



BRGM

B. R. G. M.
16. NOV. 1988
BIBLIOTHEQUE

88 SGN 7 6 1 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 PUIT PVH2 DANS LA FORET DE LA HARDT

Indice national 413-8-172

1er Septembre 1988

C. BUARD, A. DAVID et A. TALBOT

88 SGN 761 ALS

VILLE DE MULHOUSE

COMPTE RENDU DE FIN DE TRAVAUX
ET DE POMPAGES D'ESSAIS
DU PUIT PVH2 DANS LA FORET DE LA HARDT

Indice national 413-8-172

88 SGN 761 ALS

Septembre 1988

R É S U M É

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, sur le ban communal de Hombourg (Haut-Rhin).

Une des contraintes imposées par le Maître d'Ouvrage résidant dans le délai d'exécution de ces travaux, ces derniers ont été exécutés en circulation inverse.

Cette technique de foration s'est avérée pleinement opérationnelle. En effet, les travaux, débutés le 17 Mai 1988, se sont terminés le 29 Juin 1988, et ce, pour la réalisation de deux ouvrages.

Le forage PVH2 capte la nappe des alluvions entre 43,5 et 80,5 mètres de profondeur. Il a été testé à 522 m³/h et pourra être exploité à un débit nominal de 450 m³/h, les pompes étant immergées entre 30 et 40 mètres de profondeur.

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

avec la collaboration de F. KIEFFER et Ph. ROSE,
techniciens.

11 pages, 1 tableau, 4 figures, 1 annexe.

S O M M A I R E

=====

	PAGES
INTRODUCTION	1
1. EXECUTION - CHRONOLOGIE	1
2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PUIITS 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

=====

Figure 1 : Plan de situation générale	2
Figure 2 : Analyses des temps travaillés	4
Figure 3 : Coupe lithologique	6
Figure 4 : Courbe caractéristique	9

INTRODUCTION

Devant l'augmentation des besoins en eau potable de la Ville de Mulhouse, le Service des Eaux de cette commune a été amené à faire exécuter deux nouveaux forages dans le champ captant de la Hardt (cf. figure 1).

Ces travaux, confiés à l'Entreprise CINQUIN, ont été contrôlés par le Service Géologique Régional Alsace.

Le présent rapport rend compte de l'exécution du puits PVH2, inventorié sous l'indice national 413-8X-172.

1. EXECUTION - CHRONOLOGIE.

Situé sur le territoire de la commune de Hombourg (Haut-Rhin), cet ouvrage présente les caractéristiques géographiques suivantes :

$$\begin{aligned} X &= 984,40 \\ Y &= 318,78 \end{aligned}$$

Afin de minimiser les temps de foration, ce forage a, dans une première phase, été exécuté d'une manière classique pour être équipé provisoirement. Il a ainsi pu fournir une partie du débit nécessaire pour l'exécution du puits PVH3*, réalisé en circulation inverse.

Le déroulement des travaux peut se résumer comme suit :

17 au 19 Mai 1988

Déchargement du matériel et aménagement du chantier.

19 au 20 Mai 1988

Début de la foration et mise en place d'un tube guide \emptyset 1400 mm jusqu'à 7,40 m.

24 au 31 Mai 1988

Foration à la louvoyeuse avec mise en place d'un tube de soutènement \emptyset 1080 mm.
Équipement provisoire du puits avec un tube crépiné \emptyset 800 mm.

* C. BUARD, A. DAVID et A. TALBOT - Compte-rendu de fin de travaux et de pompages d'essais du puits PVH3.
Rapport B.R.G.M. 88 SGN 762 ALS.

BRGM

Figure 1

SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

ALSACE

204, route de Schirmeck

67200 STRASBOURG

Tél. 88.30.12.62

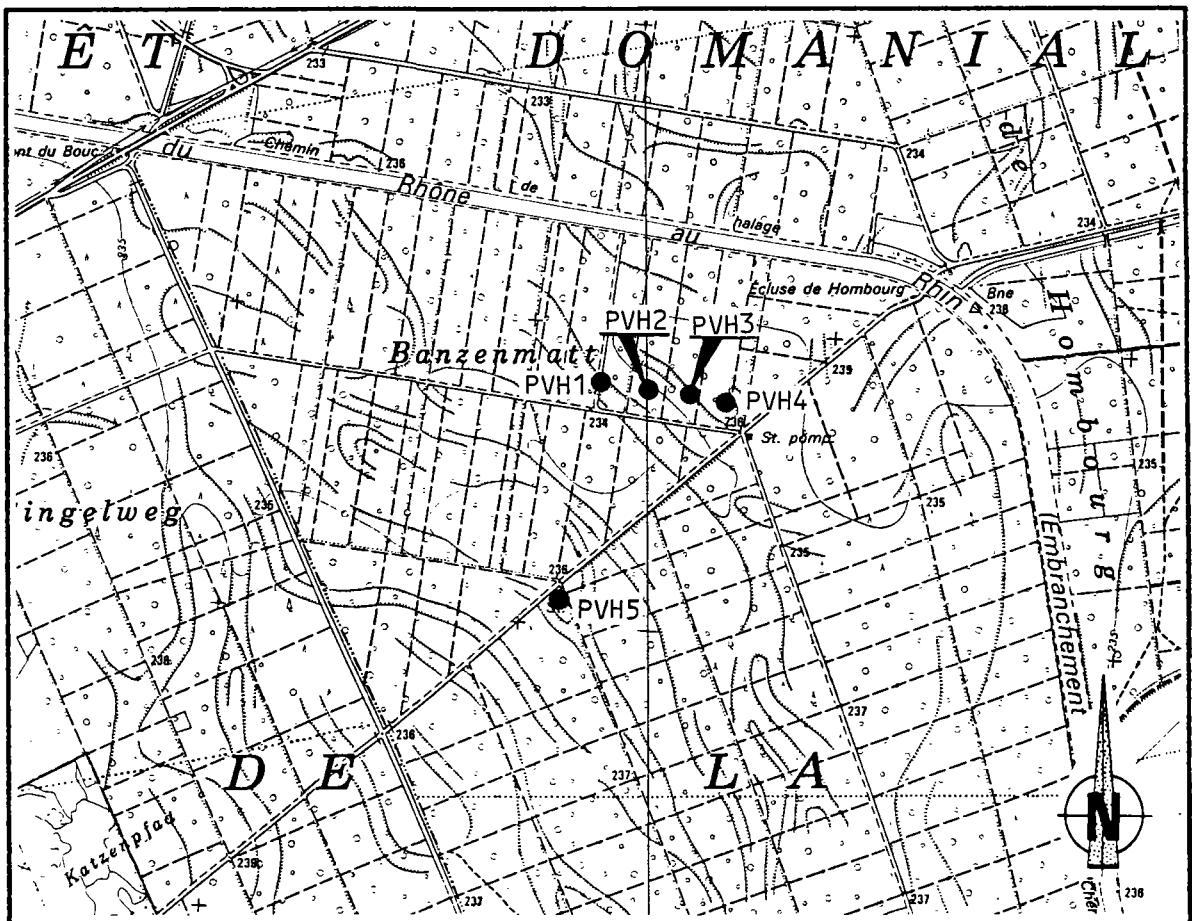
VILLE DE MULHOUSE

=====

COMPTE RENDU DE FIN DE TRAVAUX
ET DE POMPAGES D'ESSAIS
DU PUIT PVH2 DANS LA FORET DE LA HARDT

Indice national 413-8-172

_ PLAN DE SITUATION GÉNÉRALE _



Echelle. 1/25000

1 au 5 Juin 1988

Montage des pompes et branchement électrique.
Pompage, l'eau étant refoulée vers le puits PVH3.

6 au 10 Juin 1988

Démontage des pompes.
Remontée de l'équipement provisoire.
Remblayage avec du sable et remontée des tubes pleins \emptyset 1080 mm.
Installation de la machine à circulation inverse sur le site.

13 au 16 Juin 1988

Foration en circulation inverse \emptyset 1250 mm jusqu'à 46 m.
Descente du tube plein \emptyset 1100 mm jusqu'à 45 m.
Cimentation sur toute sa hauteur.

17 au 20 Juin 1988

Poursuite de la foration en circulation inverse \emptyset 1050 mm jusqu'à 83,2 m de profondeur.
Mise en place des crépines \emptyset 600 mm et du massif filtrant.

21 au 29 Juin 1988

Développement et pompages d'essais.
Repli du matériel.

L'exécution de ces deux nouveaux forages a nécessité 2217 heures de travail se décomposant comme suit :

- . Installation et repli du matériel.
- . Préparation du matériel.
- . Foration et alésage.
- . Equipement.
- . Développement et essais de pompage.
- . Incidents divers.

La figure 2 analyse la répartition des temps travaillés pour la réalisation des puits PVH2 et PVH3. L'importance du poste "préparation du matériel" s'explique, le travail s'étant déroulé simultanément sur les deux puits.

La foration et l'équipement provisoire du forage PVH2 a permis l'exécution des travaux entrepris sur le puits à l'aide de la méthode à circulation inverse, entraînant un gain de temps important.

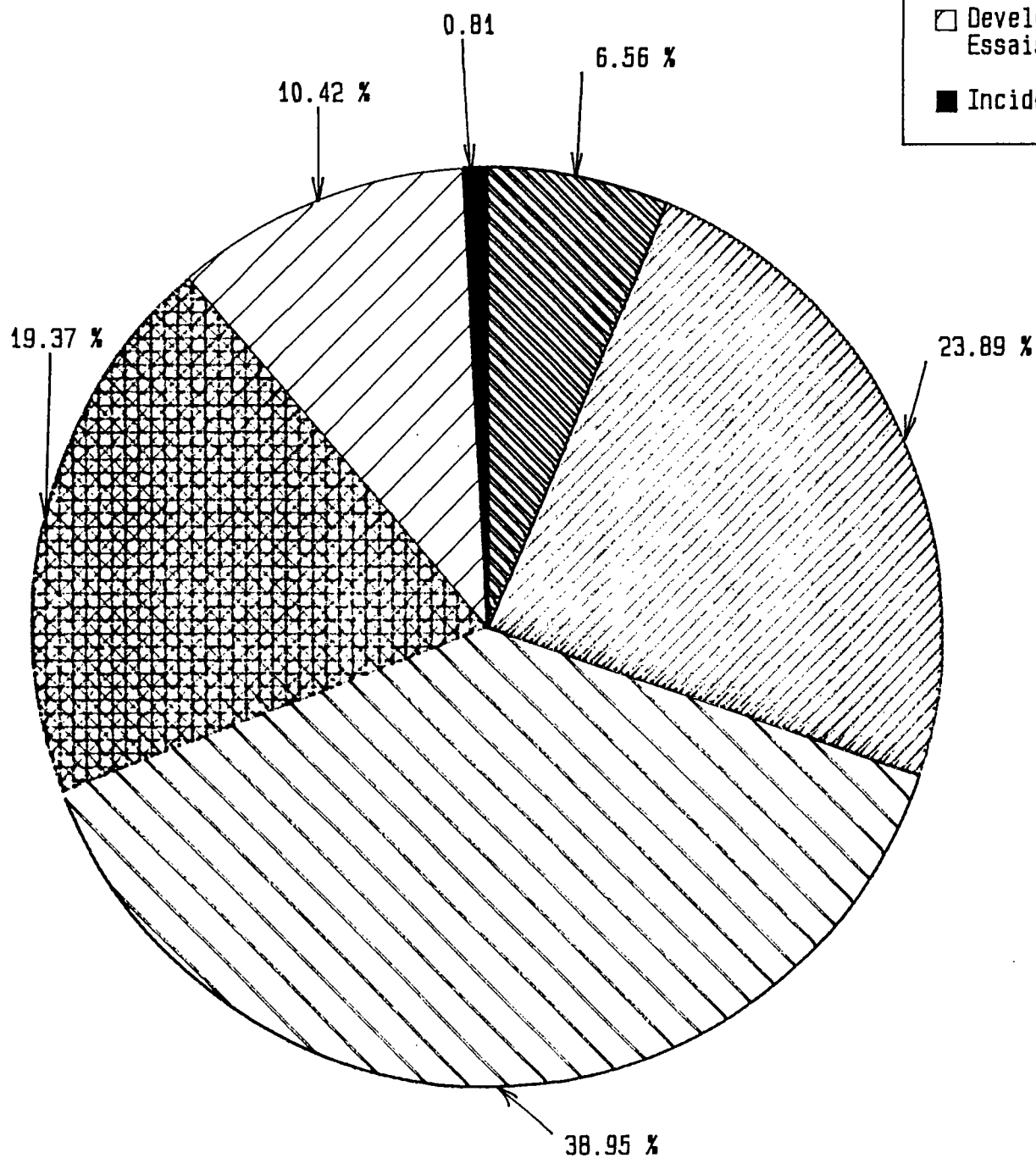
Figure 2

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.

L'analyse des échantillons recueillis lors de la foration a permis de dresser une coupe géologique des terrains recoupés. La figure 3 présente le détail de cette coupe :

- les formations superficielles sont peu épaisses : 2,0 m de terre végétale ;

- les alluvions montrent globalement d'excellentes caractéristiques hydrauliques compte tenu de l'abondance et de la taille des galets et de l'absence de passées argileuses. On les rencontre ici jusqu'à 82,0 m ;

- notons la présence d'un niveau sableux riche en fer entre 32,0 et 35,0 m ;

- entre 70,0 et 76,0 m, quelques niveaux conglomératiques ou manganésifères caractérisent les alluvions ;

- à la base du complexe alluvionnaire, le forage a permis de mettre en évidence des formations argilo-sableuses jaunes.

Comparée aux coupes lithologiques des puits n° 1 et 4 (indices nationaux 413-7-148 et 413-8-135), on retrouve certaines similitudes : la foration du puits n° 1 a révélé quelques niveaux conglomératiques et des dépôts noirs ferrugineux et manganésifères en profondeur. La coupe du puits n° 4 précise également la présence de conglomérats entre 30,0 et 50,0 m, mais pas de fer.

Retenons enfin, l'absence dans la coupe du puits n° 2, des passées argileuses observées au puits n° 1.

2.2. Coupe technique.

Ce forage est nettement plus profond que les puits jusqu'alors réalisés, qui n'atteignent pas tous le substratum :

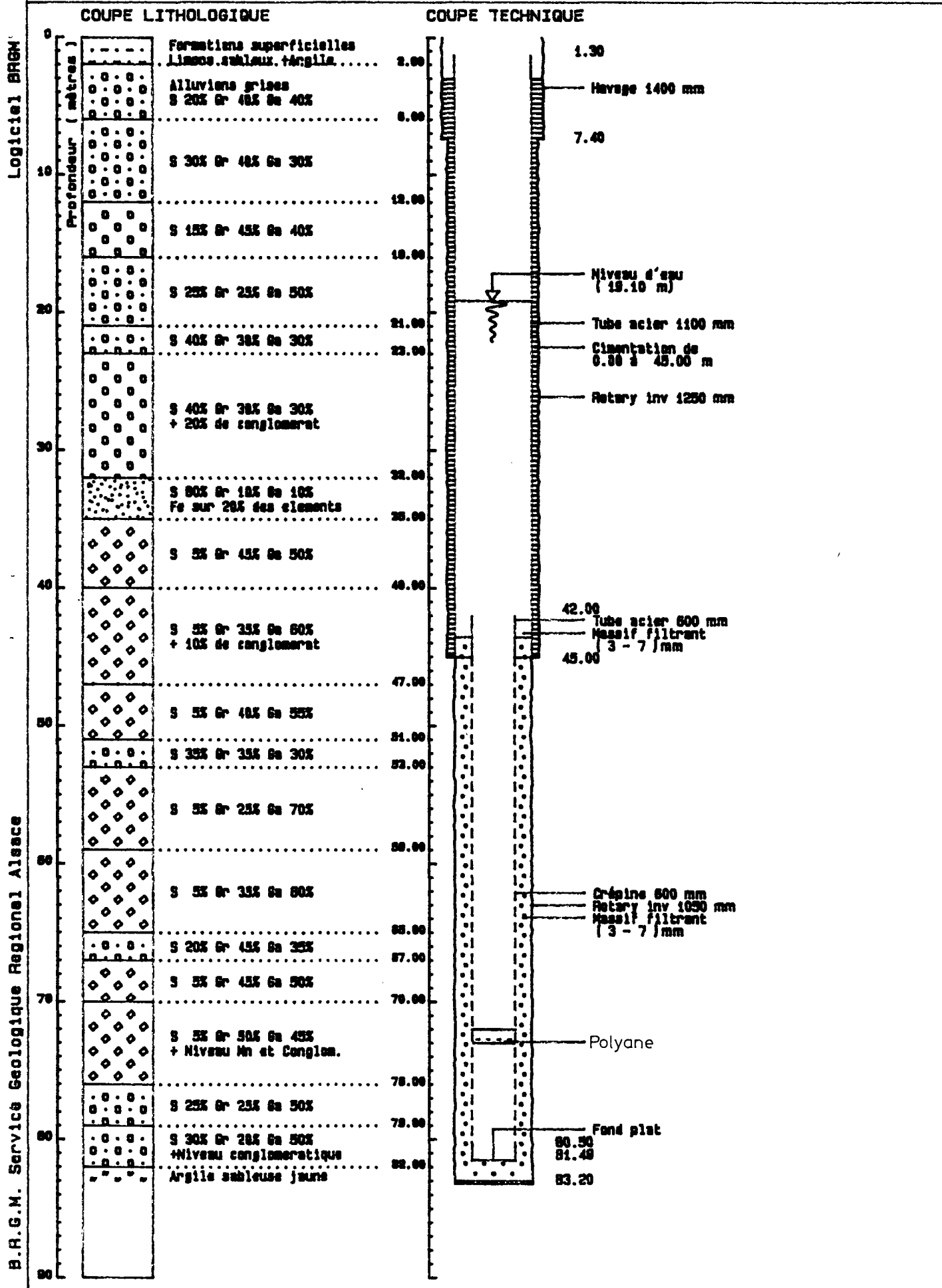
PVH1 : 69,2 m de profondeur,
 PVH2 : 83,2 m de profondeur,
 PVH4 : 67,5 m de profondeur.

Pour être à l'abri de toute pollution accidentelle, la conception de ce forage s'est orientée vers le captage préférentiel des alluvions sous 45,0 m de profondeur :

- L'avant-puits se compose d'un tube plein en acier semi-inoxydable APS 20 A, de 8 mm d'épaisseur et de 1100 mm de diamètre. Il est cimenté au terrain de 0 à 45,0 m ; entre 0 et 7,4 m, un cuvelage en béton de 1400 mm de diamètre a été descendu par havage. Cette isolation de la partie captante des horizons superficiels de l'aquifère assure une meilleure protection de l'ouvrage.

Département : HAUT-RHIN
Commune : HOMBOURG

N° classement : 0413-BX-0172
Désignation : PVH 2



- Le puits est formé d'un tube également en acier APS 20 A de 6 mm d'épaisseur et 600 mm de diamètre. Il est crépiné sur 37 m de longueur, entre 43,5 et 80,5 m de profondeur. De 80,5 à 81,5 m, l'extrémité de l'équipement se termine par un fond de montage plein.

Compte tenu de la foration en diamètre 1050 mm de 42,0 à 81,5 m, l'espace annulaire libre entre le tube et le terrain a été comblé par un massif filtrant calibré de 3 à 7 mm. Entre 72,0 et 73,0 m, un film de polyane recouvre la crépine pour éviter toutes arrivées de fines particules.

La partie crépinée permet donc de capter l'aquifère en grande profondeur. Ce n'est pas le cas des puits n° 1 et n° 4 (profondeur de reconnaissance inférieure à 70 m).

2.3. Développement de l'ouvrage.

Un pompage de dessablage a débuté le 27 Juin 1988 vers 16 h 30 pour se terminer le 29 Juin vers 5 h 00, soit durant 36 h 30. Il s'est déroulé par augmentation progressive des débits pompés, avec suivi de l'évolution de la teneur en sable au cours de chacun des paliers.

Le rôle de ce pompage a pour but d'améliorer le rendement du forage en minimisant les pertes de charge. En effet, le rendement d'un ouvrage dépend théoriquement de la transmissivité de l'aquifère ; il peut être considérablement diminué lors du passage de l'eau dans le terrain et dans les crépines.

Le pompage a été arrêté sur constatation de l'absence d'éléments fins et de la présence d'eau claire. L'eau ne contenait plus qu'une teneur en sable de 0,01 ml/l à la fin des essais.

2.4. Essai de pompage.

Trois pompes KSB ont été utilisées pour l'essai. L'eau pompée était refoulée à 200 m du puits.

Le pompage s'est déroulé durant 24 heures, du 21 Juin 1988 à 9 h 00 au 22 Juin à la même heure.

Une série de 6 paliers a été réalisée. Cet essai a permis d'atteindre une production de 522,4 m³/h. Le tableau présenté page suivante et la figure 4 résument les résultats obtenus.

La faible valeur des pertes de charge constatées atteste de la qualité des travaux effectués. Le forage répond jusqu'à plus de 500 m³/h sans augmentation notable des pertes de charge.

POMPAGE PAR PALIERS

IDENTIFICATION DU POMPAGE

Départemen : HAUT-RHIN	N° classement : 0413-BX-0172
Commune : HOMBURG	Désignation : PVH 2
Date du pompage : 29/06/88	Niveau initial: 19.10 m/sol

DESCRIPTION DU POMPAGE

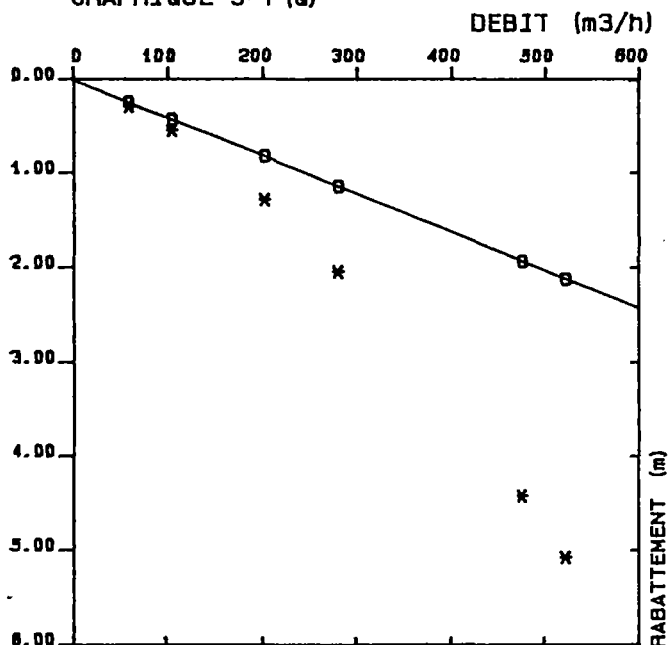
PALIER	DUREE DU POMPAGE (minutes)	DEBIT MOYEN (m3/h)	RABATTEMENT FINAL (m)	RABATTEMENT SPECIFIQUE (h/m2)
no 1	30	60.2	0.28	0.005
no 2	30	105.3	0.54	0.005
no 3	30	202.0	1.28	0.006
no 4	30	281.6	2.04	0.007
no 5	30	476.2	4.42	0.009
no 6	30	522.4	5.07	0.010

CALCUL DES PERTES DE CHARGE

Courbe caractéristique $s = bQ + cQ^2$

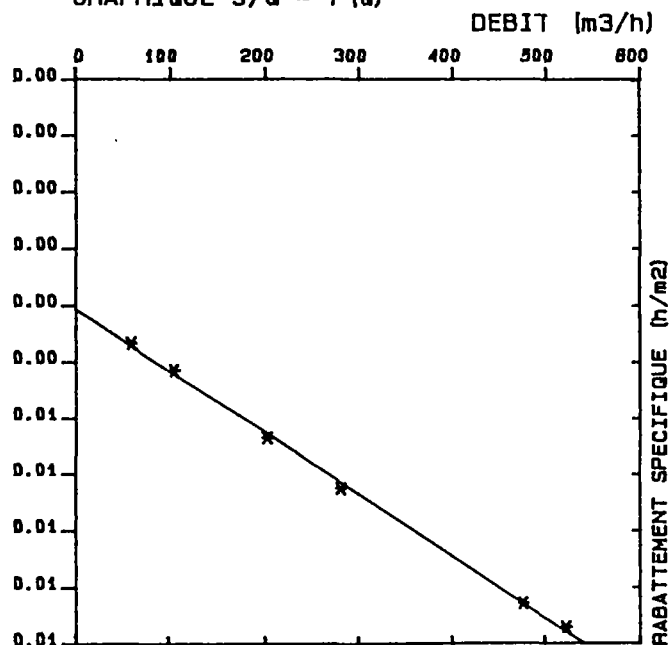
- pertes de charge linéaires : $b = 4.04 \cdot 10^{-3} \text{ h/m}^2 = 1.45 \cdot 10^1 \text{ s/m}^2$
- pertes de charge quadratiques : $c = 1.10 \cdot 10^{-5} \text{ h}^2/\text{m}^5 = 1.42 \cdot 10^2 \text{ s}^2/\text{m}^5$

GRAPHIQUE $s=f(Q)$



PERTES DE CHARGE TOTALES (*)
LINEAIRES (o)

GRAPHIQUE $s/Q = f(Q)$



VILLE DE MULHOUSE
Forage de captage n. 413-8-172
COURBE CARACTERISTIQUE

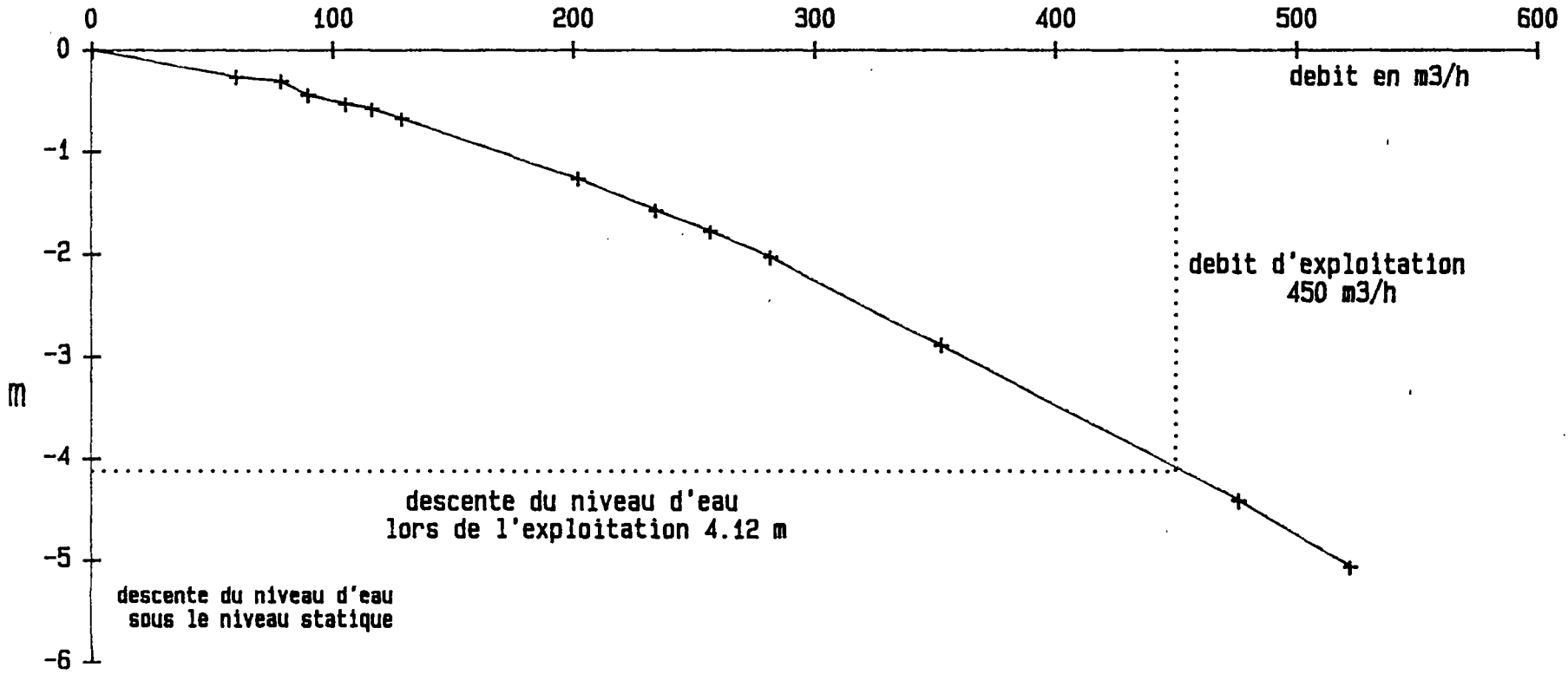


Figure 4

L'équation des pertes de charge peut être calculée à partir de ces données :

$$S = 4,04 \cdot 10^{-3} Q + 1,10 \cdot 10^{-5} Q^2$$

où Q est exprimé en m³/h et S en mètres.

Le premier terme dépend essentiellement des caractéristiques de l'aquifère alors que le second terme est fonction de la nature du tubage ainsi que de la géométrie du puits.

Le niveau dynamique de l'eau correspondant au débit nominal de 450 m³/h est à 23,22 m de profondeur par rapport au sol. Ceci autorise un équipement par pompes placées entre 30,0 et 40,0 m de profondeur sous le sol.

Par rapport aux puits n° 1 et 4, un débit plus fort peut être pompé par ce nouveau captage, d'où son intérêt.

3. QUALITE DE L'EAU.

L'analyse présentée en annexe faite sur un échantillon d'eau prélevé le 30 Juin 1988, à la fin du chantier et avant stérilisation de l'ouvrage, est moyennement minéralisée, dure (titre hydrométrique égal à 35,5° F), typiquement bicarbonatée calcique.

Elle est très bien aérée et ne présente pas d'agressivité vis-à-vis du marbre. Les différents paramètres mesurés répondent aux normes de qualité imposées par la Directive CEE/80/778 du 15 Juillet 1980.

Ces caractéristiques physico-chimiques sont à rapprocher de celles observées sur les forages PVH1 et PVH4.

Sur le plan bactériologique, la norme pré-citée prévoit que les eaux destinées à la consommation humaine ne doivent pas contenir d'organismes pathogènes, ce qui est le cas. Pour ce qui concerne le dénombrement des germes totaux dont les variations constituent un élément d'appréciation de l'évolution de la qualité bactériologique, cette directive recommande les niveaux guides suivants :

- . à 37° C, 10 pour un volume d'échantillon égal à 1 ml,
- . à 22° C, 100 pour un volume d'échantillon égal à 1 ml.

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

4. CONCLUSIONS.

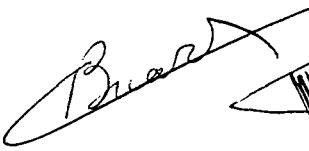
Le forage d'alimentation en eau potable PVH2 créé pour le Service des Eaux de la Ville de Mulhouse capte la nappe est alluvions entre 43,5 et 80,5 mètres de profondeur.


Cet ouvrage a été testé à 522 m³/heure, ce qui induit un rabattement de 5,07 mètres. Il pourra être exploité à un débit nominal de 450 m³/heure, les pompes étant immergées entre 30 et 40 mètres de profondeur.

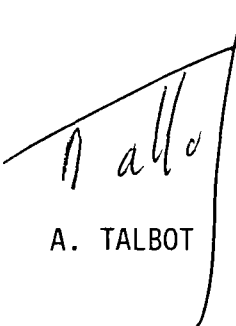
Le développement du champ captant de la Hardt est ainsi le meilleur garant de la sécurité de l'alimentation en eau potable de la Ville de Mulhouse.


Les Chargés d'étude

Le Directeur du Service
Géologique Régional Alsace


C. BUARD


p.p. A. DAVID


A. TALBOT


J.J. RISLER

ANNEXES

COUPE GEOLOGIQUE DETAILLEE
DU FORAGE PVH2
CHAMP CAPTANT DE LA HARDT

PROFONDEUR en mètres	SABLE	GALET cm	GRAVIER (complément de 100%)
0 - 0.8			Limon argileux brun jaune
0.8 - 2	10%	2-15 30%	Argile grise
2 - 3	30%	2-20 20%	Sable gris
3 - 4	20%	2-25 40%	
4 - 5	20%	2-25 30%	
5 - 6	15%	2-20 50%	
6 - 7	30%	2-15 60%	
7 - 8	30%	2-10 20%	
8 - 9	25%	2-10 40%	
9 - 10	20%	2-10 45%	
10 - 11	25%	2-15 40%	
11 - 12	35%	2-15 20%	
12 - 13	15%	2-20 40%	
13 - 14	20%	2-20 40%	
14 - 15	25%	2-20 40%	
15 - 16	15%	2-15 40%	
16 - 17	35%	2-25 15%	
17 - 18	30%	2-15 40%	
18 - 19	25%	2-25 60%	
19 - 20	10%	2-20 70%	
20 - 21	25%	2-35 35%	Sable gris
21 - 22	50%	2-25 30%	
22 - 23	35%	2-15 30%	
23 - 24	35%	2-20 30%	Eléments de conglomérat des mêmes éléments(25%)
24 - 25	30%	2-20 25%	Eléments de conglomérat des mêmes éléments(30%)
25 - 26	40%	2-10 10%	(25%)
26 - 27			Blocs de 20 à 30 cm
27 - 28	50%	2-15 30%	Eléments de conglomérat des mêmes éléments(10%)
28 - 29	50%	2-10 15%	Eléments de conglomérat des mêmes éléments(5%)
29 - 30	40%	2-10 35%	Eléments de conglomérat des mêmes éléments(30%)
30 - 31	20%	2-25 80%	Fer sur 20% éléments
31 - 32	40%	2-25 60%	
32 - 33	85%	2-12 10%	
33 - 34	70%	2-10 15%	Sable argileux gris jaune. Fer sur 20% éléments
34 - 35	90%	2- 5 5%	
35 - 36	50%	2-25 60%	
36 - 37	10%	2-10 50%	
37 - 38	10%	2-25 60%	
38 - 39	10%	2-30 50%	
39 - 40	5%	2-10 40%	
40 - 41	5%	2-20 40%	Conglomérat à ciment calcaire (20%)
41 - 42	5%	2-30 60%	
42 - 42.6	20%	2-15 60%	Conglomérat
42.6 - 43	5%	2-20 50%	
43 - 44	5%	2-20 70%	Conglomérat (10%)
44 - 45	5%	2-25 80%	Conglomérat (10%)
45 - 46	20%	2- 4 20%	
46 - 47	10%	2-25 60%	Conglomérat (10%)
47 - 48	5%	2-30 70%	
48 - 49	5%	2-20 40%	
49 - 50	5%	2-25 70%	
50 - 51	5%	2-20 50%	
51 - 52	30%	2-20 50%	
52 - 53	40%	2-15 10%	
53 - 54	5%	2- 6 60%	

54 - 55	5%	2-10	50%	
55 - 56	5%	2-10	80%	
56 - 57	5%	2-10	70%	
57 - 58	5%	2-15	70%	
58 - 59	5%	2-10	70%	Conglomérat
59 - 60	5%	2- 6	80%	
60 - 61	5%	2- 5	60%	
61 - 62	10%	2- 8	50%	
62 - 63	5%	2-40	60%	
63 - 64	5%	2-15	60%	
64 - 65	5%	2-20	60%	
65 - 66	15%	2-25	40%	
66 - 67	30%	2-30	30%	
67 - 68	5%	2- 8	40%	
68 - 69	5%	2-10	50%	
69 - 70	5%	2-15	60%	
70 - 71	5%	2-10	50%	Mn sur 5% éléments
71 - 72	5%	2-20	60%	Mn sur 20% éléments
72 - 73	30%	2-10	30%	Mn sur 5% éléments
73 - 74	5%	2-15	70%	Eléments de conglomérat 5% - Mn 20%
74 - 75	5%	2-10	80%	Eléments de conglomérat 5% - Mn 5%
75 - 76	5%	2-15	50%	
76 - 77	30%	2- 5	10%	
77 - 78	20%	2-15	50%	
78 - 79	25%	2-12	60%	
79 - 79.5	30%	2-15	50%	Conglomérat à ciment calcaire
9.5 - 80	25%	2-25	50%	Sable gris beige
80 - 81	30%	2-30	60%	Sable gris beige
81 - 82	40%	2- 8	10%	
82 - 82.1				Sable argileux gris beige - Eléments de conglomérat
2.1 - 82.5	5%	2-30	50%	Sable gris beige - Une motte argile jaune plastique
2.5 - 83				Argile jaune - Marne jaune rubéfiée
83 - 83.2				Marne jaune et psammite grise sur lits riches en éléments charbonneux, et micas dans marne grise

SERVICE DES EAUX			
DIR	261	262	263
- 1. AOUT 1988 - P3			
264/1	264/2	265	266

ANALYSE D'EAU

(Type I - Analyse complète)

Analyse n° 6210/88

Illkirch-Graffenstaden, le 27 JUILLET 1988

Commune de : MULHOUSE

Origine de l'eau : Nouveau puits P2 Forêt de la Hardt

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

Profondeur du puits ou forage : Traitement : eau non traitée

Causes probables de contamination :

Prélèvement effectué le : 30.6.1988 à 8 h 45 par le préparateur : 2

Importance des pluies dans les dix derniers jours : faible

Température atmosphérique : 20° Température de l'eau : 10,7°

Mode de transport : en glacière Analyse commencée le : 30.6.1988 à 15 H

EXAMEN PHYSIQUE

Aspect : limpide et incolore Turbidité : 0
 Odeur : normale Résistivité à 20°C : 1629
 Saveur : normale pH : 7,53

ANALYSE CHIMIQUE

Dureté totale (TH) : 35,5 Résidu sec à 105° : 460,0
 Titre alcalimétrique (IAC) : 27,2 Résidu sec à 180° : 418,0
 Résidu calciné à 525° : 334,0
 Chlore libre (Cl₂) : 0 mg/l Silice (SiO₂) : 9,5
 Oxygène dissous (O₂) : 10,4 mg/l Anhydride carbonique libre (CO₂) : 40,3
 Sulfures (H₂S) : 0 mg/l Anhydride carbonique agressif (CO₂) : 0
 Oxygène cédé par KMnO₄ à chaud 10 mn en milieu acide (O₂) : 0,21

Essai sur marbre (recherche de l'agressivité)

	Avant	Après
pH :	7,53	7,55
Alcalinité au méthyl-orange, en mg/l (CaO) :	152,3	145,8
Conductivité en Micro-Siemens :	614	586

Cations			Anions		
	mg/l	mé/l		mg/l	mé/l
Calcium (Ca)	107,8	5,39	Carbonique (CO ₃)	0	0
Magnésium (Mg)	20,5	1,71	Bicarboniques (HCO ₃)	331,8	5,44
Ammonium (NH ₄)	0	0	Chlorhydrique (Cl)	31,5	0,89
Sodium (Na)	10,0	0,43	Sulfurique (SO ₄)	45,0	0,94
Potassium (K)	1,3	0,03	Nitreux (NO ₂)	0	0
Fer (Fe)	0,022	0,00	Nitrique (NO ₃)	16,5	0,27
Manganèse (Mn)	0,008	0,00	Phosphorique (PO ₄)	0	0
Aluminium (Al)	0,020	0,00	Fluorhydrique (F)	0,08	0,00

Recherches spéciales

Cuivre (Cu)	0,006	mg/l	Lithium (Li)	0,010	mg/l	Sélénium (Se)	<0,001	mg/l
Plomb (Pb)	<0,001	mg/l	Strontium (Sr)	0,234	mg/l	Arsenic (As)	0,002	mg/l
Zinc (Zn)	0,038	mg/l	Baryum (Ba)	0,269	mg/l	Chrome (Cr)	<0,001	mg/l
Cadmium (Cd)	<0,001	mg/l	Mercure (Hg)	<0,0001	mg/l	Cyanures (Cn)	<0,0005	mg/l
Composés organochlorés (Phénols)				<0,005	mg/l	Nickel (Ni)	<0,001	mg/l
Hydrocarbures (spectrométrie IR)				0,025	mg/l	Bore (B)	-	mg/l
Substances extractibles au chloroforme :	0,064	mg/l						

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

Bactéries aérobies sur gélose nutritive
 - après 24 h à 37° : 1 o. 1 ml
 - après 72 h à 20-22° : 404 p. 1 ml
 Bactéries coliformes sur membranes filtrantes à 37° : 0 o. 100 ml
 Escherichia coli sur membranes filtrantes à 44° : 0 p. 100 ml
 Streptococcus fécaux sur membranes filtrantes à 37° : 0 o. 100 ml
 Clostridium sulfito-réducteurs : 0 o. 100 ml
 Bactéries sulfato-réductrices : 0 p. 100 ml
 Bactéries ferrugineuses : absence ds. 1 l.

OBSERVATIONS ET CONCLUSIONS Eau non traitée moyennement minéralisée, dure, bicarbonatée calcique et magnésienne. Elle est très bien aérée et ne présente pas d'agressivité vis à vis du marbre. Propreté bactériologique satisfaisante.

EAU POTABLE.

Le Directeur du Laboratoire-
d'HYDROLOGIE

Le Directeur



A. EXINGER

ETUDE HYDROCHIMIQUE VILLE DE MULHOUSE

NUMERO DU POINT	DESIGNATION	DATE	COND micro S.	TH ° fr	TAC ° fr	CA mg/l	MG mg/l	NA mg/l	FE mg/l	MN mg/l	NH4 mg/l	AL µg/l	SO4 mg/l	CL mg/l	NO3 mg/l	NO2 mg/l		
413 7 85/0	PVH5 AEP HARDT V.D. MULHOUSE	08/07/71	670.00	34.60	-	111.00	17.00	9.40	0.00	0.00	0.00	-	40.00	22.00	12.00	0.00		
		18/09/79	669.00	33.80	28.20	107.20	16.80	17.80	0.00	0.00	0.00	44.00	33.00	36.70	12.00	0.00		
		11/10/83	664.00	38.20	30.10	119.20	20.20	19.50	0.01	0.00	0.00	-	54.00	44.00	12.00	0.00		
		26/03/85	693.96	38.50	30.20	118.80	21.10	20.00	0.02	0.00	0.00	55.00	43.00	47.00	14.00	0.00		
		01/10/85	685.87	37.90	30.40	119.20	19.40	19.50	0.11	0.00	0.00	90.00	45.00	44.00	14.00	0.00		
		18/03/86	684.93	38.60	30.50	-	-	20.30	0.00	-	0.00	-	40.00	46.00	15.00	0.00		
		03/06/86	691.09	39.20	30.70	-	-	20.70	0.05	-	0.00	-	40.00	48.00	15.50	0.00		
		30/09/86	681.20	38.50	29.70	120.00	20.40	20.50	0.02	0.05	0.00	63.00	45.00	45.00	15.00	0.00		
		31/03/87	733.14	39.10	30.70	122.40	20.40	22.00	0.02	0.01	0.00	10.00	50.00	50.00	16.50	0.00		
		413 7 148/0	PVH1 AEP HARDT V.D. MULHOUSE	14/03/75	520.00	32.30	26.70	103.20	15.60	5.50	0.05	0.00	0.00	-	32.00	19.60	13.00	0.00
				01/06/76	541.00	33.50	25.60	-	-	-	0.04	-	0.00	-	37.00	23.00	15.00	0.00
				19/10/76	615.00	36.10	28.80	-	-	-	0.08	-	0.00	-	38.00	37.00	17.00	0.00
				04/10/77	372.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15/11/77	562.00			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
02/05/78	554.00			36.30	28.80	116.00	17.50	7.50	0.04	-	0.00	-	38.00	25.00	14.00	0.00		
30/06/78	532.00			36.00	29.30	112.40	19.00	8.00	0.01	0.00	0.00	12.00	41.00	24.00	13.00	0.00		
19/09/78	563.00			28.90	20.50	-	-	8.00	0.00	-	0.00	-	39.00	28.00	10.00	0.00		
19/12/78	539.00			35.40	29.50	-	-	8.00	0.00	-	0.00	-	40.00	25.00	12.00	0.00		
16/01/79	528.00			36.10	29.60	121.60	13.70	8.00	0.02	0.00	0.50	-	39.00	22.50	11.00	0.10		
27/03/79	553.00			35.20	28.50	-	-	7.00	0.00	-	0.00	-	41.00	30.00	13.00	0.00		
18/09/79	582.00			33.80	28.60	102.40	19.70	18.50	0.26	0.00	0.00	5.00	27.00	24.50	12.00	0.00		
18/12/79	648.00			39.60	29.00	122.40	21.60	8.00	0.05	0.00	0.00	-	45.00	30.00	32.00	0.00		
25/03/80	582.00			34.80	27.00	-	-	6.80	0.02	-	0.10	-	38.00	31.00	14.00	0.00		
19/09/80	440.00			24.30	19.30	-	-	7.60	0.00	-	-	-	34.00	13.00	11.00	0.00		
05/12/80	665.00			34.80	28.60	-	-	16.00	0.04	-	-	-	41.00	32.00	22.00	0.00		
31/03/81	652.00			36.60	29.20	116.80	17.80	8.20	0.02	0.00	0.00	32.00	42.00	28.40	12.00	0.00		
12/11/81	699.00			35.80	29.00	-	-	16.00	0.00	-	-	-	41.00	35.00	24.00	0.00		
26/02/82	634.00			35.00	27.20	-	-	8.50	0.02	-	0.10	-	42.00	33.00	12.00	0.00		
23/03/82	640.00			36.30	29.00	116.00	17.50	9.00	0.03	-	0.00	40.00	42.00	28.40	13.00	0.00		
29/06/82	632.00			36.40	28.40	-	-	-	0.01	-	0.10	-	43.00	30.00	11.00	0.00		
11/10/83	600.00			36.00	28.60	99.20	26.90	10.00	0.01	0.00	0.00	-	45.00	28.50	13.00	0.00		
24/12/83	664.00			38.20	29.20	-	-	19.00	0.00	-	0.00	-	48.00	43.00	13.00	0.00		
16/10/84	607.00			35.70	27.80	114.40	17.00	12.00	0.02	0.00	0.00	-	45.00	30.00	13.00	0.00		
26/03/85	-			-	-	112.00	19.70	10.70	0.02	0.00	0.00	45.00	42.00	30.00	14.50	0.00		
01/10/85	619.96			36.20	28.20	109.60	19.20	11.00	0.02	0.00	0.00	30.00	42.50	28.00	14.00	0.00		
30/09/86	607.90			35.50	27.80	111.60	18.20	11.50	0.02	0.00	0.00	67.00	41.50	30.00	15.50	0.00		
31/03/87	643.91			36.40	28.00	112.40	19.90	12.00	0.02	0.00	0.00	7.00	45.00	33.00	16.50	0.00		
413 8 135/0	PVH4 AEP HARDT V.D. MULHOUSE	19/12/74	529.00	32.60	27.00	104.00	15.80	5.00	0.00	0.00	0.60	-	32.00	15.50	11.00	0.00		
		02/05/78	525.00	33.70	26.20	105.60	17.50	6.00	0.06	-	0.00	-	37.00	24.80	19.00	0.00		
		18/09/79	560.00	30.00	23.50	96.80	13.90	7.50	0.00	0.00	0.20	20.00	28.00	27.20	16.00	0.00		
		31/03/81	608.00	34.00	26.00	108.00	16.80	6.00	0.05	0.00	0.00	32.00	40.00	29.20	12.00	0.00		
		11/10/83	569.00	34.70	26.60	108.80	18.00	6.70	0.01	0.00	0.00	-	47.00	27.00	14.00	0.00		
		16/10/84	581.00	34.70	27.20	111.60	16.30	7.50	0.02	0.00	0.00	-	41.00	25.00	14.00	0.00		
		26/03/85	598.09	34.90	26.80	111.60	16.80	7.00	0.01	0.00	0.00	42.00	43.00	27.00	15.50	0.00		
		01/10/85	597.02	35.20	27.20	111.20	17.80	7.00	0.03	0.00	0.00	45.00	45.00	26.50	15.00	0.00		
		30/09/86	589.97	35.30	25.40	113.60	16.60	7.00	0.02	0.01	0.00	65.00	46.50	27.00	16.00	0.00		
		31/03/87	615.01	35.30	26.20	110.80	18.20	7.00	0.02	0.00	0.00	6.00	52.00	25.00	16.00	0.00		