 J/cm ²
pliage	180° sur une épaisseur

Propriétés physiques :

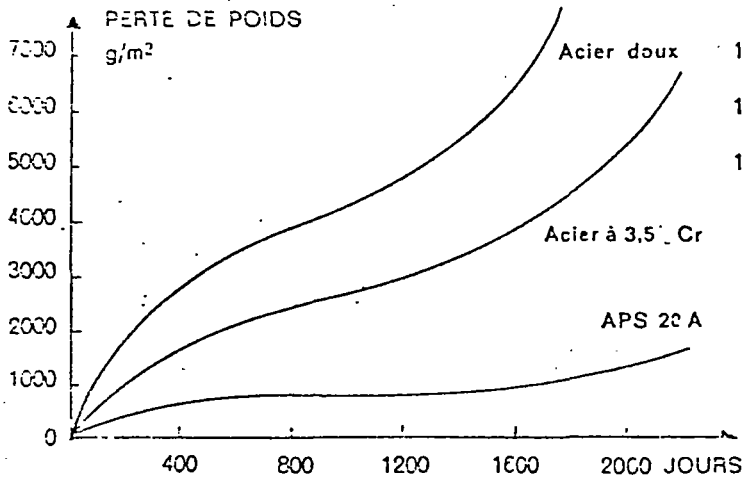
Point de transformation	$Ac_1 = 830^{\circ} \text{ C}$ $Ac_3 = 1050^{\circ} \text{ C}$
Coefficient de dilatation (entre 20 et 700° C)	$14,7 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
Résistivité électrique (à 20° C)	47 $\mu\Omega \text{ cm}$
Module d'élasticité (20° C)	20 600 N/mm^2

Mise en œuvre :

formage à chaud	: $\geq 920^{\circ} \text{ C} - 1000^{\circ} \text{ C}$ refroidissement air
formage à froid	: toutes mises en forme à froid habituelles
oxycoupage	: sans difficultés (décalaminage local à la flamme à pratiquer si la couche de calamine de laminage ou de recuit gêne l'amorçage de la coupe).
usinage	: techniques et conditions habituellement appliquées aux aciers courants.
soudage	: par tous les procédés industriels courants. Le métal déposé peut varier en fonction des conditions d'emploi. Normalement et pour les cas simples de corrosion ou oxydation, utiliser des électrodes du type 0,5 % Cr - 0,5 % Mo.
état d'emploi	: normalisé 920° C + revenu 650° C.

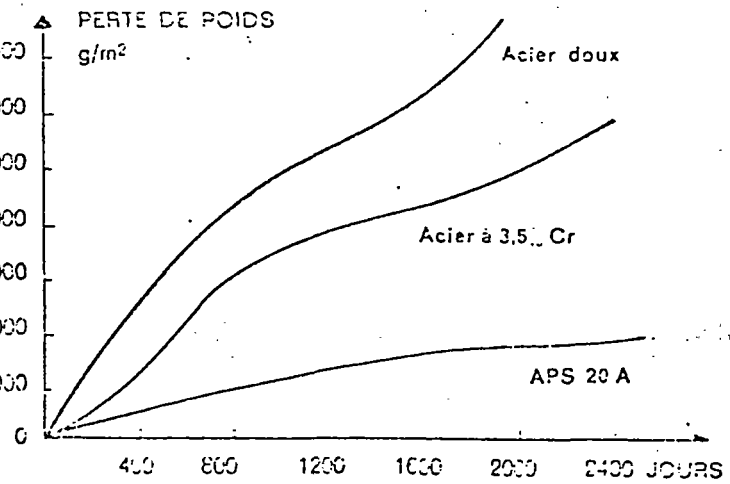
APS 20 A CORROSION MARINE

Corrosion en atmosphère marine

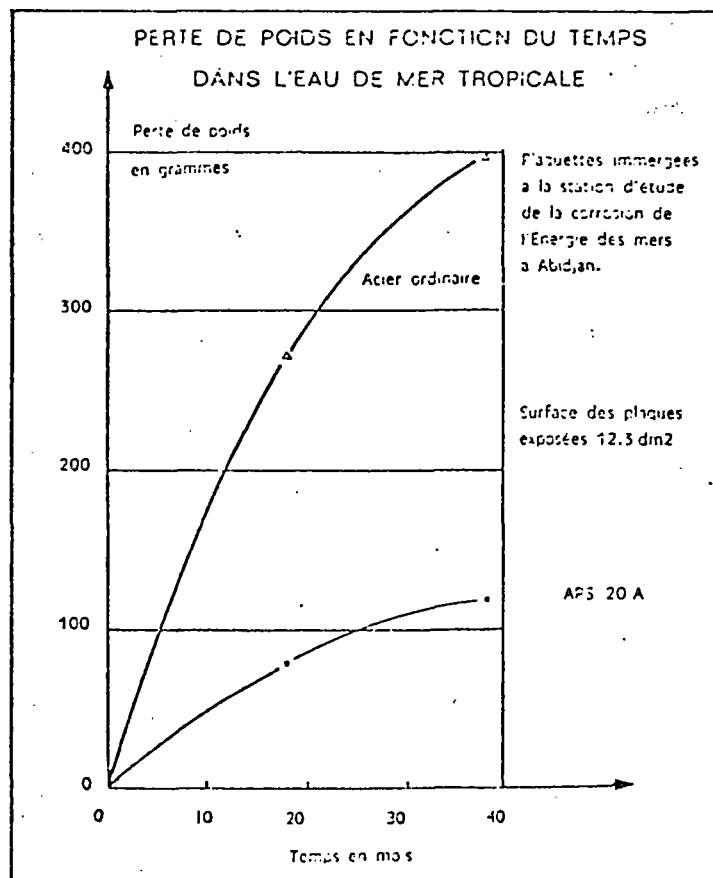


PERTE DE POIDS EN FONCTION DU TEMPS
Aciers au Cr faiblement alliés exposés à l'atmosphère marine
à KURE-BEACH - N.C. (U.S.A.) pendant 5 ans à 25 m de l'océan.
Etat de surface: sablé.

Corrosion en immersion marine

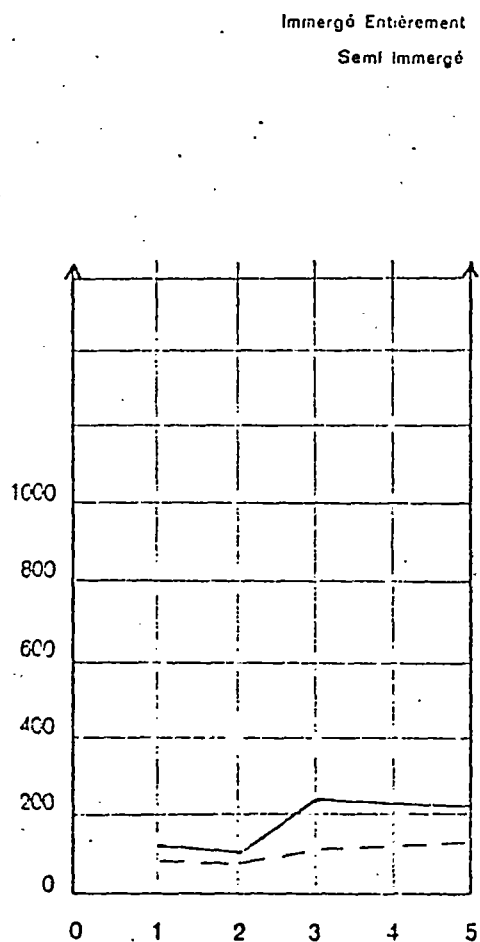


PERTE DE POIDS EN FONCTION DU TEMPS
Aciers au Cr faiblement allés immergés dans l'eau de mer
à HARBOR ISLAND - N.C. (U.S.A.) pendant 6 ans.
Etat de surface: sablé.



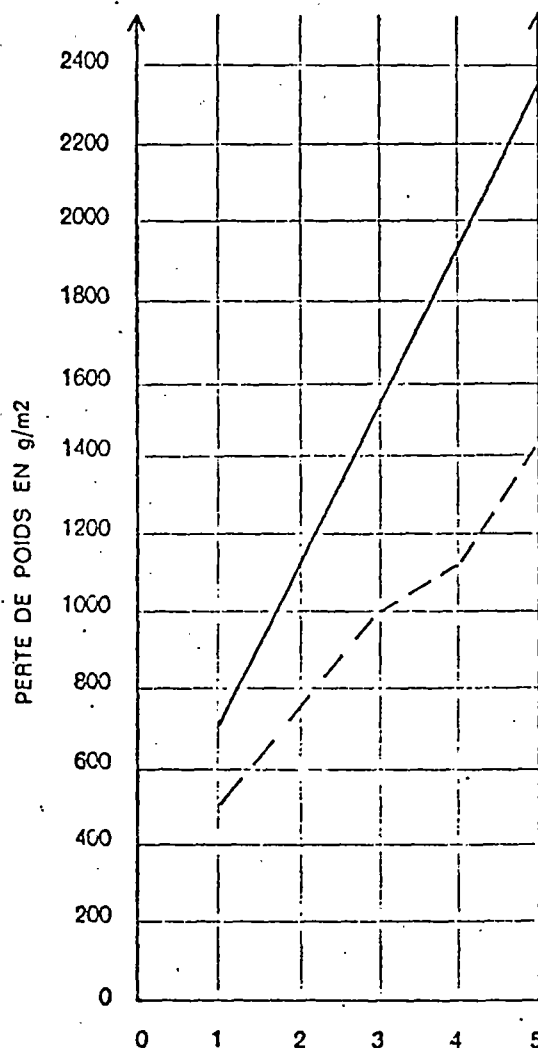
CORROSION PONDERALE DANS L'EAU NATURELLE

Milieu corrosif : eaux granitiques de la Truyère
Tôles à l'état nu (sablées)



DURÉE DE L'ESSAI EN ANNEES

ACIER APS 20 A



DURÉE DE L'ESSAI EN ANNEES

ACIER DOUX

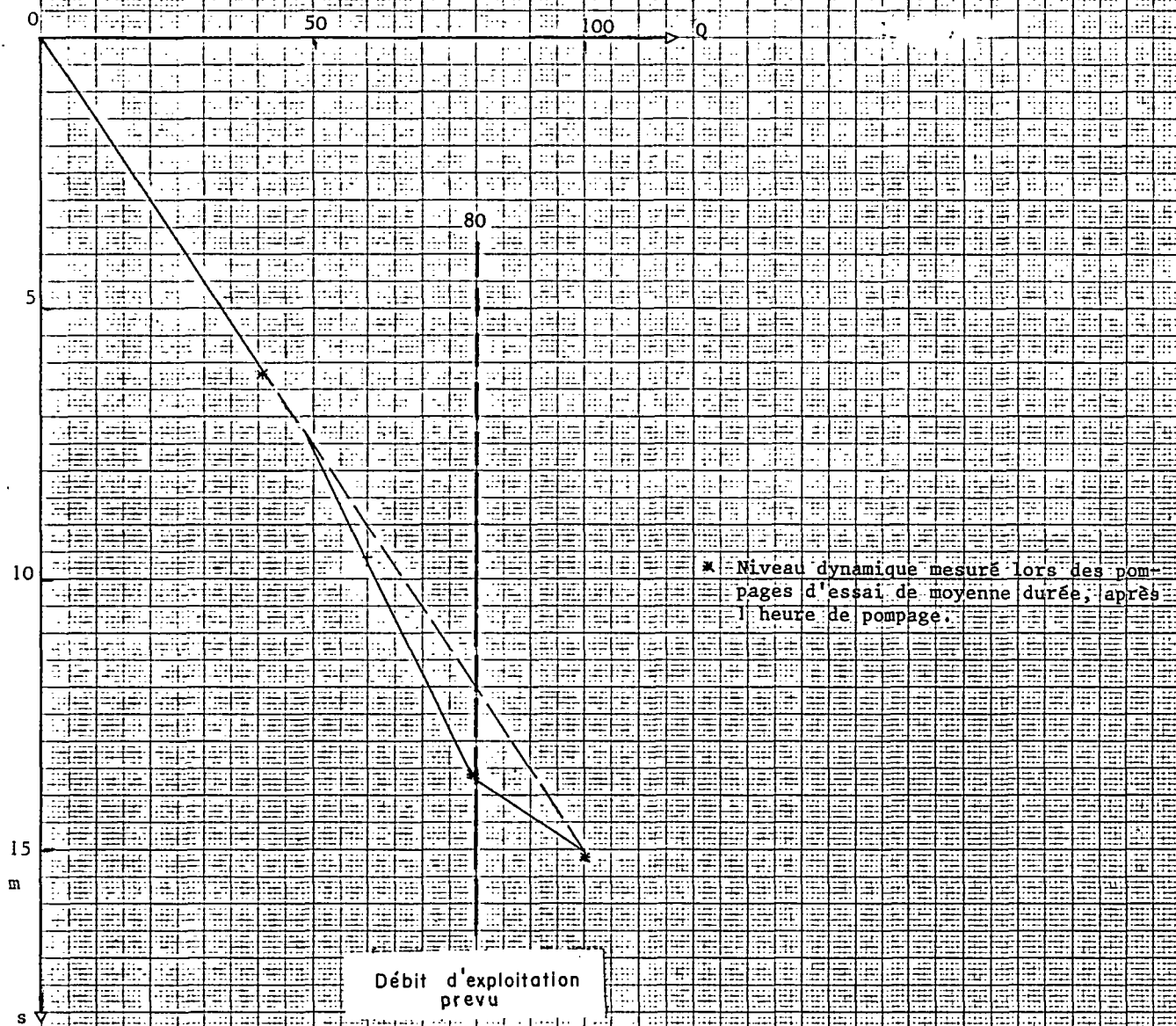
.....
ANNEXE 3
.....

.....
RÉSULTATS DE POMPAGE D'ESSAIS.
.....

FORAGE D'EXHAURE : ESSAIS DE Puits PAR PALIERS DE DEBITS

ANNEXE 3 - Fig. 1 -

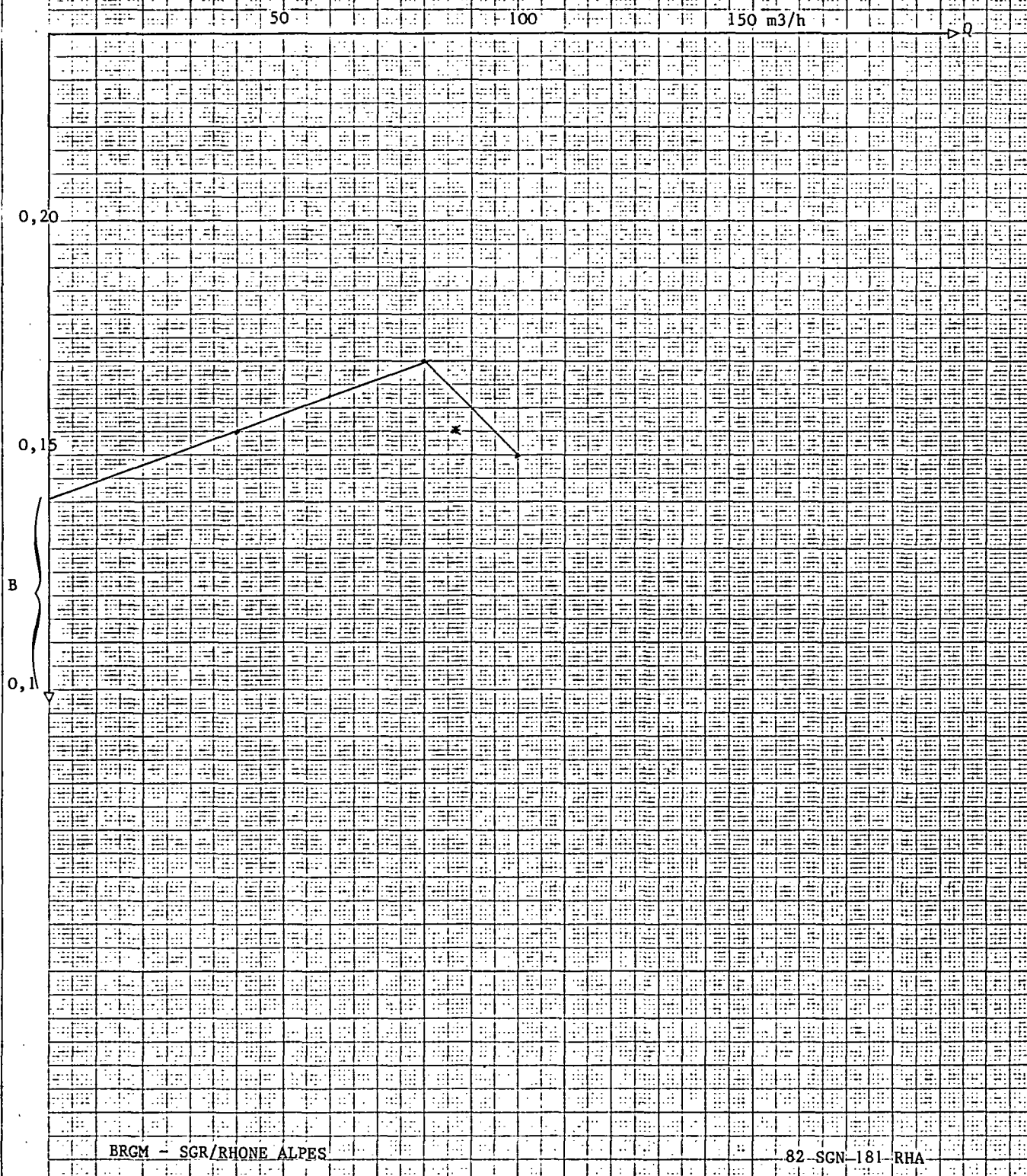
COURBE CARACTERISTIQUE $s = f(Q)$.



ANNEXE 3, fig. 2 -

FORAGE D'EXHAURE : ESSAIS DE PUIITS PAR PALIERS DE DEBITS -

COURBE CARACTERISTIQUE $S/Q = F(Q)$.



BRGM SGR/RHON-ALPES

SAINT PRIEST : FORAGE D'EXHAURE

POMPAGE D'ESSAI : DESCENTE

ANNEXE 3 - Fig. 3 -

Rabattements en m.

82 SGN
181 RHA

$s = 0,4 \text{ m}$
 $T = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
 $e = 82 \text{ m}$
 $K = 1,34 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

- 32 -

Annexe 3 - Fig. 3 -

Temps en minute.

Rabattements en m.

BRGM SGR/RHONE-ALPES

82 SCN 181 RHA

ANNEXE 3 - Fig. 4 -

SAINT PRIEST CLAIRON : FORAGE D'EXHAURE
POMPAGE D'ESSAI : REMONTEE

$r = 0,46 \text{ m}$
 $T = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
 $K = 1,17 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

Annexe 3, fig. 4 -

SAINT PRIEST CLAIRON - FORAGE DE REJET

ESSAI DE PUIT

ANNEXE 3 Fig. 5 -

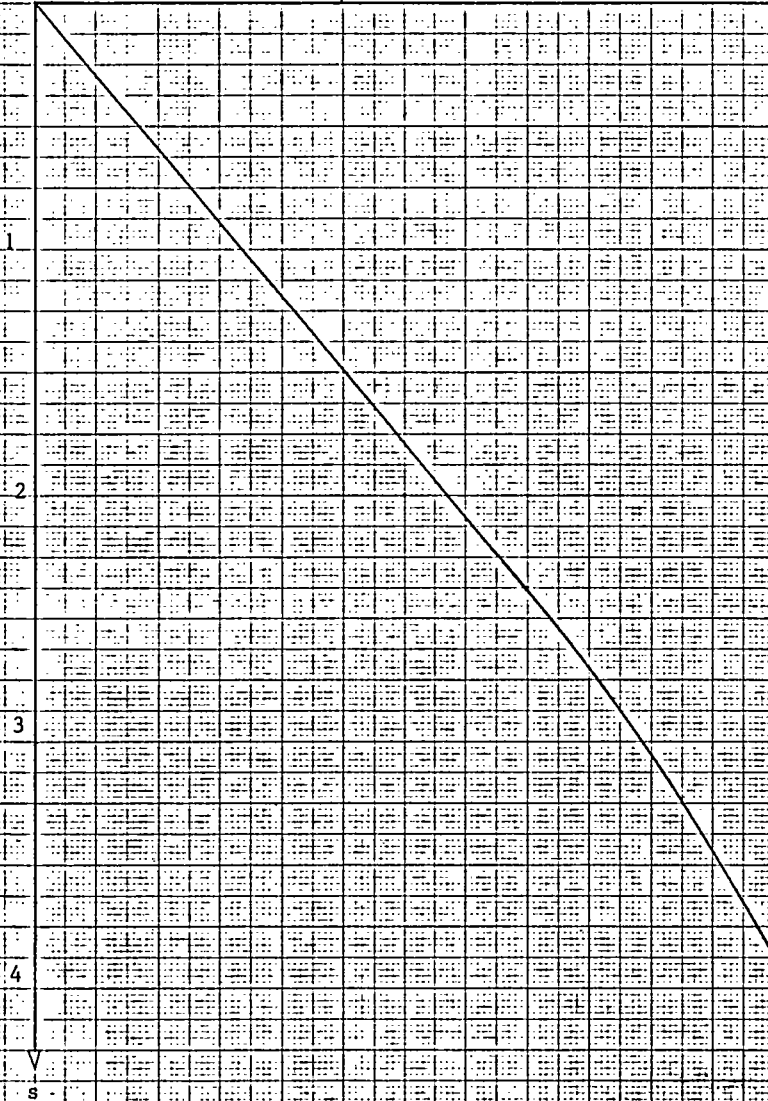
$$s = f(Q)$$

5

10

15 m³/h

Q



Rabattements en m.

SAINT PRIEST : FORAGE DE REJET
POMPAGE D'ESSAI : DESCENTE

ANNEXE 3, Fig. 6 -

BRGM SGR/RHONE-ALPES

82 SGN 181 RHA

Temps en minutes.

Annexe 3, fig. 6 -

Rabatement résiduel en m.

SAINT PRIEST : FORAGE DE REINJECTION
POMPAGE D'ESSAI : REMONTEE

ANNEXE 3, Fig. 7 -

BRGM SGR/RHONE-ALPES

82 SCN 181 RHA

$$Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

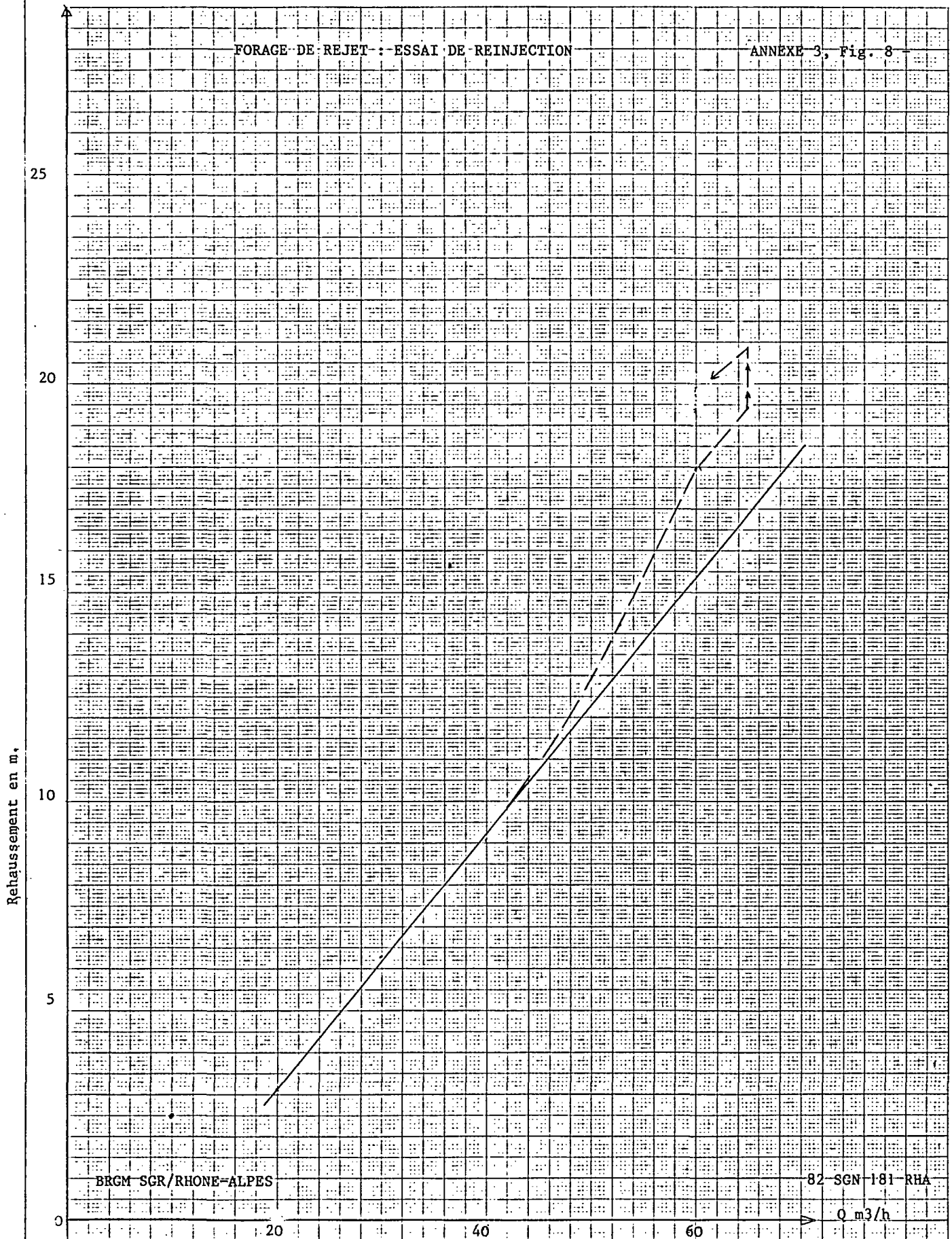
$$i = 0,34 \text{ m}$$

$$T = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$e = 7,9 \text{ m}$$

$$K = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Annexe 3, fig. 7 -



FORAGE DE REJET : ESSAI DE REINJECTION

DESCENTE DANS LE PUIT APRES PASSAGE DE 65 à 60 m³/h

Rehaussement en m.

18

19

20

21

BRGM SGR/RHONE-ALPES

82 SGN 181 RHA

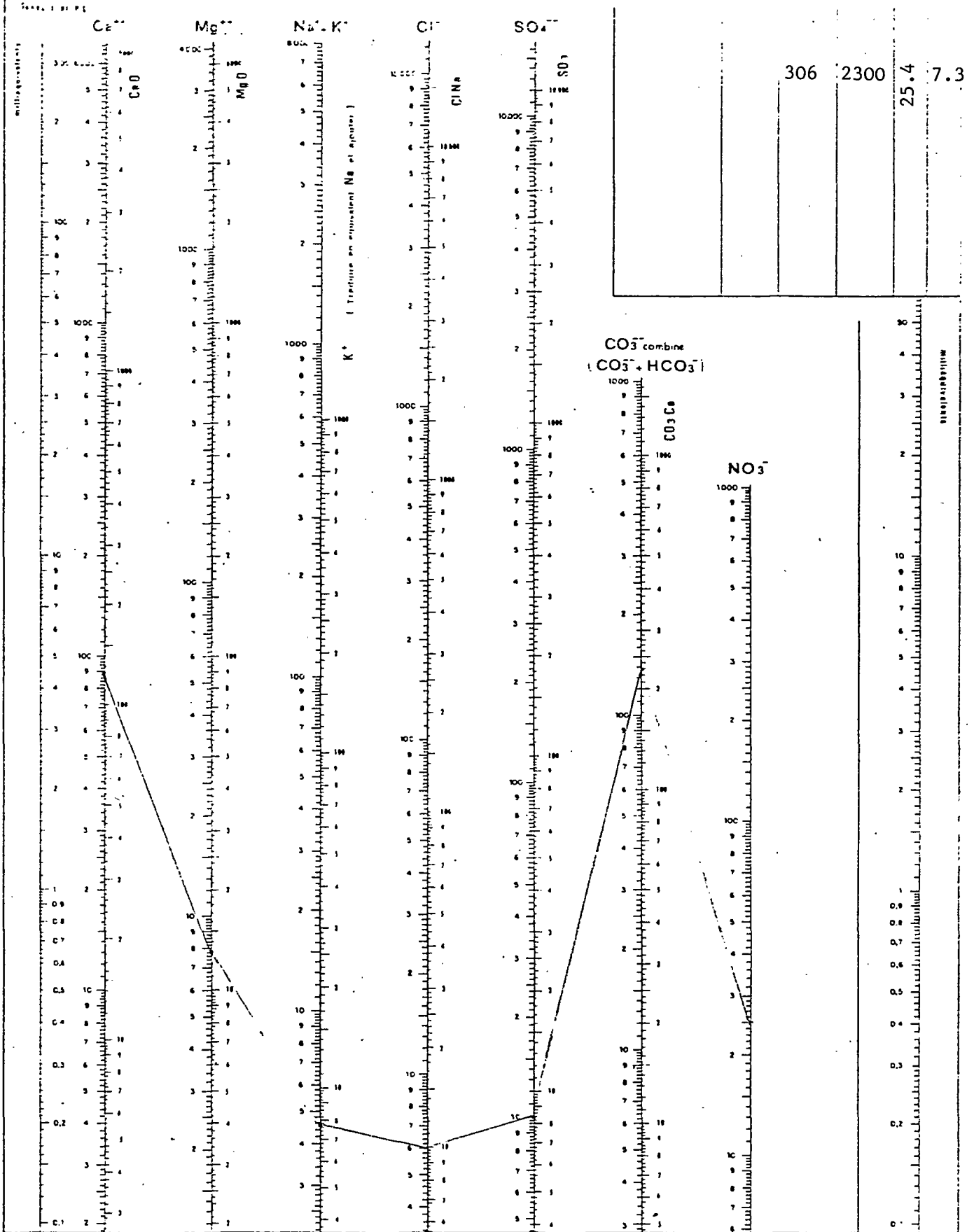
Temps en minutes.

Annexe 3, fig. 9

.....
ANNEXE 4
.....

.....
ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE
.....

[ADVANCE D EAD]



INSTITUT PASTEUR DE LYON

Téléph: (7) 872-35-09

Lignes Groupées

INSTITUT BACTÉRIOLOGIQUE
Reconnu d'utilité publique (Décret du 22 Juin 1903)
LABORATOIRE ENREGISTRÉ SOUS LE N° 69-17

77, Rue Pasteur, 77

69365 - LYON CEDEX 2

LABORATOIRE RÉGIONAL D'HYGIÈNE APPLIQUÉE

Agréé pour le contrôle des eaux minérales et des eaux d'alimentation (1^{re} Catégorie)
Agréé pour le contrôle des effluents Industriels.
Agréé pour le contrôle des produits diététiques et de régime

Demande de:

B. R. G. M.
M. Putalaz

Section des Eaux

43 boulevard du 11 Novembre
B. P. 6083

Feuille de Réponse

Origine.

69604 VILLEURBANNE
Saint-Priest
Forage
Eau non traitée

Prélèvement:

effectué le 27/1/82 par BRGM
Clairon

N° 995 A 378

Réception le 27/01/82

Réponse le 22/02/82

RÉSULTATS D'ANALYSE D'EAU

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE - BILAN IONIQUE

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Odeur Néant Couleur < 5 Turbidité (gouttes de mastic) < 5
pH à° C (sur le terrain) pH à 20° C (au Laboratoire) 7,30
Résistivité à 20° C (en ohms-cm) 2 300 Conductivité à 20° C (en µmhos/cm) 435

ANALYSE DES GAZ

Anhydride carbonique libre (en CO₂) : 18 mg/l
Hydrogène sulfuré (en H₂S) : 0 mg/l
Oxygène dissous : mg/l
Chlore résiduel total : 0 mg/l

AGRESSIVITE AU MARBRE

	AVANT MARBRE		APRES MARBRE		Résultats à 20° C *
pH	7,30		7,30		
T.A.C.	még./l	mg/l en CaO	még./l	mg/l en CaO	
	4,50	126	4,35	122	

* (1) : eau à l'équilibre calco-carbonique - (2) : eau agressive - (3) : eau incrustante.

Résidu sec à 110° C	3,06	à 500° C	213	mg/l
Oxygène cédé par le permanganate, à chaud, en milieu alcalin (indice de matières organiques)			0,15	mg/l
TH : Titre hydrotimétrique ou dureté totale			25,4	degrés français : °f
T.A.C. : Titre alcalimétrique complet			22,5	degrés français : °f
T.A. : Titre alcalimétrique			0	degrés français : °f
Silice soluble (en Si O ₂)			15,4	mg/l

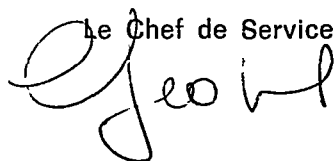
COMPOSITION IONIQUE

CATHIONS	mg/l	méq./l	ANIONS	mg/l	méq./l
TH : Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺		5,09	TAC : CO ₃ ⁼ + HCO ₃ ⁻		4,5
Calcium : Ca ⁺⁺	89	4,45	TA : 1/2 CO ₃ ⁼		0
Magnésium : Mg ⁺⁺	7,8	0,64	Carbonate : 2 TA		0
Sodium : Na ⁺	4,1	0,18	Bicarbonate : HCO ₃ ⁻	274	4,5
Potassium : K ⁺	0,8	0,02	Chlorure : Cl ⁻	6	0,17
Ammonium : NH ₄ ⁺	< 0,10		Sulfate : SO ₄ ⁼	10	0,21
Fer : dissous	< 0,10		Nitrate : NO ₃ ⁻	25	0,40
Manganèse : Mn ⁺⁺	< 0,05		Nitrite : NO ₂ ⁻	< 0,02	
			Phosphate : PO ₄ ⁼	0,10	< 0,01
			Silicate : HSiO ₃ ⁻		
Total des cations		5,29	Total des anions		5,28

CONCLUSION

Eau moyennement minéralisée, de dureté accentuée, principalement bicarbonatée calcique.

Eau potable du point de vue chimique, en ce qui concerne les paramètres analysés.

Le Chef de Service


INSTITUT PASTEUR DE LYON

Téléph: (7) 872-35-09

Lignes Groupées

INSTITUT BACTÉRIOLOGIQUE
Reconnu d'utilité publique (Décret du 22 Juin 1903)
LABORATOIRE ENREGISTRÉ SOUS LE N° 69-17

77, Rue Pasteur, 77

69365 - LYON CEDEX 2

LABORATOIRE RÉGIONAL D'HYGIÈNE APPLIQUÉE

Agréé pour le contrôle des eaux minérales et des eaux d'alimentation (1^{re} Catégorie)

Agréé pour le contrôle des effluents Industriels.

Agréé pour le contrôle des produits diététiques et de régime.

Demande de:

B. R. G. M. M. Putalaz

43 boulevard du 11 Novembre

B. P. 6083

69604 VILLEURBANNE

Section des Eaux d'Alimentation

Feuille de Réponse

Origine:

Saint-Priest
Forage

Prélèvement:

N° 995 A 822

Réception le 27/01/82

Réponse le 22/02/82

RECHERCHE ET DOSAGE DES SUBSTANCES TOXIQUES OU INDÉSIRABLES

Élément recherché	Teneur dans l'eau en mg. par litre	Seuil de détermination analytique précise en mg. par litre	Tolérance légale en mg. par litre
Plomb (en Pb).....	(1)	0,010	0,100
Selenium (en Se).....	(1)	0,010	0,050
Fluorures (en F).....	0,10	0,050	1
Arsenic (en As).....	(1)	0,010	0,050
Chrome Hexavalent.....	(1)	0,010	(1)
Cyanures.....	(1)	0,010	(1)
Cuivre (en Cu).....	(1)	0,050	1
Fer (en Fe).....	(1)	0,050	0,200
Manganèse (en Mn).....	(1)	0,050	0,100
Zinc (en Zn).....	(1)	0,050	5
Composés Phénoliques (en Phénols).....	(1)	0,010	0

(1) Dose inférieure au seuil de détermination analytique.

- Remarques et conclusions :

Eau conforme à la réglementation des eaux de distribution publique.

Le Chef de Service

LABORATOIRE RÉGIONAL D'HYGIÈNE APPLIQUÉE

Agréé pour le contrôle des eaux minérales et des eaux d'alimentation (1^{re} Catégorie)
Agréé pour le contrôle des effluents Industriels.
Agréé pour le contrôle des produits diététiques et de régime

Demande de:

B. R. G. M.
M. Putalaz

Section des Eaux

43 boulevard du 11 Novembre
B. P. 6083

Feuille de Réponse

Origine:

69604 VILLEURBANNE
Saint-Priest
Forage
Eau non traitée

N° 995-A-145

Réception le 27/01/82

Prélèvement:

effectué le 27/1/82 par BRGM
Clairon

Réponse le 22/02/82

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

1° Dénombrement total des bactéries (Norme AFNOR T 90401 - 90402)

— Nombre de colonies après 24 heures à 37° : 124 par 1 ml
— Nombre de colonies après 72 heures à 20 - 22° : 660 par 1 ml

2° Colimétrie (Norme AFNOR T 90414)

— Coliformes totaux présumés : 0 par 100 ml
— Coliformes fécaux présumés : 0 par 100 ml

3° Dénombrement des Streptocoques Fécaux : 0 par 100 ml

4° Dénombrement des clostridium sulfito-réducteurs : 0 par 100 ml

— identification éventuelle

5° Dénombrement de staphylococcus aureus :

6° Recherche des salmonella :

7° Dénombrement des levures et moisissures :

8° Dénombrement des pseudomonas aeruginosa :

CONCLUSION

Pas de contamination bactérienne à caractère péjoratif ;
Eau potable du point de vue bactériologique.

Le Chef de Service





Service Géologique Régional
RHÔNE-ALPES

VILLE DE SAINT-PIEST (69)

étude :

PISCINE DU CLAIRON

échelle :

ANNEXE I

Fig. 1

DESIGNATION: FORAGE D'HEXAURE CENTRE SPORTIF
DU CLAIRON

MAITRE D'OEUVRE : BRGM/SGR-RHA

ENTREPRISE : INTRAFOR-COFOR

COMMUNE : SAINT-PIEST

DEBUT : 21.10.81

FIN : 12.11.81

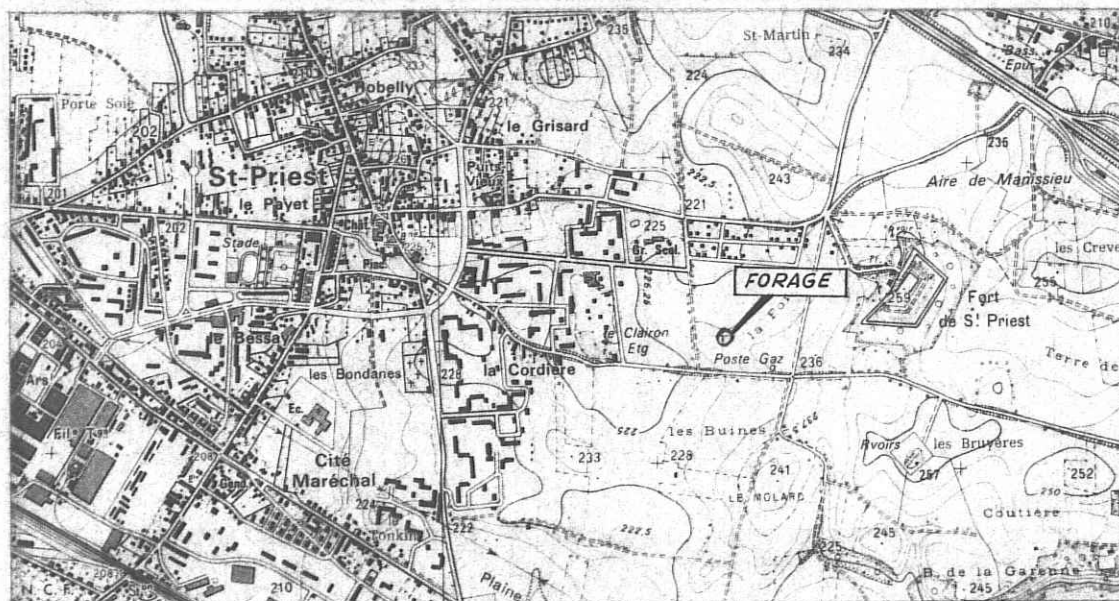
X : 804,210

Y : 80,455

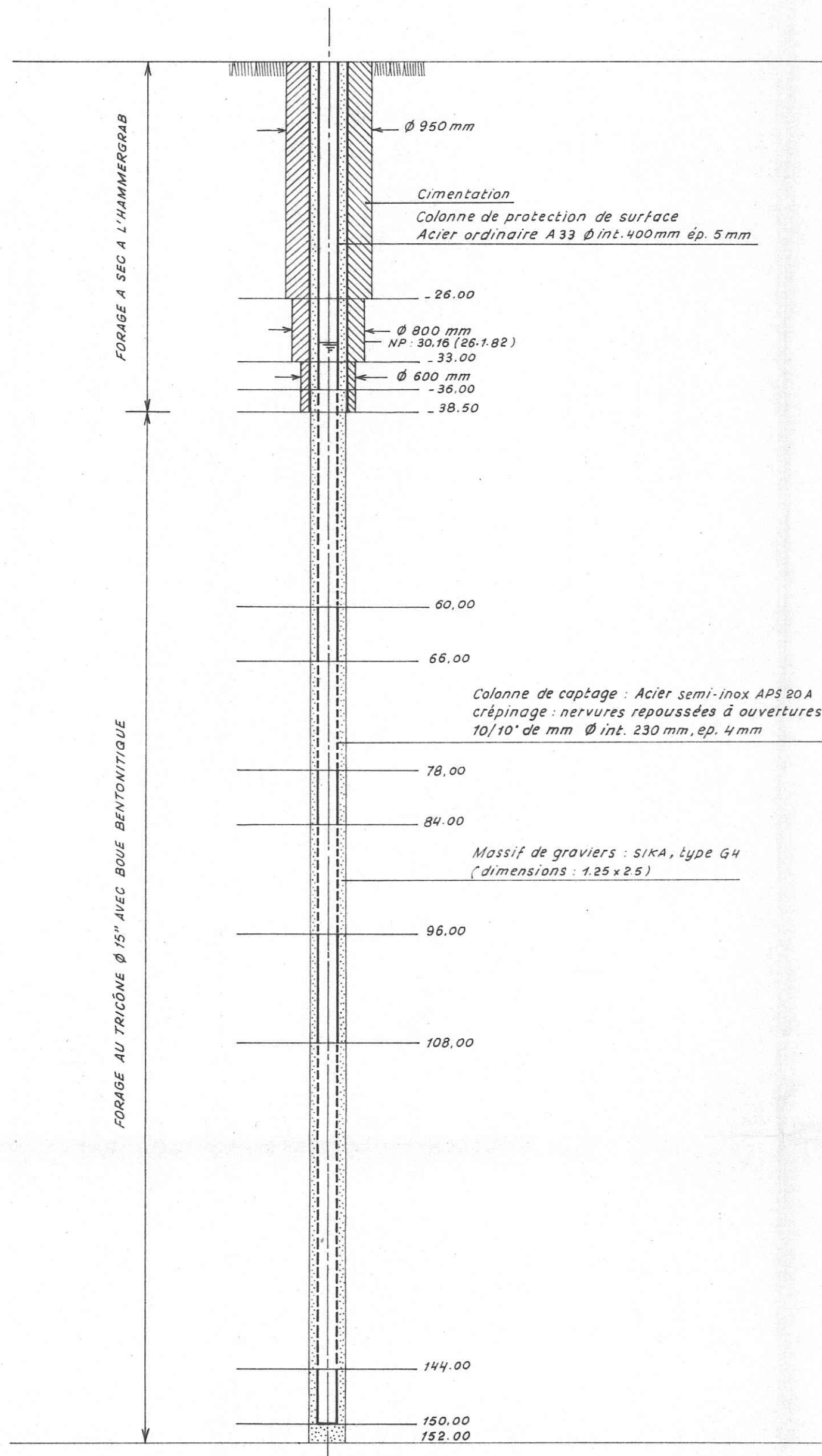
modification	date
	03.82

82 SGN 181 RHA

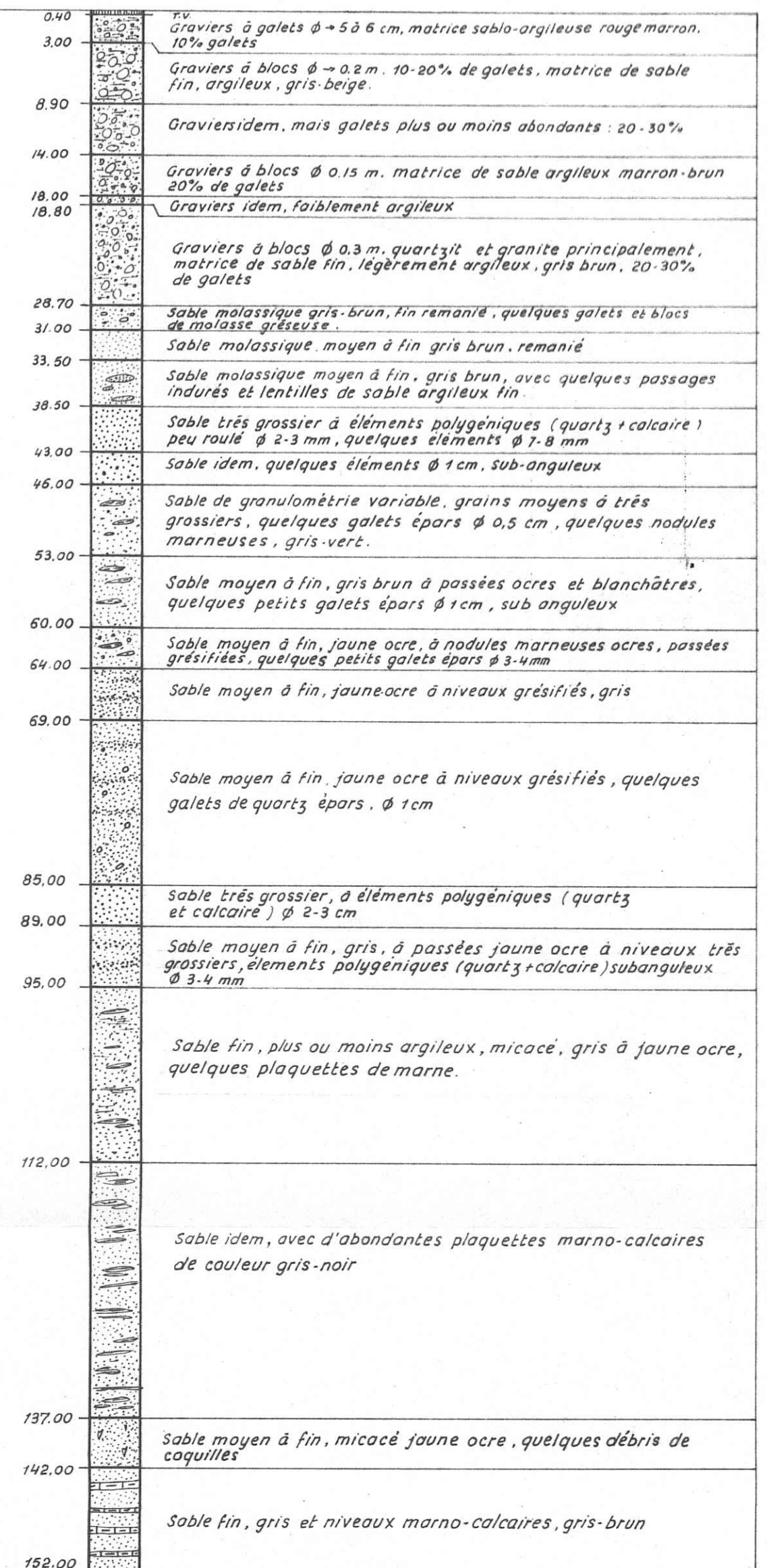
PLAN DE SITUATION A 1/50 000



COUPE TECHNIQUE



COUPE GEOLOGIQUE



Service Géologique Régional
RHÔNE-ALPES

VILLE DE SAINT-PRIEST (69)

étude

PISCINE DU CLAIRON

échelle

ANNEXE I

Fig.2

DESIGNATION: FORAGE DE REJET CENTRE SPORTIF
DU CLAIRON

MAITRE D'OEUVRE: BRGM/SGR-RHA

ENTREPRISE: INTRAFOR-COFOR

COMMUNE: SAINT-PRIEST

DEBUT: 1.12.81

FIN: 30.11.81

X: 804,120

Y: 80,455

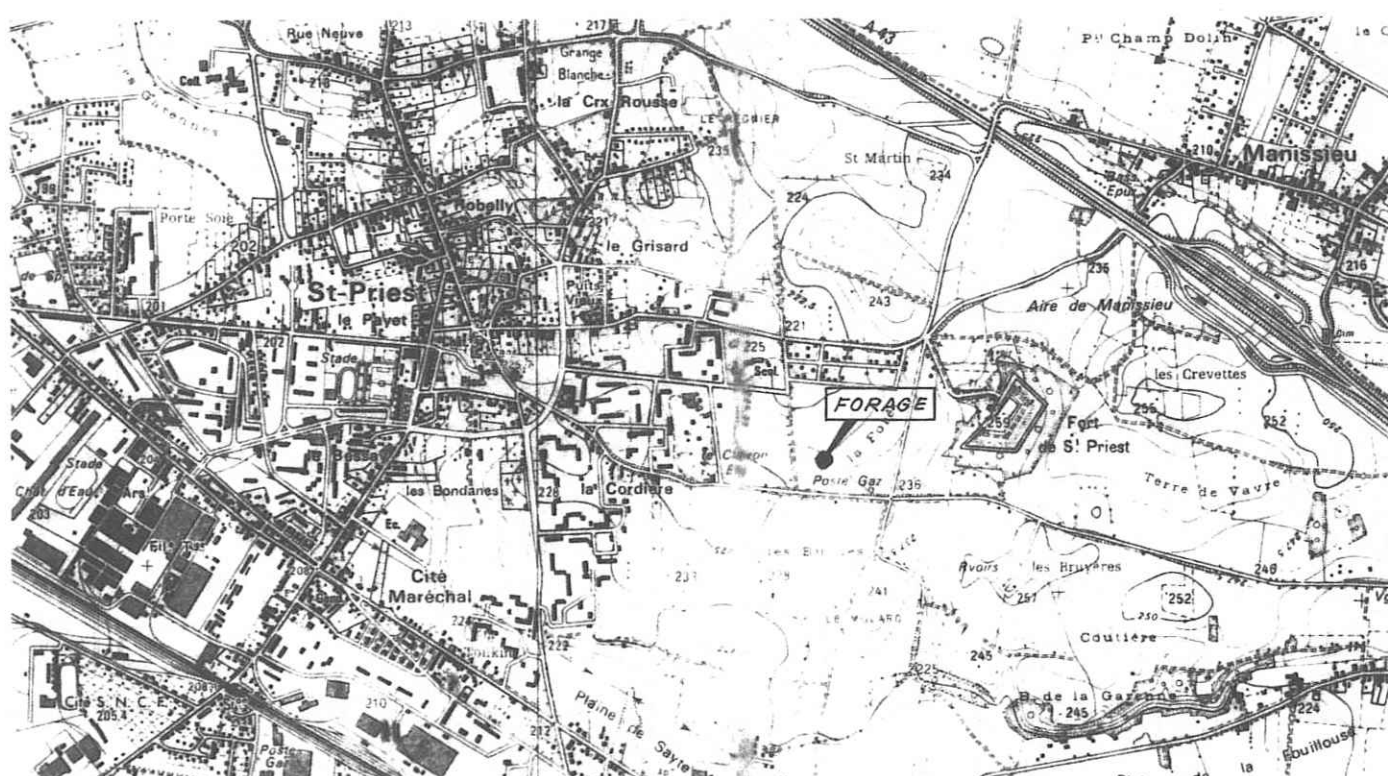
modification	date
	03.82

82 SGN 181 RHA

dessin JFR
visa JP

MAP DE SAINT-PIERRE - FORDORVILLE 979 C

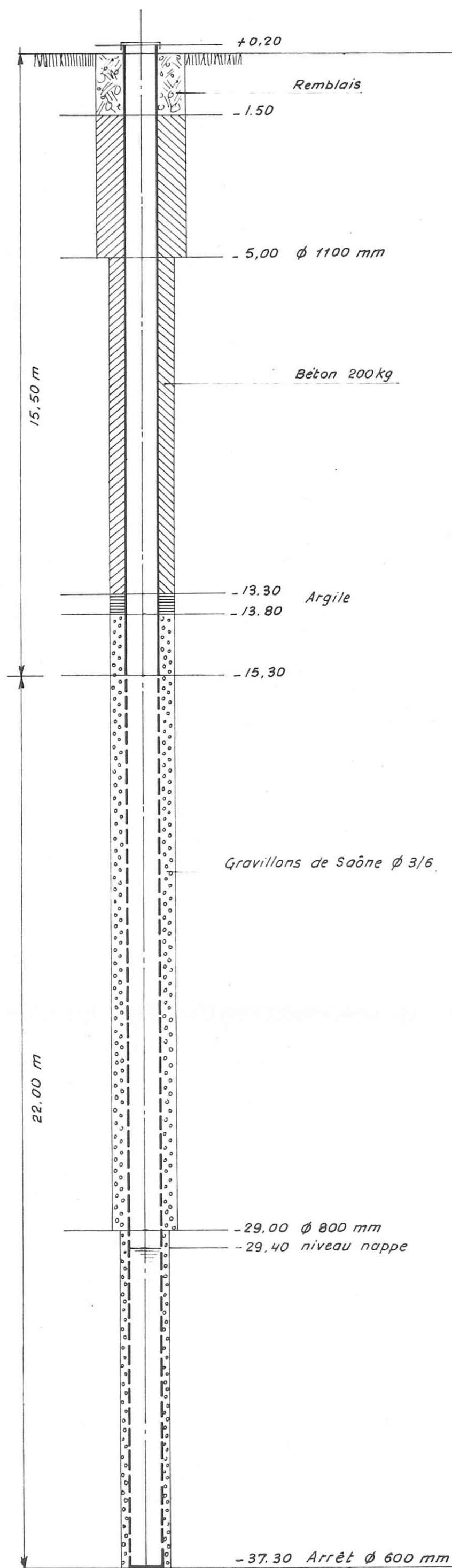
SITUATION AU 1/25000



COUPE TECHNIQUE

ACIER APS 20A, PLEIN

ACIER APS 20A Ø 400/14, CREPINE NERVURES REPOUSSEES 20/10°



COUPE GEOLOGIQUE

