

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Boîte Postale 6009 - 45018 ORLÉANS CEDEX - Tél. (38) 63.80.01

VILLE DE BORDEAUX - REGIE MUNICIPALE DU GAZ

SOCIETE BORDELAISE DE REALISATIONS URBAINES

FORAGE GEOTHERMIQUE DE LA BENAUGE

GBdx2

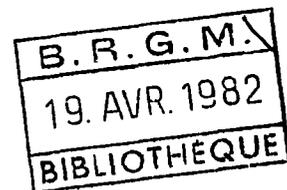
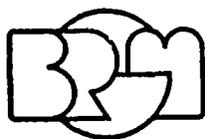
N° d'inventaire minier : 803-6X-954

Rapport de fin de travaux

par J.P. PLATEL et J.L. TEISSIER

82 SGN 116 AQI

Pessac, le 3 mars 1982



SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL AQUITAINE

Avenue Docteur-Albert-Schweitzer - 33600 PESSAC - Tél. (56) 80.69.00 - Télèx 550485

FICHE RECAPITULATIVE DES RESULTATS OBTENUS

SUR LE FORAGE GEOTHERMIQUE DE LA BENAUGE

Commune : BORDEAUX

Coordonnées Lambert :

x = 372,225

Département : GIRONDE

y = 286,475

z sol = 4 m NGF

N° d'inventaire Code Minier : 803-6x-954

Maître d'ouvrage : Ville de Bordeaux, Régie Municipale du Gaz

Maître d'ouvrage délégué : Société Bordelaise de Réalisations Urbaines

Maître d'oeuvre sous-sol : Bureau de Recherches géologiques et minières
Service géologique régional Aquitaine

Entreprise de forage : LEFORT S.A.

But du forage : Mise en production des eaux chaudes contenues
dans les assises du Cénomano-Turonien pour
chauffage d'immeubles.

Appareil : Sonde CARDWELL R.

Durée du forage : du 31 août au 15 octobre 1981

Durée du développement : du 16 au 24 octobre 1981

Durée des pompages d'essai : du 25 octobre au 13 novembre 1981

Profondeur atteinte : 940,50 m sous le niveau du sol

Résultats : Aquifère du Cénomano-Turonien capté de
726 à 932 m

Pompages d'essai

- débit : 215 m³/h

- durée : 18 jours

- température de l'eau au fond du puits : 45°C 1

- température de l'eau en tête de puits : 44°C 1

- minéralisation totale de l'eau : 0,620 g de sel par litre

Le débit de pointe en exploitation a été fixé à 200 m³/h.

- S O M M A I R E -

	<u>Pages</u>
<u>FICHE RECAPITULATIVE DES RESULTATS OBTENUS SUR LE FORAGE</u> <u>GEOTHERMIQUE DE LA BENAUGE.....</u>	I
LISTE DES FIGURES.....	IV
LISTE DES ANNEXES.....	V
1 - <u>INTRODUCTION</u>	1
2 - <u>RAPPORT TECHNIQUE DU FORAGE</u>	2
2.1 - <i>Caractéristiques techniques de la sonde et de son</i> <i>équipement</i>	2
2.2 - <i>Historique du forage</i>	2
2.3 - <i>Avancement et déroulement des travaux</i>	3
2.4 - <i>Etat du puits à l'issue des travaux</i>	4
2.5 - <i>Tubages et cimentations</i>	4
3 - <u>GEOLOGIE</u>	9
3.1 - <i>Lithostratigraphie</i>	9
3.2 - <i>Corrélations avec les sondages voisins - Résultats</i> <i>structuraux</i>	13
4 - <u>MAGASIN - CARACTERISTIQUES</u>	16
4.1 - <i>La partie carbonatée : Turonien et Cénomanién</i>	16
4.2 - <i>La partie sablo-gréseuse : Cénomanién inférieur</i>	17
4.3 - <i>Thermométries</i>	17
5 - <u>TESTS DE PRODUCTIVITE ; POMPAGES D'ESSAI ; INTERPRETATION ;</u> <u>DETERMINATION DU DEBIT D'EXPLOITATION</u>	19
5.1 - <i>Matériel mis en oeuvre</i>	19
5.2 - <i>Chronologie et déroulement des essais</i>	20
5.3 - <i>Interprétation des mesures effectuées lors des pompages</i> <i>d'essai ; choix du débit d'exploitation et de l'équipe-</i> <i>ment de pompage définitif de l'ouvrage</i>	21

5.4 - Choix du débit d'exploitation et de l'équipement de pompage définitif.....	23
6 - <u>CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU ; CORROSION ; DEPOTS.</u>	24
6.1 - Caractéristiques physico-chimiques de l'eau.....	24
6.2 - Corrosion et dépôts.....	24

oooooooo

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 - Plan de situation à 1/50 000.
- Figure 2 - Coupe géologique interprétative ; corrélations géologiques entre forages profonds.
- Figure 3 - Courbes granulométriques des sables du Cénomanién.
- Figure 4 - Graphique de l'évolution de la température de l'eau en fonction de la profondeur (puits en production).
- Figure 5 - Pompages d'essai par paliers de débit croissant ; relation débit-rabatement.
- Figure 6 - Pompages d'essai par paliers de débit croissant ; relation du rapport S/Q en fonction de Q .
- Figure 7 - Graphique du calcul des pertes de charges quadratiques.
- Figure 8 - Pompages d'essai à débit constant ; régime transitoire ; méthode approchée de Cooper-Jacob ; abaissement du niveau piézométrique de la nappe ; relation de S/Q en fonction du logarithme du temps.
- Figure 9 - Pompages d'essai à débit constant ; régime transitoire ; méthode approchée de Cooper-Jacob ; remontée du niveau piézométrique de la nappe ; relation de S en fonction du logarithme de t/t' .
- Figure 10 - Diagrammes semi-logarithmiques comparatifs des analyses d'eau des forages de Lormont, GBdx1 et GBdx2.

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 - Log fondamental du forage et coupe technique.
- ANNEXE 2 - Log fondamental de la zone réservoir.
- ANNEXE 3 - Graphique du déroulement des travaux.
- ANNEXE 4 - Mesures de déviation du forage.
- ANNEXE 5 - Analyse physico-chimique de l'eau de la nappe captée.
- ANNEXE 6 - Détails des mesures effectuées lors des pompages d'essai.

1 - INTRODUCTION

GBdx2 est le deuxième forage de production géothermique réalisé sur le domaine de la Communauté Urbaine de Bordeaux.

Il avait pour objectif le captage de la nappe du Cénomano-Turonien, ressource d'abord reconnue à la périphérie de Bordeaux par des forages de prospection pétrolière puis captée à Lormont (banlieue Est de Bordeaux) à Ambès (Nord de Bordeaux) et à Mériadeck (Bordeaux Centre) respectivement pour les besoins en eau potable et en eau industrielle et pour l'exploitation géothermique en ce qui concerne le dernier puits.

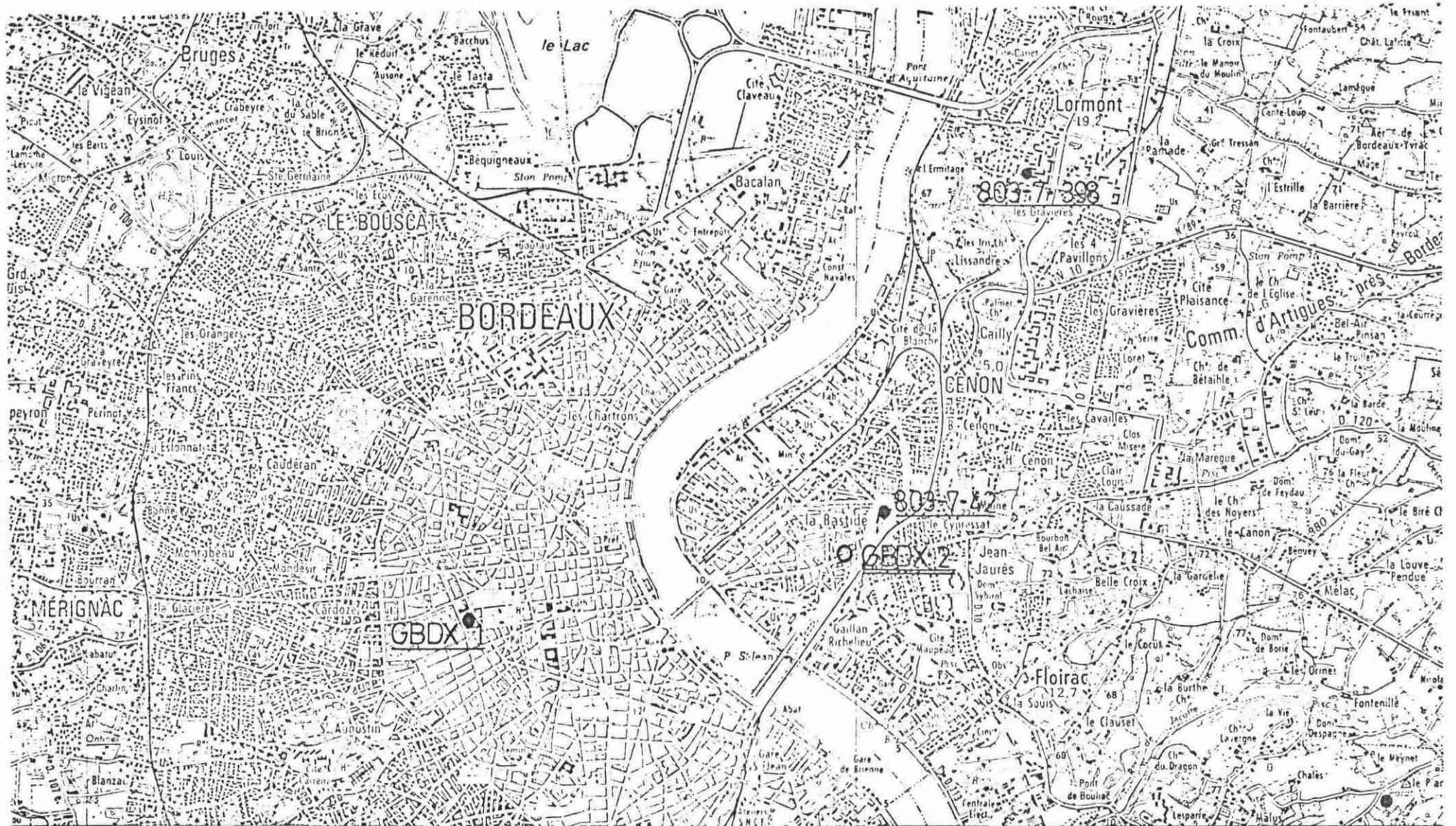
La ressource est caractérisée par la présence d'eau douce et l'existence d'un hydrodynamisme actif. Son exploitation peut donc être amorcée par puits uniques.

La réinjection, uniquement motivée par la recherche du maintien de la productivité, n'interviendra que plus tard, à court ou moyen terme, lorsque la multiplication des ouvrages d'exploitation nécessitera la mise en oeuvre d'une gestion saine de la ressource.

L'étude de factibilité réalisée au mois d'avril 1981 par le B.R.G.M. et la Société MONTENAY et basée sur l'obtention d'un débit de 150 m³/h d'une eau à 45° C concluait sur la possibilité de fournir un apport d'énergie primaire de 1 412 à 1 729 TEP/an ⁽¹⁾ à un ensemble de locaux comprenant : la Cité Pinson, la Cité de la Benauge, les H.L.M. du Sud-Ouest, le C.E.S. 600 et la piscine de la Benauge.

Le présent rapport décrit les travaux de réalisation et les caractéristiques techniques de l'ouvrage, analyse la coupe géologique des terrains traversés, étudie la géochimie des eaux, interprète les pompages d'essai et définit le potentiel de production du puits.

⁽¹⁾ *Fonction de la température de rejet de l'eau géothermale (20, 15 ou 10° C).*



PLAN DE SITUATION



PESSAC (XV-37)

Echelle 1 : 50 000

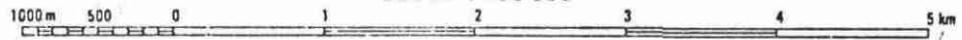


FIGURE 1
BRGM825SGN116AQ1

2 - RAPPORT TECHNIQUE DU FORAGE

Nota : toutes les cotes mentionnées dans ce rapport sont prises par rapport au sol (Z sol : 4 NGF)

2.1 - Caractéristiques techniques de la sonde et de son équipement

- Sonde CARDWELL R

- . Mât Salzgitter type B 130/30
 - charge standard au crochet : 99,407 T
 - charge exceptionnelle au crochet : 120,125 T
- . Cadre de base Salzgitter D G 220/478
 - charge de la table de rotation : 100 T
 - charge de tiges : 90,8 T
- . Treuil Cardwell (moteur TWIN G.M 6/71 de 360 CV)
- . Pompe 7114 R (moteur MGO de 480 CV)
- . Pompe 7114 N (moteur GM 12 V 71 de 180 CV)

- Garniture

- . 140 tiges \varnothing 4" 1/2 I.F
- . 21 drill-collars \varnothing 6" 1/4
- . 12 drill-collars \varnothing 8"
- . 2 stabilisateurs \varnothing 17" 1/2
- . 2 stabilisateurs \varnothing 12' 1/4
- . 2 stabilisateurs \varnothing 6' 5/8
- . 2 aléseurs \varnothing 5" 1/2

2.2 - Historique du forage

- . Début du montage : 17 août 1981
- . Début du forage : 31 août 1981
- . Fin du forage : 15 octobre 1981
- . Profondeur atteinte : 940,50 m

Les travaux de forage ont duré 42 jours, jours chômés et congés du personnel exclus.

Les opérations de développement ont duré 2,5 jours et les pompages d'essai 19 jours (pompages par paliers inclus).

Le B.R.G.M. Aquitaine a assuré la maîtrise d'oeuvre des travaux.

2.3 - Avancement et déroulement des travaux

2.3.1 - Graphique d'avancement des travaux

(Placé en annexe).

2.3.2 - Incidents particuliers et instrumentations

Du 9.09 à 6 h au 10.09 à 19 h :

- . lors de la descente du casing 13" 3/8, pose à 140 m de profondeur ; contrôle du trou à l'outil \varnothing 17" 1/2 surmonté d'un stabilisateur à rouleaux \varnothing 17" 1/2.

Le 19.09 de 4 h 20 à 20 h :

- . panne de la boîte à vitesses de la sonde.

Du 30.09 à 22 h 40 au 01.10 à 17 h 30 :

- . rupture de la garniture (drill-collar) à 739,40 m et opération de repêchage.

Du 09.10 à 4 h 50 au 10.10 à 2 h 30 :

- . rupture de la garniture (drill-collar) à 834,00 m et opération de repêchage.

Du 12.10 à 13 h 15 au 13.10 à 18 h 10 :

- . pose du liner-hanger lors de la descente des crépines (sabot à 840,00 m) ; rectification des guides du liner-hanger.

2.4 - Etat du puits à l'issue des travaux

Sabot du tube-guide \varnothing 18" : 25,00 m
Sabot du casing \varnothing 13" 3/8 : 396,60 m
Sabot du casing \varnothing 9" 5/8 : 726,00 m
Colonne crépinée ; longueur : 258,58 m
Liner-hanger (ancrage) : 674,50 m
Pied de la colonne crépinée : 939,60 m
Fond du puits en \varnothing 8" 1/2 : 940,50 m

2.5 - Tubages et cimentations

2.5.1 - Colonne 18"

La cimentation a été effectuée par l'espace annulaire à l'aide de $1,8 \text{ m}^3$ de laitier de ciment à une densité voisine de 1,8.

2.5.2 - Colonne 13" 3/8

Après contrôle du trou à l'outil 17" 1/2 surmonté de deux stabilisateurs à rouleaux \varnothing 17" 1/2 jusqu'à 398 m, la colonne \varnothing 13" 3/8 a été descendue jusqu'à 396,60 m (cote sabot).

La colonne était équipée d'un sabot canal et d'un manchon et de deux centreurs normaux ST IV au niveau du croisement avec la colonne de \varnothing 18".

Il a été utilisé 52,65 tonnes de ciment CPJ 45 pour la fabrication du laitier de densité 1,80 (volume laitier : 45 m^3).

La chasse à la boue ($30,3 \text{ m}^3$) a été assurée par l'unité de cimentation ; le laitier est remonté au jour.

Le temps de prise a été de 52 heures.

2.5.3 - Colonne 9" 5/8

Après contrôle du trou à l'outil \varnothing 12" 1/4 surmonté de deux stabilisateurs à rouleaux de \varnothing 12" 1/4 jusqu'à 725,40 m, la colonne 9" 5/8 a été descendue jusqu'à 726,00 m.

Elle était équipée d'un sabot canal, d'un manchon différentiel et d'une chicane de cimentation (stage cementer).

Elle comportait, en outre, trois centreurs positifs et quatre hydrobonders (de 426,00 à 395,00), des disques souples à nervures hélicoïdales destinés à homogénéiser le flux ascendant du laitier dans les zones cavées et éviter ainsi, les phénomènes de "channeling".

La cimentation a été effectuée à l'aide de 20,4 m³ de laitier à d = 1,8 de ciment CPJ 45. La chicane de cimentation placée à 348,52 m a été utilisée pour écrêter la cimentation et faciliter ainsi la coupe et l'extraction de la colonne Ø 9" 5/8 afin de libérer la chambre de pompage Ø 13" 3/8. La chasse à la boue (28,5 m³) a été effectuée par l'unité. Après ouverture des chicanes de cimentation, le nettoyage de l'espace annulaire 9" 5/8 - 13" 3/8 a été effectué à l'eau claire, par l'unité, jusqu'à disparition presque totale de toutes traces de boue et ciment.

Le CBL-VD enregistré le 11.10.1981 montre une cimentation :

- mauvaise de 705 à 725 m
- bonne de 610 à 705 et de 460 à 480 m
- passable de 400 à 460 et de 480 à 610 m.

Compte tenu de la mauvaise qualité de la cimentation au niveau du pied de la colonne (de 725 à 705 m), le liner-hanger d'ancrage des crépines a été placé dans l'élément n° 8 de la colonne de production (674,50 m). L'emploi des hydrobondeurs a été motivé par la présence d'une cavitation du trou.

La bonne qualité d'ensemble de la cimentation assure l'isolation entre l'aquifère capté et ceux traversés par l'ouvrage, de l'Eocène moyen et inférieur.

2.5.4 - Complétion

Tubes Ø 5" 1/2 et crépines Ø 5" 1/2 V 35/R 46 x 32 TEKNIFOR-CONSLOT
 type "huile et gaz" acier inoxydable 304
 manchonné API STC

De 939,60 à 933,15 m : un tube plein avec bouchon de pied
de 933,15 à 855,15 m : crépines (slot 40) 13 éléments de 6 m
de 855,15 à 819,02 m : tubes pleins (6 éléments)
de 819,02 à 753,02 m : crépines (slot 40) (11 éléments)
de 753,02 à 723,02 m : crépines (slot 12) (5 éléments)
de 723,02 à 693,02 m : tubes pleins (5 éléments)
de 693,02 à 687,02 m : crépine (slot 40) (1 élément)
de 687,02 à 675,02 m : tubes pleins (2 éléments)
de 675,02 à 672,00 m : extension polie.

2.5.5 - Massif de graviers

- Mise en place les 12 et 1.3.10 par une unité de cimentation.
- Fluide de circulation : Waterbrack 40 (100 m3)
- Quantité employée :
 - . 11,3 tonnes de graviers hollandais
 - . 4,5 tonnes de graviers U.S. (Ottawa)
- Granulométrie : 8-12 US MESH (1,68 - 2,39 mm).

COLONNE ϕ 13" 3/8 (CHAMBRE DE POMPAGE)

ϕ	POIDS	EPAISSEUR	FILETAGE	GRADE	RANGE	COUPLE DE SERRAGE	LONGUEUR UTILISEE
13" 3/8	68 lbs/ft	12,19 mm	API STC	K55 V _e K2	2 et 3	970 m-daN	394,03 m

N°	LONGUEUR UNITAIRE	LONGUEUR CUMULEE	COTE PAR RAPPORT AU SOL	N°	LONGUEUR UNITAIRE	LONGUEUR CUMULEE	COTE PAR RAPPORT AU SOL
Sabot	0,33		396,60	28	10,10	319,35	87,43
1	10,90	11,23	396,27	29	10,17C*	329,52	77,33
Anneau	0,51	11,74	385,37	30	10,12	339,64	67,16
2	11,10	22,84	384,86	31	10,07	349,71	57,04
3	11,07C*	33,91	373,76	32	10,69	360,40	46,97
4	11,07	44,98	362,69	33	10,09	370,49	36,28
5	10,08	55,06	351,62	34	12,29	382,78	26,19
6	11,07	66,13	341,54	35	12,09	394,87	13,90
7	11,06	77,19	330,47	sommet			1,81
8	11,05	88,24	319,41				
9	11,07C*	99,31	308,34				
10	11,05	110,36	297,27				
11	11,07	121,43	286,22				
12	11,22	132,65	275,15				
13	11,05C*	143,70	263,93				
14	11,07	154,77	252,88				
15	11,07	165,84	241,81				
16	12,75	178,69	230,74				
17	12,73	191,42	217,99				
18	12,56	203,98	205,26				
19	12,28	216,26	192,70				
20	13,13C*	229,39	180,42				
21	11,90	241,29	167,29				
22	13,05	254,34	155,39				
23	11,48	265,82	142,34				
24	11,59	277,41	130,86				
25	11,67	289,08	119,27				
26	10,08	299,16	107,60				
27	10,09	309,25	97,52				

C* : centreur

COLONNE DE PRODUCTION 9" 5/8

Ø	POIDS	EPAISSEUR	FILETAGE	GRADE	RANGE	COUPLE	LONGUEUR UTILISEE
9" 5/8	36 lbs/ft	8,94 mm		K 55	1 et 2	660 m-daN	383,05 m

N°	LONGUEUR UNITAIRE	LONGUEUR CUMULEE	COTE/SOL	N°	LONGUEUR UNITAIRE	LONGUEUR CUMULEE	COTE/SOL
Sabot	0,35		726,00	29	8,73	227,38	504,91
1	7,45	7,80	725,65	30	10,23	237,61	496,18
float-collar (anneau)	0,70	8,50	718,20	31	10,17	247,78	485,95
2	7,19	15,69	717,50	32	9,96	257,74	475,78
3	7,00	22,69	707,87	33	9,89	267,63	465,82
4	7,00	29,69	700,87	34	9,46	277,09	455,93
5	6,86	36,55	693,87	35	9,05	286,14	446,47
6	7,22	43,77	687,01	36	10,22	296,36	437,42
7	6,80	50,57	679,79	37	10,10	306,46 H	427,20
8	7,28	57,85	672,99	38	9,14	315,60 H	417,10
9	6,94	64,79	665,71	39	9,25	324,85 H	407,96
10	6,93	71,72	658,77	40	9,33	334,18 H	398,71
11	6,99	78,71	651,84	41	9,69	343,87	389,38
12	6,92	85,63	644,85	42	10,01	353,88C+	379,69
13	7,00	92,63	637,93	43	10,19	364,07	369,68
14	7,38	100,01	630,93	44	9,99	374,06C+	359,49
				stage	0,98	375,04	349,50
15	6,75	106,76	623,55	cementer			
16	7,28	114,04	616,80	45	10,04	385,08C+	348,52
17	8,64	122,68	609,52				
18	7,55	130,23	600,88				
19	7,53	137,76	593,33				
20	7,77	145,53	585,80	H : hydrobonder			
21	7,17	152,70	578,03	C+ : centreur positif			
22	8,86	161,56	570,86				
23	9,88	171,44	562,00				
24	9,52	180,96	552,12				
25	9,58	190,54	542,60				
26	9,50	200,04	533,02				
27	9,14	209,18	523,52				
28	9,47	218,65	514,38				

3 - GEOLOGIE

3.1 - Lithostratigraphie

En remarque préliminaire, il faut rappeler que le forage GBDX2 est distant de 500 m au Sud-Ouest du forage d'eau de la Benaugé (803-7-42) et que le puits GBDX1 situé à Mériadeck se trouve 3 500 m à l'Ouest.

Aussi, les faciès rencontrés et leur succession dans GBDX2 sont-ils très semblables tant pour les terrains tertiaires par rapport aux deux forages cités que pour les dépôts secondaires par rapport à GBDX1. Toutefois, des particularités existent au droit du puits géothermique de La Benaugé.

Tout ceci est conforme aux prévisions, la coupe géologique prévisionnelle du Crétacé ayant été bâtie à partir des forages GBDX1 (Mériadeck - 803-6-948), Lormont-Génicart (803-7-398) et du forage d'exploration pétrolière de Bouliac I (803-7-169). La prévision s'est révélée assez fiable puisque l'erreur la plus grande sur la profondeur a été de 4,9 % au toit du Turonien (775 m de profondeur).

L'erreur sur la profondeur finale au toit du Jurassique n'est que de 1,9 % (932 m réel pour 950 m prévu).

Seuls seront commentés ici les caractères généraux des formations rencontrées. La description lithologique détaillée est mentionnée sur les logs fondamentaux à 1/2000 et à 1/500 (annexes 1 et 2). Les terrains seront décrits de haut en bas dans le sens d'apparition durant la foration et les profondeurs sont exprimées par rapport au sol dont l'altitude est de + 4 NGF.

3.1.1 - Quaternaire : 20 m d'épaisseur (0 - 20 m)

Le site de GBDX2 correspond à d'anciens marais de l'époque flandrienne ; le forage a de ce fait rencontré 15 mètres d'argiles plastiques gris-bleu puis la terrasse sous-flandrienne locale faite de galets et de sables sur 5 mètres.

3.1.2 - Tertiaire

Les dépôts de cette période sont dans leur grande majorité représentés par des terrains détritiques et leur épaisseur totale est de 406 mètres. Comme à GBDX1, la série semble complète jusqu'à l'Eocène inférieur et se termine

par érosion dans l'Eocène supérieur.

a) Eocène supérieur : 56 m d'épaisseur (20 - 76 m)

Une formation de marnes sableuses, où s'interstratifie un mince niveau de calcaire gréseux blanc, et des marnes représente la "série lacustre de Plassac" d'âge lédien.

b) Eocène moyen calcaire : 138 m d'épaisseur (76 - 214 m)

La puissante formation carbonatée lutétienne des "Calcaires de Blaye" (dont l'extrême sommet serait toutefois d'âge éocène supérieur) a été traversée sur 138 m d'épaisseur.

Il s'agit de calcaires blancs à gris, bioclastiques, très fossilifères, (Echinodermes, Lamellibranches, Miliolles, Bryozoaires, *Alveolina elongata*) où s'interstratifient des niveaux détritiques gréseux et argileux.

c) Eocène moyen détritique : 64 m d'épaisseur (214 - 278 m)

Des sables argileux marquent le toit de la formation des "Sables inférieurs" où abondent les Nummulites qui font leur apparition dès le sommet.

Après quelques niveaux plus argileux, la base de la formation correspond à des sables grossiers à débris de bois lignitifiés. Si par rapport à GBDX1 l'épaisseur de l'ensemble est analogue (2 m de moins) les faciès accusent localement une teneur en argile un peu plus marquée.

d) Eocène inférieur : 148 m d'épaisseur (278 - 426 m)

Cette série représente 62 mètres de dépôts de moins qu'à Mériadeck mais montre toujours une grande complexité dans la succession des faciès :

- série détritique supérieure (278 - 364 m)

présentant des ressemblances avec la série lutétienne, montre cependant deux caractères différents : l'apparition de la glauconie et la présence d'argiles silteuses assez compactes. Les Nummulites sont toujours très nombreuses dans ces dépôts.

- une série carbonatée et détritique (367 - 387 m) où des niveaux de calcaires bioclastiques blanc-jaunâtre à Miliolites et de grès grisâtres s'intercalent dans les argiles silteuses sus-jacentes. Les Nummulites sont toujours présentes accompagnées de rares Discocyclines.

- une série argileuse (387 - 397 m)
Beaucoup moins épaisse qu'à GBDX1 où elle atteignait 63 m cette formation correspond à des argiles silteuses micacées gris-vert à marbrures ocres.

- une série détritique inférieure (397 - 426 m)
Viennent ensuite des sables grossiers grisâtres, des argiles sableuses grises à marbrures rouges à niveaux de lignite. Des sables très grossiers (3/7 mm) ont été trouvés à certains niveaux (406 m) de cette formation. Le caractère pétrographique des sables et des argiles ainsi que le fait qu'ils soient azoïques leur assignent un milieu de dépôt continental.

3.1.3 - Crétacé

Les formations crétacées sont essentiellement carbonatées sauf l'extrême base du Cénomaniens. La puissance totale du Crétacé supérieur est de 506 mètres sous le quartier de la Benauges.

a) Campanien supérieur ("Maestrichtien" auct.) : 60 m d'épaisseur (426-486 m)

Le Crétacé supérieur se termine par une formation de calcaires bioclastiques à Rudistes et silex blonds par niveaux. Quelques horizons gréseux s'intercalent dans la base de la formation ainsi qu'une assise dolomitique de 455 à 467 m.

La microfaune de cette formation est assez abondante (*Orbitoides media*, *Pseudosiderolites vidali*, *Abrardia mosae*, *Pseudorbitolina marthae*).

b) Campanien inférieur : 133 m d'épaisseur (486 - 619 m)

Vient ensuite la puissante formation de calcaires crayo-argileux grisâtres assez marneux vers le sommet.

La microfaune benthique est surtout composée par : *Gavelinella denticulata*, *Gavelinopsis monterelensis*, *G. voltzianus*, *Pseudosiderolites vidali*, etc...

c) Santonien : 73 m d'épaisseur (619 - 692 m)

C'est le même type de dépôt qui existait déjà dans le Campanien avec apparition des marnes grises indurées et de calcaires bioclastiques à la base.

La microfaune est surtout constituée par *Goupillaudina ostrowskyi*, *Sirtina orbitoïdiformis* et *Rosalina parasupracretacea*.

d) Coniacien : 28 m d'épaisseur (692 - 720 m)

A partir du Coniacien ont été rencontrés des calcaires plus francs : calcaires grisâtres à silex et marnes verdâtres très peu développées à la base de l'étage.

e) Turonien : 55 m d'épaisseur (720 - 775 m)

Bien que des absences de remontées dues à une dégradation de la boue entre 726 et 776 m aient empêché de bien connaître les faciès de cette formation, les diagraphies ont permis d'en situer le toit et le mur avec précision.

Toutefois, le sommet a livré des calcaires bioclastiques blancs à Bryozoaires, Rudistes et Lamellibranches.

f) Cénomaniens supérieur et moyen : 79 m d'épaisseur (775 - 854 m)

Des calcaires très semblables à ceux du Turonien forment les terrains du Cénomaniens moyen et supérieur avec cependant quelques intercalations de calcaires dolomitiques grisâtres.

Des Alvéolines apparaissant depuis le toit de la formation confirment son âge.

g) Cénomaniens inférieur calcaire : 47 m d'épaisseur (854 - 901 m)

A partir de 850 m et jusqu'à 870 m des absences de remontées connues plus haut ont masqué l'entrée dans le Cénomaniens inférieur mais celle-ci se voit par corrélations diagraphiques avec GBDX1 puisqu'elles révèlent une formation détritique entre 854 et 860 m.

De 870 à 901,5 m existent des calcaires blancs recristallisés à gravelles jaunés en alternances avec des niveaux plus gréseux et glauconieux et de fréquentes dolomies grises à brun clair. La faune est identique.

h) Cénomanién inférieur détritique : 31 m d'épaisseur (901 - 932 m)

Alors que GBDX1 avait traversé deux formations détritiques assez nettement individualisées, GBDX2 a rencontré à partir de cette profondeur une alternance de sables grisâtres moyens à grossiers (médiane : 760 microns environ) et d'argiles gris-noir micacées avec des niveaux de lignite au toit et au mur (fig. 3).

Six assises sableuses se succèdent ainsi dont deux principales de 906 à 911 m et de 917 à 923 m.

Les caractéristiques densité-porosité et épaisseur utile de toute la zone réservoir comprise entre 726 et 932 m seront détaillées dans les chapitres suivants.

3.1.4 - Jurassique (932 - 940,5 m)

Après une lacune totale du Crétacé inférieur, les sédiments transgressifs du Cénomanién se sont déposés sur des calcaires argileux, gris sombre, très compacts à intercalations marneuses. Ces calcaires, presque azoïques et à matrice argileuse élevée (50 % environ) sont identiques à ceux carottés dans GBDX1 à partir de 1 135 m. Leur résistivité est également semblable (30 ohms.m sur le dual-latérolog). Ils seront donc rapportés à la même formation dénommée des "marno-calcaires de Lamarque" d'âge Kimméridgien inférieur. La décision d'arrêt final de l'approfondissement du sondage a donc été prise après avoir foré une longueur suffisante pour descendre le tube de décantation.

3.2 - Corrélations avec les sondages voisins - Résultats structuraux (fig. 2)

Si l'on compare les résultats lithostratigraphiques tirés du forage GBDX2 avec ceux des sondages profonds voisins : Bouliac I, Lormont, Mériadeck, Pessac-Stadium, Benauges (les trois premiers ayant atteint le Jurassique et les deux autres le toit du Crétacé), on peut dégager les

conclusions suivantes :

- La série lithologique est très semblable avec les données régionales.
- L'érosion du toit du Crétacé est analogue à celle de Mériadeck (60 m d'épaisseur pour le Campanien supérieur) contre 37 m à Lormont et 46 m à Bouliac.
- Il existe une aussi grande réduction d'épaisseur du Coniacien (28 m de puissance) qu'à GBDX1 contre 44 m à Lormont et 40 m à Bouliac.
- Dans sa totalité, la puissance du Crétacé supérieur sous la Benauge est légèrement moins forte que celle traversée à Mériadeck (535 m) et à Lormont (567 m) mais beaucoup plus importante que celle existant à Bouliac I (474 m).
- L'absence de Portlandien dolomitique et d'une grande partie ou de la totalité des "Calcaires à Lituolidés" montre bien la plus forte érosion de la série jurassique dans les compartiments de Bordeaux et de La Benauge par rapport à ceux de Bouliac et Lormont.
- Sur le plan structural (figure 2), les sondages de Mériadeck et de La Benauge ont bien confirmé l'existence d'une dépression d'origine tectonique (grabben ou synclinal) sous la ville de Bordeaux, séparée de la zone haute de Benauge, Lormont, Bouliac.

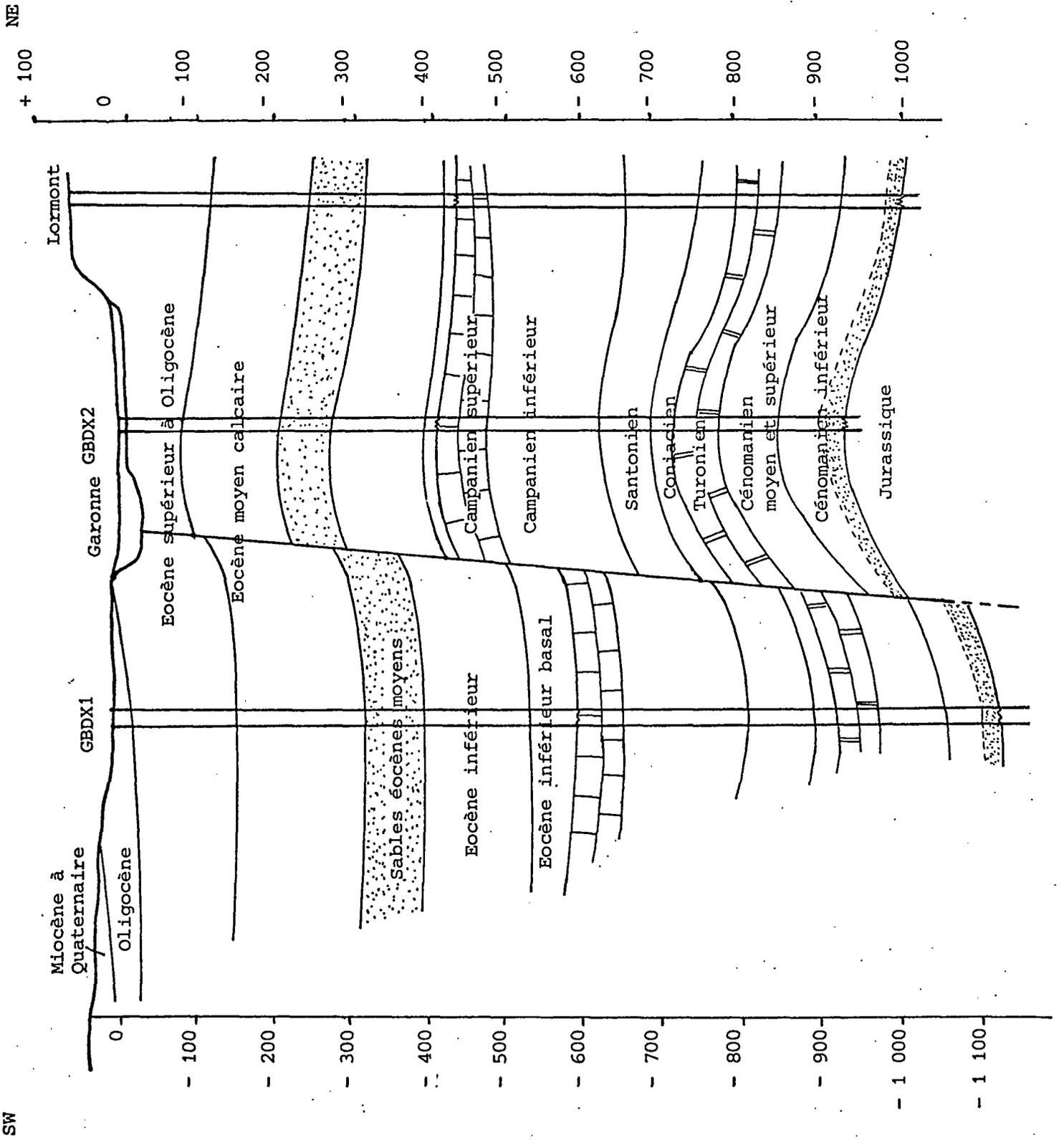
En effet, le toit du Crétacé est situé 157 m plus haut qu'à Mériadeck, 5 m plus haut qu'à Lormont et 93 m plus profond qu'à Bouliac.

Quant au toit du Jurassique, il est 186 m plus haut qu'à Mériadeck, 66 m plus haut qu'à Lormont et 125 m plus bas qu'à Bouliac.

EN COTE NGF	PESSAC	MERIADECK GBDX 1	BENAUGE GBDX2	BENAUGE A.E.P.	LORMONT	BOULIAC I
TOIT DU CRETACE	- 544	- 579	- 422	- 414	- 427	- 329
TOIT DU JURASSIQUE		- 1 114	- 928		- 994	- 803

Compte tenu des nouvelles informations fournies par le sondage de La Benauge, on peut préciser les résultats structuraux évoqués dans le rapport de fin de travaux du sondage GBDX1 (Rapport B.R.G.M. 81 SGN 236 AQI), en indiquant que le gradient moyen de pendage au toit du Jurassique atteint 5,3 % entre les deux forages confirmant ainsi la présence d'un accident profond (faille ou flexure) de 120 m environ de rejet à regard Sud-Ouest, situé sous le méandre de la Garonne.

CORRELATIONS ENTRE QUELQUES FORAGES PROFONDS
SOUS LA VILLE DE BORDEAUX



4 - MAGASIN - CARACTERISTIQUES

4.1 - La partie carbonatée : Turonien et Cénomanién

4.1.1 - Cotes : de 720 à 901 m de profondeur

4.1.2 - Pertes de boue

Des pertes totales de boue ont été enregistrées à partir de 728,50 m. A 728,50 m, la densité de la boue étant alors de 1,05.

Le retour de la circulation et la progression n'ont pu être assurés qu'en recherchant un équilibre constant entre la pression de la nappe et celle de la colonne de boue allégée ($d = 1,02$ environ).

L'obtention de déblais a été régulièrement tentée par l'injection, avant chaque ajout de tige et à mi-longueur de la tige carrée, de bouchons de boue bentonitique spécialement traitée, de viscosité élevée (80 à 90 secondes marsh).

Les fissures ayant provoqué les pertes de circulation localisées dans l'horizon carbonatée du Turonien, ont continué à engendrer des pertes partielles de boue lors de la traversée du magasin détritique du Cénomanién et lors de l'opération de mise en place du massif de graviers.

4.1.3 - Zones perméables

Examen des diagraphies différées : ML - MLL, DLL, GRL, LDL.

Cotes : - de 728,50 à 730,00 m

- de 735,00 à 743,00 m

- de 745,00 à 771,00 m

- de 775,00 à 825,00 m

soit au total 85,50 m d'épaisseur cumulée ce qui correspond à 47 % de ce réservoir. Au droit de ces zones, on observe une augmentation de la porosité globale effective jusqu'à 30 % (interprétation au C.S.U. : CYBERLOOK) ainsi qu'un accroissement des vitesses d'avancement de l'outil : 4 à 6 minutes par mètre).

4.2 - La partie sablo-gréseuse : Cénomanién inférieur

4.2.1 - Cotes : de 901 à 932 m de profondeur

4.2.2 - Pertes de boue : (voir § 4.1.2)

4.2.3 - Zones perméables

Examen des diagraphies différées : ML - MLL ; DLL ; GRL ; LDL.

Cotes : - de 906,00 à 911,00 m de profondeur

- de 915,00 à 916,50 m "

- de 917,50 à 923,00 m "

- de 924,50 à 925,50 m "

- de 926,00 à 927,50 m "

- de 929,00 à 930,50 m "

soit au total 16 m de sables et de grès représentant 51 % de ce réservoir.

Au droit de ces niveaux on peut noter des porosités globales effectives comprises entre 35 et 40 % (interprétation au C.S.U. (1), CYBERLOOK) et on y enregistre des vitesses d'avancement de l'outil plus rapides, de l'ordre de 1 à 2 minutes par mètre.

4.2.4 - Granulométrie des sables ; choix du slot de la crépine

Deux échantillons des sables du magasin détritique ont fait l'objet d'analyses granulométriques (figure 3). L'ouverture de la crépine (slot : 1 mm ou 40) a été déterminé à partir de la médiane des sables (460, pour les plus fins) compte-tenu de la granulométrie du massif filtrant comprise dans la fourchette 8-12 US MESH . (1,6 - 2,5 mm).

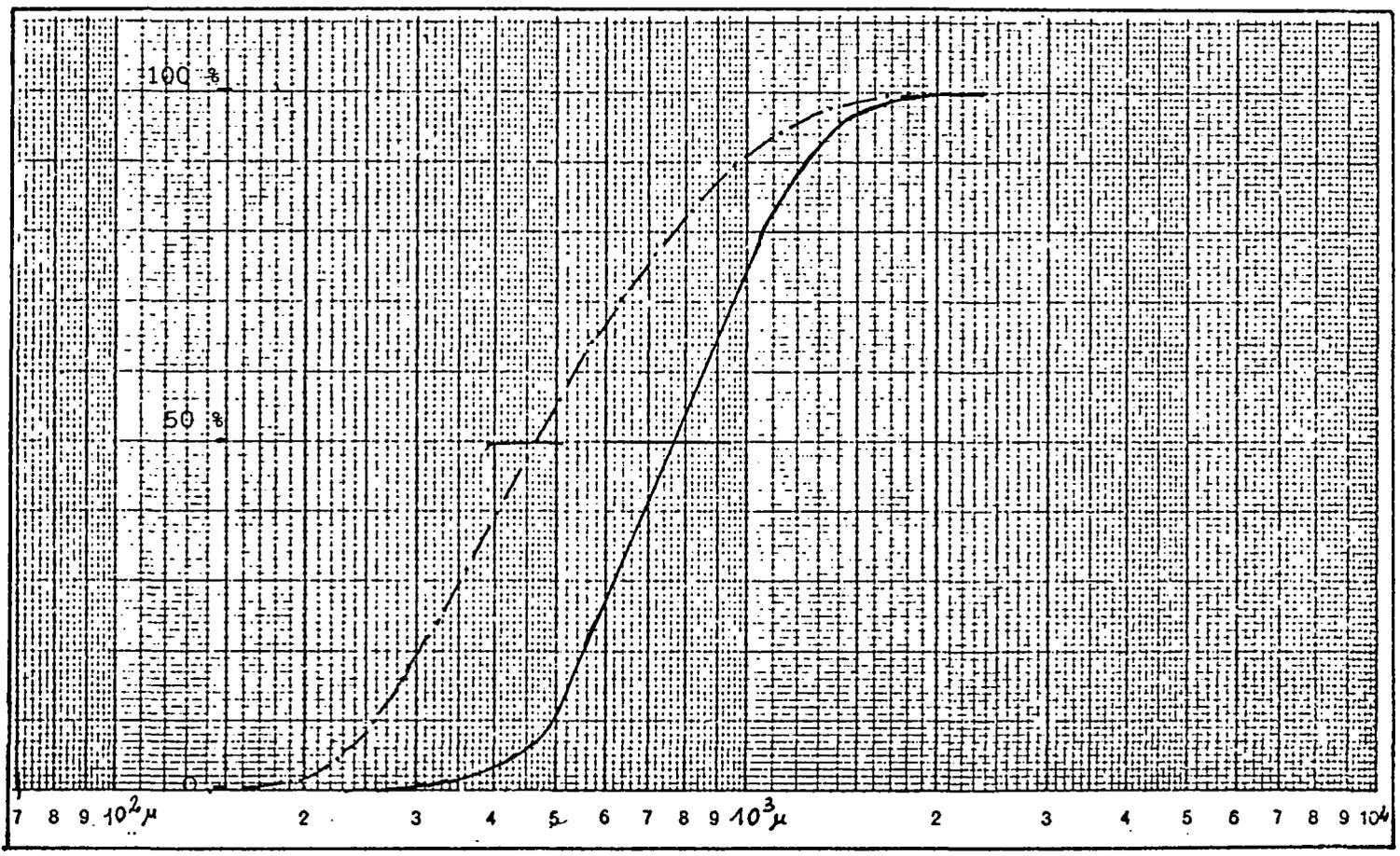
4.3 - Thermométries -

4.3.1 - Mesures des températures lors des opérations de diagraphies différées (B.H.T.)

Le forage étant en boue, les "B.H.T." (bottom hole temperature) relevées ont été les suivantes :

(1) C.S.U : *Cyber service unit*

COURBE GRANULOMETRIQUE CUMULATIVE
DES SABLES DU CENOMANIEN INFERIEUR DE GBDX2



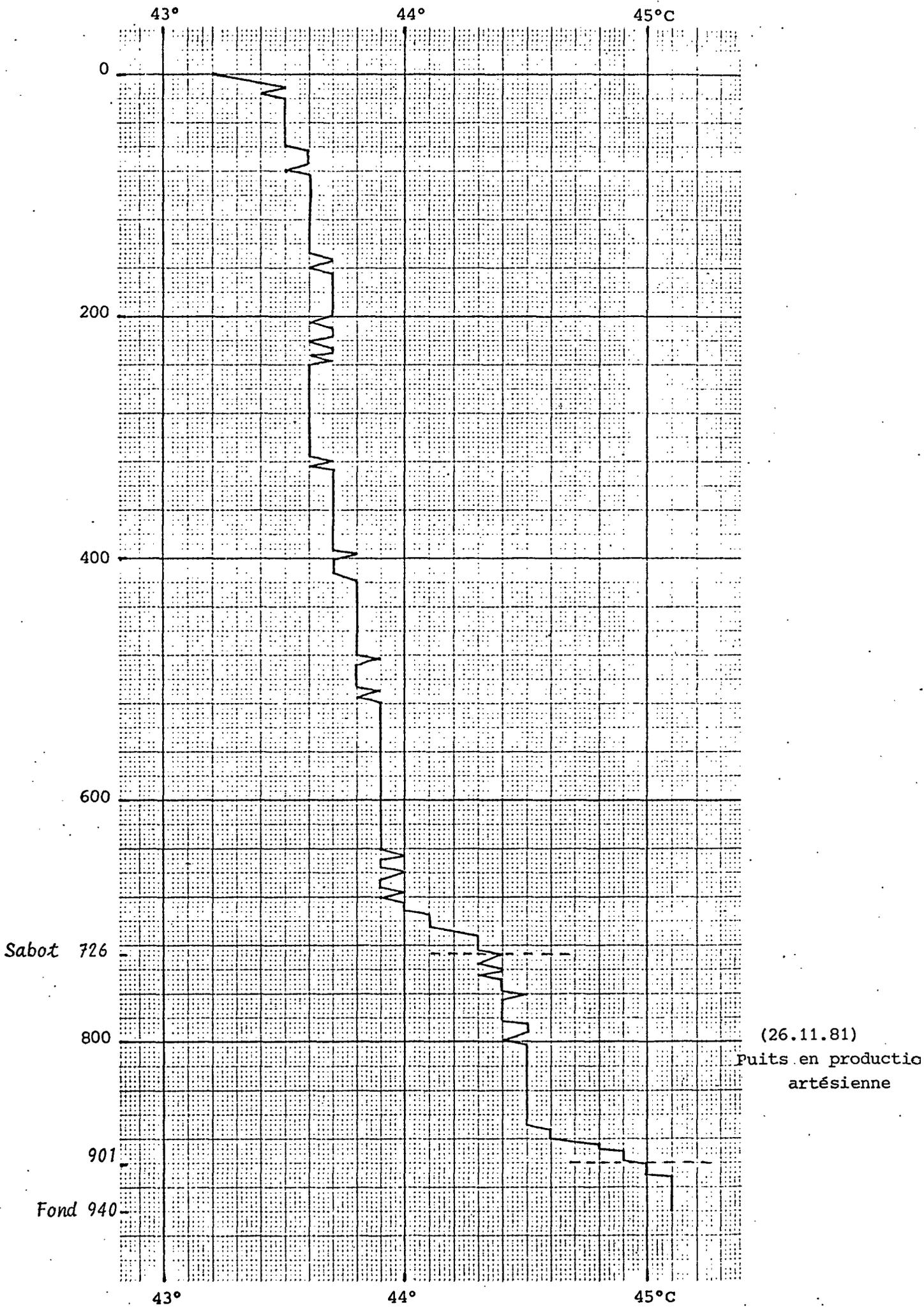
Prise d'échantillon : 909 m
Médiane : 460 microns

Prise d'échantillon : 920 m
Médiane : 760 microns

<u>Diagraphie</u>	<u>Cote du fond du trou (m)</u>	<u>Température (en °C)</u>
BGT	725	41
MLL	725	42
BGT	940,50	39
MLL	940,50	39
DLL	940,50	40
LTD	940,50	40
CBL-VD	940,50	40

4.3.2 - Thermométrie en production

Effectuée le 26.11.1981 à l'aide d'une sonde, le puits étant en production (écoulement artésien) voir figure 4.



5 - TESTS DE PRODUCTIVITE ; POMPAGES D'ESSAI ; INTERPRETATION

DETERMINATION DU DEBIT D'EXPLOITATION

5.1 - Matériel mis en oeuvre

5.1.1 - Matériel de pompage

- Groupe moto-pompe immergé KSB BNP 425-3 doté d'un système de refroidissement par circulation d'eau à partir de la surface à l'aide de tubings \varnothing 1" (débit horaire : 500 litres, environ)

- diamètre du groupe : 10"
- nombre d'étages : 3
- puissance : 74 KW
- profondeur d'immersion : 100,80 m/sol
- colonne d'exhaure : casing \varnothing 6 1/4"

5.1.2 - Matériel de mesure

- Mesure des débits :

Système déprimogène : tube de Pitot ; tube de \varnothing 8" ; diaphragme de \varnothing 6" ; bac de 30 m³ et chronomètre.

- Mesures des rabattements du niveau piézométrique de la nappe

- . Sonde électrique sur le puits pompé
- . Limnigraphe OTT 15 sur le forage de Lormont, servant de piézomètre
- . Manographe "Richard" sur le forage de Mériadeck, servant de piézomètre.

- Mesure des températures

- . Doigt de gant à bain d'huile placé dans la colonne d'exhaure, en tête de puits.
- . Thermomètre de précision à mercure.
- . Thermocouple.

5.2 - Chronologie et déroulement des essais

5.2.1 - Tests et développements à l'émulseur

- Matériel : compresseur "Atlas-Copco" PNS 20 d'une capacité de 32 000 l/mn à 20 bars.

a/ Tests du magasin carbonaté cénomano-turonien

Ligne d'air : tiges \varnothing 5" immergée à 82,50 m/sol.

. avant acidification :

- débit artésien : 7,2 m³/h
- température : 36° C
- débit à l'émulseur : 26 m³/h
- température : 37° C

. après acidification : (élimination des déblais résiduels piégés dans les fissures à l'aide d'une injection sous pression, de 5 tonnes d'HCl, à 20° B)

- débit à l'émulseur : 80 m³/h
(immersion ligne d'air à 82,50 m/sol)
- débit artésien : 20 m³/h
- température : 40° C.

b/ Développement de l'ensemble du magasin

Ligne d'air : tiges \varnothing 5" immergées à 144,00 m

- Le 16.10.1981 : durée : 8 heures (de 12 à 20 h)
 - . à 14 h : débit pompé : 180 m³/h
débit artésien : 92 m³/h
température : 43,5° C
 - . à 17 h : débit pompé : 220 m³/h
débit artésien : 92 m³/h
température : 44° C

5.2.2 - Conditions avant les pompages d'essai effectuées avec le groupe moto-pompe

- Cote du niveau piézométrique de la nappe par rapport au sol : + 28,20 m
- Cote du niveau piézométrique : 32,20 NGF
- Débit artésien : 92 m³/h à + 1,20 m /sol
- Température : + 44° C

5.2.3 - Pompage d'essai par paliers de débit croissant

Le 26.10.1981 : de 9h 15 à 11h 15

- Débit = 219 m³/h
- Rabattement S = 86,05 m
de 11h 15 à 13h 15

- Débit : 193,5 m³/h
- Rabattement S = 75,65 m

de 15h 10 à 17h 10

- Débit : 162 m³/h
- Rabattement S = 59,82 m

5.2.4 - Pompages d'essai à débit constant

Du 27.10.1981 à 9h 20 au 13.11.1981 à 9h 18 (durée : 17 jours)

- Débit en fin d'essai : 208 m³/h
- Rabattement correspondant : 88,55 m (rabattement stabilisé depuis le 29.10 à 12h soit après 50h 40 mn de pompage).
- Remontée du niveau dynamique suivie le 13.11.1981 : temps d'obtention de l'artésianisme : 1 mn 49 s.

5.2.5 - Essai de débit en écoulement artésien

- Débit artésien : 98 m³/h
- Durée d'ouverture de la vanne : 125 heures

Du 19.11.1981 à 15h au 20.11.1981 à 20h

- Enregistrement de la remontée de pression après fermeture de la vanne, à l'aide d'un manomètre métallique à bain d'huile.

5.3 - Interprétation des mesures effectuées lors des pompages d'essai ; choix du débit d'exploitation et de l'équipement de pompage définitif de l'ouvrage

5.3.1 - Pompages d'essai par paliers de débit croissant ; calcul des pertes de charge

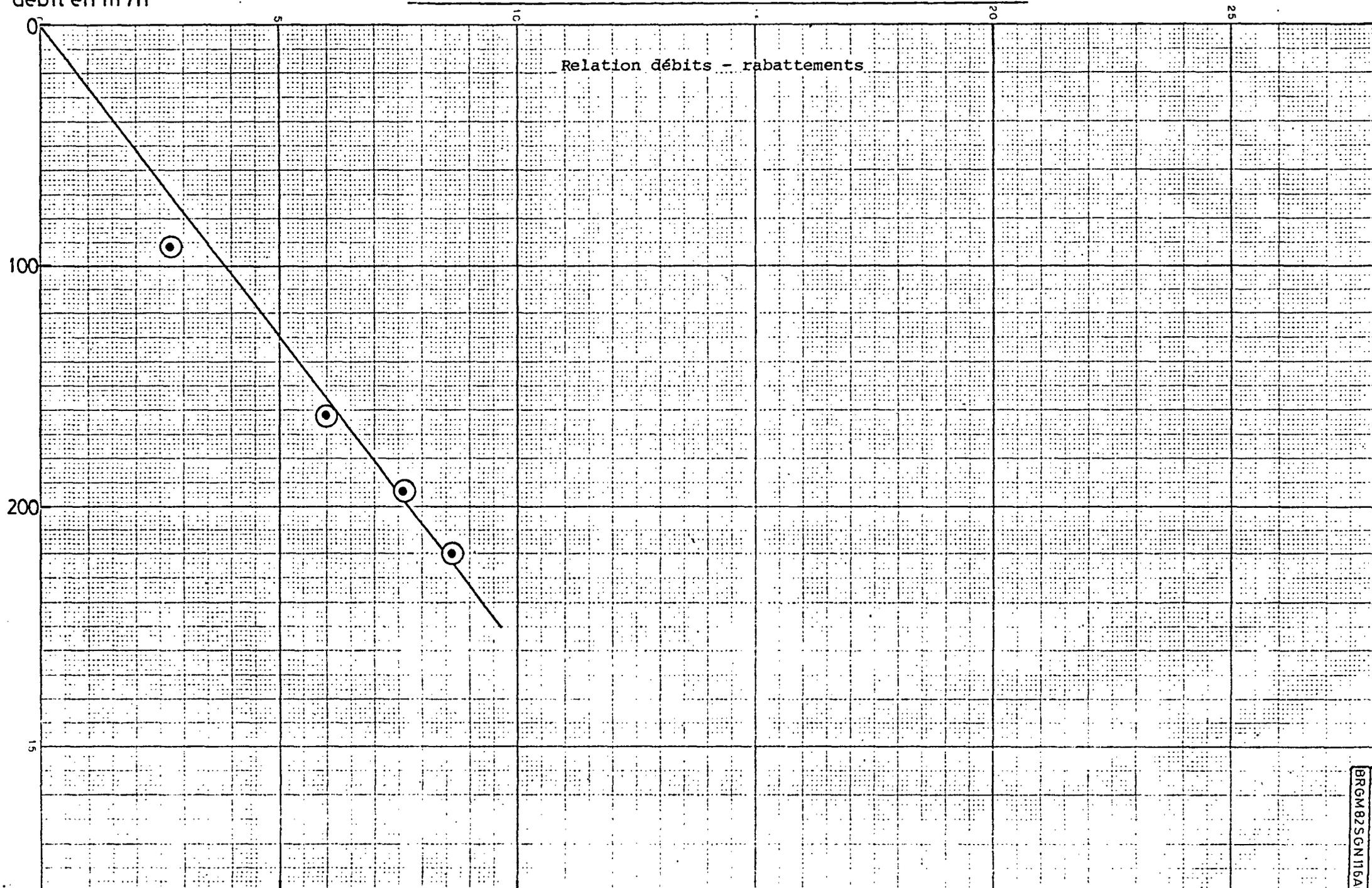
Les débits spécifiques exprimés en m³/h par mètre de rabattement sont de :

- 3,43 m³/h/m pour le premier palier (Q = 92 m³/h)
- 2,70 m³/h pour le deuxième palier (S = 162 m²/h)

FORAGE DE LA BENAUGE

POMPAGES D'ESSAI PAR PALIERS DE DEBIT CROISSANT LE 26.10.1981

débit en m³/h



50

100 rabattement en m.

LES PAPIERS CARLSON - FRA

FIGURE 5
BRGM 8255GN116A01

FORAGE DE LA BENAUGE

POMPAGES D'ESSAI PAR PALIERS DE DEBIT CROISSANT

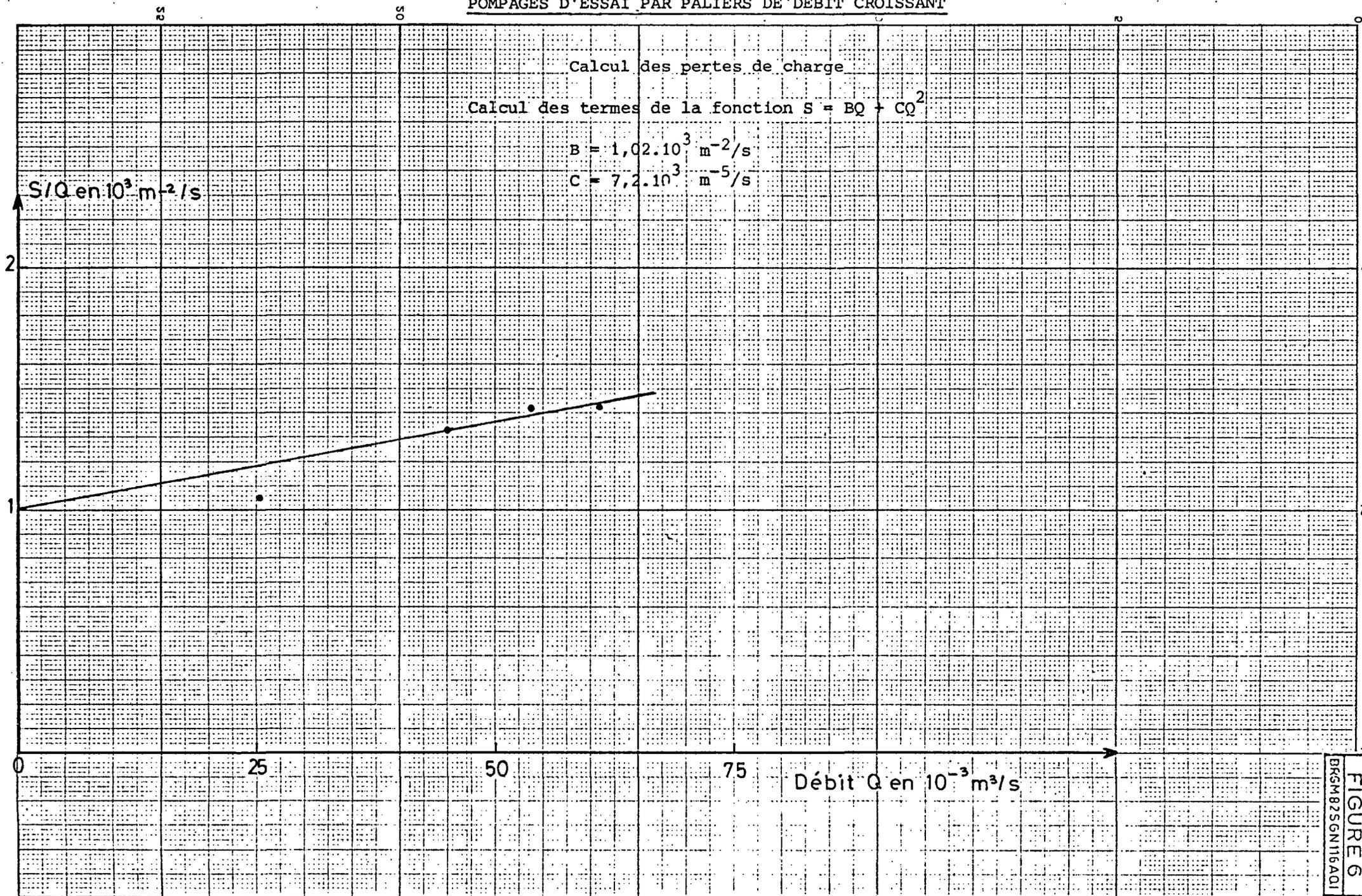


FIGURE 6
BRGM 8256N116A01

FORAGE DE LA BENAUGE

CALCUL DES VALEURS DES PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES

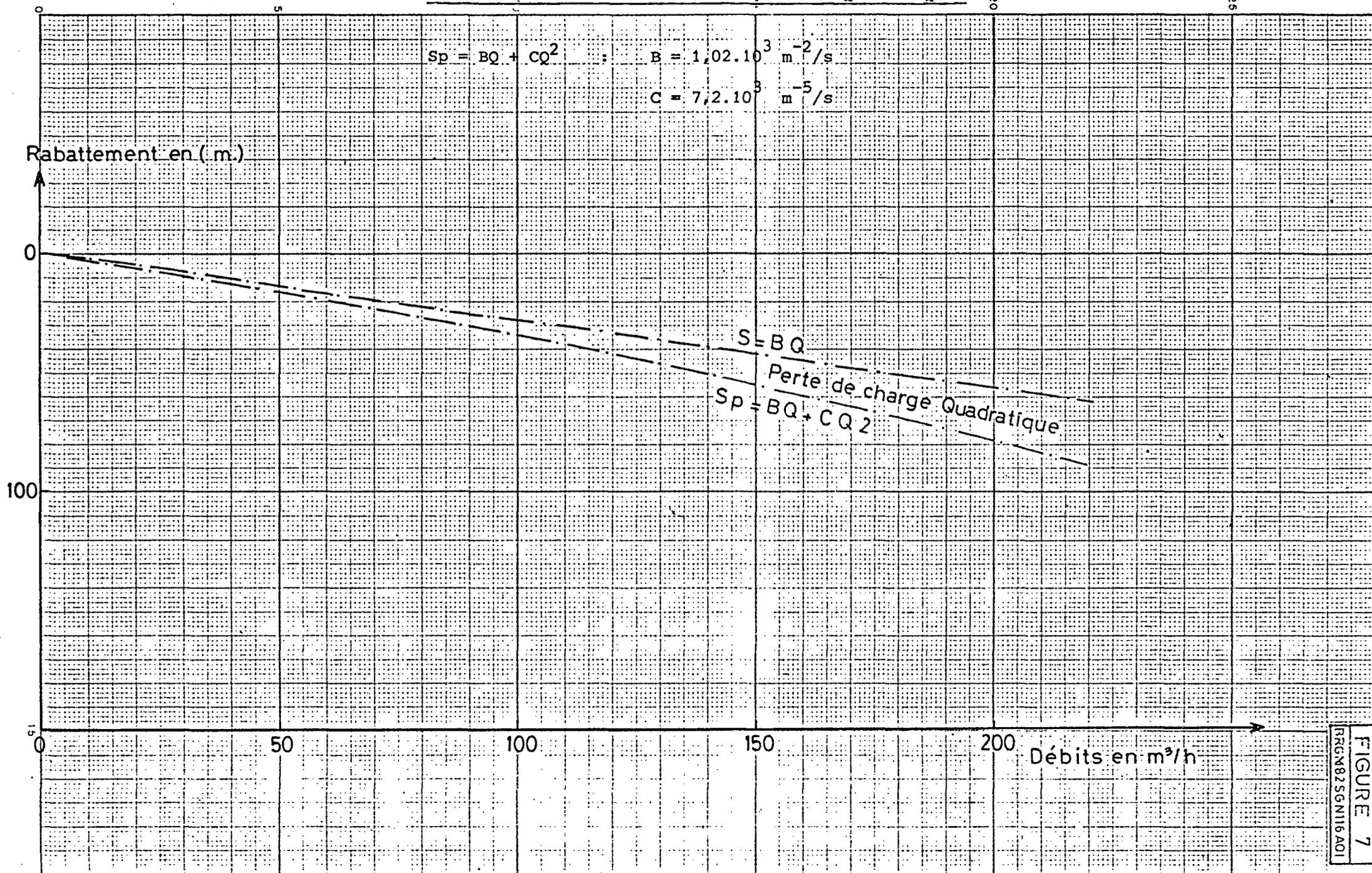


FIGURE 7
FRGN82SGN16A01

- 2,55 m³/h/m pour le troisième palier (Q= 193,5 m³/h)
 - 2,54 m³/h/m pour le quatrième palier (S = 219 m³/h)
- Calcul des pertes de charge ; méthode graphoanalytique (figures 5,6 et 7)

La presque totalité des points, sauf un, s'aligne suivant une droite (figure 6).

Les pertes de charges sont donc régies par la formule $S_p = BQ + CQ^2$ (1) le terme quadratique CQ^2 étant dû pour une part inévitable aux pertes de charge se produisant au niveau des crépines et le long du casing.

L'application de cette formule et des valeurs calculées de B et de C permet de tracer les graphiques de l'évolution des rabattements en fonction des débits avec ou sans pertes de charge, la différence entre les deux graphes donnant la valeur des pertes de charge.

C'est ainsi que pour 220 m³/h, les pertes de charge quadratiques sont de 27 m.

5.3.2 - Pompages d'essai à débit constant ; calcul de la transmissivité de l'aquifère en régime transitoire ;

a/ Courbes analysées

- Ensemble des pompages de développement et d'essai.
- Enregistrement des fluctuations de la nappe sur les forages de Lormont et de Mériadeck, servant de piézomètres.
- Pompages à débit constant
 - . Rabattement du niveau piézométrique de la nappe sur le puits pompé ; régime transitoire ; méthode approchée de COOPER-JACOB ; évolution du rabattement S en fonction de log t (figure 8).
 - . Remontée du niveau piézométrique de la nappe sur le puits pompé ; régime transitoire ; méthode approchée de COOPER-JACOB ; évolution du rabattement S en fonction de log t/t' (figure 9).

(1) S_p : rabattement brut, en mètres
 Q : débit, en m³/s
Coefficient B exprimé en m²/s
Coefficient C (pente de la droite) exprimé en m⁻⁵/s

Rabatement

GBdx2 - ABAISSEMENT

S (en m)

POMPAGES D'ESSAI DE LONGUE DUREE

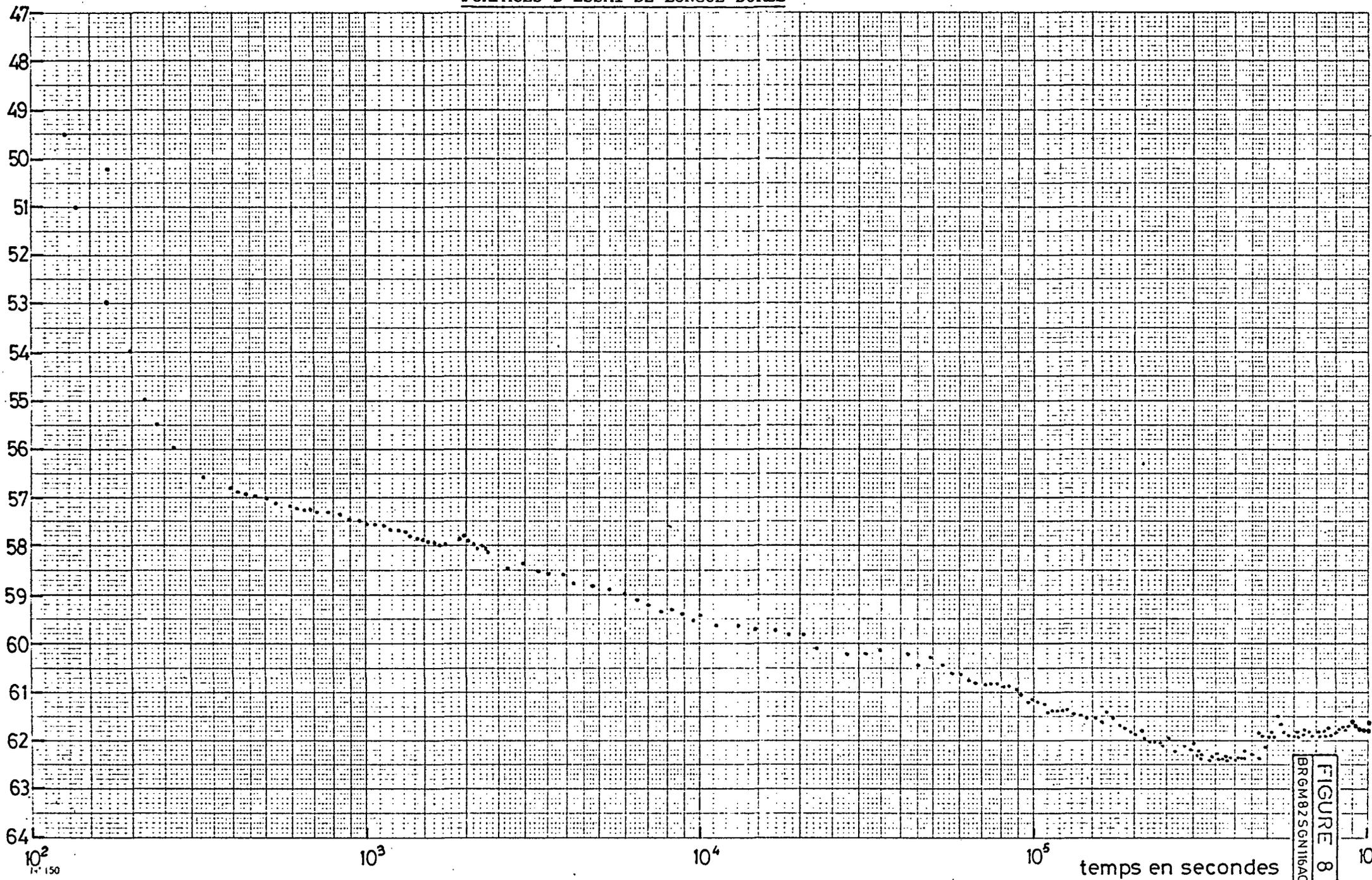


FIGURE 8
BR 6M8Z5GN1BA01

GBdx2 - REMONTEE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE EN ARTESIANISME

S (m) Rabattement

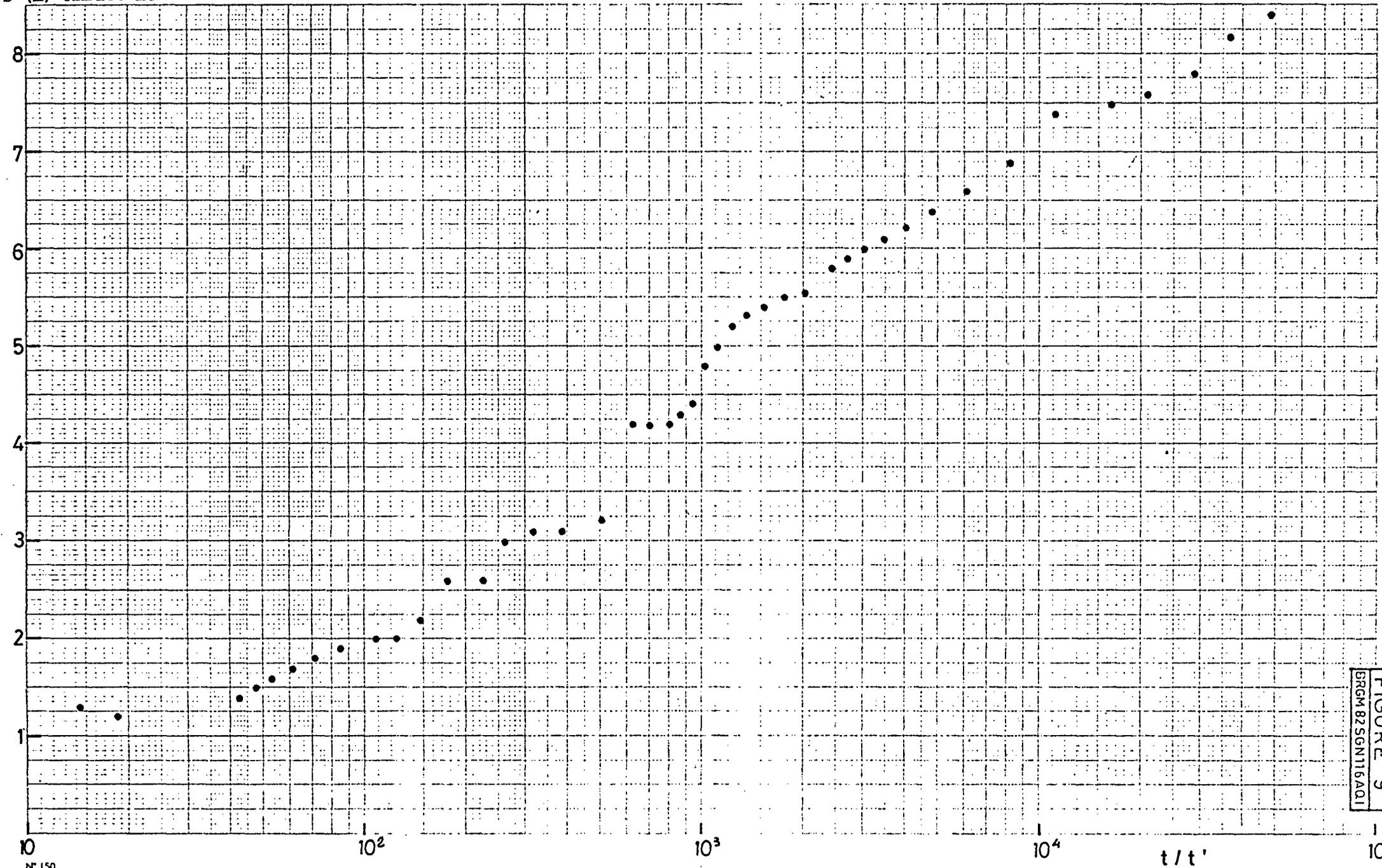


FIGURE 9
ERGM 82SGN116A01

b/ Interprétation ; calcul des caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère en régime transitoire

PUITS	PHASE	METHODE	TRANSMISSIVITE T m3/s/m	COEFFICIENT D'EMMAGASINEMENT
LA BENAUGE	Abaissement	approchée	$5,3 \cdot 10^{-3}$	
GBdx2	Remontée	approchée	$5,3 \cdot 10^{-3}$	

5.4 - Choix du débit d'exploitation et de l'équipement de pompage définitif

5.4.1 - Débit d'exploitation

Compte tenu des données obtenues lors des pompages d'essai, le débit d'exploitation conseillé, en période de pointe, pourra atteindre 200 m3/h.

5.4.2 - Détermination des caractéristiques de l'équipement de pompage définitif

- Groupe moto-pompe immergé admettant des eaux douces à une température de 45° C, immergé à une profondeur de 100 m par rapport au sol et pouvant fournir un débit de 200 m3/h sous une hauteur manométrique totale de 70 à 80 m.

- Groupe moto-pompe à axe vertical répondant aux mêmes caractéristiques que le précédent.

- Colonne d'exhaure de \varnothing 7" ou \varnothing 8", type line-pipe ou casing.

6 - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU ; CORROSION ; DEPOTS

6.1 - Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Une analyse de type 1 dont les résultats figurent en annexe, a été effectuée par le Laboratoire municipal de la ville de Bordeaux, sur un échantillon prélevé au cours des pompages d'essai de longue durée.

Il s'agit d'une eau peu chargée en sels (résidu sec : 0,620 g/l), légèrement basique (pH = 7,12) de tendance bicarbonatée, chlorurée sodique, ferrugineuse (0,57 mg/l) chargée en hydrogène sulfuré (0,456 mg/l) et fluorée (2,4 mg/l).

Le taux de fluor y excède celui maximum admissible, retenu par la Commission de la Communauté Européenne : 1,5 mg/l pour une température de l'aire géographique de 8-12° C.

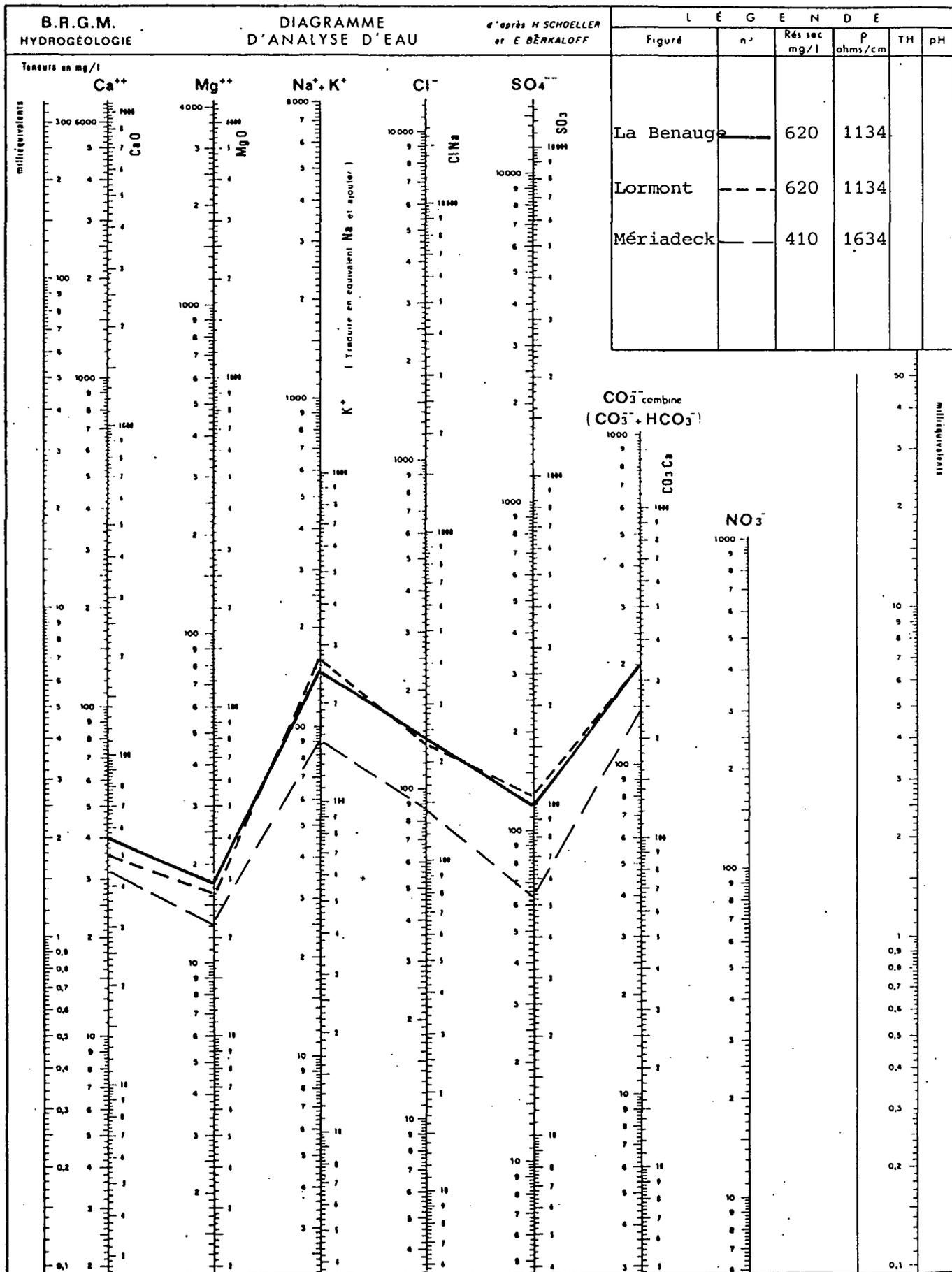
Une utilisation à des fins d'alimentation humaine nécessiterait un mélange avec une eau non fluorée dans des proportions à déterminer, une aération préalable permettant de précipiter le fer et éliminer la plus grande partie de l'hydrogène sulfuré.

La comparaison sur diagramme semi-logarithmique (figure 10) avec les eaux provenant du même aquifère, mais obtenues à partir des forages de Lormont et de Mériadeck, fait apparaître une étroite parenté, l'eau obtenue à Mériadeck étant toutefois moins minéralisée (résidu sec : 0,410 g/l).

6.2 - Corrosion et dépôts -

A priori, les eaux de la nappe du Cénomano-Turonien ne présente pas des caractères physico-chimiques pouvant engendrer des nuisances au niveau des installations de surface.

Toutefois, si l'on prend en compte les volumes d'eau mis en jeu et la durée de vie de l'unité de production, il y a lieu d'envisager l'éventuelle apparition d'effets néfastes, causés par certains composants.



6.2.1 - La corrosion

a/ La corrosion due à l'agressivité de l'eau

L'application de la méthode de Langelier pour le calcul de l'indice de saturation donne une valeur de - 0,23.

Cette eau sera légèrement agressive vis-à-vis du fer, l'absence d'oxygène ne permettant pas la formation d'un dépôt carbonaté protecteur.

Ici aussi, une légère oxygénation (5 mg/l) pratiqué au niveau d'une bêche de reprise, par exemple, permettrait de contrôler cette agressivité.

b/ Corrosion liée à la présence de bactéries

Les bactéries sont le plus souvent introduites dans les terrains par le fluide de circulation, le ciment, les tubages, la garniture de forage, les crépines, le gravier,...

La corrosion bactérienne de l'équipement est due fréquemment à l'activité métabolique de bactéries anaérobies sulfato-réductrices telle *Desulfovibrio desulfiricans* dont l'optimum métabolique se situe entre 25 et 35° C.

Ces bactéries utilisent le sulfate (SO_4) comme source première d'énergie.

Les bactéries du fer peuvent également provoquer la corrosion lorsqu'il se forme un peu de sel ferreux (la concentration en oxygène étant faible) par attaque à l'anode, les bactéries du fer transformant ce sel en hydroxyde de fer. Ce produit recouvre la surface du métal et la corrosion devient plus accusée.

6.2.2 - Incrustations ou dépôts

a/ Dépôts liés à l'activité bactérienne

Dans le cas présent, l'eau étant légèrement agressive, le risque de dépôt ne semblerait provenir, a priori, que de l'action des bactéries du fer, bactéries aérobies qui oxydent le fer ferreux en fer ferrique, en utilisant l'énergie correspondante pour l'assimilation chimico-synthétique du carbone.

Ici, l'eau extraite de la nappe ne contient pas d'oxygène dissous. L'action des bactéries aérobies ne peut donc apparaître que s'il y a contact entre l'eau et l'air ambiant.

6.2.3 - Contrôle de l'activité bactérienne

L'action préventive contre la prolifération bactérienne implique la stérilisation de l'équipement à mettre en place (pompe, tubing d'exhaure, installation de surface) par emploi de chlore ou d'autres bactéricides tel un chlorure alkybenzyl triméthyle d'ammonium quaternaire cationique ou le bichromate de sodium (en traitement choc à 70 - 100 ppm) ou encore de produits associant la fonction bactéricide à un pouvoir dissolvant sur les dépôts et incrustations.

Toujours à titre préventif, il est souhaitable d'assurer, en tête de puits, une bonne étanchéité entre le tubing d'exhaure de la pompe et le casing 13 3/8".

La protection cathodique

La protection cathodique d'un forage a pour but principal de protéger la partie externe des tubages.

Elle ne se justifie que si l'ouvrage a rencontré des terrains agressifs (argiles salifères, sel, gypse,...).

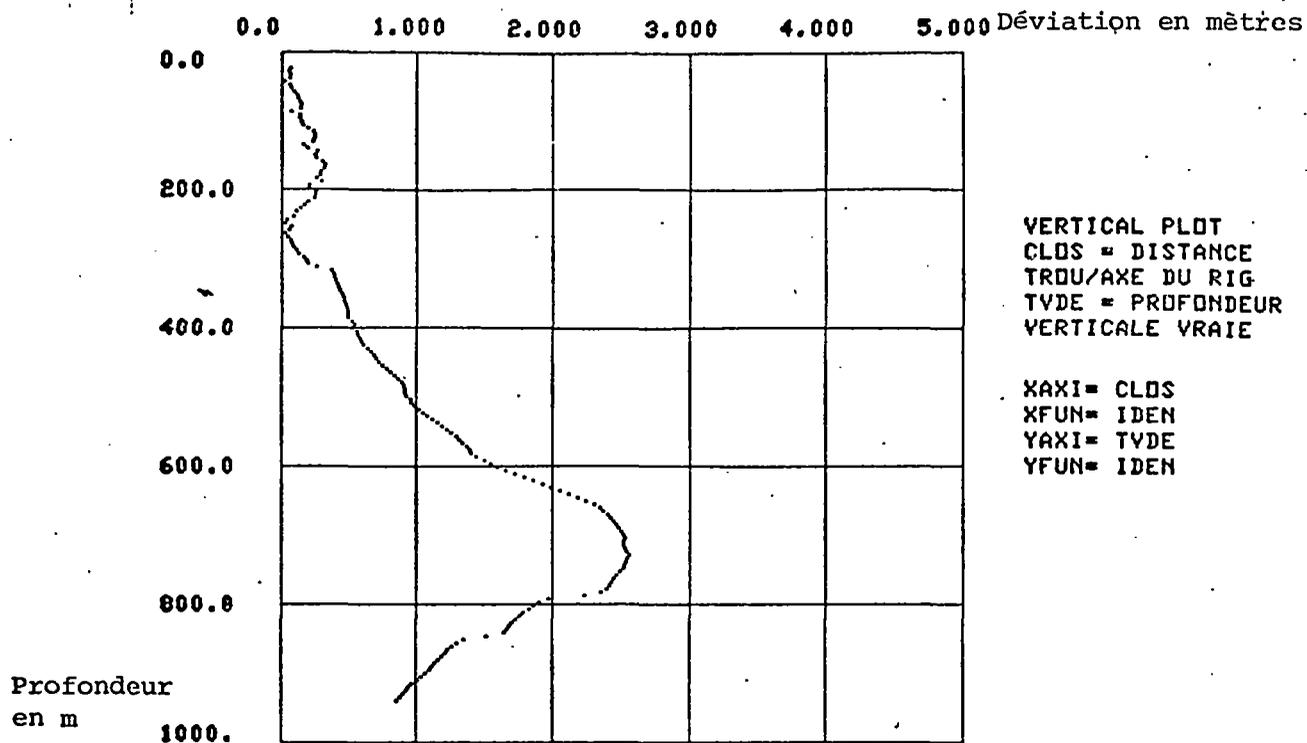
Sur GBdx2, la protection de la partie crépinée est assurée d'une part par l'emploi d'acier inoxydable (inox 304) et d'autre part, par celui d'un liner-hanger avec packer caoutchouc pour suspendre les crépines au sein du tubage 9 5/8".

La protection des installations de surface implique une surveillance périodique des caractéristiques physico-chimiques de l'eau et un contrôle des points sensibles de l'équipement de surface (étranglements, vannes, coudes...).

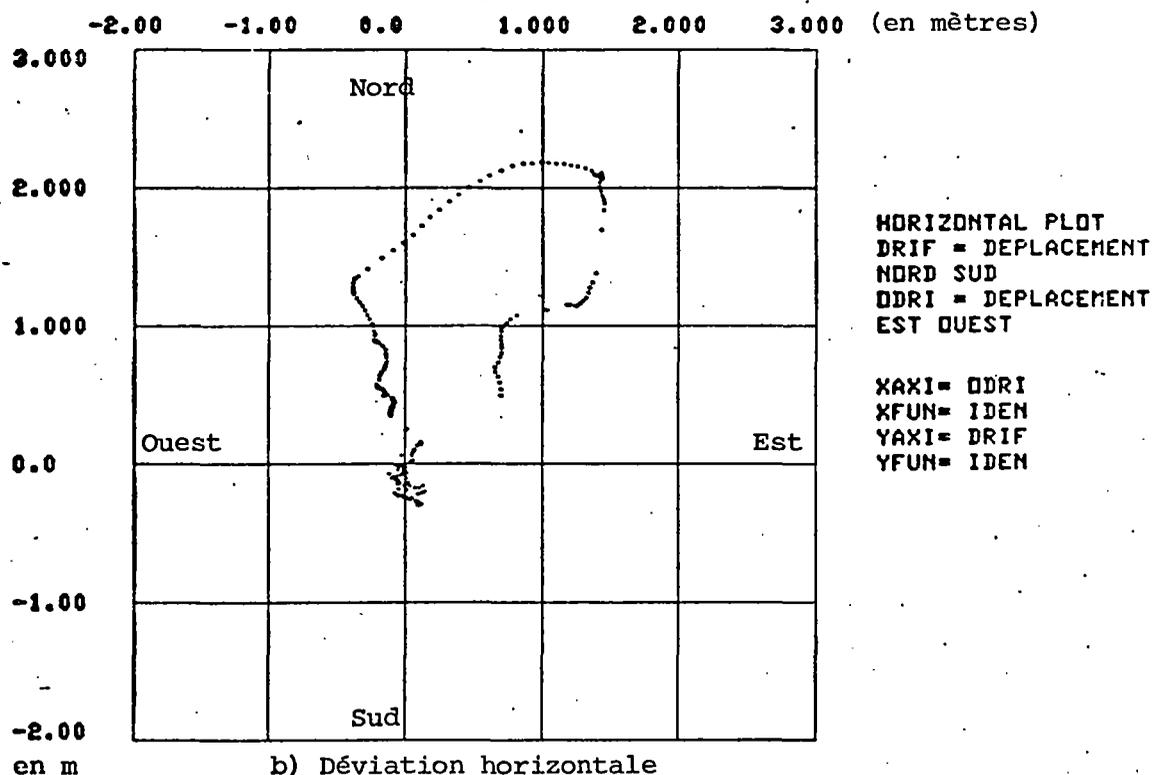
Afin de limiter les dégâts éventuels dus à la corrosion ou aux incrustations, il y aura lieu de réduire au minimum le circuit primaire de circulation de l'eau géothermale.

- ANNEXE 4 -

MESURES DE DEVIATION DU FORAGE GBdx2

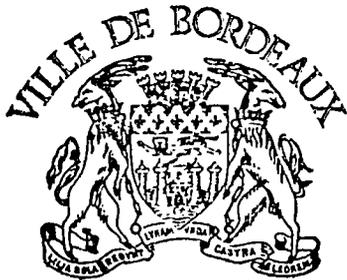


a) Déviatiion verticale



b) Déviatiion horizontale

- . ANNEXE 5 -



LABORATOIRE MUNICIPAL

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par le Ministère de l'Agriculture
Service de la répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement
Agréé par l'Agence Nationale
de Valorisation de la Recherche

Laboratoire Régional
agrée par le Ministère de la Santé
Laboratoire de Référence

BORDEAUX LE 18/12/81

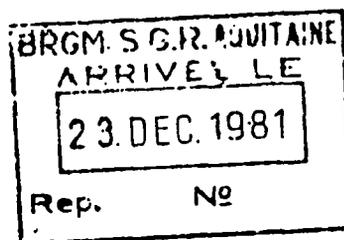
B R G M
AVENUE DU DOCTEUR A.
SCHWEITZER
33600 PESSAC

1

N. ANALYSE : E13707 A
ECHANTILLON : RECU LE 26/10/81

EAU DU 26.10.81 DE BORDEAUX - BENAUGE -
ANALYSE D'UNE EAU TYPE 1.

ANALYSES OFFICIELLES D'EAU TYPE 1
CIRCULAIRE DU 15 MARS 1962.



EAU DESTINEE A L'ALIMENTATION EN EAU CHAUDE
GEOtherMIQUE DU QUARTIER DE LA BENAUGE.

COMMUNE: BORDEAUX
DEPARTEMENT: GIRONDE

*PRELEVEMENTS

EAU PRELEVEE LE 26/10/1981 A 15H00
PRELEVEUR: M. RESSOUCHES INGENIEUR (LMB)
ASSISTE DE: M. BELLOC (L.M.B.)
TEMPERATURE ATMOSPHERIQUE: 14 DEGRES
PRESSION ATMOSPHERIQUE: 766 MM
PRECIPITATIONS: PERIODE DE PLUIE CONTINUE

*ORIGINE DE L'EAU

FORAGE
DENOMINATION LOCALE DU POINT D'EAU: G-BDX 2

*CARACTERISTIQUES DU POINT D'EAU

COMMUNE: BORDEAUX
DEPARTEMENT: GIRONDE
LIEU DIT: BENAUGE
COORDONNEES LAMBERT: X=286,475 Y=372,225
ALTITUDE DU POINT DE CAPTAGE NGF: Z= 4 M
SITE GEOLOGIQUE DU TERRAIN AQUIFERE:
CRETACE SUPERIEUR: TURONNIEN + CENOMANIEN
NATURE DU TERRAIN AQUIFERE: CALCAIRES ET
SABLES
PROFONDEUR DU FORAGE: 940 METRES
COTES DU TERRAIN AQUIFERE CAPTE: CREPINE DE
- 725 M A - 931 M/SOL
DEBIT NATUREL: 110,0 M3/HEURE ARTESIEN
NIVEAU STATIQUE: + 28,20 M/SOL
DEBIT AU POMPAGE: 220,00 M3/H
NIVEAU DYNAMIQUE: - 56,0 M/SOL
RABATTEMENT: 84,20 M

NAPPE CAPTIVE

OBSERVATIONS: DEVELOPPEMENT PAR AIRLIFT ET

VEUILLEZ ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE AU DIRECTEUR
RUE DU PROFESSEUR-VÈZES - 33300 BORDEAUX - TÉLÉPH. (56) 29.17.71 - 29.17.72



LABORATOIRE MUNICIPAL

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par le Ministère de l'Agriculture
Service de la répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement
Agréé par l'Agence Nationale
de Valorisation de la Recherche

Laboratoire Régional
agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire de Référence

BORDEAUX LE 18/12/81

B R G M
AVENUE DU DOCTEUR A.
SCHWEITZER
33600 PESSAC

2

N. ANALYSE : E13707 A
ECHANTILLON : RECU LE 26/10/81

ÉCOULEMENT ARTESIEN DU 16.10.81 AU 23.10.81
A 12 H A 100 M3/H.

*CARACTERISTIQUES DU POINT DE PRELEVEMENT

CANALISATION D'ÉVACUATION DE LA POMPE
D'ESSAIS A 160 M3/H

EAU PRELEVÉE APRES 6 H DE POMPAGE CONTINUE
EN PALIERS (220, 190, 160 M3/H).

*CAUSES ÉVENTUELLES DE POLLUTION

PERMANENTE: NULLES

NON PERMANENTE: MATÉRIEL DE POMPAGE UTILISÉ

MODE DE TRANSPORT DU PRELEVEMENT: GLACIÈRE

HEURE DE DÉPART: 15H50 HEURE D'ARRIVÉE: 16H10

ANALYSE COMMENCÉE LE 26/10/1981 A 16H15

ANALYSE CHIMIQUE

DÉTERMINATIONS SUR PLACE (EAU BRUTE)

TEMPÉRATURE DE L'EAU	DEGRE C	44,0
TEMPÉRATURE DE L'AIR	DEGRE C	14,0
ODEUR		H2S
SAVEUR		METALLIQUE
PH ELECTROMETRIQUE		7,12
GAZ CARBONIQUE LIBRE EN CO2	MG/L	12,10
OXYGENE DISSOUS EN O	MG/L	NEANT
HYDROGENE SULFURE EN H2S	MG/L	0,456

DÉTERMINATIONS AU LABORATOIRE

COULEUR METHODE AFNOR		INCOLORE
TURBIDITE	GOUTTES MASTIC	70
RESISTIVITE A 20 DEGRES C	OHMS/CM2/CM	1134
DEPOT: ASPECT-NATURE		FERRIQUE

*MATIERES EN SOLUTION (SUR EAU BRUTE)

EXTRAIT SEC A 105-110 DEGRES	MG/L	620
RESIDU AU ROUGE	MG/L	590
MATIERES COMBUSTIBLES ET VOLATILES	MG/L	30

*DEGRES ET TITRES DIVERS

DEGRE HYDROTOMETRIQUE TOTAL (TH)		17,50
DEGRE HYDROTOMETRIQUE PERMANENT		10,00
DEGRE HYDROTOMETRIQUE TEMPORAIRE		7,50
DEGRE HYDROTOMETRIQUE CALCIQUE		10,00
DEGRE HYDROTOMETRIQUE MAGNESIEN		7,50
TITRE ALCALIMETRIQUE SIMPLE (TA)		NUL

VEUILLEZ ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE AU DIRECTEUR
RUE DU PROFESSEUR-VÈZES - 33300 BORDEAUX - TÉLÉPH. (56) 29.17.71 - 29.17.72



LABORATOIRE MUNICIPAL

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par le Ministère de l'Agriculture
Service de la répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement
Agréé par l'Agence Nationale
de Valorisation de la Recherche

Laboratoire Régional
agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire de Référence

BORDEAUX LE 18/12/81

B R G M
AVENUE DU DOCTEUR A.
SCHWEITZER
33600 PESSAC

3

N. ANALYSE : E13707 A
ECHANTILLON : RECU LE 26/10/81

TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET (TAC)			16,50	
*INDICES CHIMIQUES DE POLLUTION				
AMMONIAQUE, SELS AMMONIACAUX EN NH3	MG/L		0,198	
NITRITES EN NO2	MG/L		NEANT	
NITRATES EN N	MG/L		NEANT	
PHOSPHATES EN P2O5	MG/L		NEANT	
MAT. ORGAN. EN MILIEU ALCALIN EN O	MG/L		0,80	
*BALANCE ANIONS-CATIONS				
-ANIONS			MG/L	ME/L
ALCALINITE VRAIE EN OH-	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
CARBONATES EN CO3--	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
BICARBONATES EN HCO3-	MG/L	ME/L	201,30	3,300
SULFATES EN SO4--	MG/L	ME/L	120,00	2,500
CHLORURES EN CL-	MG/L	ME/L	143,77	4,050
NITRITES EN NO2-	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
NITRATES EN NO3-	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
PHOSPHATES EN PO4--	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
*TOTAL	MG/L	ME/L	465,07	9,850
SILICE EN SIO3--	MG/L	ME/L	21,16	0,556
-CATIONS			MG/L	ME/L
CALCIUM EN CA++	MG/L	ME/L	40,00	2,000
MAGNESIUM EN MG++	MG/L	ME/L	18,20	1,500
SODIUM EN NA+	MG/L	ME/L	136,00	5,913
POTASSIUM EN K+	MG/L	ME/L	16,00	0,409
AMMONIUM EN NH4+	MG/L	ME/L	0,21	0,012
FER EN FE++	MG/L	ME/L	0,57	-----
MANGANESE EN MN++	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
*TOTAL	MG/L	ME/L	210,98	9,834
ALUMINIUM EN AL+++	MG/L	ME/L	0,014	0,0015
*ETUDE DE L'AGRESSIVITE				
CO2 LIBRE (DETERMINATION SUR PLACE)	MG/L		12,10	
CO2 EQUILIBRANT CALCULE A 45DEGRES	MG/L		11,50	
CO2 AGRESSIF	MG/L		0,60	
PH (DETERMINATION SUR PLACE)			7,12	
PH D'EQUILIBRE CALCULE A 45 DEGRES			7,35	
INDICE DE SATURATION			-0,23	
ESSAI AU MARBRE (M) A 20 DEGRES			AVANT M.	APRES M.
PH ELECTROMETRIQUE			7,12	7,78
ALCALINITE-PHENOLPHTALEINE-EN CO3CA	MG/L		NEANT	NEANT
ALCALINITE-METHYLORANGE- EN CO3CA	MG/L		165,00	172,50
CONCLUSION SUR L'AGRESSIVITE PAR CO2				FAIBLE

VEUILLEZ ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE AU DIRECTEUR
RUE DU PROFESSEUR-VÈZES - 33300 BORDEAUX - TÉLÉPH. (56) 29.17.71 - 29.17.72



LABORATOIRE MUNICIPAL

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par le Ministère de l'Agriculture
Service de la répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement
Agréé par l'Agence Nationale
de Valorisation de la Recherche

Laboratoire Régional
agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire de Référence

BORDEAUX LE 18/12/81

B R G M
AVENUE DU DOCTEUR A.
SCHWEITZER
33600 PESSAC

4

N. ANALYSE : E13707 A
ECHANTILLON : RECU LE 26/10/81

*RECHERCHE ET DOSAGE DES ELEMENTS RARES ANORMAUX ET TOXIQUES

FLUORURES EN F	MG/L	2,40
CUIVRE	MG/L	0,002
ZINC	MG/L	0,023
PLOMB	MG/L	0,002
ARSENIC	MG/L	<0,001
SELENIUM	MG/L	<0,001

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

RESULTATS AU ML

GERMES TOTAUX APRES 24H A 37 DEGRES > 3 000
GERMES TOTAUX APRES 72H A 22 DEGRES 1 230

RESULTATS DANS 100ML

BACTERIES COLIFORMES(LACTOSE BROTH) 2000

ESPECES IDENTIFIEES:

ESCHERICHIA COLI(IMVIC) NEANT

CITROBACTER:E.FREUNDII(IMVIC) NEANT

E.INTERMEDIA(IMVIC) 1 000

KLEBSIELLA(IMVIC) NEANT

ENTEROBACTER(IMVIC) 1 000

STREPTOCOQUES FECAUX(LITSKY ET BUTTIAUX) NEANT

CLOSTRIDIUM SULFITO-REDUCTEURS(W.BLAIR) 75

RECHERCHE DE BACTERIOPHAGES FECAUX POSITIVE

BACTERIOPHAGES COLI(DANS 50ML) POSITIVE

BACTERIOPHAGES SHIGELLA(DANS 50ML) NEGATIVE

RECHERCHE DE SPOROVIBRIO DESULFURICANS NEGATIVE

RECHERCHE DES BACTERIES DU FER NEGATIVE

EAU ASSEZ FORTEMENT MINERALISEE, ASSEZ RICHE
EN CHLORURES. TENEUR IMPORTANTE EN H2S.TAUX
NOTABLE EN FER.POLLUTION BACTERIENNE ANOR-
MALE.



DIRECTEUR,

J.G FAUGERE

VEUILLEZ ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE AU DIRECTEUR
RUE DU PROFESSEUR-VÈZES - 33300 BORDEAUX - TÉLÉPH (56) 29.17.71 - 29.17.72

- ANNEXE 6 -

DESIGNATION GBdx2 - Pompages d'essai ; abaissement

Indice de
classement :

803

6X

954

Origine des mesures de niveaux (orifice de contrôle)

Cote du sol : 4,00 m

Cote de l'origine : 5,40 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE + 1,40 m au-dessus du niveau du sol

Date	HEURE en h. mn. s.	TEMPS en secondes	NIVEAU DYNAMIQUE en mètres	Rabattem ^t en mètres	Observation du débit	Débit réel en m ³ /h
27. 10	9h 20	0	artésien			
	9h 20 12	12	10,00			
		40	23,00			
		68	41,00			
		109	47,00			
		114	47,50			
		126	49,50			
		137	51,00			
		168	53,00			
		198	54,00			
		217	55,00			
		237	55,50			
		266	56,00			
		326	56,60			
		382	56,80			
		398	56,85			
		412	56,90			
		439	56,95			
		467	57,00			
		501	57,05			
		538	57,12			
	9h 30	600	57,19			
		630	57,24			
		660	57,26			
		690	57,27			
	9h 32	720	57,30			
	9h 33	780	57,35			
	9h 34	840	57,39			
	9h 35	900	57,46			
	9h 36	960	57,51			
	9h 37	1 020	57,56			
	9h 38	1 080	57,60			
	9h 39	1 140	57,62			
	9h 40	1 200	57,67			
		1 260	57,71			
		1 320	57,75			
		1 380	57,81			
		1 440	57,84			
	9h 45	1 500	57,87			
		1 560	57,92			
		1 620	57,95			
		1 680	57,98			
		1 740	57,98			
						217,35

DESIGNATION GBdx2 - Pompages d'essai ; abaissement

Indice de
classement :

803

6X

954

Origine des mesures de niveaux (orifice de contrôle)

Cote du sol : 4,00 m

Cote de l'origine : 5,40 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE + 1,40 m au-dessus du sol

Date	HEURE en h. mn. s.	TEMPS en secondes	NIVEAU DYNAMIQUE en mètres	Rabattém ^t en mètres	Observation du débit	Débit réel en m ³ /h
27. 10	9h 51	1 860	58,06			
	9h 52	1 920	57,80			
	9h 53	1 980	57,72			
		2 040	57,75			
	9h 55	2 100	57,82			
		2 160	58,05			
	9h 57	2 240	58,02			
		2 300	58,08			
	9h 59	2 360	58,11			
	10h 00	2 400				
	10h 05	2 700	58,45			
	10h 10	3 000	58,39			
	10h 15	3 300	58,52			
	10h 20	3 600	58,59			
	10h 25	3 900	58,64			
	10h 30	4 200	58,80			
	10h 41	4 860	58,88			215,70
	10h 50	5 400	58,92			
	11h 00	6 000	59,03			
	11h 10	6 600	59,16			
	11h 20	7 200	59,25			219,50
	11h 30	7 800	59,38			
	11h 40	8 400	59,34			
	11h 50	9 000	59,41			218,80
	12h 00	9 600	59,57			
	12h 10	10 200	59,46			
	12h 30	11 400	59,69			219,50
	13h 00	13 200	59,68			
	13h 30	15 000	59,73			
	14h 00	16 800	59,79			216,80
	14h 30	18 600	59,76			
	15h 00	20 400	59,87			220,80
	15h 30	22 200	60,17			
	16h 00	24 000	59,98			223,60
	16h 34	26 040	60,17			
	17h 00	27 600	60,23			219,50
	18h 00	31 200	60,21			222,20
	19h 00	34 800	60,18			218,20
	20h 00	38 400				
	21h 15	42 000	60,25			
	22h 00	45 600	60,42			222,20
	23h 00	49 200	60,30			

DESIGNATION

GBdx2 ; pompages d'essai ; abaissement Indico de
classement :

803

6X

954

Origine des mesures de niveaux (orifice de contrôle)

Cote du sol : 4,00 m

Cote de l'origine : 5,40 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE + 1,40 m du sol

Date	HEURE en h. mn. s.	TEMPS en secondes	NIVEAU DYNAMIQUE en mètres	Rabattem ^t en mètres	Observation du débit	Débit réel en m ³ /h
81						
28.						
10	24h 00	52 800	60,48			
	1h 00	56 400	60,64			
	2h 00	60 000	60,66			
	3h 00	63 600	60,80			
	4h 00	67 200	60,81			
	5h 00	70 800	60,85			
	6h 00	74 400	60,84			
	7h 00	78 000	60,85			
	8h 00	81 600	60,87			
	9h 00	85 200	60,88			
	10h 00	88 800	60,94			214,90
	11h 00	92 400	61,06			211,80
	12h 00	96 000	61,25			218,20
	13h 00	99 600	61,15			
	14h 00	103 200	61,24			211,80
	15h 00	106 800	61,25			215,50
	16h 00	110 400	61,41			216,80
	17h 00	114 000	61,40			213,00
	18h 00	117 600	61,40			
	19h 00	121 200	61,39			
	20h 00	124 800	61,40			
	22h 00	132 000	61,46			
	24h 00	139 200	61,48			
29	2h 00	146 400	61,53			
	4h 00	153 600	61,58			
	6h 00	160 800	61,64			
	8h 00	168 000	61,41			
	10h 00	175 200	61,54			
	12h 00	182 400	61,72			
	14h 00	189 600	61,76			
	16h 00	196 800	61,82			
	18h 00	204 000	61,88			211,80
	20h 00	211 200	61,83			211,80
	22h 00	218 400	62,00			211,80
30	0h 00	225 600	62,05			213,00
	2h 00	232 800	62,04			215,50
	4h 00	240 000	62,07			214,30
	5h 00	243 600	62,10			
	8h 00	254 400	61,96			216,80
	12h 00	268 800	62,22			216,80
	16h 00	283 200	62,15			213,00
	20h 00	297 600	62,20			

DESIGNATION

GBdx2 ; pompages d'essai ; abaissement

Indice de
classement :

803

6X

954

Origine des mesures de niveaux (orifice de contrôle)

Cote du sol : 4,00 m

Cote de l'origine : 5,40 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE + 1,40 m du sol

Date	HEURE en h. mn. s.	TEMPS en secondes	NIVEAU DYNAMIQUE en mètres	Rabattém ^t en mètres	Observation du débit	Débit réel en m ³ /h
30.	22h 00	304 800	62,05			
31.	0h 00	312 000	62,23			
10	2h 00	319 200	62,44			
	4h 00	326 400	62,42			
	6h 00	333 600	62,47			
	8h 00	340 800	62,43			
	10h 00	348 000	62,33			
	11h 00	351 600	62,27			211,80
	12h 00	355 200	62,37			
	16h 00	369 600	62,37			
	18h 15	377 700	62,31			211,80
	20h 00	384 000	62,39			
1.11	0h 00	398 400	62,37			
	4h 00	412 800	62,34			
	8h 00	427 200	62,36			
	11h 00	439 000	62,17			209,30
	12h 00	441 600	62,21			
	16h 00	456 000	62,30			
	20h 00	470 400	62,33			
	21h 00	474 000	61,85			213,00
2.11	0h 00	484 800	61,88			
	4h 00	499 200	62,15			
	8h 00	513 600	61,92			
	10h 30	519 000	61,82			211,80
	12h 00	528 000	61,86			211,80
	14h 05	arrêt de la pompe				
	15h 00	531 600	61,44			209,30
	16h 00	542 400	61,67			208,10
	20h 00	556 800	61,65			
3.11	0h 00	571 200	61,84			
	4h 00	585 600	61,85			
	8h 00	600 000	61,75			
	10h 00	607 200	61,83			206,80
	12h 00	614 400	62,00			209,30
	14h 00	621 600	61,81			210,50
	16h 00	628 800	61,90			210,50
	20h 00	643 200	61,83			206,80
4.11	0h 00	657 600	61,78			
	4h 00	672 000	61,82			
	8h 00	686 400	61,89			
	10h 00	693 600	61,88			211,80
	12h 00	700 800	61,92			211,80
	16h 00	715 200	61,80			211,80
	18h 00	722 400	61,86			211,80
	20h 00	729 600	61,79			205,70

DESIGNATION GBdx2 ; Pompages d'essai ; abaissement

Indice de
classement :

803

6X

954

Origine des mesures de niveaux (orifice de contrôle)

Cote du sol : 4,00 m

Cote de l'origine : 5,40 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE + 1,40 m du sol

Date	HEURE en h. mn. s.	TEMPS en secondes	NIVEAU DYNAMIQUE en mètres	Rabattem ^t en mètres	Observation du débit	Débit réel en m ³ /h	
5.11	0h 00	744 000	61,80				
	4h 00	758 400	61,87				
	8h 00	772 800	61,71				
	10h 00	780 000	61,72			209,30	
	12h 00	787 200	61,87			206,80	
	16h 00	801 600	61,83			210,50	
	18h 00	808 800	61,76			208,10	
6.11	20h 00	816 000	61,85			210,50	
	0h 00	830 400	61,77				
	4h 00	844 800	61,77				
	8h 00	859 200	61,80				
	10h 00	866 400					
	12h 00	873 600	61,75				
	18h 00	895 200	61,67				
7.11	20h 10	La pompe disjoncte trois fois					
	0h 00	916 800	61,57				
	4h 00	931 200	61,67				
	8h 00	945 600	61,70				
	12h 00	960 000	61,80				
	16h 00	974 400	61,77				
	20h 00	988 600	61,80				
8.11	0h 00	1003 200	61,60				
	4h 00	1017 600	61,60				
	8h 00	1032 000	61,70				
	12h 00	1046 400	61,72				
	16h 00	1060 800	61,70				
	20h 00	1075 200	61,66				
	9.11	0h 00	1089 600	61,66			
4h 00		1104 000	61,64				
8h 00		1118 400	61,53				
9h 00		1122 000	61,66			204,50	
16h 00		1147 200	61,67				
19h 15			61,69				
20h 00		1161 600	61,58				
10	0h 00	1176 000	61,68				
	4h 00	1190 400	61,68				
	7h 00	1201 200	61,60				
	8h 00	1204 800	61,60				
	9h 00	1208 400	61,64			204,50	
	12h 00	1219 200	61,58				
	16h 00	1233 600	61,59				
	18h 15	1241 700	61,62			203,40	
	20h 00	1248 000	61,60			204,50	

DESIGNATION

GBdx2 ; pompages d'essai ; abaissement

Indice de
classement :

803

6X

954

Origine des mesures de niveaux (orifice de contrôle)

Cote du sol : 4,00 m

Cote de l'origine : 5,40 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE + 1,40 m du sol

Date	HEURE en h. mn. s.	TEMPS en secondes	NIVEAU DYNAMIQUE en mètres	Rabattém ^t en mètres	Observation du débit	Débit réel en m ³ /h
81						
11.	0h 00	1262 400	61,60			
11	4h 00	1276 800	61,65			
	8h 00	1291 200	61,67			
	12h 00	1305 600	61,70			
	16h 00		61,68			
	20h 00		61,68			
12	0h 00		61,68			
	4h 00		61,70			
	8h 00		61,72			
	9h 00		61,65			208,10
	12h 00		61,80			
	16h 00		61,57			
	18h 00		61,57			202,20
	20h 00		61,54			203,40
13	9h 00		61,75			

DESIGNATION GBdx2 ; Pompages d'essai ; abaissement Indice de classement :

803

6X

954

Origine des mesures de niveaux (orifice de contrôle) table de rotation (+ 1,40 m du sol)

Cote du sol : 4,00 m

Cote de l'origine : 5,40 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE + 26,80 (2 680 kg/cm²)

POMPAGES PAR PALIERS DE DEBIT CROISSANT

Date	HEURE en h. mn. s.	TEMPS en secondes	NIVEAU DYNAMIQUE en mètres	Rabattem ^t en mètres	Observation du débit	Débit réel en m ³ /h	
26. 10	11h 15	0					
	12h 08			48,65			
	13h 15	7 200	48,85	75,65	186	193,50	Q/S = 2,55 m ³ /h/m
	16h 10		31,98		226	159,30	Pitot = 0,50
	17h 10		33,02	59,82	222	162,00	Pitot = 0,50 QS=2,7m ³ /h/m
27	9h20-11h20		59,25	86,05		219,50	Pitot : 0,835 QS=2,55 m ³ /h/m

GBdx2 - REMONTEE DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE EN ARTESIANISME

t_s	t'_s	$t/t' \Delta$	S_m
	1 468 800		0
10	1 468 810	146 881	8,9
20	1 468 820	73 441	8,7
30	1 468 830	48 961	8,4
40	1 468 840	36 721	8,2
50	1 468 850	29 377	7,8
70	1 468 870	20 984	7,6
90	1 468 890	16 321	7,5
120	1 468 920	12 241	7,4
180	1 468 980	8 161	6,9
240	1 469 040	6 121	6,6
300	1 469 100	4 897	6,4
360	1 469 160	4 081	6,2
420	1 469 220	3 498	6,1
480	1 469 280	3 061	6,0
540	1 469 340	2 721	5,9
600	1 469 400	2 449	5,8
720	1 469 520	2 041	5,6
840	1 469 640	1 750	5,5
960	1 469 760	1 531	5,4
1 080	1 469 880	1 361	5,3
1 200	1 470 000	1 225	5,2
1 320	1 470 120	1 114	5
1 440	1 470 240	1 021	4,8
1 560	1 470 360	943	4,4
1 680	1 470 480	875	4,3
1 800	1 470 600	817	4,2
2 100	1 470 900	700	4,2
2 400	1 471 300	613	4,2
2 910	1 471 710	506	3,2
3 810	1 472 610	386	3,1
4 710	1 473 510	313	3,1
5 610	1 474 410	263	3
6 510	1 475 310	227	2,6
8 310	1 477 110	178	2,6
10 110	1 478 910	146	2,2
11 910	1 480 710	124	2,0
13 710	1 482 510	108	2,0
17 310	1 486 110	86,9	1,9
20 910	1 489 710	71,2	1,8
24 510	1 493 310	61	1,7
28 110	1 496 910	53,25	1,6
31 710	1 500 510	47,3	1,5
35 310	1 504 110	42,6	1,4
85 710	1 554 510	18,14	1,2

DIFFUSION DU RAPPORT N° 82 SGN-M6 AQ1

VILLE DE BORDEAUX - REGIE MUNICIPALE DU GAZ - Sté BORDELAISE DE REALISATIONS
 URBAINES - FORAGE GEOTHERMIQUE DE LA BENAUGE - GBdx2 -
 N° d'inventaire minier : 803-6X-954. Rapport de fin de travaux.
 par JP. PLATEL et JL. TEISSIER.

Nombre d'exemplaires à reproduire :

Destinataires	Nombre d'exemplaires
- <u>Client</u> :	15 SARU
- M. L'Ingénieur en Chef des Mines - Bordeaux .	X 1
- SGR/AQ1 - M. COMBE et circulation - Auteurs : J. P. PlateL, J. L. Teissier - DOC - Réserve	X 1 X 2 (1) 1
- Direction SGN - Direction Générale Orléans } Résumé - SGN/DOC - Bibliothèque centrale - DD/A non broché - SGN/GTH - Diffusion complémentaire	(2) (1) 1

TOTAL.....25

Departement : Gironde

Commune : Bordeaux

Quartier : La Benauge

G.B.D.X. 2

803.6.954

Annexe 1
BRGM 82 SGN 116 AQI

Date d'exécution

du 31/08/81

au 15/10/81

LOG FONDAMENTAL DU FORAGE GEOtherMIQUE DE LA BENAUGE

X = 372,225

Y = 286,475

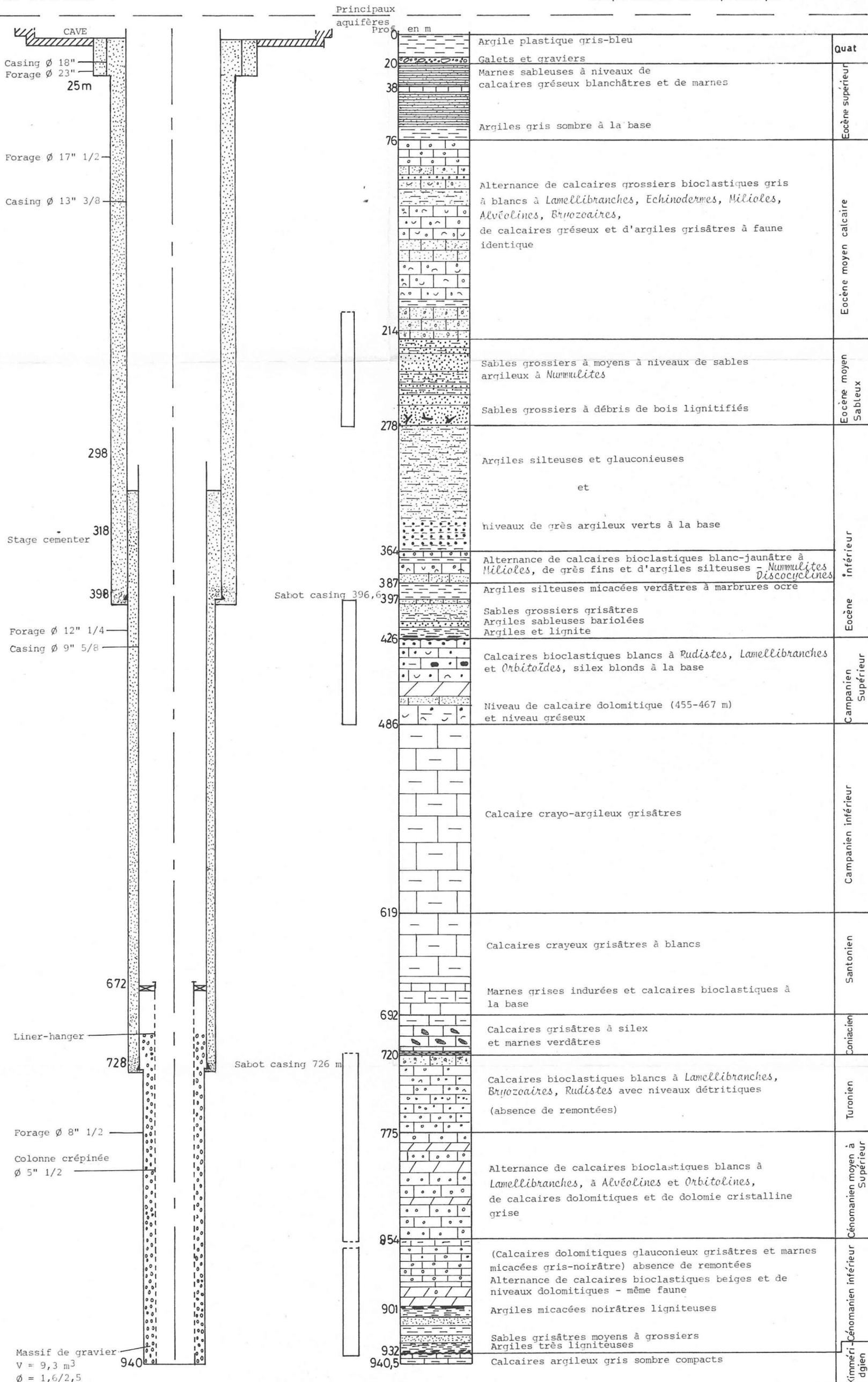
Z sol = + 4 NGF (repère profondeur)

Z table = + 6,13 NGF

Echelle 1/2000

Coupe établie et interprétée par J.P. PLATEL

Appareil : sonde CARDWELL - SALZ GITTER



Département : Gironde

Commune : Bordeaux

Quartier : La Benauge

G.B.D.X 2

803.6.954

LOG FONDAMENTAL DE LA ZONE RESERVOIR DU FORAGE
GEOHERMIQUE DE LA BENAUGE

Date d'exécution

du 31/09/81

au 15/10/81

X = 372,225

Y = 286,475

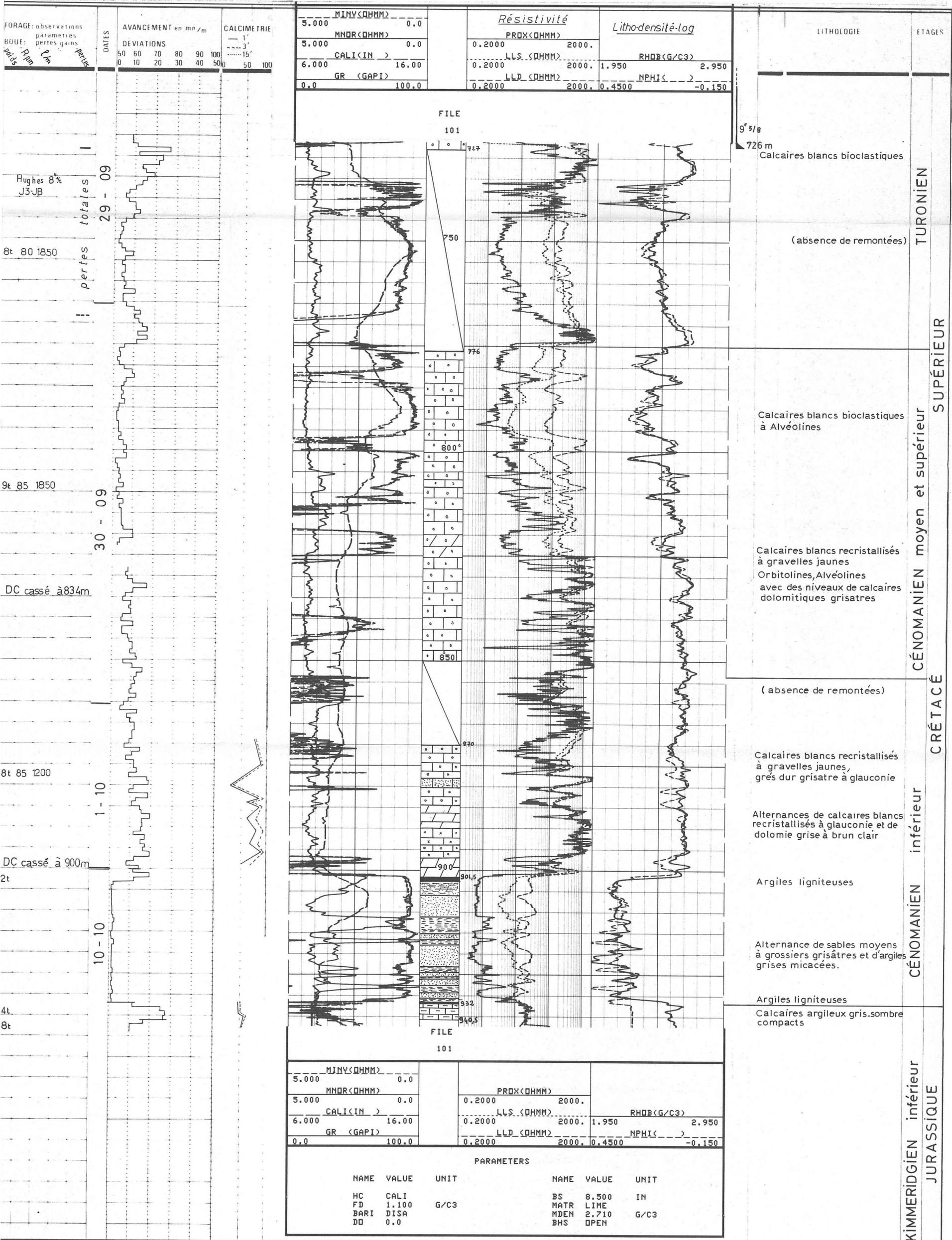
Z sol = +4 NGF (repère profondeur)

Z table = +6,13 NGF

Appareil : sonde CARDWELL - SALZGITTER

Echelle 1/500

Coupe établie et interprétée par J.P. PLATEL



GBdx2 (La Benaugé)

DEROULEMENT DES TRAVAUX

