



BRGM



88 SGN 7 6 2 ALS

SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL ALSACE  
204 route de Schirmeck - 67200 Strasbourg - Tél. 88 30 12 62



VILLE DE MULHOUSE  
=====

COMPTE RENDU DE FIN DE TRAVAUX  
ET DE POMPAGES D'ESSAIS  
DU PUIITS PVH3 DE LA FORET DE LA HARDT

Indice national 413-8X-173  
-----

2 Septembre 1988

C. BUARD, A. DAVID et A.TALBOT

88 SGN 762 ALS

VILLE DE MULHOUSE

=====

COMPTE RENDU DE FIN DE TRAVAUX  
ET DE POMPAGES D'ESSAIS  
DU PUIITS PVH3 DE LA FORET DE LA HARDT

Indice national 413-8X-173

=====

88 SGN 762 ALS

Septembre 1988

R É S U M É

Devant l'augmentation de la demande en eau potable, le **Service des Eaux de la Ville de Mulhouse** a été amené à exécuter deux nouveaux forages dans la forêt de la Hardt.

La conception et le suivi de ces travaux ont été confiés au **Service Géologique Régional Alsace**. Une des contraintes imposées par le Maître d'Ouvrage résidant dans le délai d'exécution de ces deux forages, il a été décidé d'exécuter ces derniers en circulation inverse.

D'une manière générale, les travaux confiés à l'Entreprise **CINQUIN** se sont déroulés comme prévus du 17 Mai au 23 Juin 1988.

Plus particulièrement, le forage PVH3 capte les alluvions entre 41,0 et 82,0 m de profondeur. Il a été testé à un débit maxima de 596 m<sup>3</sup>/h. L'exploitation de cet ouvrage à un débit nominal de 450 m<sup>3</sup>/h nécessitera l'immersion des pompes entre 30,0 et 35,0 m de profondeur.

La qualité physico-chimique de l'eau répond aux normes de potabilité fixées par la Directive CEE 80/778 du 15 Juillet 1980.

Rapport établi par C. BUARD, A. DAVID et A. TALBOT  
Ingénieurs hydrogéologues

avec la participation de F. KIEFFER et Ph. ROSE  
Techniciens

11 pages, 4 figures, 2 annexes, 1 tableau.

## S O M M A I R E

-----

	PAGES
INTRODUCTION .....	1
1. EXECUTION - CHRONOLOGIE .....	1
2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU Puits N° 3 .....	5
2.1. Coupe géologique .....	5
2.2. Coupe technique .....	5
2.3. Développement de l'ouvrage .....	7
2.4. Essai de pompage .....	7
3. QUALITE DE L'EAU .....	10
4. CONCLUSIONS .....	11

## LISTE DES FIGURES

=====

	PAGES
Figure 1 : Plan de situation générale .....	2
Figure 2 : Analyse des temps travaillés .....	4
Figure 3 : Coupe lithologique du forage PVH2 .....	6
Figure 4 : Courbe caractéristique .....	9

## LISTE DES ANNEXES

=====

- Annexe 1 : Analyses granulométriques.
- Annexe 2 : Analyse d'eau.

## INTRODUCTION

Afin d'assurer la sécurité de l'alimentation en eau potable de la Ville de Mulhouse, le **Service des Eaux** de cette commune a décidé de réaliser deux nouveaux forages dans le champ captant de la Hardt (cf. figure 1).

La conception et le suivi de ces travaux ont été confiés au **Service Géologique Régional Alsace**. Une des contraintes imposées par le Maître d'Ouvrage résidant dans le délai d'exécution de ces deux forages, il a été décidé d'exécuter ces derniers en circulation inverse.

Le présent rapport rend compte de l'exécution du puits PVH3. Celui-ci inventorié sous l'indice national 413-8X-173, est situé sur le territoire de la commune de Hombourg et présente les caractéristiques géographiques suivantes :

$$\begin{aligned} X &= 984,53 \\ Y &= 318,775 \end{aligned}$$

### 1. EXECUTION - CHRONOLOGIE.

Ces travaux, confiés à l'Entreprise CINQUIN, se sont déroulés comme suit :

#### 17 au 20 Mai 1988

Déchargement du matériel et aménagement du chantier.

#### 24 au 27 Mai 1988

Préparation d'un bac servant de réserve d'eau.  
Mise en place d'une conduite  $\varnothing$  300 mm et une de diamètre 200 mm, branchement du refoulement de la conduite du Service des Eaux.  
Branchements électriques.  
Montage de la machine à circulation inverse.  
Descente d'un tube guide  $\varnothing$  1500 mm.

#### 30 Mai au 2 Juin 1988

Foration jusqu'à 40 mètres en  $\varnothing$  1250 mm.

#### 2 Juin 1988

Descente du tube acier E 24  $\varnothing$  1100 mm jusqu'à 40 mètres et cimentation sur toute sa hauteur.

---

\* Bon de commande du 04.05.1988 n° 00/047487/260.

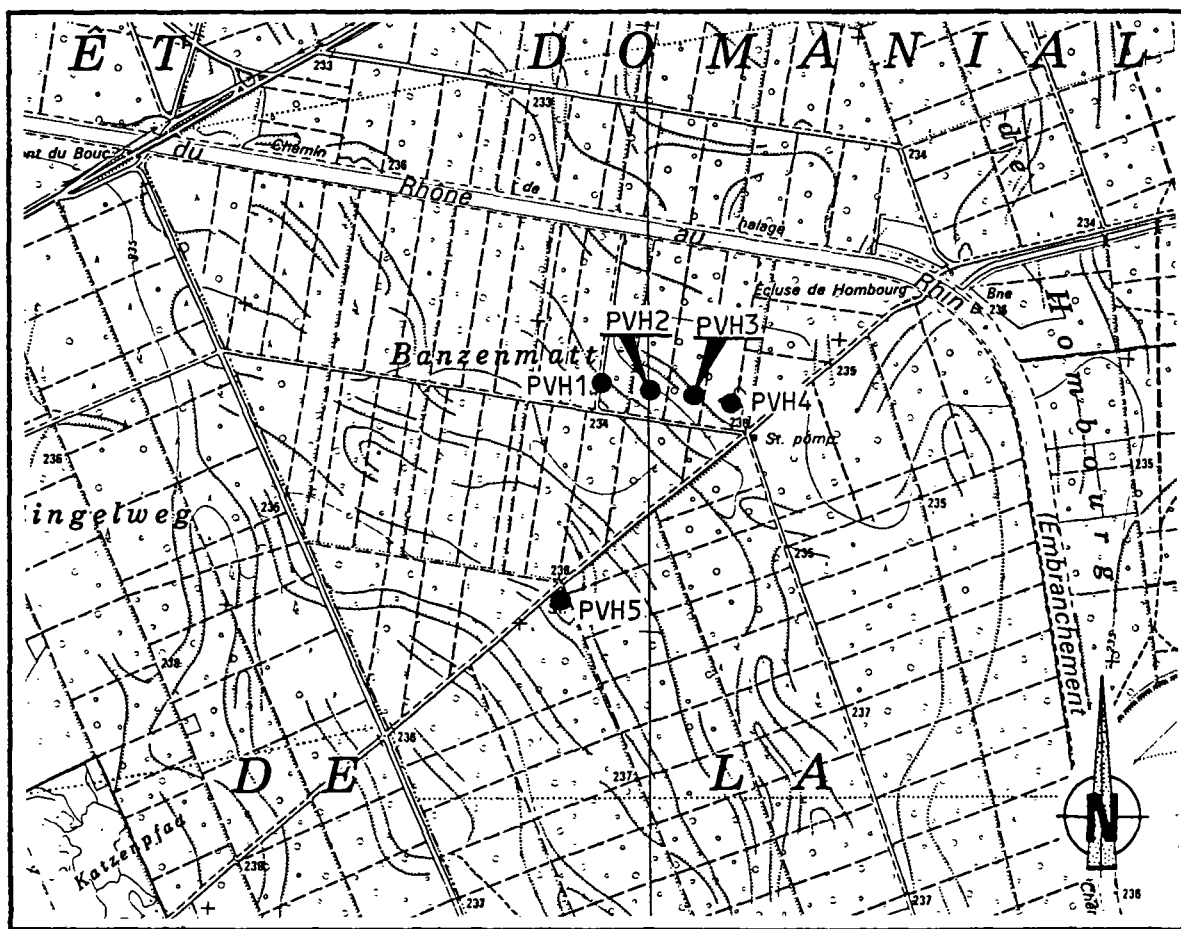
**BRGM**  
**SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL**  
**ALSACE**

204, route de Schirmeck  
67200 STRASBOURG  
Tél. 88.30.12.62

**VILLE DE MULHOUSE**  
-----  
**COMPTE RENDU DE FIN DE TRAVAUX**  
**ET DE POMPAGES D'ESSAIS**  
**DU PUIS PVH3 DE LA FORET DE LA HARDT**

Indice national 413-8X-173  
-----

**\_ PLAN DE SITUATION GÉNÉRALE \_**



Echelle: 1/25000

3 au 6 Juin 1988

Foration en circulation inverse  $\varnothing$  1050 mm jusqu'à 84 m de profondeur.

Préparation et mise en place de la crépine  $\varnothing$  600 mm avec plastification de la partie située dans le tube plein  $\varnothing$  1100 mm.

Gravillonnage.

7 au 8 Juin 1988

Démontage de la machine devant poursuivre les travaux de foration du puits PVH3.

10 Juin 1988

Installation des pompes.

13 au 19 Juin 1988

Développement de l'ouvrage pour les besoins de la foration du puits PVH3.

29 Juin 1988

Essais de pompage.

L'analyse des temps travaillés montre que l'exécution de ces deux nouveaux forages a nécessité 2.217 heures se décomposant comme suit (cf. figure 2) :

. Installation et repli du matériel :	145 h 30
. Préparation du matériel :	529 h 30
. Foration et alésage :	863 h 30
. Equipement :	429 h 30
. Développement et essais de pompage :	231 h 00
. Incidents divers :	18 h 00

D'une manière générale, les travaux se sont déroulés comme prévus. L'utilisation de la méthode à circulation inverse s'est avérée pleinement opérationnelle. En effet, débutés le 17 Mai 1988, les travaux supervisés par le B.R.G.M. se sont terminés le 23 Juin 1988, et ce, pour la réalisation de deux ouvrages.

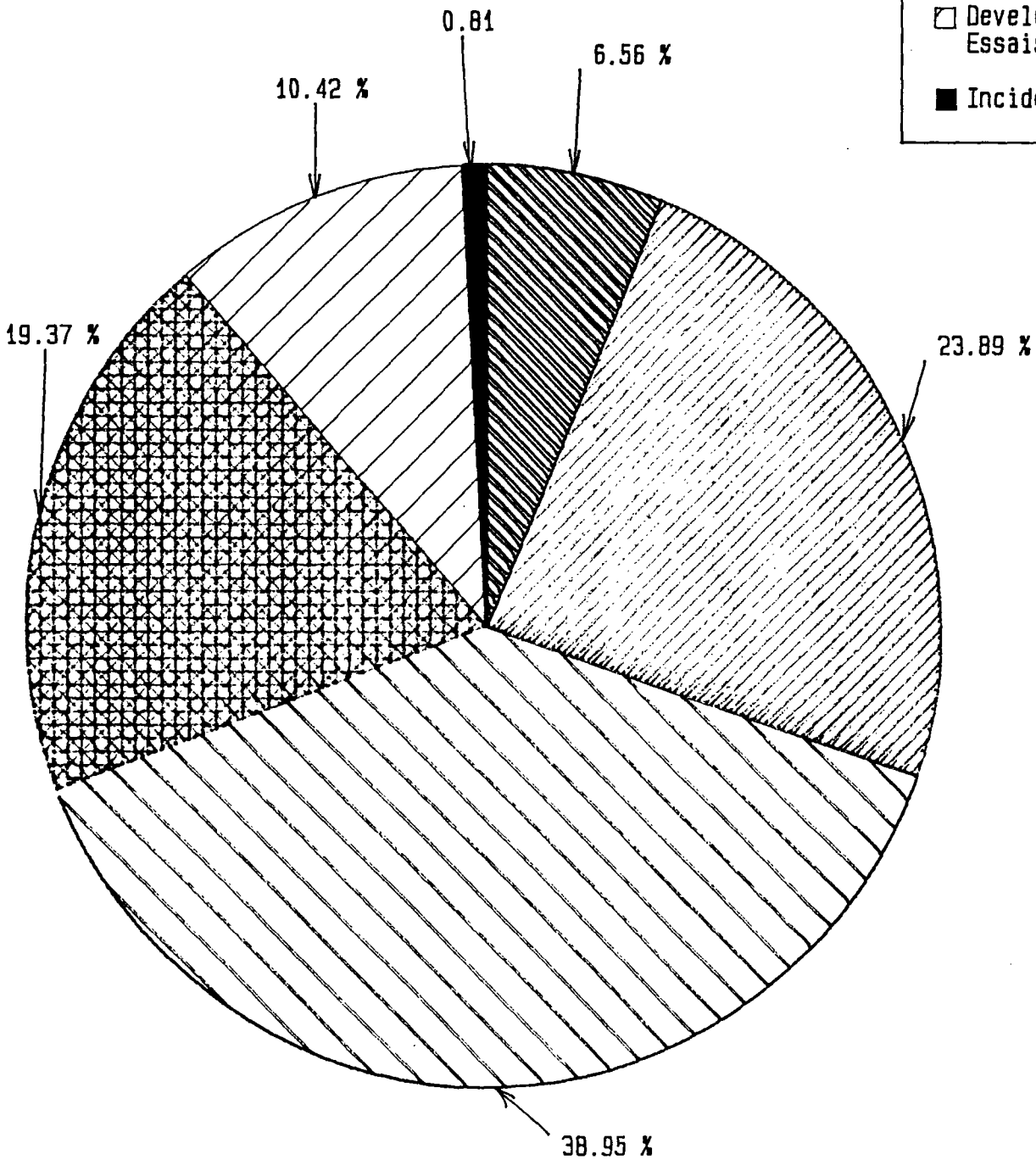
A titre d'information, rappelons que les puits PVH1 et PVH4 ont été exécutés du 2 Septembre au 21 Novembre 1974, ces ouvrages étant réalisés avec un matériel classique (bennes, soupapes travaillant sous la protection d'un tube de soutènement).



Figure 2

VILLE DE MULHOUSE  
Realisation des puits n' 2 et 3  
ANALYSE DES TEMPS TRAVAILLES

- ▣ Installation Repli
- ▤ Preparation materiel
- Foration Alesage
- ▥ Equipement
- ▧ Developpement Essais
- Incidents



## 2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PUIITS N° 3.

### 2.1. Coupe géologique.

La figure 3 donne les caractéristiques des terrains recoupés lors de la foration :

- les formations superficielles limoneuses et sableuses présentent une épaisseur de 3,0 m. Elles sont plus importantes qu'au niveau des puits n° 2, n° 3 et n° 4 ;

- les alluvions à pourcentage variable de sable - gravier - galet (cf. courbes granulométriques - annexe 1) forment la totalité de l'aquifère. On remarque :

- . un niveau plus sableux entre 30,0 et 32,5 m,
- . la présence de niveaux conglomératiques entre 44,0 et 50,0 m et entre 71,0 et 75,0 m ;
- . des dépôts de manganèse entre 32,0 et 44,0 m et entre 71,0 m et 75,0 m. Notons que la position de ces dépôts est différente au niveau du puits n° 2 ; celle-ci est située à plus faible profondeur dans le puits n° 1, et ils sont inexistantes au niveau du puits n° 4.

Le soubassement argileux est situé à 82,0 m de profondeur.

Notons enfin l'absence de fer et de passées argileuses observées au puits n° 1.

### 2.2. Coupe technique.

Ce forage est le plus profond puisqu'il atteint 84,0 m. Tout comme le puits n° 2, ce forage capte l'horizon profond des alluvions.

- L'avant-puits se compose d'un tube plein en acier E 24, de 8 mm d'épaisseur et de 1100 mm de diamètre, entièrement cimenté au terrain de 0 à 40 m. Un cuvelage en béton de 1400 mm de diamètre, descendu par havage, constitue la tête de l'avant-puits jusqu'à 5,50 m.

La première partie de la foration, en circulation inverse, a été effectuée en diamètre 1250 mm.

- Le puits est équipé par un tube en acier semi-inoxydable APS 20 A de 6 mm d'épaisseur et 600 mm de diamètre. Il a été posé entre 37 et 84 m. Pour éviter un phénomène de pile dans la zone d'emboîtement des deux tubes  $\varnothing$  1100 mm et  $\varnothing$  600 mm, un manchonnage par feuille de butyle qualité alimentaire a été pratiqué sur le tube de diamètre 600 mm, au-dessus de 40 m de profondeur.

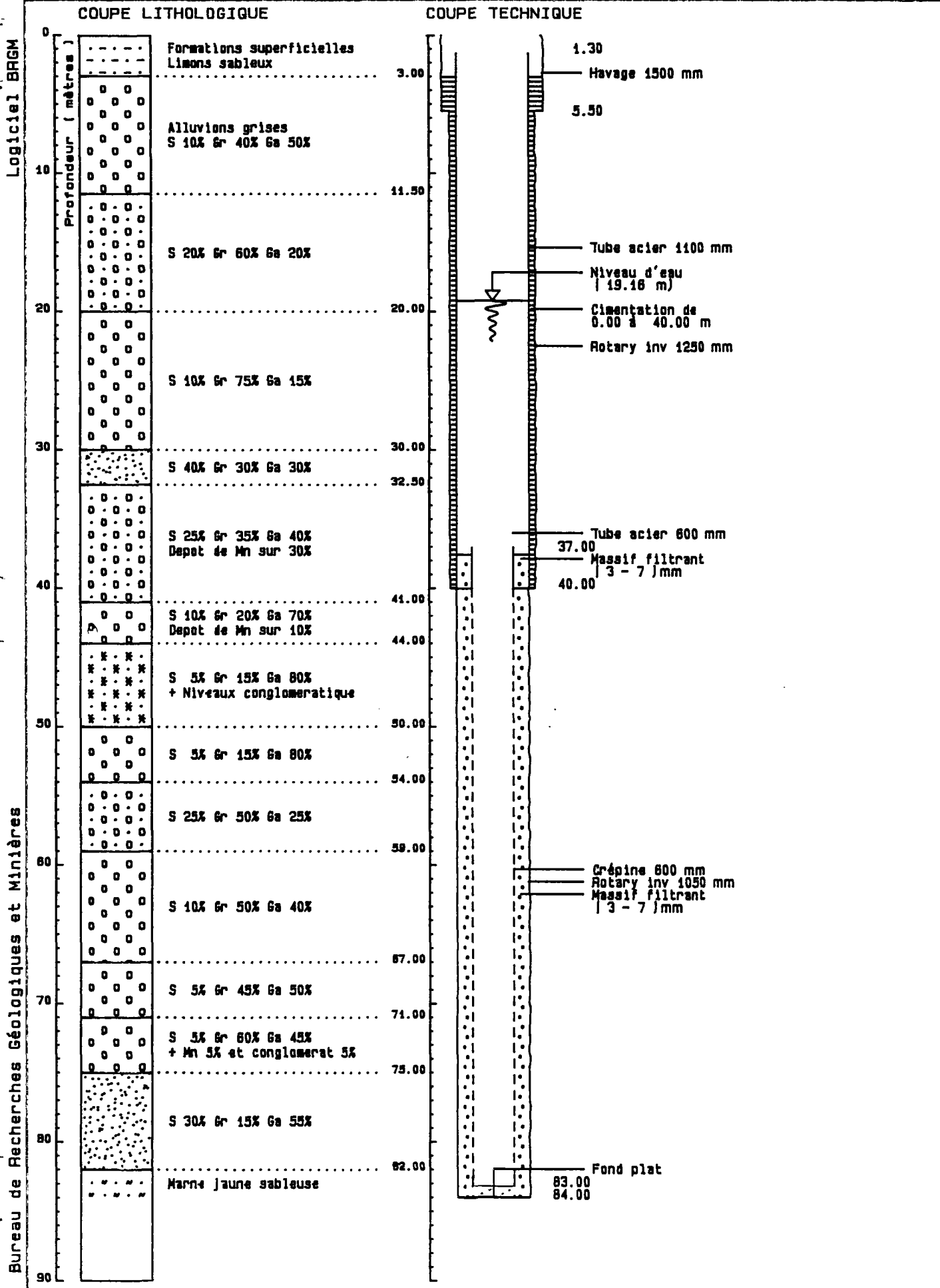
Le tube est crépiné sur 42,0 m entre 41,0 et 82,0 m de profondeur. A la base, il se termine par un fond de montage plein entre 82,0 et 83,0 m.

Département : HAUT-RHIN

N° classement : 0413-BX-0173

Commune : HOMBURG

Désignation : PVH 3



L'importance de la largeur de la crépine représente un atout favorable à tout pompage à fort débit, atout que ne possèdent pas les puits n° 1 et n° 4.

### 2.3. Développement de l'ouvrage.

Un pompage de dessablage a été pratiqué du 13 Juin 1988 vers 6 h au 19 Juin vers 8 h, soit durant 146 h. Ce développement, réalisé dans le cadre de l'alimentation en eau du chantier du puits n° 2, a demandé un débit quasi continu de 600 m<sup>3</sup>/h. La stabilité du débit de pompage a été confirmée les derniers jours, et ce, sans venue de sable.

Le forage s'avère avoir un bon rendement.

### 2.4. Essai de pompage.

Les pompes utilisées pour l'essai au puits n° 2 ont été utilisées pour le puits n° 3, du 29 Juin 1988 vers 8 h 30 au 30 Juin à 9 h 00, soit pendant plus de 24 h. Les caractéristiques de ces pompes sont les suivantes :

- 1 grosse pompe de 80 CV (diamètre 200 mm) immergée à 32,50 m de profondeur ;
- 1 pompe moyenne de 50 CV (diamètre 200 mm) placée à 32,50 m de profondeur ;
- 1 petite pompe de 35 CV (diamètre 114 mm) immergée à 35,40 m de profondeur.

L'eau était refoulée par une conduite de 300 mm de diamètre à 250 m du puits.

Le pompage s'est déroulé par paliers. A la fin du dernier palier, la production atteignait 596 m<sup>3</sup>/h. Le tableau présenté page suivante et la figure 4 donnent le détail du déroulement de l'essai.

L'équation des pertes de charge calculées s'établit comme suit :

$$S = 4,08 \cdot 10^{-3} Q + 1,37 \cdot 10^{-5} Q^2$$

où Q est exprimé en m<sup>3</sup>/h et S en mètres.

Comparés au puits n° 2, les coefficients de pertes de charge sont quasiment identiques.

L'ensemble des résultats confirme la qualité des travaux effectués. Comparé aux autres forages, le puits n° 3 est le plus performant puisqu'il permet d'atteindre un débit proche de 600 m<sup>3</sup>/h, sans pertes de charge anormales.

# POMPAGE PAR PALIERS

## IDENTIFICATION DU POMPAGE

Départemen : HAUT-RHIN	N° classement : 0413-BX-0173
Commune : HOMBOURG	Désignation : PVH 3
Date du pompage : 13/06/88	Niveau initial: 19.16 m/sol

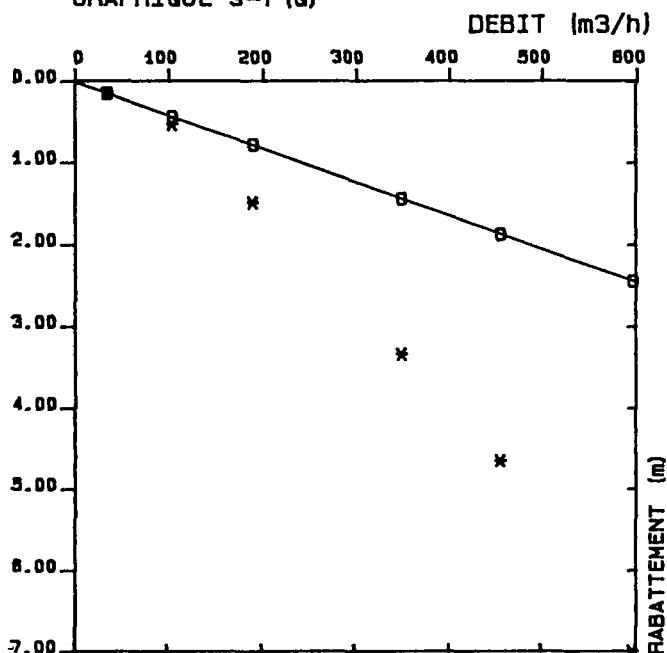
## DESCRIPTION DU POMPAGE

PALIER	DUREE DU POMPAGE (minutes)	DEBIT MOYEN (m3/h)	RABATTEMENT FINAL (m)	RABATTEMENT SPECIFIQUE (h/m2)
no 1	30	35.0	0.14	0.004
no 2	30	105.0	0.52	0.005
no 3	30	190.0	1.48	0.008
no 4	30	350.0	3.33	0.010
no 5	30	455.0	4.64	0.010
no 6	30	596.0	6.99	0.012

## CALCUL DES PERTES DE CHARGE

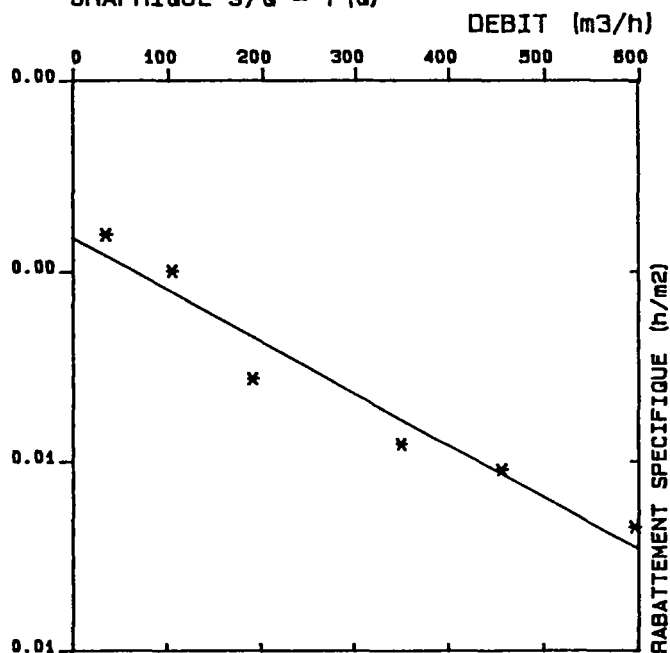
Courbe caractéristique  $s = bQ + cQ^2$   
 - pertes de charge linéaires :  $b = 4.08 \cdot 10^{-3} \text{ h/m}^2 = 1.47 \cdot 10^1 \text{ s/m}^2$   
 - pertes de charge quadratiques :  $c = 1.37 \cdot 10^{-5} \text{ h}^2/\text{m}^5 = 1.77 \cdot 10^2 \text{ s}^2/\text{m}^5$

GRAPHIQUE  $s=f(Q)$



PERTES DE CHARGE TOTALES (\*)  
 LINEAIRES (o)

GRAPHIQUE  $s/Q = f(Q)$



VILLE DE MULHOUSE  
Forage de captage n. 413-8-173  
COURBE CARACTERISTIQUE

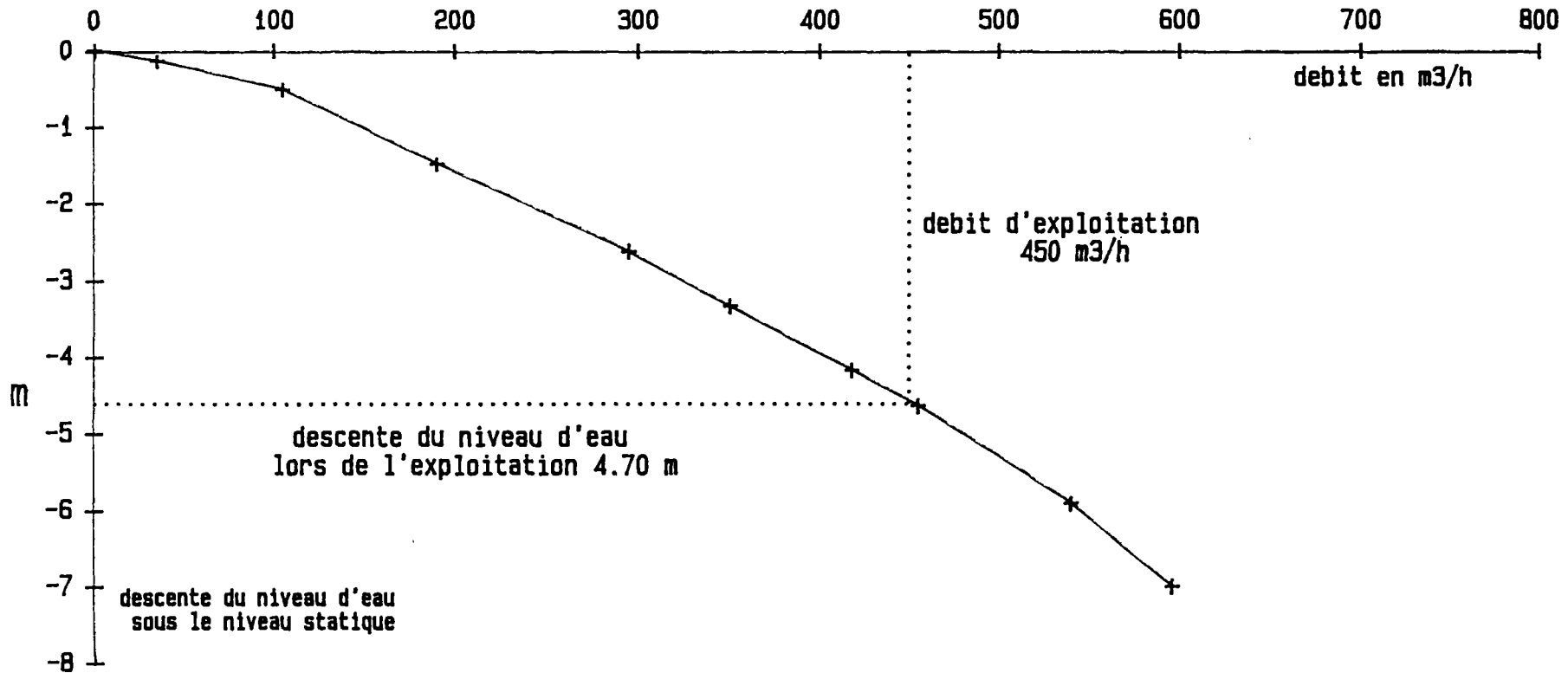


Figure 4

Le débit d'exploitation nominal fixé à 450 m<sup>3</sup>/h correspond à un niveau dynamique de l'eau de 23,86 m de profondeur par rapport au sol. Les conditions de prélèvement s'avèrent excellentes. Il est envisageable d'installer la pompe d'exploitation entre 30,0 et 35,0 m de profondeur sous le sol.

### **3. QUALITE DE L'EAU.**

Une analyse (cf. annexe 2) a été exécutée, par le Laboratoire d'Hydrologie de la Faculté de Pharmacie sur un prélèvement effectué en date du 22 Juin 1988 alors que le chantier était en cours et avant stérilisation de l'ouvrage.

Cette analyse indique une eau moyennement minéralisée, dure (33,6° F), de faciès bicarbonaté calcique. Elle est par ailleurs bien aérée et ne présente pas d'agressivité vis-à-vis du marbre. L'analyse des éléments traces ne révèle qu'un faible indice phénol d'origine naturelle.

La propreté bactériologique est satisfaisante, sans germes fécaux, avec seulement quelques germes banaux dus aux conditions de chantier.

Cette eau répond aux normes de qualité telles qu'elles sont définies dans la Directive CEE 80/778 du 15 Juillet 1980. Il y aura toutefois lieu de s'assurer de la disparition de toute contamination bactérienne une fois le chantier définitivement terminé.

#### 4. CONCLUSIONS.

Les deux ouvrages exécutés entre le 17 Mai et le 23 Juin 1988 permettront de développer très sérieusement le champ captant de la Hardt.



Le forage PVH3 a atteint le substratum oligocène à 82,0 m de profondeur. Ce forage est le plus profond puisqu'il atteint 84,0 m. Il capte les alluvions entre 41,0 et 82,0 m de profondeur.

Son développement a été entrepris pour l'alimentation en eau du chantier du puits PVH2 à un débit quasi continu de 600 m<sup>3</sup>/h.

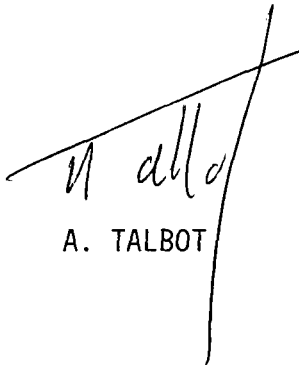
L'exploitation de cet ouvrage à un débit nominal de 450 m<sup>3</sup>/h peut être envisagée à l'aide de pompes immergées entre 30,0 et 35,0 m de profondeur.

Les Chargés d'étude

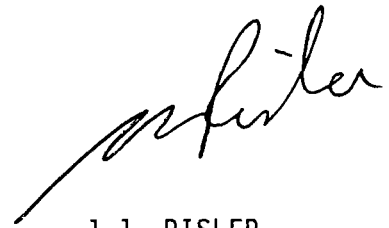
Le Directeur du Service  
Géologique Régional Alsace



C. BUARD p.s. A. DAVID



A. TALBOT



J.J. RISLER





ANNEXE 1

VILLE DE MULHOUSE

=====

Compte rendu de fin de travaux  
et de pompages d'essais  
du puits PVH3 de la forêt de la Hardt

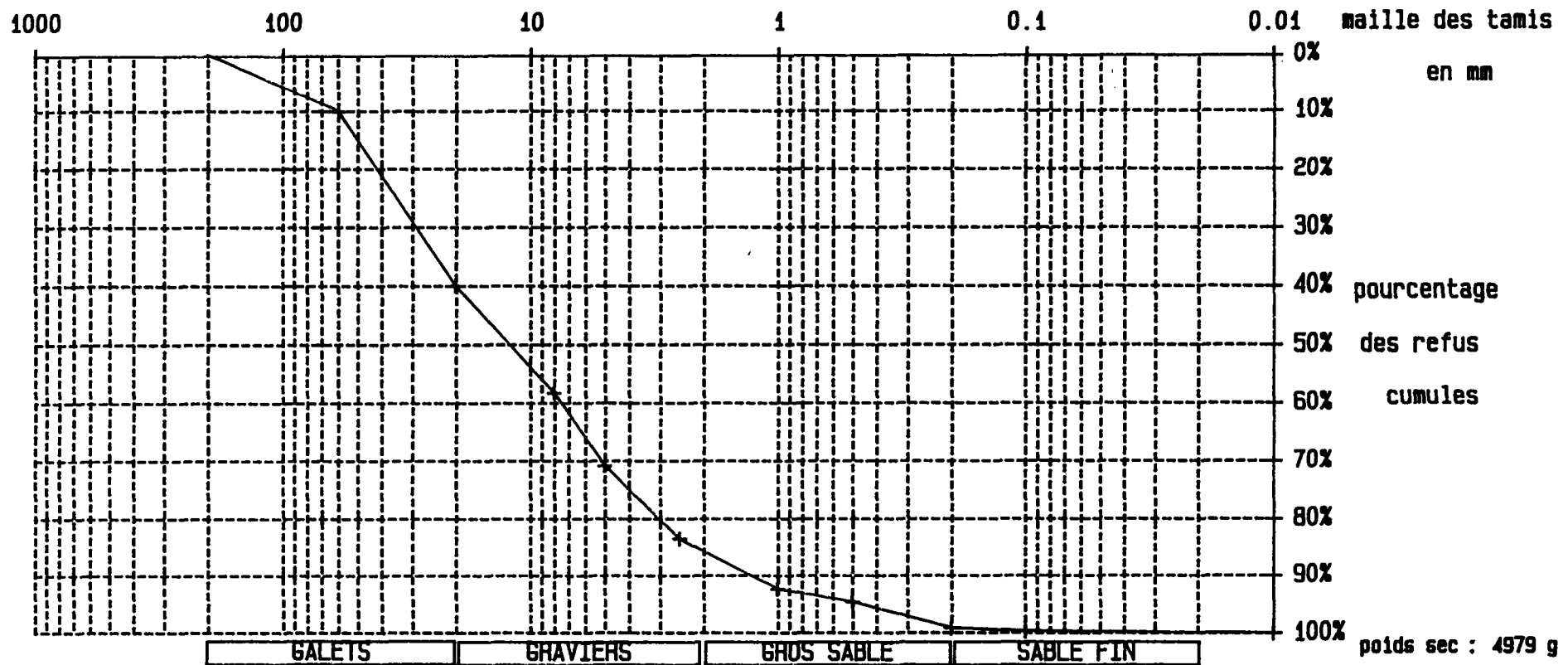
Indice national 413-8X-173

=====

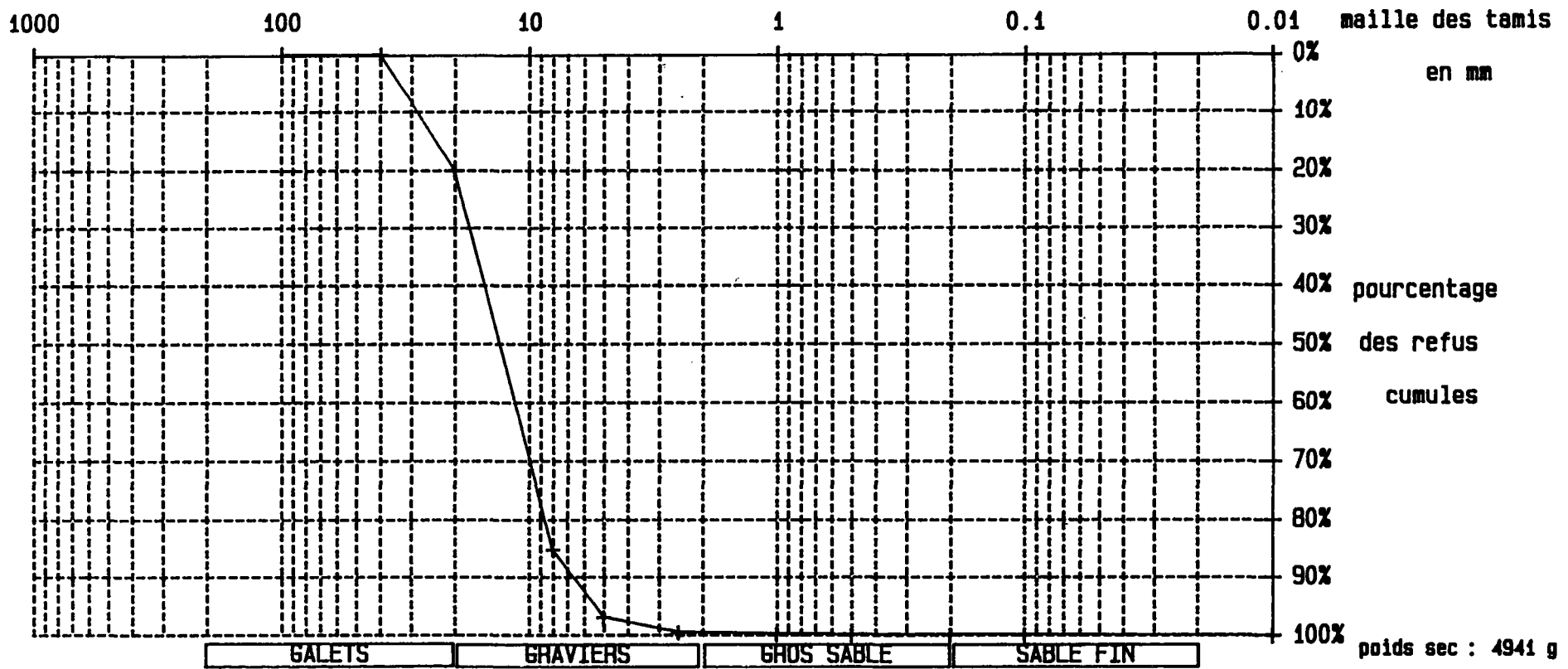
ANALYSES GRANULOMETRIQUES

=====

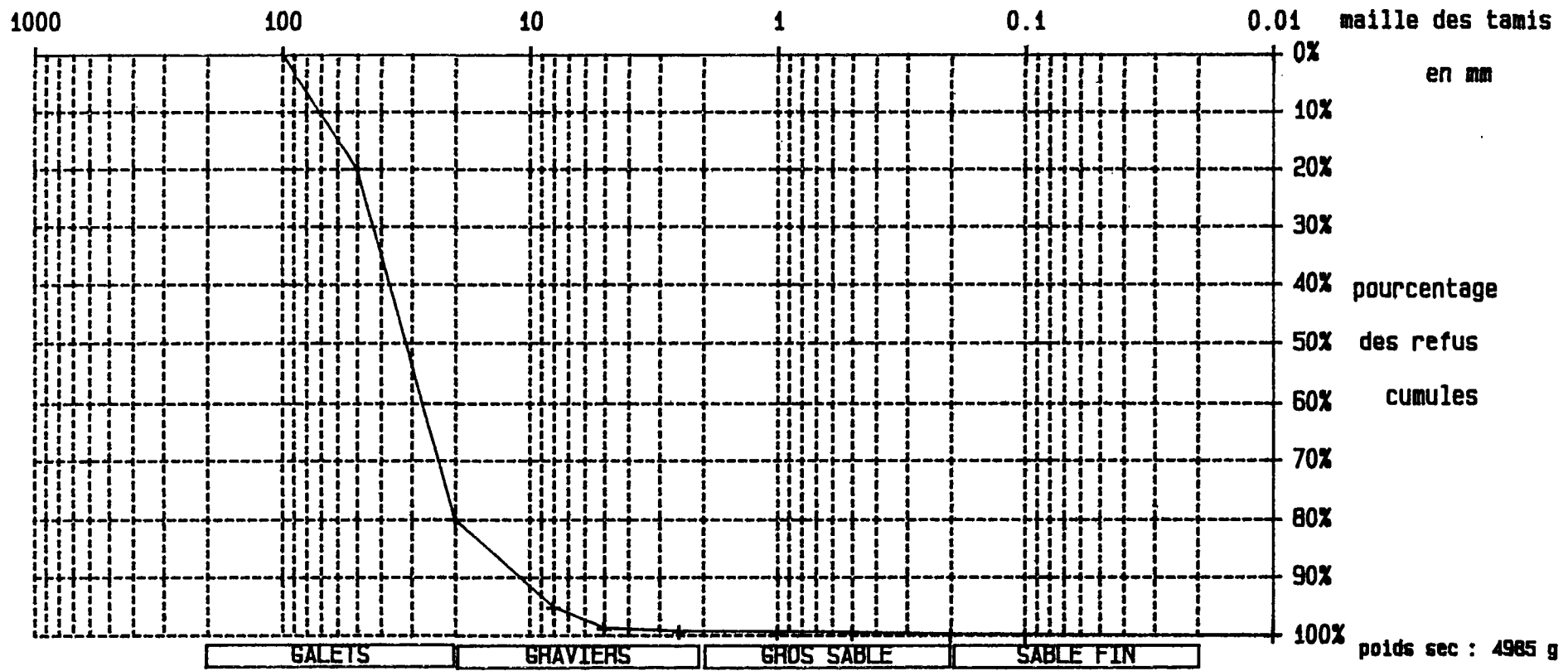
VILLE DE MULHOUSE  
 Forage de captage n.413-5-173  
 ANALYSE GRANULOMETRIQUE  
 Profondeur 40-41 m



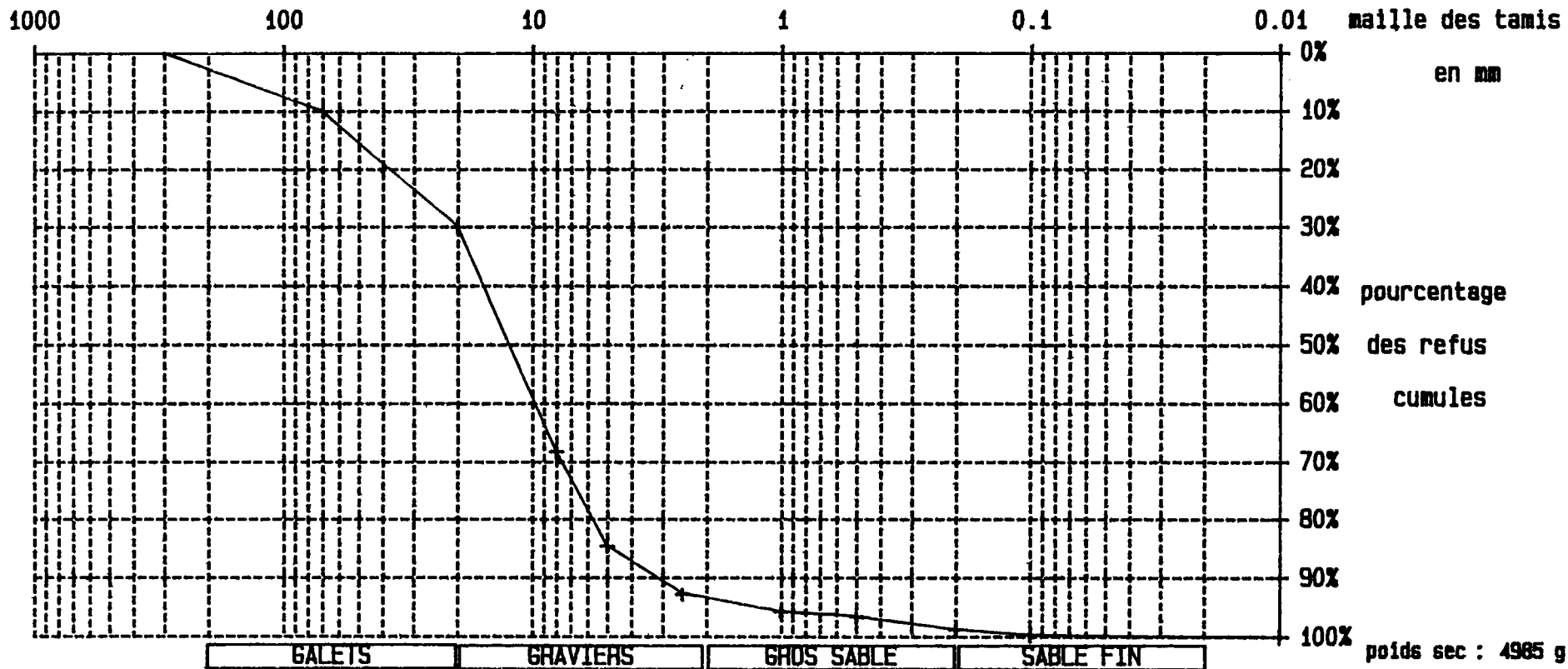
VILLE DE MULHOUSE  
 Forage de captage n.413-5-173  
 ANALYSE GRANULOMETRIQUE  
 Profondeur 45-46 m



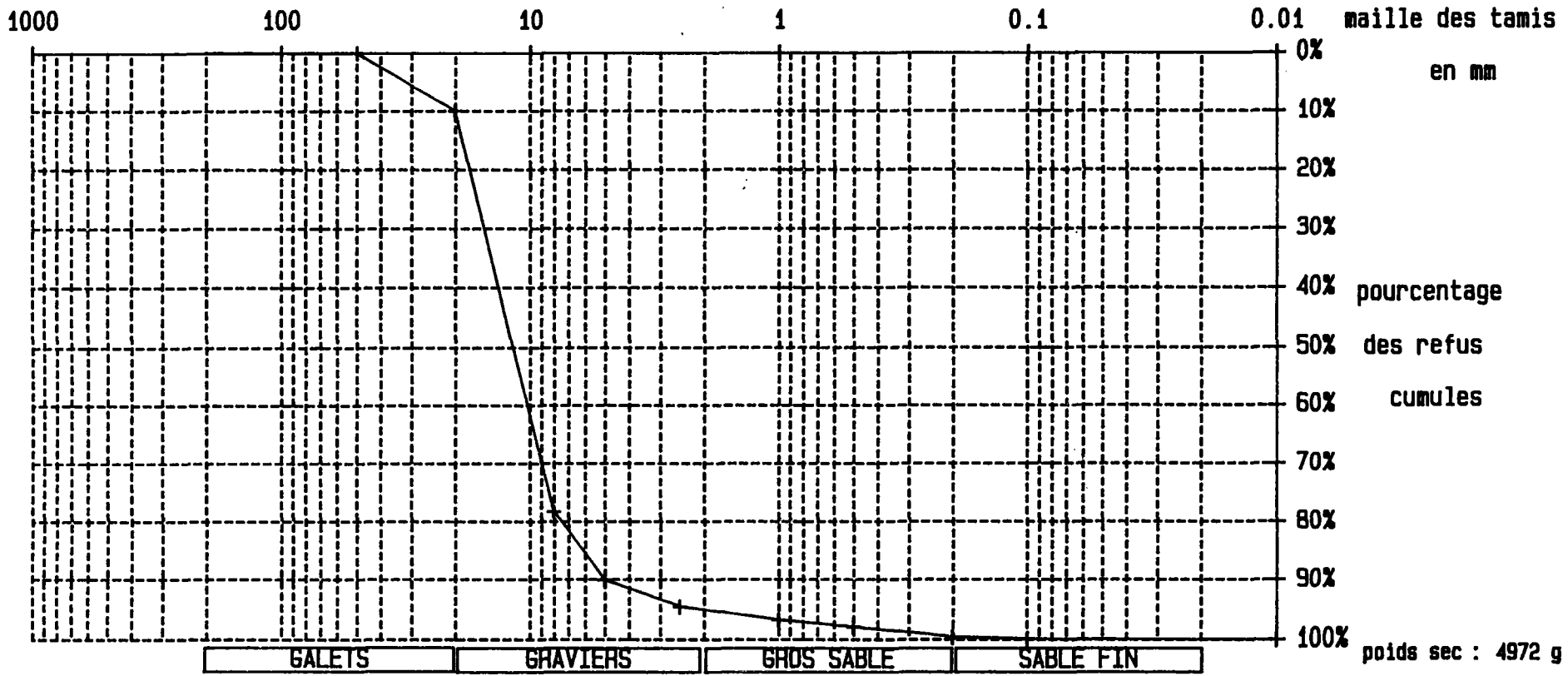
VILLE DE MULHOUSE  
 Forage de captage n.413-5-173  
 ANALYSE GRANULOMETRIQUE  
 Profondeur 54-55 m



VILLE DE MULHOUSE  
 Forage de captage n.413-5-173  
 ANALYSE GRANULOMETRIQUE  
 Profondeur 66-67 m



VILLE DE MULHOUSE  
 Forage de captage n.413-5-173  
 ANALYSE GRANULOMETRIQUE  
 Profondeur 76-77 m



poids sec : 4972 g



VILLE DE MULHOUSE  
-----  
COMPTE RENDU DE FIN DE TRAVAUX  
ET DE POMPAGES D'ESSAIS  
DU PUIT PVH3 DE LA FORET DE LA HARDT

Indice national 413-8X-173  
-----

ANALYSE D'EAU

UNIVERSITE LOUIS PASTEUR  
STRASBOURG

FACULTE DE PHARMACIE

# LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

74, route du Rhin  
67400 ILLKIRCH-GRAFFENSTADEN  
Tél. 88 56.48.52

SERVICE DES EAUX			
DIR	261	262	263
- 1. AOUT 1988			
264/1	264/2	265	266

## ANALYSE D'EAU

(Type I - Analyse complète)

Analyse n° 5894/88

Illkirch-Graffenstaden, le 26 JUILLET 1988

Commune de : ..... MULHOUSE .....

Origine de l'eau : ..... nouveau forage de la HARDT. (N°3) .....

Lieu de prélèvement : ..... robinet sur le tuyau de refoulement de la pompe .....

Profondeur du puits ou forage : ..... 83 m... Traitement : ..... eau non traitée .....

Causes probables de contamination : .....

(pompage 600 m<sup>3</sup>/h à parti r. du 21.6.88 à 8. h. 30) .....

Prélèvement effectué le : ..... 22.6.1988 ..... à ..... h ..... 30... par le préparateur : 3 .....

Importance des pluies dans les dix derniers jours : ..... faible .....

Température atmosphérique : ..... 14° .....

Température de l'eau : ..... 10,3° .....

Mode de transport : en glacière Analyse commencée le : 22.6.1988 à 17. H. ....



# EXAMEN PHYSIQUE

Aspect : ...limpide et incolore ..... Turbidité : ..... 0 ..... ° silice  
 Odeur : ...normale ..... Résistivité à 20°C : ..... 1623 ..... ohms/cm  
 Saveur : ...normale ..... pH : ..... 7,36 .....

## ANALYSE CHIMIQUE

Dureté totale (TH) : ..... 33,6 ..... ° Résidu sec à 105° : ..... 454,0 ..... mg/l  
 Titre alcalimétrique (TAC) : ..... 26,4 ..... ° Résidu sec à 180° : ..... 408,0 ..... mg/l  
 Résidu calciné à 525° : ..... 328,0 ..... mg/l  
 Chlore libre (Cl<sub>2</sub>) : ..... 0 ..... mg/l Silice (SiO<sub>2</sub>) : ..... 9,0 ..... mg/l  
 Oxygène dissous (O<sub>2</sub>) : ..... 11,0 ..... mg/l Anhydride carbonique libre (CO<sub>2</sub>) : ..... 32,7 ..... mg/l  
 Sulfures (H<sub>2</sub>S) : ..... 0 ..... mg/l Anhydride carbonique agressif (CO<sub>2</sub>) : ..... 0 ..... mg/l  
 Oxygène cédé par KMnO<sub>4</sub> à chaud 10 mn en milieu acide (O<sub>2</sub>) : ..... 0,25 ..... mg/l

### Essai sur marbre (recherche de l'agressivité)

	Avant	Après
pH :	7,36	7,57
Alcalinité au méthyl-orange, en mg/l (CaO) :	147,7	146,7
Conductivité en Micro-Siemens :	616	612

Cations	mg/l	mé/l	Anions	mg/l	mé/l
Calcium (Ca)	109,2	5,46	Carbonique (CO <sub>3</sub> )	0	0
Magnésium (Mg)	15,1	1,26	Bicarboniques (HCO <sub>3</sub> )	322,1	5,28
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	0	0	Chlorhydrique (Cl)	26,0	0,73
Sodium (Na)	8,5	0,37	Sulfurique (SO <sub>4</sub> )	38,5	0,80
Potassium (K)	1,8	0,05	Nitreux (NO <sub>2</sub> )	0	0
Fer (Fe)	0,016	0,00	Nitrique (NO <sub>3</sub> )	16,0	0,26
Manganèse (Mn)	0,006	0,00	Phosphorique (PO <sub>4</sub> )	0	0
Aluminium (Al)	0,013	0,00	Fluorhydrique (F)	0,08	0,00

### Recherches spéciales

Cuivre (Cu) ..... 0,008 ..... mg/l	Lithium (Li) ..... 0,010 ..... mg/l	Sélénium (Se) < 0,001 ..... mg/l
Plomb (Pb) ..... < 0,001 ..... mg/l	Strontium (Sr) 1,300 ..... mg/l	Arsenic (As) < 0,001 ..... mg/l
Zinc (Zn) ..... 0,014 ..... mg/l	Baryum (Ba) 0,173 ..... mg/l	Chrome (Cr) 0,006 ..... mg/l
Cadmium (Cd) ..... < 0,0001 ..... mg/l	Mercure (Hg) < 0,0001 ..... mg/l	Cyanures (Cn) 0,0004 ..... mg/l
Composés phénoliques (Phénols) ..... 0,015 ..... mg/l		Nickel (Ni) < 0,001 ..... mg/l
Hydrocarbures (spectrométrie IR) ..... - ..... mg/l		Bore (B) ..... - ..... mg/l

Substances extractibles au chloroforme (SEC) : 0,096 mg/l

## ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

### Bactéries aérobies sur gélose nutritive

- après 24 h à 37° :	4540	p. 1 ml
- après 72 h à 20-22° :	2010	p. 1 ml
Bactéries coliformes sur membranes filtrantes à 37° :	0	p. 100 ml
Escherichia coli sur membranes filtrantes à 44° :	0	p. 100 ml
Streptocoques fécaux sur membranes filtrantes à 37° :	0	p. 100 ml
Clostridium sulfito-réducteurs :	0	p. 100 ml

OBSERVATIONS ET CONCLUSIONS Eau non traitée moyennement minéralisée, dure, bicarbonatée calcique. Les phénols décelés ne réagissent pas au chlore (origine naturelle). Elle est très bien aérée et ne présente pas d'agressivité vis à vis du marbre. Elle est contaminée par des germes microbiens de nature banale. Absence de germes fécaux.

EAU POTABLE.

Le Directeur du Laboratoire  
d'HYDROLOGIE



A. EXINGER