

# **BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

74, rue de la Fédération, 75 Paris (15<sup>e</sup>) – Tél.: (1) 783.94.00

## **SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

B.P. 6009 – 45 Orléans (02) – Tél.: (38) 66.06.60

PONPAGE D'ESSAI EFFECTUE  
SUR LE FORAGE  
DE LA SAVIEM

à

BLAINVILLE SUR ORNE (14)

par

P. FASCAUD

M. TIRAT



**Service géologique régional PICARDIE – NORMANDIE**

18, rue Mazurier, 76 Mont-Saint-Aignan – Tél.: (35) 70.38.64

12, rue Lescouvé, 80 Amiens – Tél.: 91.73.87

2, rue général Moulin, 14 Caen – Tél.: 81.86.96

## R E S U M E

A la demande de la Société lyonnaise des eaux et de l'éclairage à GARDONNE (76), le B.R.G.M. a procédé à la surveillance et à l'interprétation du pompage d'essai effectué sur le forage de la SAVIEM à BLAINVILLE-sur-ORNE (14).

Le forage, situé à l'aval de CAEN, dans la vallée de l'Orne, capte la nappe du calcaire bathonien sous les alluvions.

Les différents essais ont abouti aux résultats suivants :

1- Le débit utile était de 220 m<sup>3</sup>/h.

2- Les paramètres hydrauliques de l'aquifère étaient :  
 $T = 28 \text{ m}^2/\text{h}$ ,  $K = 1 \text{ m/h}$ ,  $S = 0,1 \%$  et  $S' = 14 \%$ .

3- On a fait une prévision du rabattement au bout de 4 ans (temps d'exploitation prévu) dans les 2 hypothèses où le rabattement évoluerait soit selon un palier de Boulton ( $s = 0,50 \text{ m}$ ), soit (ce qui est infiniment plus probable) selon une droite de Jacob ( $s = 13 \text{ m}$ ). Dans les 2 cas, on doit garder à l'esprit la possibilité d'une réalimentation par le canal maritime ou l'Orne, qui amènerait une stabilisation des niveaux au bout d'un temps variant entre 3 semaines (réalimentation par le canal) et 4 mois (réalimentation par l'Orne).

4- Le contrôle du taux des chlorures est passé de 310 mg/l au début des essais préliminaires à 60 mg/l à la fin du pompage de longue durée. Une mise en communication avec l'Orne, ou pire encore, le canal se traduirait par un accroissement des chlorures.

Le rapport conclut donc favorablement sur le plan quantitatif. On peut exploiter le forage à 220 m<sup>3</sup>/h au rythme de 20 h/j, ce qui assurera les 4 500 m<sup>3</sup>/j recherchés. Mais les risques d'une progression du biseau salé et d'une altération de la qualité des eaux de la nappe de la basse vallée de l'Orne impose que l'on suive de très près l'évolution des niveaux de la nappe et du taux des chlorures.

-----

## TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
1 - INTRODUCTION	1
2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE	2
3 - GEOLOGIE	2
4 - HYDROGEOLOGIE	2
5 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU FORAGE	3
6 - DESCRIPTION DE LA STATION D'ESSAIS ET DU MATERIEL UTILISE	3
61 - Matériel de pompage	3
62 - Refoulement	4
63 - Mesure des débits	4
64 - Mesure des niveaux	4
7 - ESSAIS PRELIMINAIRES PAR PALIERS	4
71 - Pompage de nettoyage par paliers de 15'	4-5
72 - Essais préliminaires par paliers de 2 h	5-6
8 - POMPAGE D'ESSAI PROLONGE	6
81 - Déroulement de l'essai	6
82 - Interprétation du pompage d'essai prolongé	6à9
9 - HYDROCHIMIE - CONTROLE DES CHLORURES	9-10
-- CONCLUSION ET PREVISION D'EXPLOITATION	11

-----

## TABLE DES FIGURES

	<u>Pages</u>
1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE DU FORAGE (échelle 1/25 000)	2-3
2 - CROQUIS DE LA STATION DE POMPAGE (échelle 1/20 000)	2-3
3 - COUPE TECHNIQUE DU FORAGE	3-4
4 - COURBE CARACTERISTIQUE DU FORAGE ET COURBE RABATTEMENTS - DEBITS SPECIFIQUES	5-6
5 - COURBE DE DESCENTE DE LA NAPPE SUR LE FORAGE PENDANT LE POMPAGE PROLONGE	6-7
6 - COURBE DE DESCENTE DE LA NAPPE SUR LE PIEZOMETRE PENDANT LE POMPAGE PROLONGE	6-7
7 - COURBE DE REMONTEE DE LA NAPPE SUR LE PIEZOMETRE APRES LE POMPAGE PROLONGE	6-7
8 - DESCENTE DE LA NAPPE SUR LE PIEZOMETRE - Schéma de BOULTON	7-8

-----

## TABLE DES ANNEXES

- Annexe 1 - Coupe détaillée des terrains traversés.
- 2 - Tableau des mesures de niveau et de débit effectué sur le forage et sur le piézomètre, en descente et en remontée.
- 3 - Principales formules utilisées.

1 - INTRODUCTION

L'usine SAVIEM - Renault, à BLAINVILLE-sur-ORNE est actuellement alimentée par une prise d'eau dans la rivière du Dan à proximité du fossé de ligne (dossier B.R.G.M. 120-5-243).

Par suite de l'augmentation régulière de la teneur en chlorures de l'eau du Dan (40 à 90 mg/l), il devenait nécessaire de recourir à un nouveau mode d'alimentation de l'usine.

Dans cette intention, la SAVIEM a fait appel à la Société lyonnaise des eaux et de l'éclairage à MARDONNE (76), qui a proposé l'exécution d'un ou de plusieurs forages susceptibles de remplacer le captage existant. Les besoins sont de l'ordre de 4 000 m<sup>3</sup>/jour.

Un premier forage a été exécuté en novembre-décembre 1971 pour tester la nappe du Bathonien.

A la demande de la Société lyonnaise des eaux, le B.R.G.M. a assuré la direction, la surveillance et l'interprétation des pompages d'essai et le contrôle du taux de chlorures.

-----

## 2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le forage (dossier B.R.G.M. 120-5-384) est situé dans la vallée de l'Orne en rive gauche, entre l'Orne et le canal de CAEN à la mer, au Nord de l'usine.

Ses coordonnées sont :  
 x = 407,680  
 y = 171,855  
 z = +4,50

Un sondage de reconnaissance exécuté en février 1971 par l'entreprise de sondages PIERRE est situé à 17 m au sud (dossier B.R.G.M. 120-5-383).

## 3 - GEOLOGIE

Le point d'eau est implanté dans les alluvions de l'Orne. Il traverse ces alluvions sur 19,00 m puis les calcaires et les marnes du Bathonien moyen et inférieur pour se terminer dans cette formation au niveau des Marnes de PORT-EN-BESSIN.

Les terrains rencontrés peuvent se résumer ainsi : (voir détail en annexe I)

PROFONDEUR	NATURE DU TERRAIN	INTERPRETATION	COTE DU TOIT
0,00 - 0,25	Remblai		+ 4,50
0,25 - 19,05	Alternances de sable, argile molle ; parfois sableuse et tourbe ; graviers et galets à la base	Alluvions	+ 4,25
19,05 - 22,65	Calcaire gris-nâtre	Bathonien moyen	-14,55
22,65 - 48,85	Alternances de bancs calcaires et de bancs calcaires très marneux.	Bathonien inférieur (Pierre de CAEN)	-18,15
48,85 - 58,00	Marne argileuse, gris, noirâtre	Bathonien inférieur (Marne de PORT-EN-BESSIN)	-44,35
58,00	Marne argileuse compacte	-idem-	-53,50

## 4 - HYDROGEOLOGIE

La nappe captée est contenue dans les calcaires bathoniens recouverts par les alluvions de l'Orne. Elle s'alimente sous les plateaux qui s'étendent de part et d'autre de la vallée (surtout en rive gauche) et se déverse à travers les alluvions dans le canal maritime et (peut-être) l'Orne. Dans les portions déprimées de la nappe le sens des relations eaux souterraines - eaux superficielles s'in-

# SITUATION GEOGRAPHIQUE DU FORAGE

EXTRAIT DE LA CARTE 1 / 25 000 : CAEN 120-5-6

Caen 120.5

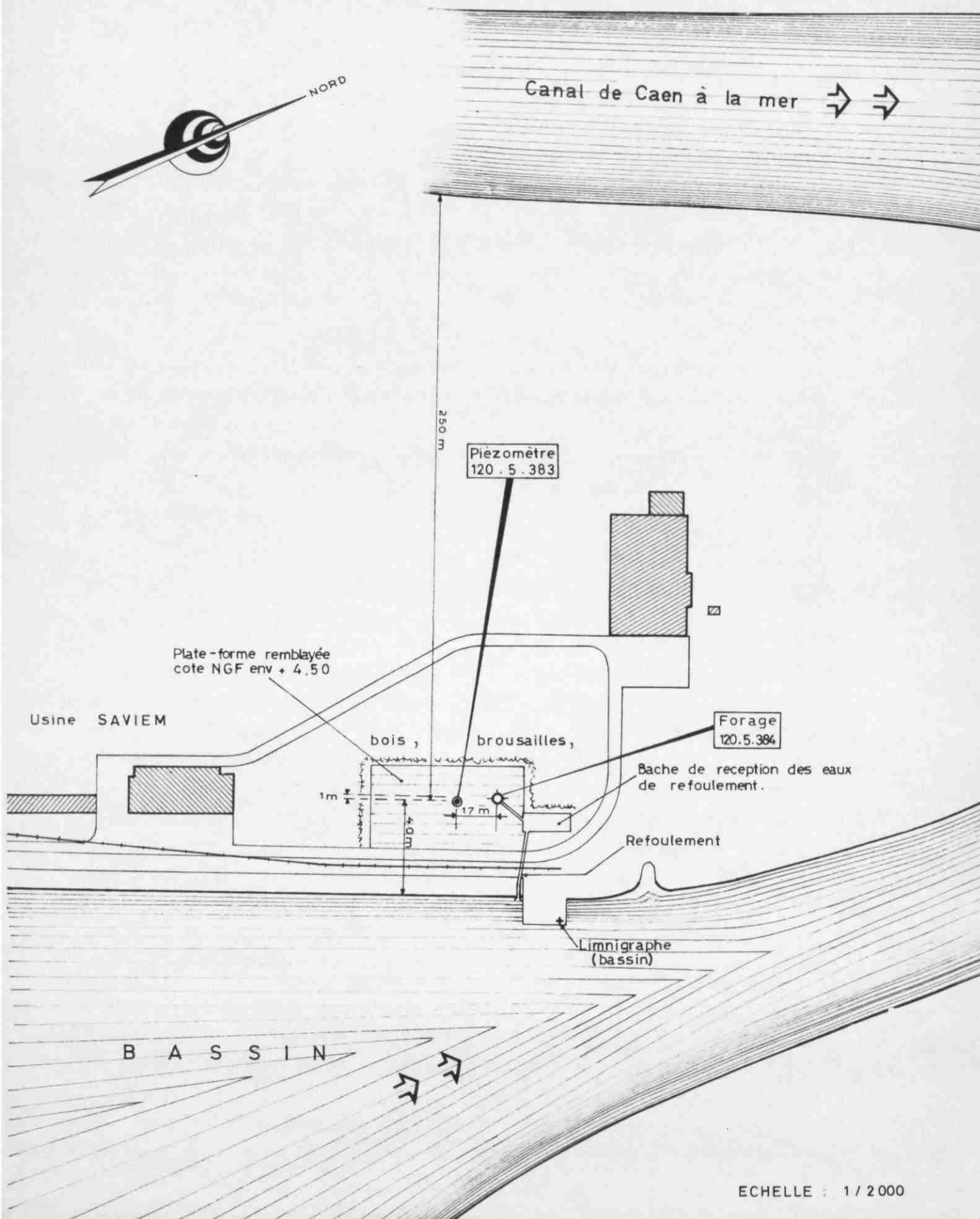


ECHELLE : 1 / 25 000

# POMPAGE D'ESSAI DE LA SAVIEM.

BLAINVILLE - SUR - ORNE

## CROQUIS DE LA STATION DE POMPAGE.



verse et il existe des possibilités de pollution de la nappe par la "langue" d'eau salée qui remonte dans le canal. Les Marnes de PORT-EN-BESSIN, touchées à 49 m au forage de la SAVIEM, forme le mur du réservoir.

5 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU FORAGE (fig. 3)

Le forage a été réalisé par l'entreprise FORTIN de ROUEN du 9 novembre au 20 décembre 1971.

Il a été creusé en 0,80 m à la benoto jusqu'à 21 m puis en 0,60 m au rotary jusqu'au fond, soit 58,00 m.

La coupe technique est la suivante :

DIAMETRE	PROFONDEURS	NATURE
1,50	0,00 - 1,50	Avant-puits bétonné
0,60	1,50 - 20,60	Tubage acier plein avec coulis de béton de 0 20 m d'épaisseur
0,50	20,60 - 58,00	Tubage acier crépiné

Le sondage de reconnaissance utilisé comme piézomètre a été exécuté par l'entreprise de Sondages PIERRE en février 1971.

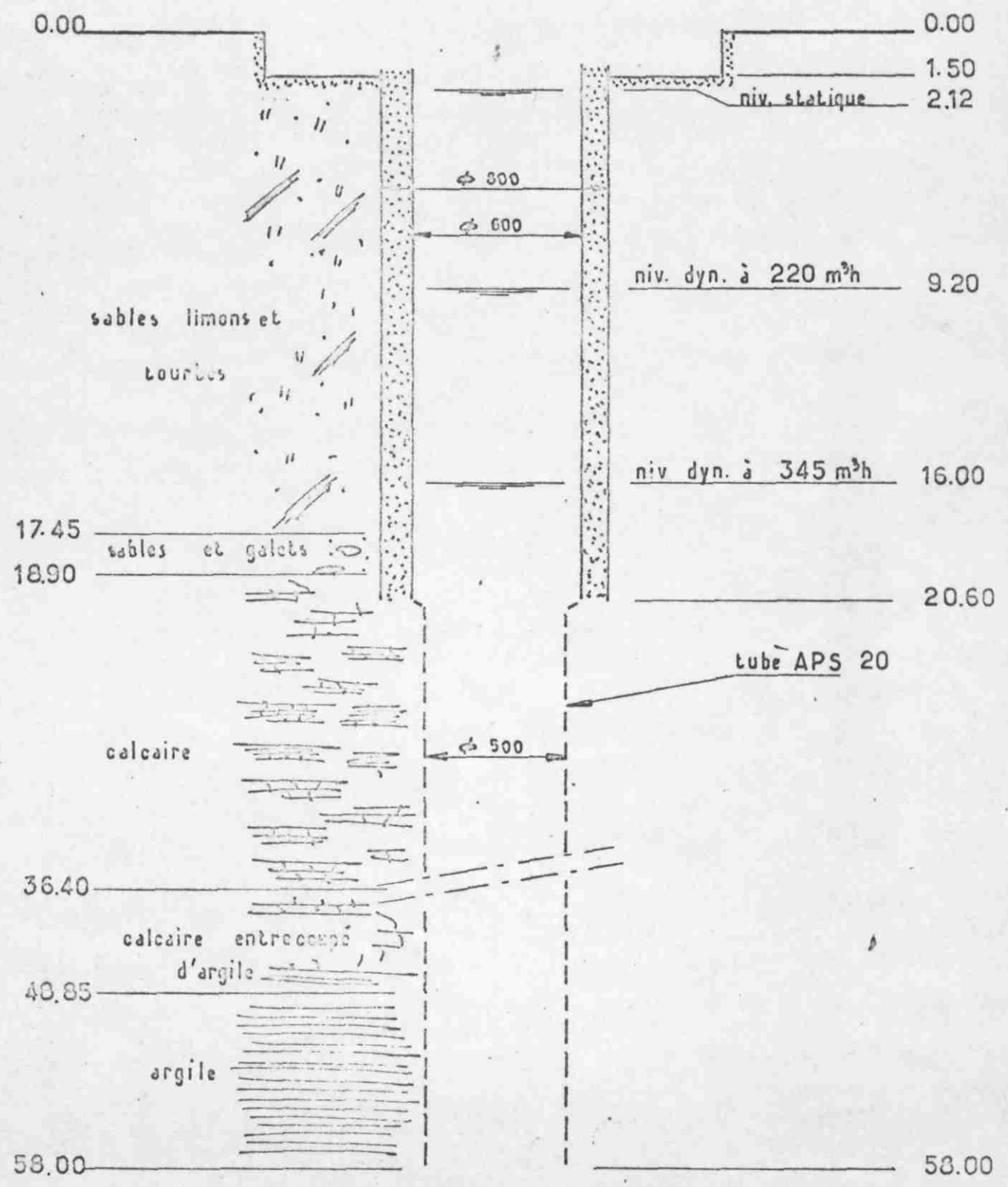
Il a été creusé par rotation jusqu'au fond (50,20 m ; 48,75 m au moment des essais) en 0,140 m de diamètre. Il est tubé jusqu'à 30,00 m.

6-DESCRIPTION DE LA STATION D ESSAIS ET DU MATERIEL UTILISE

61 - Matériel de pompage :

Marque et type de la pompe	: ALTA à axe vertical
Puissance	: 130 CV
Débit maximum	: 350 m <sup>3</sup> /h
Débit de régime	: 200 à 250 m <sup>3</sup> /h
Profondeur de la crépine	: 29,00 m
Source d'énergie	: E.D.F. (branchement par l'usine)

COUPE DU FORAGE EXÉCUTÉ DANS L'USINE DE LA  
 SAVIEM A BLAINVILLE / ORNE  
 PAR L'ENTREPRISE DE FORAGES J. FORTIN - 76 ROUEN



## 62 - Refoulement

Le refoulement était effectué à l'aide d'une conduite métallique de 0,30 m de diamètre et de 9,00 m de long s'écoulant dans une bêche de réception creusée à même le sol de 18,00 m de long, 8,00 m de large et 1,30 m de profondeur moyenne. Une tranchée de 30 m de long assurait l'écoulement jusqu'au bassin N, lui-même en relation avec le canal de CAEN à la mer.

Remarque - On a vérifié à plusieurs reprises, en contrôlant le niveau d'eau après l'arrêt du pompage, l'étanchéité de la bêche de réception ; de fait, celle-ci était creusée dans l'argile verte imperméable décrite dans la coupe entre 1,15 m et 3,37 m.

## 63 - Mesure des débits

La mesure des débits se faisait au moyen d'un compteur volumétrique installé sur la conduite de refoulement.

Ce compteur était relevé toutes les 2 minutes au début des essais, toutes les 2 heures à la fin. Par ailleurs, on l'a systématiquement contrôlé toutes les 2 heures au chronomètre sur 10 m<sup>3</sup>.

## 64 - Mesure des niveaux

Sur le forage, sonde électrique O.T.T.

Sur le piézomètre ; limnigraphe O.T.T., type 16

Remarque - Un limnigraphe O.T.T. type 10 avait également été installé sur le bassin afin de connaître les fluctuations du plan d'eau.

On avait de plus placé un limnigraphe O.T.T. type 16 sur l'ancien forage DNIA (indice B.R.G.M. 120-5-384). Ce forage profond de 92,00 m au moment de l'exécution, et de 80,00 m au moment des essais est situé à 600 m en aval et capte les nappes du Bathonien et du Bajocien.

Le niveau piézométrique se situant à 1,45 m avant les essais, il n'a pas été influencé par les pompages sur le forage mais a par contre réagi aux variations du niveau de l'Orne.

## 7 - ESSAIS PRELIMINAIRES PAR PALIERS (fig. 4)

### 71 - Pompage de nettoyage, par palier de 15'

Ils avaient pour but, outre de nettoyer le forage acidifié par 6 t d'acide, d'aider à déterminer le débit des différents paliers pour les essais préliminaires proprement dits.

Le 21 décembre 1971, on a pompé à débit croissant, chacun des 8 débits étant maintenu pendant 15'.

Le tableau ci-après résume les essais.

N° du palier	DATE	HEURES	DUREE	Débit en m3/h (fin de pompage)	Rabattement en m
1	21/12/1971	16h15-16h30	15'	60	1,18
2	"	16h30-16h45	"	150	3,54
3	"	16h45-17h00	"	168	4,34
4	"	17h00-17h15	"	180	4,87
5	"	17h15-17h30	"	210	6,20
6	"	17h30-17h45	"	261	8,22
7	"	17h45-18h00	"	288	10,15
8	"	18h00-18h45	"	300	11,27

On a pu établir la courbe de la figure 3 qui montre que le premier palier d'essais préliminaires pouvait se situer aux environs de 90 m3/h et le dernier aux environs de 300 m3/h. Le débit critique semblait se situer entre 250 et 300 m3/h.

72 - Essais préliminaires par paliers de 2 h

Ils devaient permettre de tracer la courbe caractéristique du forage et de définir le débit maximum. Le 22/12/1971, on a pompé à débit croissant, chacun des 6 débits étant maintenu pendant 2 h.

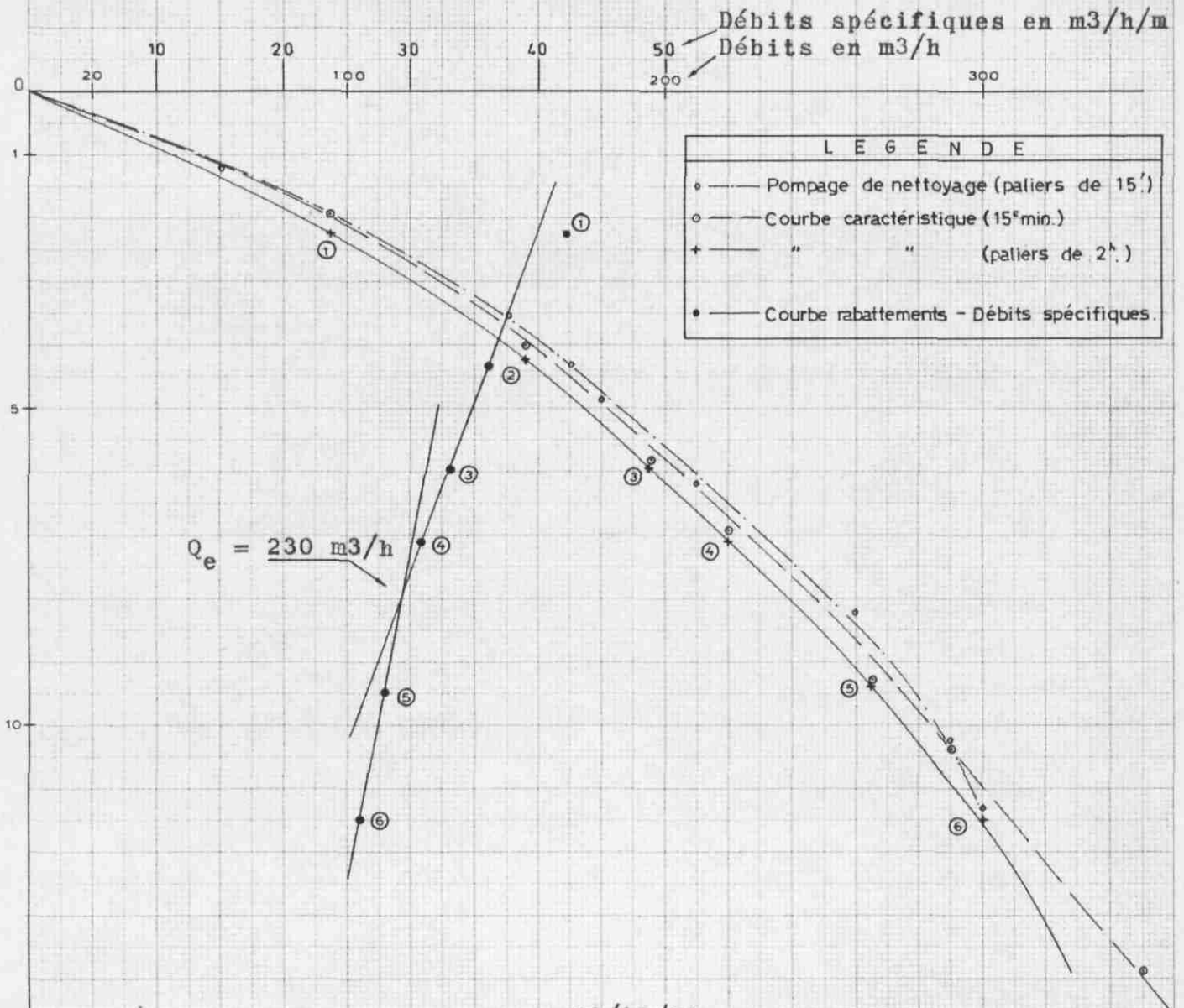
Le tableau ci-dessous résume les essais.

N° DU PALIER	DATE	HEURES	DUREE	DEBIT en m3/h (fin de pompage)	RABATTEMENT en m	spécifique en m3/h/m
1	22/12/71	10h45-12h45	A 15' : 2h	94	:1,94 : 2,22	42,3
2	"	12h45-14h45	A 15' : 2h	155	:4,04 : 4,30	36,0
3	"	14h45-16h45	A 15' : 2h	195	:5,81 : 5,92	32,9
4	"	16h45-18h45	A 15' : 2h	220	:6,93 : 7,06	31,1
5	"	18h45-20h45	A 15' : 2h	265	:9,25 : 9,39	28,2
6	"	20h45-22h45	A 15' : 2h	300	:10,34 : 11,48	26,1
7	"	22h45-23h00	A 15' : 2h	345	:13,88	-

BLAINVILLE SUR ORNE - SAVIEM - 120.5.384

Courbe caractéristique  
et courbe rabattements  
débits spécifiques

21/12/71  
22/12/71



22/12/71

N° du Palier	Heures	Durée	Q m3/h	$\Delta$	$\frac{Q}{\Delta}$
1	10h45-12h45	2	94	2,22	42,3
2	12h45-14h45	2	155	4,30	36,0
3	14h45-16h45	2	195	5,92	32,9
4	16h45-18h45	2	220	7,06	31,1
5	18h45-20h45	2	265	9,39	28,2
6	20h45-22h45	2	300	11,48	26,1

Rabattements en m

La courbe obtenue (figure 4) montre une forme parabolique : on n'observe aucune chute brutale du rabattement en fonction du débit et on ne peut déterminer le débit critique que par la méthode de la tangente à 45° ; on obtient 220 m<sup>3</sup>/h <math>Q\_c < 240 \text{ m}^3/\text{h}</math>. Par contre, la courbe débit spécifique - rabattement permet de situer avec précision le débit critique égal à 230 m<sup>3</sup>/h.

Le débit utile est voisin de 220 m<sup>3</sup>/h.

## 8 - POMPAGE D'ESSAI PROLONGÉ (figures 5, 6, 7, 8) (annexes 1, 2, 3, 4)

### 81 - Déroulement de l'essai

Le pompage de longue durée a débuté le 27 décembre 1971 à 10h45 et s'est poursuivi jusqu'au 30 décembre 1971 à 8h45.

Le débit de 220 m<sup>3</sup>/h a été retenu pour "tester" le forage en pompage continu de longue durée (70 h). Après quelques réglages difficiles, on a pu maintenir un rythme de pompage de 222 m<sup>3</sup>/h.

Pendant toute la durée de l'essai, aucune précipitation n'a eu lieu et on n'a constaté aucune variation naturelle notable du niveau de la nappe. La fluctuation enregistrée sur le bassin en relation avec le canal de CAEN à la mer n'a pas dépassé 0,06 m.

Le niveau de la nappe au repos se situait dans le forage à 2,12 m par rapport au repère des mesures, soit 2,29 m par rapport au sol (environ à la cote + 2,21 N.G.F.), dans le piézomètre à + 2,41 N.G.F.

A la fin du pompage prolongé, le rabattement atteignait 8,09 m dans le forage et 3,51 m dans le piézomètre (fig. 5 et 6).

On a suivi la remontée de la nappe pendant 2 h sur le forage ; le rabattement résiduel était de 0,39 m à la fin des observations. Sur le piézomètre, on l'a observée pendant 100 h, par mesures manuelles pendant les 2 premières heures, puis par limnigraphe (O.T.T. 16) . Le 3 janvier 1972, la nappe avait repris son niveau initial (annexe 2, fig. 7)

### 82 - Interprétation du pompage d'essai prolongé

#### 821 - Schéma général

Nous donnons (fig. 5 à 7) les graphiques de descente sur le forage et le piézomètre et de remontée sur ce dernier, en coordonnées semi-logarithmiques.

Forage : Après la fin de l'effet de capacité (6' environ après le début du pompage), les points se placent sur une droite de Jacob. A la suite de la réduction de débit, le niveau remonte dans le forage. Au bout de quelques minutes, il recommence à descendre et se place alors sur une droite que l'on a assimilé au palier de Boulton (alimentation de la nappe par les niveaux à fort coefficient d'emménagement, c'est-à-dire les argiles et les sables du sommet des alluvions, en voie d'égouttement). La fin de ce palier n'a, semble-t-il, pas été atteint ; de même n'y a-t-il pas eu de réalimentation par les eaux superficielles (bassin, canal, Orne).

BLAINVILLE SUR ORNE - SAVIEM 120.5.384

Forage - Descente de la nappe  
Au cours du pompage prolongé (70 h)

Réduction du débit

Palier de BOULTON

NS = 2,12 m  
 $Q_1 = 280 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $s = 2,33 \text{ m}$   
 $T_1 = 22 \text{ m}^2/\text{h}$

$t = 0,1 \text{ h}$

Pompage à  $280 \text{ m}^3/\text{h}$

Pompage à  $222 \text{ m}^3/\text{h}$

0,001

0,01

0,1

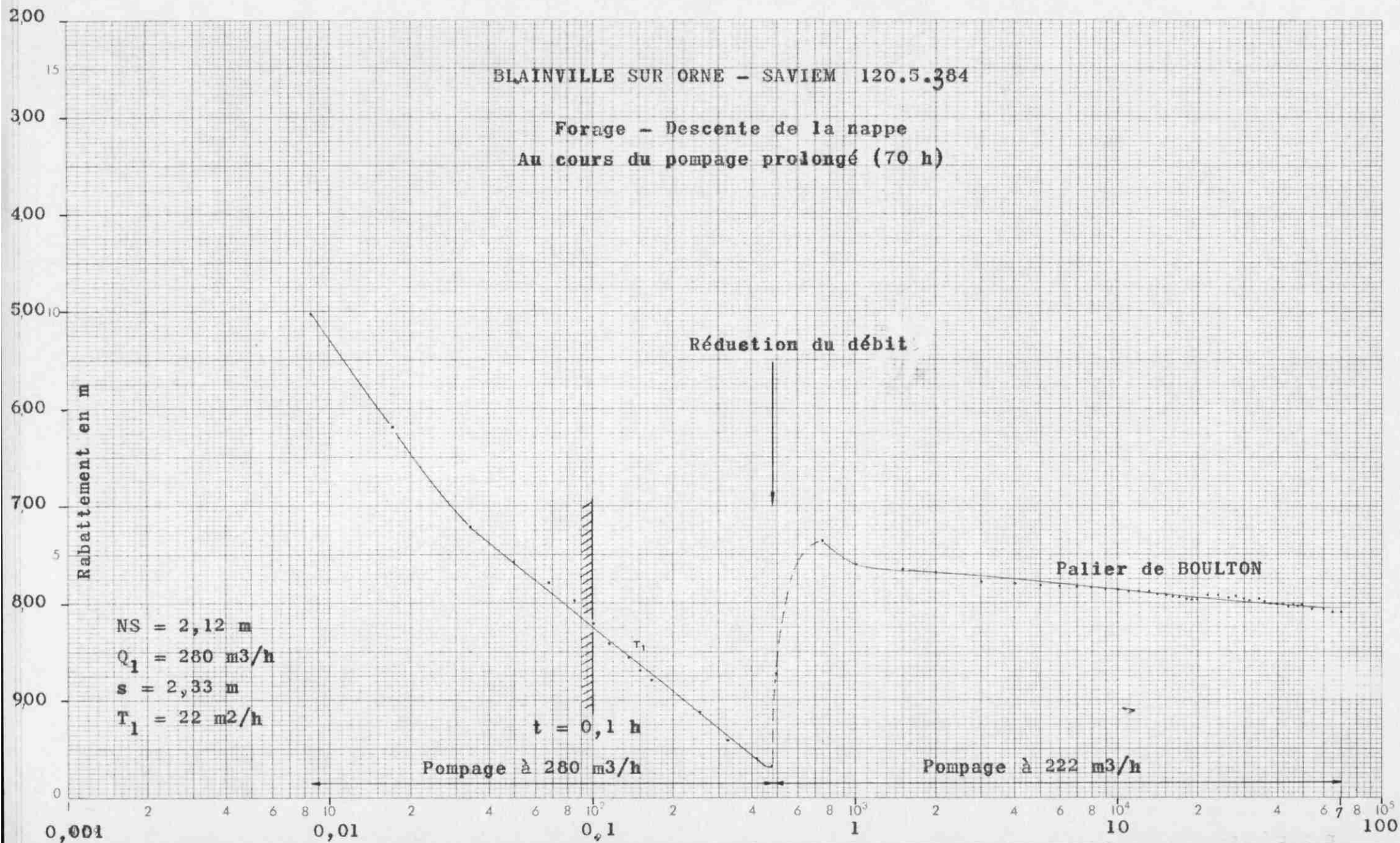
1

10

100

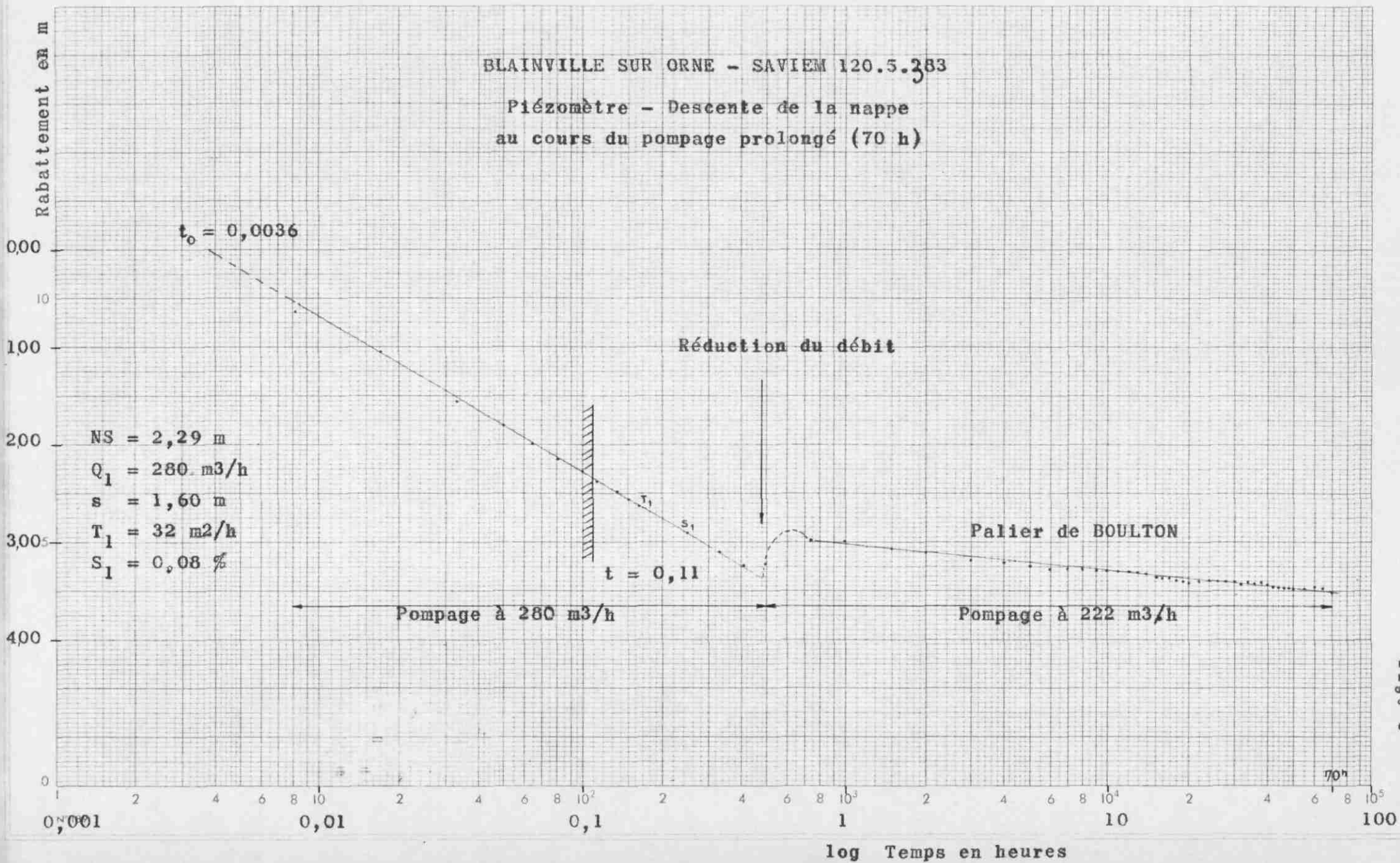
log temps en heures

fig. 5



BLAINVILLE SUR ORNE - SAVIEM 120.5.383

Piézomètre - Descente de la nappe  
au cours du pompage prolongé (70 h)

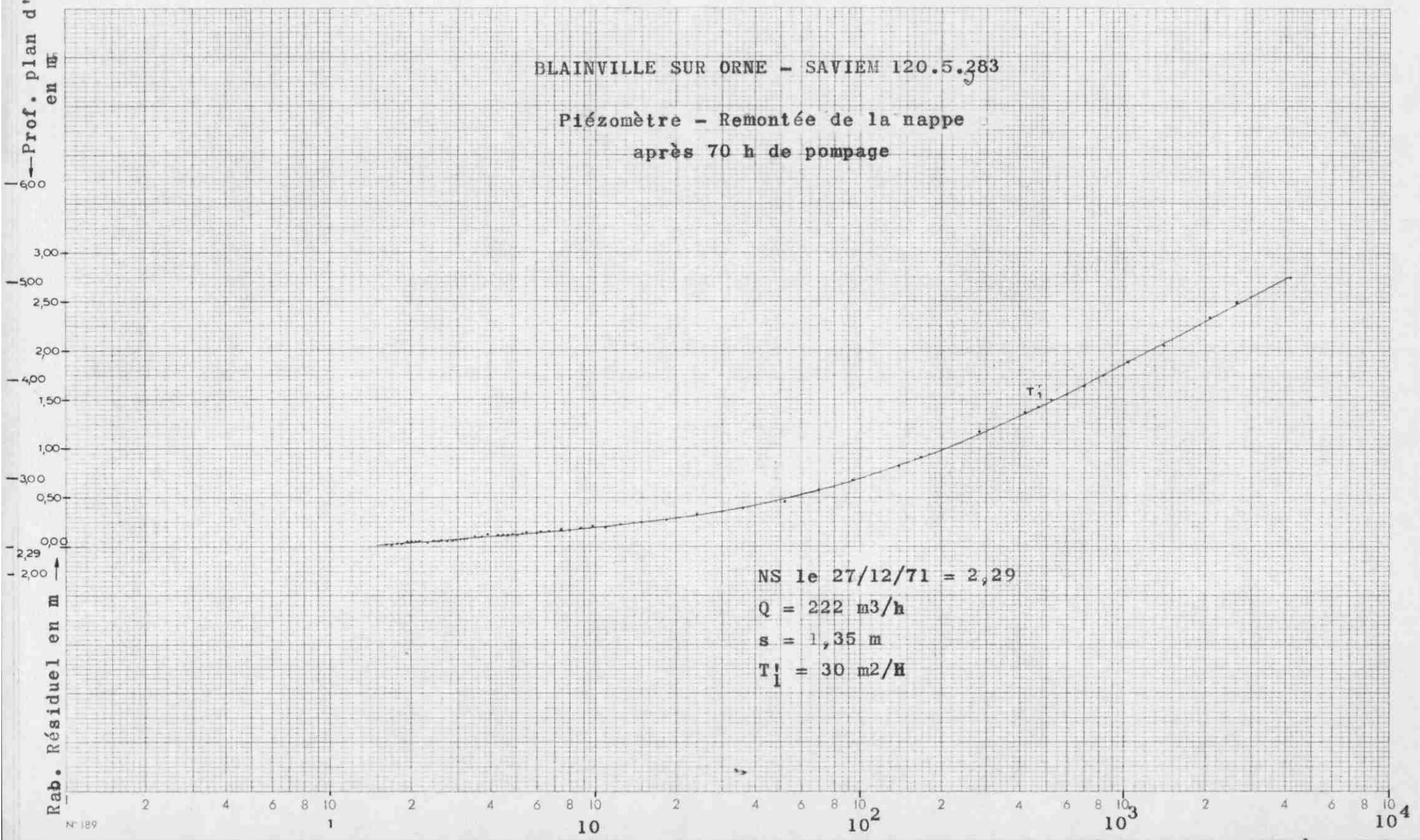


Prof. plan d'eau  
en m

Rab. Résiduel en m

BLAINVILLE SUR ORNE - SAVIEM 120.5.383

Piézomètre - Remontée de la nappe  
après 70 h de pompage



NS le 27/12/71 = 2,29  
Q = 222 m<sup>3</sup>/h  
s = 1,35 m  
T<sub>1</sub>' = 30 m<sup>2</sup>/H

Piézomètre : l'effet de capacité est peu visible et les points se placent rapidement sur une droite de Jacob. L'effet du changement de débit se perçoit nettement et, de même après un certain temps de remontée, la descente reprend selon la droite déterminée par le palier de Boulton. La remontée (suivie uniquement sur le piézomètre) se produit également en 2 temps : droite de Jacob, palier de Boulton.

822 - Paramètres hydrauliques  
8221 - Méthode de Jacob

Transmissivité

Descente ( $T = \frac{0.183 \times Q}{i}$ )

Sur le forage (partie de la courbe désignée par T1) :  $T = 22 \text{ m}^2/\text{h}$   
Sur le piézomètre ( " " " T'1) :  $T = 32 \text{ m}^2/\text{h}$

Remontée ( $T = \frac{0.183 \times Q}{i}$ )

Sur le piézomètre (partie de la courbe désignée par T'1) :  $T = 30 \text{ m}^2/\text{h}$

La valeur de T calculée d'après les mesures sur le forage est inférieure à celle calculée sur le piézomètre, ce qui s'explique par les pertes de charge développées à la paroi de l'ouvrage et qui accroissent le rebattement.

Perméabilité ( $K = T/e$ ) :  $K \neq 1 \text{ m/h}$

Coefficient d'emménagement ( $S = \frac{2,25 T + o}{r^2}$ )

On calcule sur la partie de courbe T'1 du piézomètre le coefficient d'emménagement S de la couche conductrice (base des alluvions et calcaires bathoniens).

$S = 0,08 \%$

8222 - Méthode de Boulton (fig. 8)

Pour le piézomètre, on obtient une bonne superposition de la courbe expérimentale et de l'abaque  $r/B = 0,1$  ce qui donne :

Courbe A :  $T = \frac{0,08 \times Q \times F(u', r/B)}{S} = 26 \text{ m}^2/\text{h}$

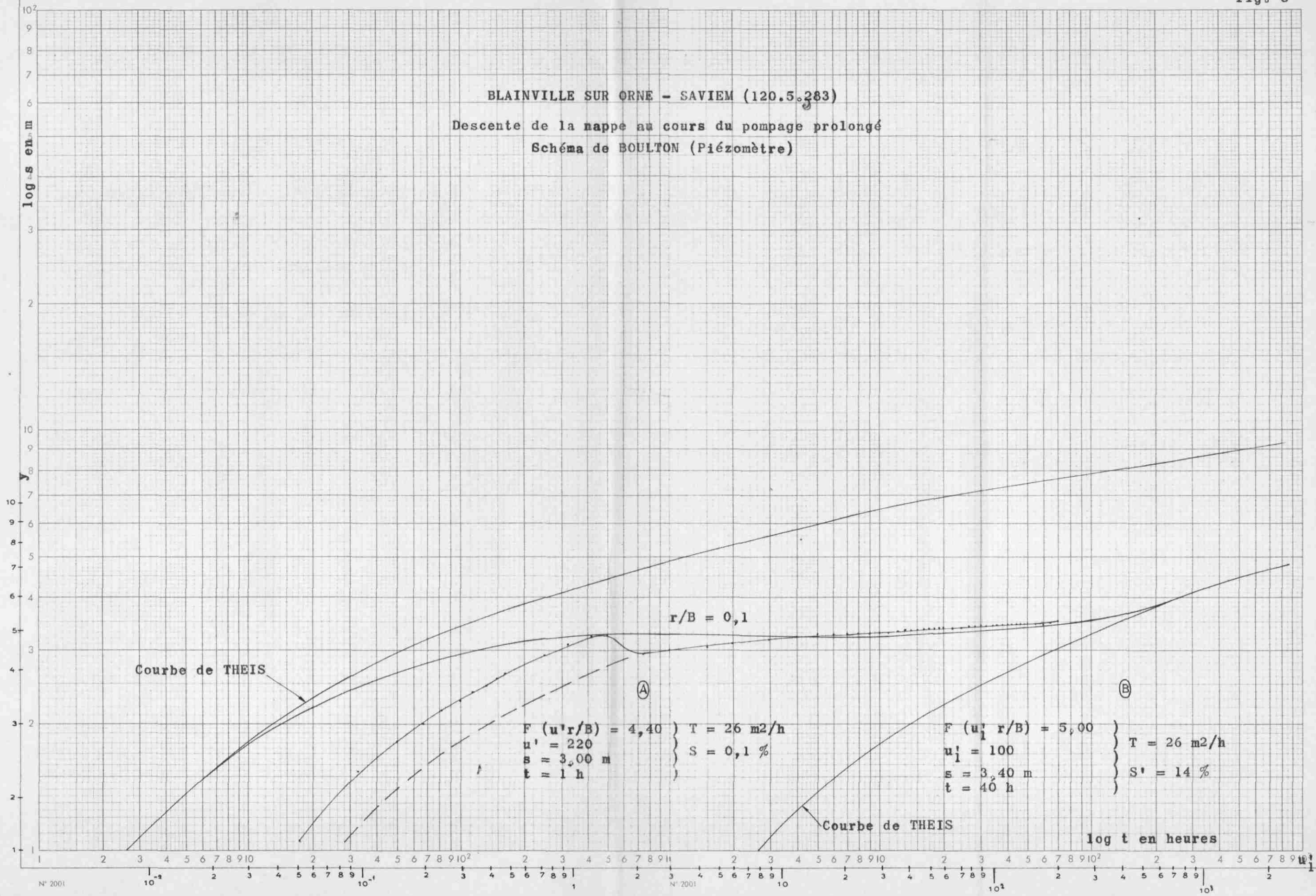
$S = \frac{4 T t}{r^2 u'^2} = 0,1 \%$

Courbe B : T (même formule) =  $26 \text{ m}^2/\text{h}$

$S' = \frac{4 T t}{r^2 u'^2} = 14 \%$

S' désigne ici le coefficient d'emménagement de la couche magasin (sommet des alluvions).

BLAINVILLE SUR ORNE - SAVIEM (120.5.283)  
 Descente de la nappe au cours du pompage prolongé  
 Schéma de BOULTON (Piézomètre)



### 8223 - Conclusion

Les valeurs de T et S calculées par les méthodes de Jacob et de Boulton sont très voisines, ce qui confirme la validité du schéma hydrogéologique adopté.

On a finalement retenu :

$$T = 28 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$K \neq 1 \text{ m/h}$$

$$S = 0,1 \%$$

On n'a pu contrôler par recoupement la valeur de S' (14 %).

Elle paraît forte mais on doit pourtant admettre une forte valeur de S' (ou une grande épaisseur de la couche magasin) pour expliquer la durée du palier de Boulton.

### 8224 - Evolution de la courbe rabattement temps à long terme

On a prévu une exploitation du forage pendant environ 4 ans. La question se pose, entre autres, de savoir quel sera le rabattement dans le forage au bout de ce laps de temps.

Si le rabattement suit la loi de décroissance en fonction du temps telle qu'elle a été définie dans les limites de l'essai, il ne devrait pas dépasser 0,50 m au bout du temps considéré.

Si, par contre, il recommence à s'accroître au rythme imposé par le pompage dans une nappe ne bénéficiant plus de la réalimentation par les niveaux poreux, il atteindra 13 m environ (niveau dynamique à 15 m) au bout de 4 ans.

Dans l'un et l'autre cas, la prévision ne vaudra que dans la mesure :

- où ne se produira aucune fluctuation naturelle ou artificielle du niveau de la nappe.

- où n'interviendra aucune réalimentation par les eaux superficielles, canal maritime ou Orne. Le bassin a montré une étanchéité totale puisque avec les T et S calculés, la communication aurait dû s'établir au bout de 14 h de pompage et que le taux de chlorure a constamment diminué. On peut calculer le temps nécessaire ( $t = \frac{1,78 d^2 (S + S')}{T}$ ) pour qu'elle s'instaure mais il est évident

qu'elle ne pourra avoir lieu que si la section mouillée du canal ou de l'Orne ne présente aucun colmatage :

pour le canal  $t \neq 3$  semaines

pour l'Orne  $t \neq 4$  mois

Le danger provient surtout du canal (plus proche) soumis à des dragages fréquents. Une telle mise en communication signifierait l'arrivée des chlorures. Il importera donc particulièrement de suivre l'évolution du niveau dynamique de la nappe et du taux des chlorures dès le début de l'exploitation et de prendre les mesures qui s'imposent pour la protection de la nappe en aval de CAEN si on constatait un accroissement de la teneur en Cl.

#### 9 - HYDROCHIMIE - CONTROLE DES CHLORURES

Pendant les essais préliminaires, la détermination des chlorures a été effectuée toutes les deux heures. Le tableau suivant en donne les résultats.

Date	Heure	Temps	Débit	Chlorures en mg/l
22/12/71	10h50	5'	94	221,8
"	11h45	1h	94	310,6
"	13h45	3h	155	301,7
"	15h45	5h	195	266,2
"	17h45	7h	220	230,7
"	19h45	9h	265	186,3
"	21h45	11h	300	168,6

Durant les essais de longue durée cette détermination se faisait toutes les 4 heures. Les résultats sont consignés dans le tableau de la page 10.

La teneur en chlorures était donc élevée au début des pompages, ce qui résulte de l'acidification. Par la suite, elle a décro très nettement pour atteindre en fin d'essai, la valeur de 62 mg/l.

Il n'y a donc pas eu, comme l'a d'ailleurs montré la courbe de descente, de communication avec le bassin proche dont les eaux présentent de très fortes teneurs en chlorures, variant entre 2,2 g à 5,3 g par litre d'après les analyses connues. Au moment des essais un prélèvement effectué par nos soins donnait la valeur de 2,5 g/l en surface.

Toutefois, il conviendra de surveiller le taux des chlorures au cours de l'exploitation car ainsi que nous l'avons vu, le cône n'a atteint ni l'Orne, ni a fortiori le canal, ce dernier présentant d'ailleurs de ce point de vue le danger le plus grave puisqu'il est régulièrement dragué. Aucune analyse complète des eaux n'a été faite.

DETERMINATION DES CHLORURES  
(Essai pompage prolongé 70 h)

Date	Heure	Temps	Débit	Chlorures en mg/l
27/12/71	10h50	5'	280	186,3
"	11h45	1h	222	184,6
"	15h45	5h	"	133,1
"	19h45	9h	"	115,3
"	23h45	13h	"	106,5
28/12/71	3h45	17h	"	106,5
"	6h45	20h	"	106,5
"	10h45	24h	"	88,7
"	14h45	28h	"	79,8
"	18h45	32h	"	79,8
"	22h45	36h	"	79,8
29/12/71	2h45	40h	"	71,0
"	6h45	44h	"	71,0
"	10h45	48h	"	71,0
"	14h45	52h	"	71,0
"	18h45	56h	"	71,0
"	22h45	60h	"	71,0
30/12/71	2h45	64h	"	71,0
"	6h45	68h	"	71,0
"	8h45	70h	"	62,1

CONCLUSION

Les essais réalisés sur le forage de la SAVIEM à BLAINVILLE-sur-ORNE ont abouti à 2 types de conclusion.

Sur le plan quantitatif, les besoins peuvent être satisfaits. L'ouvrage peut fournir 220 m<sup>3</sup>/h pendant 20h/j sans accroissement rapide du rabattement. Celui-ci ne devrait pas dépasser 13 m en 4 ans (niveau dynamique à 15 m) dans l'hypothèse où aucune réalimentation interviendrait. Cette réalimentation n'est d'ailleurs pas à souhaiter comme nous le disons plus bas. Pour éviter toute surprise, on placera la pompe à 20 m de profondeur.

Sur le plan qualitatif, on a noté une amélioration sensible, le taux des chlorures passant de 310 mg/l au premier palier des essais préliminaires à 60 mg/l à la fin de l'essai de longue durée. Cette décroissance (élimination du Cl de l'acidification) confirme qu'il n'y a eu communication, dans les limites de l'essai, ni avec le bassin, ni avec le canal, ni avec l'Orne.

Mais si on peut interpréter cette non-communication avec le bassin comme le signe d'un colmatage du fond, on ne peut penser de même pour le canal et l'Orne. En effet, compte tenu de la valeur des paramètres hydrauliques de l'aquifère, le cône a dû atteindre l'aplomb du bassin au bout de 14h environ sans que l'on ait constaté de modification dans le rythme de descente, ou d'accroissement du taux des chlorures. Par contre, sa propagation jusqu'au canal et à l'Orne demanderait un temps bien supérieur à celui du pompage d'essai réalisé (de l'ordre de 3 semaines et de 4 mois).

Il faut donc bien se garder de conclure qu'il n'y a pas eu communication avec les eaux superficielles et que la nappe à l'aval de CAEN bénéficie d'une protection contre la pollution par le biseau salé qui remonte dans le fond du canal et le lit de l'Orne.

La plus grande vigilance s'impose au contraire. On suivra avec la plus grande attention, au moins pendant la première année de l'exploitation, l'évolution du niveau dynamique de la nappe et de la teneur en chlorures (1 analyse tous les 2 jours pendant le 1er mois, 1 par semaine ensuite). Si on constatait un accroissement de cette dernière, on devrait aussitôt prendre les mesures propres à éviter la progression du biseau salé dont le maître d'ouvrage serait d'ailleurs le premier à supporter les conséquences et qui compromettrait gravement la qualité de la nappe à l'aval de CAEN.

On a en particulier tout intérêt à interrompre quotidiennement le pompage afin de permettre une recharge de la nappe et une resaturation partielle des niveaux poreux du sommet des alluvions, ce qui limitera la vitesse de propagation du cône.

P. PASCAUD

Technicien-géologue du B.R.G.M.

M. TIRAT

Docteur en hydrogéologie  
Hydrogéologue au BRGM

## ANNEXE 1

DÉPARTEMENT : Calvados Pièce n° 1COMMUNE : BLAINVILLE-SUR-ORNE Indice de classement : 120 5 384DÉSIGNATION : Usine SAVIEM (Renault) Cote du sol (z) = + 4,50

Coupe établie par : P. PASCAUD

Interprétation de : M. P. PASCAUD

	PROFONDEURS		NATURE DES TERRAINS	INTERPRÉTATION	COTE DU TOIT
	DE	A			
1	0,00	0,25	Remblai		
2	0,25	1,15	Sable gris vert assez fin	ALLUVIONS	+4,25
3	1,15	3,37	Argile gris vert très légèrement sableuse (sable à grain fin)		
4	3,37	7,40	Sable gris fin avec coquilles		
5	7,40	8,00	Sable gris verdâtre plus grossier avec de nombreuses coquilles		
6	8,00	8,35	Argile sableuse avec présence de tourbe		
7	8,35	8,50	Tourbe compacte noire		
8	8,50	11,20	Sable gris verdâtre très argileux à grain fin		
9	11,20	11,35	Argile grise molle très légèrement sableuse		
10	11,35	12,20	Tourbe		
11	12,20	13,75	Sable gris verdâtre à grain fin légèrement argileux		
12	13,75	14,25	Tourbe avec présence de nombreuses petites coquilles et de sable à grain très fin		

DÉPARTEMENT : Calvados Pièce n° 2

COMMUNE : BLAINVILLE-SUR-ORNE Indice de classement : 120 5 384

DÉSIGNATION : Uaine SAVIEM (Renault) Cote du sol (z) = + 4,50

Coupe établie par : P. PASCAUD

Interprétation de : M. P. PASCAUD

	PROFONDEURS		NATURE DES TERRAINS	INTERPRÉTATION	COTE DU TOIT
	DE	A			
13	14,25	16,00	Sable gris verdâtre argileux à grain très fin	ALLUVIONS	
14	16,00	16,25	Argile grise sableuse à grain fin		
15	16,25	16,75	Tourbe noire		
16	16,75	17,45	Argile gris verdâtre très légèrement sableuse		
17	17,45	17,80	Sable très grossier avec de nombreux petits galets et cailloux		
18	17,80	18,50	Petits galets et gros cailloux émoussés - sable grossier		
19	18,50	19,05	Sable très grossier avec de nombreux petits galets - quartz et présence de petits éléments de calcaire		
20	19,05	19,75	Calcaire blanc dur	BATHONIEN MOYEN	-14,55
21	19,75	20,00	Calcaire blanc jaunâtre plus tendre		
22	20,00	21,65	Calcaire gris dur saccharoïde		
23	21,65	22,25	Calcaire blanc avec de nombreux silex		
24	22,25	22,45	Calcaire grisâtre dur - Saccharoïde		
25	22,45	22,65	Calcaire blanc tendre avec de petits bancs de silex		

DÉPARTEMENT : Calvados Pièce n° 3

COMMUNE : BLAINVILLE-SUR-ORNE Indice de classement : 

120	5	384
-----	---	-----

DÉSIGNATION : Usine SAVIEM (Renault) Cote du sol (z) = + 4,50

Coupe établie par : P. PASCAUD

Interprétation de : M. P. PASCAUD

	PROFONDEURS		NATURE DES TERRAINS	INTERPRÉTATION	COTE DU TOIT
	DE	A			
26	22,65	23,25	Calcaire jaunâtre, tendre	BATHONIEN INFÉRIEUR	-10,15
27	23,25	23,75	Niveau siliceux et calcaire blanc dur		
28	23,75	24,25	Calcaire blanchâtre dur - Saccharofide		
29	24,25	24,45	Calcaire blanc plus tendre avec petits bancs de silex - nombreux silex		
30	24,45	25,10	Calcaire jaunâtre tendre-dans silex, quelques éléments de calcite		
31	25,10	25,30	Calcaire grisâtre dur, siliceux avec petits bancs de silex		
32	25,30	25,40	Calcaire jaunâtre siliceux dur ou marneux avec petit banc de silex		
33	25,40	25,50	Calcaire blanc dur saccharofide, siliceux - pas de silex		
34	25,50	25,95	Banc de silex avec calcaire blanc - gris, dur, siliceux		
35	25,95	26,15	Calcaire gris siliceux avec banc de silex		
36	26,15	26,35	Calcaire grisâtre siliceux, dur		
37	26,35	26,95	Calcaire grisâtre + tendre, marneux		
38	26,95	27,25	Marne grise avec indurations calcaires		
38	27,25	27,65	Calcaire blanc dur siliceux avec petits bancs de silex		

DÉPARTEMENT : CalvadosPièce n° 4COMMUNE : BLAINVILLE-SUR-ORNE

Indice de classement :

1205384DÉSIGNATION : Usine SAVIEM (Renault)Cote du sol (z) = + 4,50

Coupe établie par : P. PASCAUD

Interprétation de : M.P. PASCAUD

	PROFONDEURS		NATURE DES TERRAINS	INTERPRÉTATION	COTE DU TOIT
	DE	A			
40	27,65	28,00	Marne jaune	BATHONIEN INFÉRIEUR	
41	28,00	28,25	Calcaire gris dur		
42	28,25	28,45	Calcaire gris et jaunâtre tendre et marneux		
43	28,45	29,00	Calcaire gris dur présence de calcite		
44	29,00	29,15	Calcaire gris vert, tendre, marneux		
45	29,15	29,35	Calcaire gris jaune tendre		
46	29,35	30,00	Marne grise avec des indurations calcaires		
47	30,00	30,30	Calcaire jaune tendre et marneux		
48	30,30	31,15	Calcaire gris tendre et marneux		
49	31,15	31,40	Marne jaune		
50	31,40	31,50	Calcaire jaune plus dur avec quelques éléments de calcite légèrement marneux		
51	31,50	31,80	Marne grise		
52	31,80	32,25	Calcaire gris assez dur		
53	32,25	32,40	Marne grise avec de petites indurations calcaires		
54	32,40	32,60	Calcaire gris avec quelques petits éléments de calcite		
55	32,60	32,75	Calcaire blanc gris et présence de calcite		

DÉPARTEMENT : Calvados Pièce n° 5

COMMUNE : BLAINVILLE-SUR-ORNE Indice de classement : 120 5 384

DÉSIGNATION : Usine SAVIEM (Renault) Cote du sol (z) = + 4,50

Coupe établie par : P. PASCAUD

Interprétation de : M. P. PASCAUD

	PROFONDEURS		NATURE DES TERRAINS	INTERPRÉTATION	COTE DU TOIT
	DE	A			
56	32,75	32,95	Marne jaune avec quelques petites indurations calcaires	BATHONIEN INFÉRIEUR	
57	32,95	33,20	Calcaire gris assez tendre		
58	33,20	33,50	Marne grise avec petits passages calcaires		
59	33,50	33,60	Calcaire gris + dur, présence de calcite		
60	33,60	33,75	Calcaire gris beige parfois légèrement marneux avec éléments durs, présence de calcite		
61	33,75	35,10	Marne grise avec indurations calcaires		
62	35,10	35,35	Marne jaune avec intercalations de calcaire tendre		
63	35,35	35,65	Calcaire gris tendre légèrement marneux		
64	35,65	36,00	Calcaire gris + dur avec intercalations marneuses		
65	36,00	36,20	Marne grise avec petits niveaux de calcaire tendre		
66	36,20	36,45	Calcaire gris assez dur		
67	36,45	37,10	Marne grise avec petits niveaux calcaires		
68	37,10	37,28	Marne jaune		
69	37,28	37,55	Calcaire gris tendre avec passages marneux		

DÉPARTEMENT : CalvadosPièce n° 6COMMUNE : BLAINVILLE-SUR-ORNE

Indice de classement :

1205384DÉSIGNATION : Usine GAVIEM (Renault)Cote du sol (z) = +4,50

Coupe établie par : P. PASCAUD

Interprétation de : M. P. PASCAUD

	PROFONDEURS		NATURE DES TERRAINS	INTERPRÉTATION	COTE DU TOIT
	DE	A			
70	37,55	38,70	Calcaire gris tendre	BATHONIEN INFERIEUR	
71	38,70	39,00	Marne grise avec quelques indurations calcaires		
72	39,00	40,35	Marne grise		
73	40,35	40,55	Marne jaune légèrement calcaire		
74	40,55	41,00	Marne grise avec indurations calcaires		
75	41,00	41,35	Marne grise		
76	41,35	41,75	Marne grise plus calcaire		
77	41,75	42,00	Marne grise avec petits niveaux calcaires		
78	42,00	45,90	Marne gris-verdâtre		
79	45,90	46,25	Calcaire gris dur		
80	46,25	47,85	Marne grise		
81	47,85	48,25	Calcaire gris tendre avec passages légèrement marneux		
82	48,25	48,45	Marne grise		
83	48,45	48,85	Calcaire gris tendre avec passages marneux		
84	48,85	54,00	Marne grise argileuse	BATHONIEN INFERIEUR	-44,35
85	54,00	57,40	Marne gris-noirâtre très argileuse et compacte		



## ANNEXE 2

.R.G.M

ESSAIS DE DEBIT

Feuille n° ..j....

R.PNO

DE BLAINVILLE-SUR-ORNE

Date : 27/12/1971

dice n° 120/5/383 Lieu dit : ..Haine SAVIEM..(Piézomètre..sondage..Pierre)  
 ture du repère Tête du forage.....  
 uteur du repère par rapport au sol ..+0,20.....  
 .....

.....  
 Piézomètre n° .....

Descente  
~~Remontée~~

Niveau piézométrique .2,29..

te	Heure	Temps	Débits		N.D m	Rab. ts m	Temp.		Observations
			Pitot	Q m3/h			Ext.	eau	
12/71	10h45	0			2,29	0			
		30"			2,92	0,63			
		1'			3,34	1,05			
		2'			3,83	1,54			
		3'			4,10	1,81			
		4'			4,29	2,00			
	10h50	5'			4,43	2,14			
		6'		VOIR DEBIT DE FORAGE	4,56	2,27			
		7'			4,66	2,37			
		8'			4,76	2,47			
		9'			4,85	2,56			
		10'			4,93	2,64			
	11h00	15'			5,20	2,91			
		20'			5,39	3,10			Changement de débit sur le forage - ré- glage de la vanne
		25'			5,54	3,25			
		30'			5,52	3,23			
		45'			5,25	2,96			
	11h45	1h00			5,28	2,99			
	12h15	1H30			5,35	3,06			
	12h45	2h00			5,40	3,11			
	13h45	3h00			5,47	3,18			
	14h45	4h00			5,50	3,21			
	15h45	5h00			5,54	3,25			

lice n° 120/5/383 Lieu dit : Usine SAVIEM. (piézomètre sondage Pierre)...

ture du repère .Tête du forage.....

uteur du repère par rapport au sol ...+0,20.....

XXXXXXXXXXXX .....

XXXXXXXXXX .....  
Piézomètre 1° .....

Descente  
XXXXXXXXXX

Niveau piézométrique .2,29..

te	Heure	Temps	Débits		N.D m	Rab. ts m	Temp.		Observations
			Pitot	Q m <sup>3</sup> /h			Ext	eau	
271	16h45	6h00			5,555	3,265			
		7h00			5,56	3,27			
		8h00			5,57	3,28			
	19h45	9h00			5,575	3,285			
		10h00			5,58	3,29			
		11h00			5,59	3,30			
		12h00			5,60	3,31			
271	23h45	13h00			5,61	3,32			
		14h00			5,63	3,34			
		15h00			5,65	3,36			
		16h00			5,66	3,37			
	3h45	17h00			5,665	3,375			
		18h00			5,68	3,39			
		19h00			5,69	3,40			
	6h45	20h00			5,69	3,40			
		22h00			5,685	3,395			
	10h45	24h00			5,685	3,395			
		26h00			5,685	3,395			
	14h45	28h00			5,69	3,40			
		30h00			5,70	3,41			
18h45	32h00			5,715	3,425				
	34h00			5,71	3,42				
22h45	36h00			5,71	3,42				

dice n° 120/5/383 Lieu dit : ..Usine SAVIEM (Piézomètre sondages PIERRE)

ture du repère ...Tête du forage.....

uteur du repère par rapport au sol .....+0,20.....

.....

Piézomètre n° .....

Descente .....

Niveau piézométrique .2,29..

Date	Heure	Temps	Débits		N.D m	Rab. ts m	Temp.		Observations
			Pitot	Q m3/h			Ext	eau	
12/11		38h00			5,715	3,425			
	2h45	40h00			5,72	3,43			
		42h00			5,745	3,455			
	6h45	44h00			5,755	3,465			
		46h00			5,76	3,47			
	10h45	48h00			5,76	3,47			
		50h00			5,76	3,47			
	14h45	52h00			5,76	3,47			
	15h45	54h00			5,76	3,47			
	16h45	55h00			5,76	3,47			
	18h45	56h00			5,76	3,47			
12/11	20h45	58h00			5,755	3,465			
	22h45	60h00			5,75	3,46			
	0h45	62h00			5,75	3,46			
	2h45	64h00			5,755	3,465			
	3h45	65h00			5,76	3,47			
	4h45	66h00			5,765	3,475			
	6h45	68h00			5,775	3,485			
	8h45	70h00			5,80	3,51			Fin des essais voir pour la remontée, tableau suivant
Arrêt du pompage sur le forage									

## ANNEXE 2

B.R.G.M

ESSAIS DE DEBIT

Feuille n° ...

GR.PNO

DE BLAINVILLE SUR ORNE

Date : 30/12/1971

Indice n° 120/5/383

Lieu dit : Usine SAVIEM (Piézomètre sondages PIERRE).

Nature du repère : Tête du forage .....

auteur du repère par rapport au sol : +0,20 .....

~~Remontée~~ Remontée après 70h de pompage au débit de 222 m<sup>3</sup>/h sur le forage situé à 17,00 m en aval~~Forage n°~~ .....

Piézomètre n° .....

~~Remontée~~ .....

Remontée .....

Niveau piézométrique : 2,29m.

Date	Heure	Temps	Débits		N.D m	Rab. ts m	Temp.		Observations	
			Pitot	Q m <sup>3</sup> /h			Ext.	eau		
12/7	8h45	0		0	5,80	3,51				
		30"			5,42	3,13				
		1'			5,05	2,76				
		2'			4,62	2,33				
		3'			4,34	2,05				
		4'			4,16	1,87				
		5'			4,03	1,74				
		6'			3,93	1,64				
		7'			3,84	1,55				
		8'			3,77	1,48				
		9'			3,70	1,41				
		10'			3,65	1,36				
		9h00	15'			3,44	1,15			
			20'			3,31	1,02			
			25'			3,20	0,91			
		9h15	30'			3,12	0,83			
	9h30	45'			2,96	0,67				
	9h45	1h00			2,86	0,57				
	10h45	1h30			2,74	0,45				
	10h45	2h00			2,69	0,40				
		3h00			2,62	0,33				
		4h00			2,57	0,28				

Indice n° 120/5/383

Lieu dit : ...Usine SAVIEM (Piézomètre sondages PIERRE)

Nature du repère ...Tête du forage .....

Auteur du repère par rapport au sol ...t<sub>0</sub> 20 .....~~Forage~~ Remontée après 70h de pompes au débit de 222 m<sup>3</sup>/h sur le forage

situé à 17,00 m en aval

Rouge n° .....

~~Forage~~

Piézomètre n° .....

Remontée

Niveau piézométrique .2.29..

Date	Heure	Temps	Débits		N.D m	Rab. ts m	Temp.		Observations
			Pitot	Q m <sup>3</sup> /h			Ext.	eau	
2/71	13h45	5h00			2,54	0,25			
		6h00			2,52	0,23			
		7h00			2,50	0,21			
		8h00			2,51	0,22			
		9h00			2,48	0,19			
	18h45	10h00			2,47	0,18			
		11h00			2,46	0,17			
		12h00			2,44	0,15			
		13h00			2,43	0,14			
		14h00			2,42	0,13			
2/71	23h45	15h00			2,41	0,12			
	0h45	16h00			2,42	0,13			
		17h00			2,41	0,12			
		18h00			2,41	0,12			
		19h00			2,41	0,12			
	4h45	20h00			2,41	0,12			
		22h00			2,41	0,12			
	8h45	24h00			2,42	0,13			
		26h00			2,40	0,11			
		28h00			2,39	0,10			
	30h00			2,37	0,08				
16h45	32h00			2,36	0,07				

Indice n° 120/5/383

Lieu dit : ...Usine SAVIEM... (Piézomètre sondages PIERRE)

Altitude du repère .Tête du forage.....

Élévation du repère par rapport au sol ..+0,20.....

Remontée après 70h de pompage au débit de 222 m3/h sur le forage situé à 17,00 m en aval

.....  
Piézomètre n° .....

.....  
Remontée Niveau piézométrique ..2,29..

Date	Heure	Temps	Débits		N.D m	Rab. ts m	Temp.		Observations
			Pitot	Q m3/h			Ext.	eau	
/72	18h45	34h00			2,36	0,07			
		36h00			2,36	0,07			
	22h45	38h00			2,36	0,07			
		0h45	40h00			2,35	0,06		
			42h00			2,35	0,06		
			44h00			2,35	0,06		
			46h00			2,35	0,06		
/72	8h45	48h00			2,35	0,06			
	10h45	50h00			2,35	0,06			
	15h45	55h00			2,33	0,06			
			60h00			2,35	0,06		
		1h45	65h00			2,35	0,06		
/72					2,35	0,06			
	11h45	75h00			2,34	0,05			
			80h00			2,32	0,03		
	21h45	85h00			2,32	0,03			
		2h45	90h00			2,32	0,03		
		7h45	95h00			2,32	0,03		
		12h45	100h00			2,32	0,03		
	14h45	102h00			2,30	0,01			
	15h15	102h30			2 29	0,00		Niveau initial	

## ANNEXE 2

B.R.G.M

ESSAIS DE DEBIT

Feuille n° ...J....

SGR.PNO

DE BLAINVILLE.SUR ORNE

Date : 27/12/1971

Indice n° .120/5/384      Lieu dit : .Usine.SAVIEM.(Renault).....  
 Nature du repère .Tête.du.tube.guide.....  
 Hauteur du repère par rapport au sol .0,17.m.....  
 Débit mesuré au .Compteur.valométrique.(10.m3).....

Forage n° .120/5/384....  
~~Profilométrique~~ .....

Descente  
~~Remontée~~

Niveau piézométrique .212....

Date	Heure	Temps	Débits		N.D m	Rab. ts m	Temp.		Observations
			Pitot	Q m <sup>3</sup> /h			Ext.	eau	
/12/71	10h45	0			2,12	0			Compteur départ des essais 67 152
		30"			7,15	5,03			
		1'			8,32	6,20			
		2'			9,35	7,23			
		3'			9,70	7,58			
		4'			9,91	7,79			
		10h50	5'			10,11	7,99		Echantillon d'eau
			6'			10,33	8,21		
			7'			10,53	8,41		
			8'			10,69	8,57		
			9'			10,81	8,69		
			10'			10,91	8,79		
		11h00	15'		280	11,25	9,13		Changement de débit réglage de la vanne
			20'			11,53	9,41		
			25'			11,71	9,59		
		30'			10,86	8,74			
		45'		225	9,48	7,36			
	11h45	1h00		225	9,73	7,61		Echantillon d'eau	
	12h15	1h30		228	9,77	7,65			
	12h45	2h00		223	9,80	7,68			
	13h45	3h00		223	9,90	7,78			
	14h45	4h00			9,91	7,79			
	15h45	5h00		222	9,93	7,81		Echantillon d'eau	

adice n° 120/5/384 Lieu dit : Usine SAVIEM (Renault).....

ature du repère Tête du tube guide.....

auteur du repère par rapport au sol .70,17 m.....

ébit mesuré au .compteur volumétrique. (10 m<sup>3</sup>).....

Forage n° 120/5/384....

XXXXXXXXXXXXX .....

Descente

XXXXXXXXXXXXX

Niveau piézométrique .2.12.

Date	Heure	Temps	Débits		N.D m	Rab. ts m	Temp.		Observations
			Pitot	Q m <sup>3</sup> /h			Ext.	eau	
12/71	16h45	6h00		222	9,945	7,825			
	17h45	7h00			9,95	7,83			
	18h45	8h00		222	9,955	7,835			
	19h45	9h00			9,97	7,85			Echantillon d'eau
	20h45	10h00			9,98	7,86			
	21h45	11h00		222	9,99	7,87			
	22h45	12h00			10,00	7,88			
	23h45	13h00			10,01	7,89			Echantillon d'eau
	0h45	14h00		222	10,03	7,91			
	1h45	15h00			10,05	7,93			
	2h45	16h00			10,06	7,94			
	3h45	17h00			10,065	7,945			Echantillon d'eau
	4h45	18h00		222	10,08	7,96			
	5h45	19h00		222	10,09	7,97			
	6h45	20h00		222	10,09	7,97			Echantillon d'eau
	8h45	22h00		221	10,04	7,92			
	10h45	24h00		222	10,05	7,93			Echantillon d'eau
	12h45	26h00		222	10,07	7,95			
	14h45	28h00			10,05	7,93			Echantillon d'eau
	16h45	30h00			10,07	7,95			
18h45	32h00			10,09	7,97			Echantillon d'eau	
20h45	34h00		222	10,08	7,96				
22h45	36h00			10,11	7,99			Echantillon d'eau	

adice n° 120/5/384 Lieu dit : Usine SAVIEM (Renault).....

ature du repère Tête du tube guide.....

auteur du repère par rapport au sol ...D, 17 m.....

ébit mesuré au compteur volumétrique (10 m3).....

Forage n° 120/5/384...

Descente

Niveau piézométrique 2,12...

~~Résumé~~ .....

~~Non~~

Date	Heure	Temps	Débits		N.D m	Rab. ts m	Temp.		Observations
			Pitot	Q m3/h			Ext.	eau	
12/11	0h45	38h00		222	10,12	8,00			
	2h45	40h00			10,13	8,01			Echantillon d'eau
	4h45	42h00		222	10,14	8,02			
	6h45	44h00			10,15	8,03			Echantillon d'eau
	8h45	46h00		222	10,14	8,02			
	10h45	48h00			10,14	8,02			Echantillon d'eau
	12h45	50h00			10,13	8,01			
	14h45	52h00			10,16	8,04			Echantillon d'eau
	15h45	54h00		220	10,16	8,04			
	16h45	55h00			10,18	8,06			
	18h45	56h00		222	10,19	8,07			Echantillon d'eau
20h45	58h00			10,18	8,06				
22h45	60h00			10,18	8,06			Echantillon d'eau	
12/71	0h45	62h00		222	10,18	8,06			
	2h45	64h00			10,19	8,07			Echantillon d'eau
	3h45	65h00			10,20	8,08			
	4h45	66h00			10,21	8,09			
	6h45	68h00		222	10,22	8,10			Echantillon d'eau
	8h45	70h00		222	10,21	8,09			Echantillon d'eau
				Arrêt	fin des essais				Compteur fin des essais 82 693
			Moyenne sur 70h		Q = 222 m <sup>3</sup> /h				

## ANNEXE 3

### PRINCIPALES FORMULES UTILISEES POUR LE CALCUL DES PARAMETRES HYDRAULIQUES

#### 1 - DEFINITIONS

Effet de capacité : "vidange" du puits pendant les premiers instants de pompage.

Rayon d'action ou rayon d'influence : rayon autour du puits à l'intérieur duquel la nappe est influencée par le pompage. (Tout autre forage exécuté à l'intérieur de ce périmètre est influencé par le pompage).

Transmissivité : la transmissivité (T) correspond au produit de la perméabilité par la puissance de l'aquifère. On l'exprime en m<sup>2</sup>/s ou en m<sup>2</sup>/h.

Coefficient d'emmagasinement : le coefficient d'emmagasinement (S) d'une roche correspond au volume d'eau contenu dans un volume de terrain et libérable par pompage ou par simple gravité.

Limite d'alimentation : après un certain temps de pompage le niveau de la nappe peut se stabiliser. Il y a équilibre entre l'alimentation de la nappe et le débit pompé ou réalimentation de la nappe par une surface d'eau libre ou un chenal souterrain.

Limite étanche : de même, au bout d'un certain temps de pompage, la progression des rabattements en fonction du temps peut augmenter, ce qui signifie que le cône de dépression a atteint une zone de plus mauvaise transmissivité.

#### 2 - CALCUL DES PARAMETRES HYDRAULIQUES

##### 21 - Méthode exacte de Theis

L'application de la formule de Theis conduisant à de longs calculs, une méthode simple dite "d'identification" consiste à établir la courbe de descente de la nappe sur diagramme bilogarithmique en portant en abscisse, le log. du temps et en ordonnée le log. du rabattement. Par superposition avec une abaque (courbe théorique) on calcule la transmissivité par la formule :

$$T = 0,08 \quad Q \quad (Y/D)$$

avec  $Q$  = débit de pompage  
 $Y$  = un rabattement sur la courbe théorique  
 $D$  = un rabattement correspondant sur la courbe expérimentale.

Le coefficient d'emmagasinement est calculé par la formule :

$$S = \frac{4 \cdot T \cdot t}{r^2 \cdot x}$$

avec  $T$  = transmissivité  
 $r$  = distance du piézomètre au puits  
 $t$  = un temps sur la courbe expérimentale  
 $x$  = le temps correspondant sur la courbe théorique

## 22 - Méthode approchée de Jacob

On porte sur diagramme semi-logarithmique le log. du temps en abscisse et les rabattements en ordonnée.

La méthode de Jacob est valable à 5 % près dès que  $\frac{4 T.t}{r^2 S} \gg 10$

$$\text{ou } t \gg \frac{2,5 r^2 S}{T}$$

On calcule la transmissivité par l'expression :

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

avec  $Q$  = débit de pompage  
 $C$  = pente de la droite sur le graphique correspondant à un cycle logarithmique

Le coefficient d'emmagasinement s'obtient par l'expression :

$$S = \frac{2,25 \cdot T \cdot t_0}{r^2}$$

avec  $T$  = transmissivité  
 $t_0 = \frac{r^2 S}{2,25 T}$  paramètre ayant le temps pour dimension  
 $r$  = distance du piézomètre au forage.

(Cette méthode est particulièrement commode pour la détermination des temps auxquels le cône de dépression atteint une limite).

## 23 - Méthode de la différence de rabattement entre deux piézomètres.

On peut généralement calculer la transmissivité entre deux piézomètres lorsque les rabattements progressent parallèlement dans les piézomètres, par la formule :

$$T = \frac{0,366 Q \cdot \log \frac{x_2}{x_1}}{y}$$

avec  $Q$  = débit de pompage en m<sup>3</sup>/s ou m<sup>3</sup>/h  
 $y$  = différence de rabattement entre deux piézomètres en m  
 $x_1$  = distance au puits du piézomètre le plus proche en m  
 $x_2$  = distance au puits du piézomètre le plus éloigné en m  
 $T$  = transmissivité en m<sup>2</sup>/s ou m<sup>2</sup>/h

On peut également utiliser la solution graphique en portant sur diagramme semi-logarithmique, en abscisse, le log. de la distance au puits de chacun des piézomètres et en ordonnée, les rabattements correspondants :

$$T = \frac{0,366 Q}{Y}$$

avec  $Y$  = pente du cône de dépression relevée sur le graphique.

## 24 - Schéma de Boulton

Il est supposé que du toit ou du mur de l'aquifère provient un débit retardé proportionnel au rabattement. Ce débit n'est pas constant. Le milieu est infini. Il fait intervenir le coefficient d'emmagasinement de l'éponte semi-perméable  $S'$  et  $\lambda$ , un coefficient de dimension (T-1) exprimant la vitesse d'épuisement de la réserve.

Le schéma de Boulton a été établi initialement pour tenir compte du phénomène d'égouttement en nappe libre, mais il s'applique aussi aux systèmes multicouches suivants :

- nappe captive dans un aquifère comportant une strate conductrice d'eau reposant sur un substratum imperméable horizontal et surmontée d'une couche-magasin (peu transmissive mais à emmagasinement appréciable) à surface d'eau libre ;

- nappe captive dans un aquifère comportant une strate conductrice d'eau surmontée ou reposant sur la couche-magasin compressible mais peu perméable.

La nappe réagit au pompage selon trois phases différentes : le début de la descente est régi par la loi de Theis ou Jacob et défini par  $S$  et  $T$ . La fin de la descente étant celle que l'on aurait observé si le coefficient d'emmagasinement était  $(S + S')$  ( $S'$  étant le coefficient d'emmagasinement de la couche-magasin) et  $T$  étant le même. Ces deux parties de la descente sont reliées par un palier horizontal ou de faible pente.

Les paramètres hydrauliques peuvent être calculés par des formules dérivées des méthodes de Theis (méthode bilogarithmique de Boulton) ou de Jacob (méthode semi-logarithmique de Berkaloff).

Dans la méthode bi-logarithmique Boulton a construit l'abaque des fonctions  $Y = F(u', r/B)$  et  $Y = F(u'1, r/B)$  qui régissent le phénomène, et dans lesquelles les termes  $u'$ ,  $u'1$  et  $r/B$  dépendent des paramètres  $T$ ,  $S$ ,  $S'$ ,  $t$  (temps de pompage) et  $r$  (distance des piézomètres au puits d'essai).

Cet abaque comporte une série de courbes en "S" ou courbes-types se raccordant à leur extrémité à la courbe théorique de Theis. Ces courbes se classent en deux famille : une famille A se rapportant au début du pompage, et une famille B se rapportant à la fin du pompage.

La méthode d'interprétation consiste à superposer soit la partie initiale soit la partie terminale de la courbe expérimentale de descente (log. rabattements - log. temps), à l'une des courbes de la famille A ou de la famille B (voir fig. 6).

Les coordonnées d'un point de coïncidence  $Y$ ,  $u'$  ou  $u'1$  et  $s$  et  $t$  permettent de calculer  $T$  et  $S$  (ou  $S'$ ) par les expressions :

$$T = \frac{0,08 Q}{s} \cdot Y \quad \text{où } Y = F(u', r/B) \text{ courbes de la famille A}$$

$$Y = F(u'1, r/B) \text{ courbes de la famille B}$$

$$S = \frac{4 T t}{u' r^2} \quad (\text{famille A})$$

$$S' = \frac{4 T t}{u'1 r^2} \quad (\text{famille B}) \quad (\text{cf. fig. 6})$$

Dans la méthode semi-logarithmique de Berkaloff, il s'agit de représenter les courbes rabattements-temps pour la descente comme pour la remontée, sur graphique semi-logarithmique. Les courbes obtenues présentent également une forme en "S".

Les paramètres hydrauliques de l'aquifère sont calculés graphiquement, comme dans la méthode de Jacob, à partir des formules : (cf. fig. 7 et 8)

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

$$S = \frac{2,25 T t_0}{r^2}$$

$$S + S' = \frac{2,25 T t'_0}{r^2}$$

#### RAYON D'INFLUENCE

Le rayon d'influence peut être calculé graphiquement en portant en abscisse, en échelle logarithmique, la distance de chaque piézomètre à l'axe du forage et en ordonnée, en échelle arithmétique, les rabattements mesurés sur chaque piézomètre au même instant. Les rabattements doivent s'aligner et décroître en fonction du logarithme de leur distance. En prolongeant la droite obtenue représentative du profil du cône d'influence on détermine le rabattement théorique sur le forage en négligeant les pertes de charge et son rayon d'influence.

#### MODIFICATIONS DUES AU PUIITS DE POMPAGE

##### Effet de capacité - limite de validité des formules.

Les premiers instants de pompage correspondent à la vidange du puits ou "effet de capacité". La nappe est influencée et donc l'effet de capacité peut être négligé au bout d'un certain temps  $t_r$  calculé selon les expressions :

pour le forage  $t_r = \frac{25 R^2}{T}$

avec R = rayon du forage  
T = transmissivité

pour les piézomètres  $t_r = 12,5 \frac{R^2}{T} \left[ \frac{Y + y}{y} \right]$

avec R = rayon du forage  
T = transmissivité  
Y = rabattement à la paroi du puits  
y = rabattement à la paroi du piézomètre

Au-delà des limites de validité calculées ci-dessus on peut appliquer les formules de non équilibre.