

**SYNDICAT D'ÉQUIPEMENT ET D'AMÉNAGEMENT  
DE LA PLAINE DE FRANCE ET DE L'AULNOY  
(S.E.A.P.F.A.)**

**Mairie d'Aulnay**  
93600 - AULNAY-SOUS-BOIS

**SODEDAT 93**  
8 à 22, rue du Chemin Vert  
93000 BOBIGNY

# **OPÉRATION GÉOTHERMIQUE DU BLANC-MESNIL NORD**

## **SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DÉTAILLÉES**

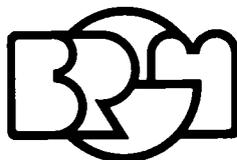
### **PLANS D'EXÉCUTION DES OUVRAGES**

#### **2<sup>ème</sup> PARTIE**

#### **DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS**

#### **1<sup>er</sup> ET 2<sup>ème</sup> FORAGE**

**Forage : J.Y. HERVÉ - L. COS**  
**Essais : H. FABRIS - J.R. DAUM**  
**Géologie : J. RICARD - X. RICH**  
**Géochimie : M. ASSIE**  
**Coordination : A. DESPLAN**



**Département géothermie**

**B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01**

Rapport du B.R.G.M.

# **83 SGN 206 GTH**

**Février 1983**

FICHE RECAPITULATIVE DES RESULTATS OBTENUS  
SUR LE FORAGE GEOTHERMIQUE DU BLANC MESNIL NORD

-----  
G.B.M.N.1

Commune : LE BLANC MESNIL

Département : Seine St Denis

Coordonnées Lambert I : au sol	au toit du réservoir
x = 608.706	x = 609.197
y = 138.919	y = 139.461
z = + 47,5 m	z = - 1627,5 vertical
	azimut moyen : N 43,3 E

Maître d'Ouvrage : Syndicat d'Equipement et d'Aménagement de la Plaine de France et de l'Aulnoye (SEAPFA)

Maître d'Ouvrage Délégué : SODEDAT 93

Maîtrise d'Oeuvre : B.R.G.M.

Entrepreneur : GEOFOR - Surveillance géologique : GEODOC pour le BRGM

But du sondage : Réaliser le puits de production d'un doublet géothermique pour capter les eaux chaudes du Dogger afin de chauffer et fournir l'eau chaude sanitaire.

Appareil : IDECO 900

Durée du forage : du 26/11/82 au 30/12/82 (34 jours et 7 heures)

Profondeur finale : 2062 m déviation (1818,4 m vertical) - déviation maximale : 40°

Résultats : Dogger capté entre 1675 et 1818,4 m (vertical)  
Hauteur productrice 12,7 m (vertical)  
Porosité moyenne 14 %  
Température à 1668 m = 67,5°C  
Débit artésien : 188 m<sup>3</sup>/h  
Salinité moyenne : 27 g/l  
Transmissivité : 60 D.m.  
Pression statique : 177,3 kg/cm<sup>2</sup> (à 1666 m vertical)

FICHE RECAPITULATIVE DES RESULTATS OBTENUS  
SUR LE FORAGE GEOTHERMIQUE DE BLANC MESNIL NORD

-----

G.B.M.N.2

Commune : BLANC MESNIL

Département : Seine St Denis

Coordonnées Lambert I : au sol

x = 608.696  
y = 138.920  
z = + 47,5

au toit du réservoir

x' = 608.194  
y' = 138.386  
z' = - 1620,9 (NGF)  
azimvt moyen : 543,2 W

Maître d'Ouvrage : S.E.A.P.F.A.

Maître d'OUvrage Délégué : SODEDAT 93

Entrepreneur : GEOFOR - Surveillance géologique : GEODOC pour le BRGM

But du sondage : Réaliser le puits d'injection d'un doublet géothermique pour capter les eaux chaudes du Dogger afin de chauffer et fournir l'eau chaude sanitaire.

Appareil : IDECO 900

Durée du forage : du 24/10/82 au 25/11/82 (32 jours et 8 heures)

Profondeur finale : 2065 m déviation (1809,3 vertical) - Déviation maximum 39°

Résultats : Dogger capté entre 1668,4 et 1809,3 m (vertical)

Hauteur productrice 17,2 m (vertical)

Porosité moyenne 17 %

Température à 1668 m = 65,6°C

Débit artésien : 206 m<sup>3</sup>/h

Salinité moyenne : 27 g/l

Transmissivité : 75 D.m.

Pression statique : 176,8 km/cm<sup>2</sup> (à 1660 m vertical)

# S O M M A I R E

## Pages

FICHE RECAPITULATIVE DES RESULTATS OBTENUS G.B.M.N.1

FICHE RECAPITULATIVE DES RESULTATS OBTENUS G.B.M.N.2

### PREMIERE PARTIE : RAPPORT TECHNIQUE DE FORAGE

#### GBMN1

I - COMPTE RENDU JOURNALIER DES OPERATIONS.....	1
II - ANALYSE DES TEMPS.....	5
III - ETAT DU FORAGE EN FIN DE TRAVAUX.....	7
IV - PERFORMANCES D'APPROFONDISSEMENT.....	12
IV.1. Répartition du métrage foré.....	12
IV.2. Performance d'approfondissement.....	12
IV.3. Performance de pénétration des outils de forage.....	12
V - TUBAGES ET CIMENTATIONS.....	14
V.1. Colonne 13"3/8.....	14
V.2. Colonne 9"5/8.....	14
V.3. Colonne 7".....	15
VI - BOUES DE FORAGE.....	21
VI.1. Phase 17"1/2.....	21
VI.2. Phase 12"1/4.....	21
VI.3. Phase 8"1/2.....	21
VI.4. Phase 6".....	22
VII - LES DIAGRAPHIES.....	23

#### GBMN2

I - COMPTE RENDU JOURNALIER DES OPERATIONS.....	24
II - ANALYSE DES TEMPS.....	28
III - ETAT DU FORAGE EN FIN DE TRAVAUX.....	30
IV - PERFORMANCES D'APPROFONDISSEMENT.....	34
IV.1. Répartition du métrage foré.....	34
IV.2. Performance d'approfondissement.....	34
IV.3. Performance de pénétration des outils de forage.....	34

V - TUBAGES ET CIMENTATIONS.....	36
V.1. Colonne 13"3/8.....	36
V.2 Colonne 9"5/8.....	36
V.3. Colonne 7".....	37
VI - BOUES DE FORAGE.....	42
VI.1. Phase 17"1/2.....	42
VI.2. Phase 12"1/4.....	42
VI.3. Phase 8"1/2.....	42
VI.4. Phase 6".....	43
VII - DIAGRAPHIES.....	44
<b><u>DEUXIEME PARTIE : RAPPORT GEOLOGIQUE</u></b>	
<b>FORAGE GBMN1</b>	
I - INTRODUCTION (Rappel de l'objectif - GBMN 1).....	46
II - CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	49
III - PRINCIPAUX RESULTATS GEOLOGIQUES.....	52
III.1. Documents fournis.....	52
III.2. Observation sur les prévisions.....	54
IV - ETUDE DU RESERVOIR.....	56
IV.1. Description lithologique sommaire et coupe géologique...	57
IV.2. Caractéristiques hydrogéologiques et hydrodynamiques du réservoir.....	61
V - CONCLUSION.....	62
<b>FORAGE GBMN2</b>	
I - INTRODUCTION (Rappel de l'objectif - GBMN2).....	63
II - CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	65
III - PRINCIPAUX RESULTATS GEOLOGIQUES.....	66
III.1. Documents fournis.....	66
III.2. Observations sur les prévisions.....	69
III.3. Unités lithostratigraphiques.....	70
IV - CARACTERISTIQUES DU RESERVOIR.....	72
V - CONCLUSION:.....	75

TROISIEME PARTIE : RAPPORT D'ESSAISA - TEST DE FORMATION AU PUITTS DE PRODUCTION GBMN 1

I - RESUME ET RAPPEL DES CARACTERISTIQUES.....	80
II - INTERPRETATION DE L'ESSAI DU 26/12/82.....	81
II.1. Caractéristiques de l'essai.....	81
II.2. Interprétation de l'essai.....	82
III - TEST COMPLEMENTAIRE D'INTERFERANCE.....	86
IV - CONCLUSIONS.....	88
V - ANNEXES.....	90

B - TEST DE FORMATION DU PUITTS D'INJECTION GBMN 2

I - RESUME ET RAPPEL DES CARACTERISTIQUES.....	104
II - INTERPRETATION DE L'ESSAI DU 23/11/1982.....	105
II.1. Caractéristiques de l'essai.....	105
II.2. Interprétation de l'essai.....	106
III - TEST COMPLEMENTAIRE.....	110
III.1. Test d'injection.....	110
IV - CONCLUSIONS.....	111
V - ANNEXES.....	113

C - PREVISIONS DES PRESSIONS DE PRODUCTION ET PUISSANCE DE POMPES

I - CARACTERISTIQUES DE LA BOUCLE GEOTHERMALE.....	124
I.1. Paramètres du réservoir.....	124
I.2. Distance entre ouvrages.....	125
I.3. Caractéristiques particulières des forages.....	125
II - RELATIONS UTILISEES POUR LES CALCULS.....	125
II.1. Variation de pression hydrodynamique dPh.....	125
II.2. Pertes de charge dans les tubages dPc.....	126
II.3. Bilan des pressions.....	126
II.4. Puissance électrique de pompage.....	126

III - BILAN DES PRESSIONS ET PUISSANCE ELECTRIQUE.....	127
III.1. Puits de production.....	127
III.2. Puits d'injection.....	128

QUATRIEME PARTIE : RAPPORT GEOCHIMIQUE

I - CHIMIE DU FLUIDE GEOTHERMAL.....	140
I.1. Prélèvements.....	140
I.2. Méthodologie des prélèvements.....	140
I.3. Description de la fraction liquide et de la fraction gazeuse des échantillons prélevés.....	143
I.4. Point de bulle.....	144
I.5. Origine des éléments.....	144
II - EVALUATION DES PROBLEMES LIES A L'EXPLOITATION DE L'EAU.....	145
II.1. La corrosion.....	145
II.2. Les dépôts.....	149

PREMIERE PARTIE

RAPPORT TECHNIQUE DE FORAGE



- 9 - 04 décembre 1982 Forage en 12" $\frac{1}{4}$  de 1005 à 1078 m  
Contrôle du forage de 488 à 1078 m  
Dégerbage du matériel de déviation  
Préparation et descente du tubage 9" $\frac{5}{8}$   
Avancement journalier : 73 m
- 10 - 05 décembre 1982 Descente du tubage 9" $\frac{5}{8}$  à 1077,5 m  
Ancrage du liner-hanger à 449,66 m  
Cimentation du tubage 9" $\frac{5}{8}$  avec 26T de ciment CPA55  
Remontée du matériel de pose  
Descente outil 12" $\frac{1}{4}$  à 449 m : contrôle et circulation  
Dégerbage DC 8"  
Descente outil 8" $\frac{1}{2}$  à 421 m  
Attente séchage du ciment
- 11 - 06 décembre 1982 Attente séchage du ciment  
Reforage du matériel de cimentation  
Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1078 à 1093 m  
Assemblage garniture stabilisée  
Reforage de 1078 à 1093 m  
Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1093 à 1155 m  
Avancement journalier : 77 m
- 12 - 07 décembre 1982 Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1155 à 1235 m  
Avancement journalier : 80 m
- 13 - 08 décembre 1982 Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1235 à 1267 m  
Changement outil  
Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1267 à 1327 m  
Avancement journalier : 92 m
- 14 - 09 décembre 1982 Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1327 à 1474 m  
Avancement journalier : 147 m
- 15 - 10 décembre 1982 Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1474 à 1492 m  
Modification de la garniture  
Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1492 à 1600 m  
Avancement journalier : 126 m
- 16 - 11 décembre 1982 Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1600 à 1705 m  
Léger coincement par callage  
Traitement de la boue  
Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1705 à 1747 m  
Avancement journalier : 147 m

- 17 - 12 décembre 1982  
Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1747 à 1790 m  
Modification garniture et changement outil  
Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1790 à 1812 m  
Avancement journalier : 65 m
- 18 - 13 décembre 1982  
Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1812 à 1881 m  
Avancement journalier : 69 m
- 19 - 14 décembre 1982  
Forage en 8" $\frac{1}{2}$  de 1881 à 1898 m  
Contrôle du forage  
Coincement de la garniture à 1694 m  
Décompression et battage sans résultats  
Mise en place bouchon décoincant  
Attente effet et battage  
Avancement journalier : 17 m
- 20 - 15 décembre 1982  
Attente effet bouchon décoincant  
Battage et traction 127T sans résultat
- 21 - 16 décembre 1982  
Battage  
Mise en place 3 bouchons d'acide et battage  
Décoincement de la garniture puis nouveau coinement  
Décompression de la formation par injection d'eau  
et décoincement  
Remontée de la garniture au jour
- 22 - 17 décembre 1982  
Modification de la garniture  
Contrôle du forage  
Reforage de 1355 à 1727 m  
Fabrication boue  
Reforage de 1727 à 1898 m  
Remontée de l'outil en cours
- 23 - 18 décembre 1982  
Remontée de l'outil au jour  
Diagraphies  
Contrôle du forage  
Reforage de 1750 à 1898 m et circulation  
Remontée de l'outil en dégerbant
- 24 - 19 décembre 1982  
Dégerbage de la garniture 8" $\frac{1}{2}$   
Préparation et descente du tubage 7" à 1898 m
- 25 - 20 décembre 1982  
Cimentation du 1er étage avec 15T de ciment CPA55  
Cimentation du 2ème étage avec 25T de ciment CPA55  
Circulation par la DV supérieure  
Attente séchage du ciment  
Ancrage de la colonne dans la casing head  
Dégerbage tige carrée 5" et gerbage tige carrée 3" $\frac{1}{2}$

26 - 21 décembre 1982                      Test des B.O.P.  
Reforage du matériel de cimentation  
Test de la colonne 7"  
Reforage du sabot de tubage  
Forage en 6" de 1898 à 1906 m  
Avancement journalier :    8 m

27 - 22 décembre 1982                      Forage en 6" de 1906 à 1908 m  
Changement outil de garniture de forage  
Forage en 6" de 1908 à 2028 m  
Avancement journalier : 122 m

28 - 23 décembre 1982                      Forage en 6" de 2028 à 2062 m  
Remontée de l'outil au jour  
Diagraphies de réservoir  
Coupe du tubage 7" à 457 m  
Avancement journalier :    34 m

29 - 24 décembre 1982                      Fin de la coupe du tubage 7"  
Remontée du tubage 7"  
Contrôle du forage et circulation  
Mise en eau du puits

30 - 25 décembre 1982                      Dégorgement du puits (120 m<sup>3</sup>/h)  
Descente des tiges 3"½ à 2043 m  
Acidification en 3 phases  
Mise en débit du puits (188 m<sup>3</sup>/h)

31 - 26 décembre 1982                      Essais d'interférence entre les puits  
Essais de production

32 - 27 décembre 1982                      Essais de production  
Mise sous contrôle du puits n° 2

33 - 28 décembre 1982                      Mise sous contrôle du puits n° 1  
Dégerbage

34 - 29 décembre 1982                      Démontage des B.O.P.  
Dégerbage

35 - 30 décembre 1982                      Montage de la tête de puits  
Démontage de la flow-line  
Fin des travaux à 12h00

## II ANALYSE DES TEMPS

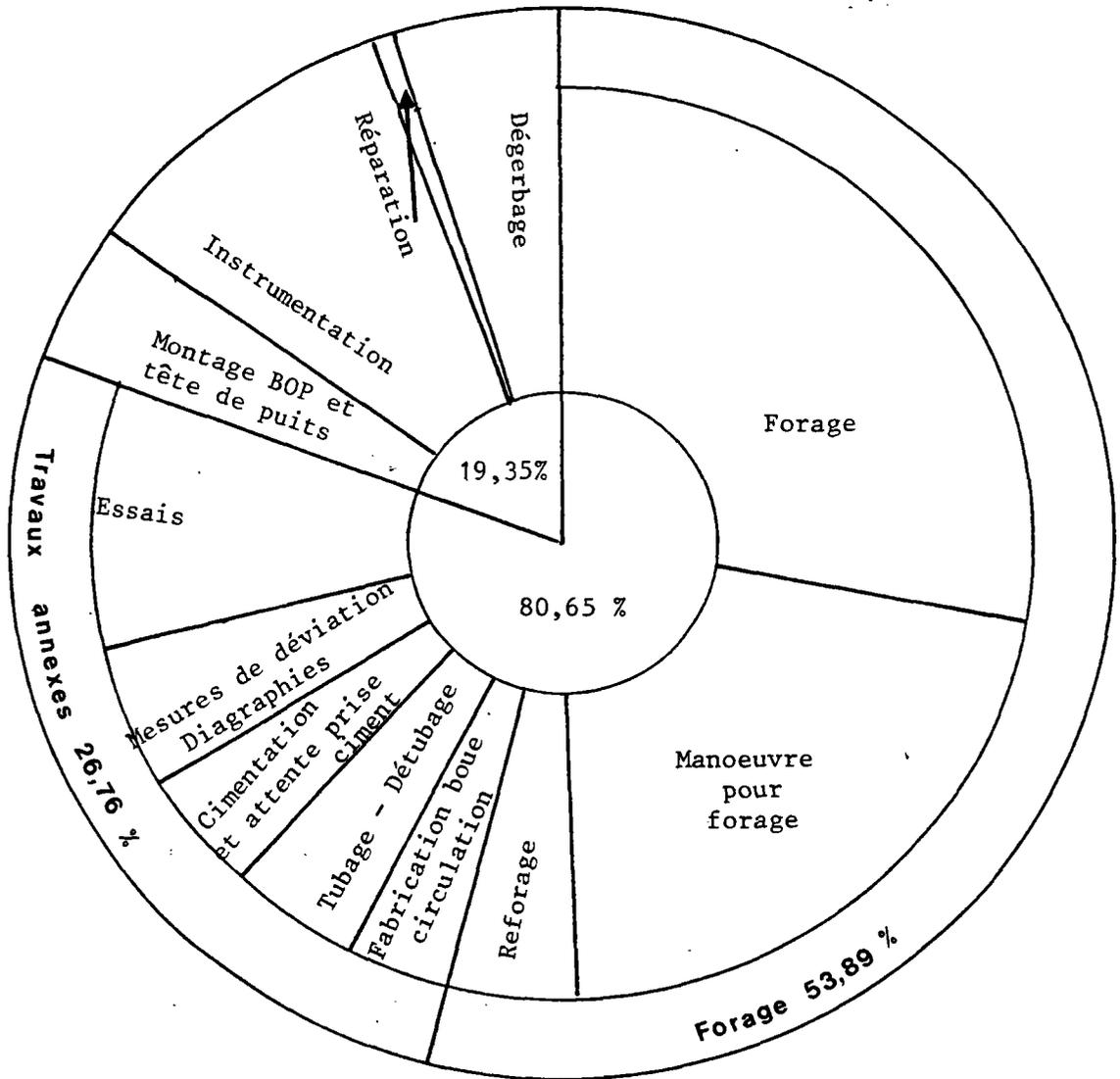
Cette analyse comporte 12 opérations ou postes correspondants aux 823 heures nécessaires à l'exécution du forage.

La durée en heure ou fraction d'heure de chaque opération ou poste est indiquée pour chacune des 4 phases principales d'exécution, ainsi que le pourcentage correspondant à ces postes par rapport à la durée totale des travaux.

OPERATION	PHASE 17" 1/2	PHASE 12" 1/4	PHASE 8" 1/2	PHASE 6"	TOTAL	POURCENTAGE
1 - FORAGE	40 $\frac{1}{2}$	41 $\frac{1}{2}$	132 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{4}$	229 $\frac{1}{2}$	27,89 %
2 - Manoeuvre pour forage	24 $\frac{1}{2}$	49 $\frac{1}{4}$	68	35 $\frac{1}{4}$	177	21,50 %
3 - Reforage	5 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{3}{4}$	8	37	4,50 %
4 - Fabrication de boue - circulation	1 $\frac{1}{4}$	8 $\frac{3}{4}$	15	4	29	3,52 %
5 - Tubage / détubage	7 $\frac{3}{4}$	8 $\frac{3}{4}$	12	8 $\frac{1}{2}$	37	4,50 %
6 - Cimentation et attente prise ciment	10 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{1}{2}$	17		35 $\frac{1}{4}$	4,28 %
7 - Montage B.O.P. Modification tête de puits	11		9 $\frac{1}{2}$	35 $\frac{3}{4}$	56 $\frac{1}{4}$	6,83 %
8 - Mesure de déviation Diagraphies		12	15 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{4}$	40 $\frac{3}{4}$	4,95 %
9 - Instrumentation Attente diverses			57 $\frac{1}{4}$		57 $\frac{1}{4}$	6,96 %
10 - Essais				78 $\frac{1}{4}$	78 $\frac{1}{4}$	9,51 %
11 - Réparation		1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{3}{4}$		5 $\frac{1}{4}$	0,64 %
12 - Dégerbage	4 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{4}$	40 $\frac{1}{2}$	4,92 %
TOTAL	105 $\frac{3}{4}$	137 $\frac{1}{4}$	361 $\frac{1}{2}$	218 $\frac{1}{2}$	823	100,00 %

Temps utiles (postes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10) = 80,65 %

Temps morts (postes 7, 9, 11, 12) = 19,35 %



Cette analyse permet de constater la bonne répartition des différents postes "utiles" ainsi que le très faible pourcentage de temps "morts" hors instrumentation.

### III ETAT DU FORAGE EN FIN DE TRAVAUX

La coupe technique ci-après résume l'état du forage en fin de travaux.

Tube technique Ø 770 mm :	- 3,00	à	- 10,00
Tubage 13" 3/8 :	- 2,60 m	à	- 486,91 m
Liner 9" 5/8 :	- 449,66 m	à	- 1077,50 m
Tubage 7" :	- 457,00 m	à	- 1898,00 m
Forage 6" :	- 1898,00 m	à	- 2062,00 m

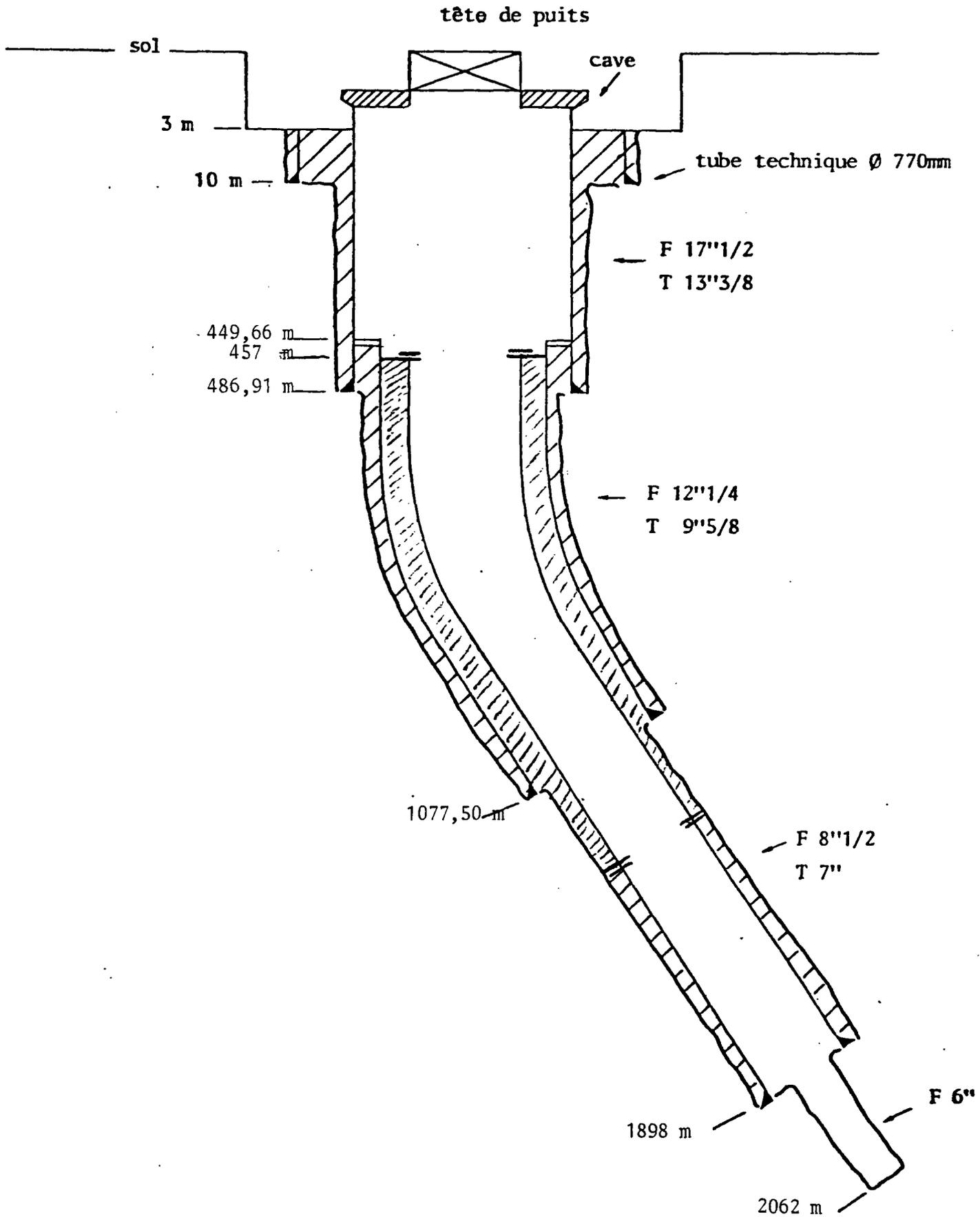
Coordonnées LAMBERT de la tête de puits :

X = 608,706  
 Y = 138,919  
 Z = 47,5 NGF

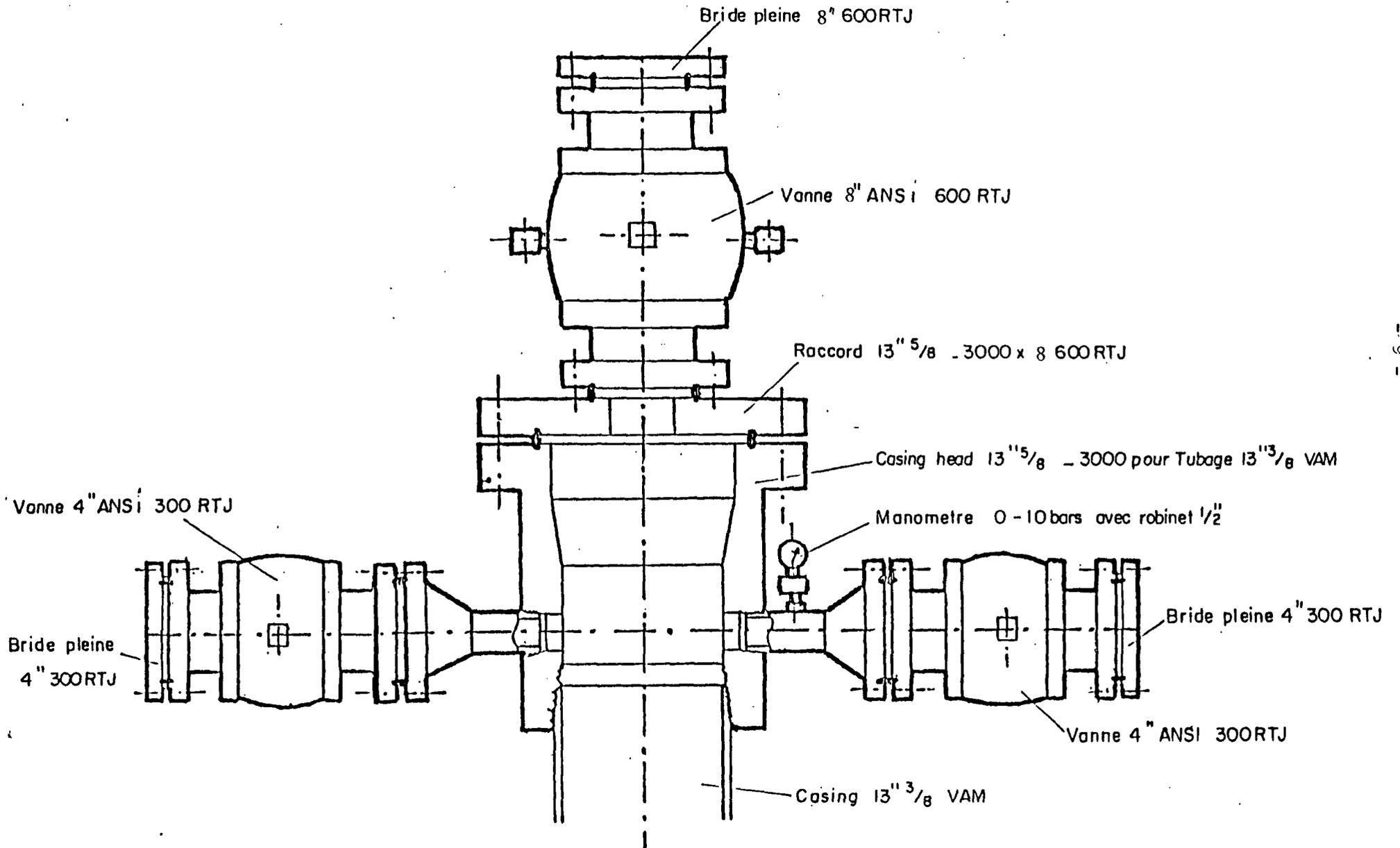
Les mesures effectuées au cours de la déviation permettent de définir les paramètres de cette déviation au toit et au mur du réservoir.

	Toit du réservoir	Mur du réservoir
Profondeur forée	1898 m	2062 m
Profondeur verticale	1675,0 m	1818,4 m
Déplacement résultant	731,6 m	809,6 m
Direction géographique résultante	N 42,2 E	N 43,3 E
Coordonnées Lambert X	609,197	609,261
" " Y	139,461	139,508
" " Z	- 1627,5 NGF	- 1770,9 NGF

COUPE TECHNIQUE DU FORAGE



SCHEMA DE LA TETE DE Puits  
( en fin de forage )



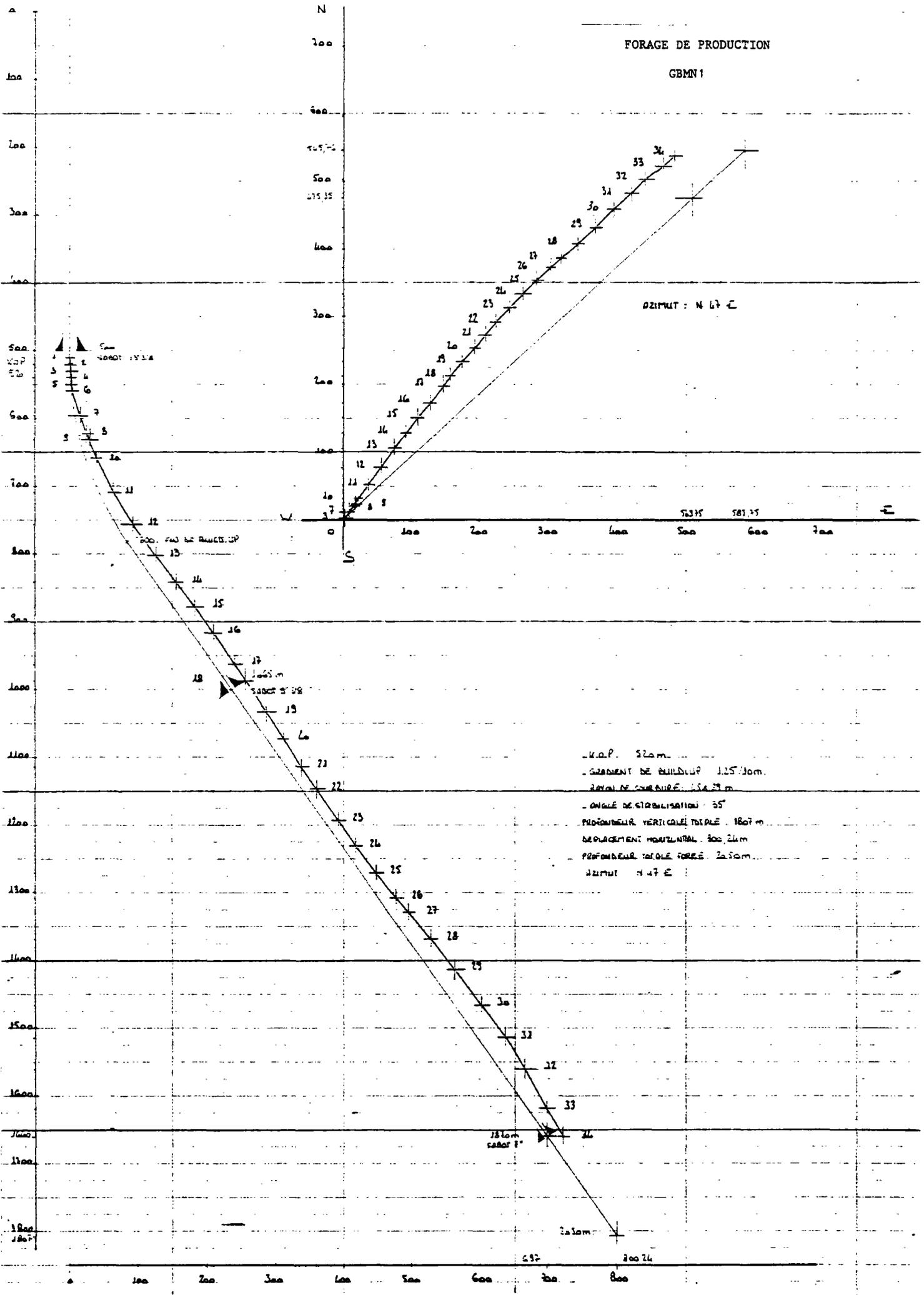
MESURES DE DEVIATION  
(méthode des angles moyens)

Déclinaison = 4° 23' W

N°	Profondeur Forée (m)	Inclinaison	Azimuth magnétique	Profondeur verticale totale (m)	Coordonnées				Déplacement total résultant	Azimuth géographique résultant
					NORD (+)	SUD (-)	EST (+)	OUEST (-)		
-	510	0½	N 47 E	510,00	0		0			
1	512	1½	54	512,00	0,03		0,03		0,04	N 46,25 E
2	522	4	43	521,99	0,39		0,38		0,54	44,40
3	531	6½	47	530,95	1,00		0,90		1,34	42,22
4	540	8½	46	539,88	1,84		1,67		2,48	42,23
5	550	10½	41	549,75	3,08		2,68		4,09	41,06
6	559	13	41	558,56	4,53		3,77		5,90	39,73
7	597	18	40	595,18	12,72		9,77		16,04	37,53
8	626	20	40	622,60	20,39		15,29		25,48	36,87
9	635	20½	40	631,05	22,91		17,11		28,60	36,75
10	664	23	39	657,98	31,69		23,31		39,34	36,34
11	720	30	39	708,10	52,22		37,55		64,32	35,72
12	777	35	42	756,17	76,92		55,66		94,95	35,89
13	835	38	38	802,79	104,92		75,82		129,45	35,85
14	883	37	39	840,88	129,07		92,27		158,66	35,56
15	930	36	42	878,66	151,62		108,80		186,61	25,66
16	978	34½	44	917,86	173,22		126,14		214,28	36,06
17	1033	34	42	963,32	197,36		145,51		245,21	36,40
18	1062	33½	41	987,43	210,19		155,26		261,32	36,45
19	1118	33	44	1034,26	234,30		174,27		292,00	36,64
20	1166	34	45	1074,29	254,52		191,39		318,45	36,94
21	1213	34	44	1113,26	274,58		208,37		344,69	37,19
22	1252	33½	45	1145,73	291,06		222,32		366,26	37,37
23	1309	34	47	1193,19	314,61		243,34		397,74	37,72
24	1356	36	49	1231,69	334,08		261,98		424,55	38,10
25	1404	37	51	1270,28	354,01		282,44		452,87	38,58
26	1451	38½	53	1307,44	373,35		303,73		481,30	39,13
27	1481	40	52	1330,67	385,99		317,90		500,05	39,47
28	1530	39½	53	1368,35	406,86		341,27		531,03	39,99
29	1588	38	51	1413,58	431,26		368,14		567,03	40,49
30	1654	36	49	1466,29	458,98		396,60		606,59	40,83
31	1712	33	51	1514,09	481,90		420,13		639,33	41,08
32	1768	30½	52	1561,71	501,91		441,77		668,63	41,35
33	1834	29	55	1619,01	523,28		466,58		701,09	41,72
34	1881	29	58	1660,12	537,23		484,59		723,50	42,05
-	1898 (1)	"	"	1674,99	542,10		491,24		731,57	42,18
-	2062 (2)	"	"	1818,43	589,12		555,36		809,62	43,31

(1) Toit du réservoir

(2) Mur du réservoir



FORAGE DE PRODUCTION

GBMN1

AZIMUT : N 47° E

DIAMETRE CASERIN : 5m  
 DIAMETRE DE COURBURE : 125.00m  
 ANGLE DE STABILISATION : 55°  
 PROFONDEUR TOTALE FORÉE : 1807m  
 DEPLACEMENT HORIZONTAL : 300.24m  
 PROFONDEUR TOTALE FORÉE : 230m  
 AZIMUT : N 47° E

1807m  
DIAMETRE

200m  
200m

#### IV PERFORMANCES D'APPROFONDISSEMENT

##### 4. 1 - Répartition du métrage foré :

Forage 17"1/2 :	10 m- 488 m =	478 m
Forage 12"1/4 :	488 m-1078 m =	590 m
Forage 8"1/2 :	1078 m-1898 m =	820 m
Forage 6" :	1898 m-2062 m =	164 m
	Total foré	= 2052 m

##### 4. 2 - Performance d'approfondissement

Phase 17"1/2 :	108,48 m/jour
Phase 12"1/4 :	103,17 m/jour
Phase 8"1/2 :	54,44 m/jour
Phase 6" :	18,01 m/jour

Moyenne journalière hors tout	: 59,84 m/jour
Moyenne journalière hors instrumentation	: 64,31 m/jour
Moyenne journalière hors essais et instrumentation	: 71,63 m/jour

##### 4. 3 - Performance de pénétration des outils de forage

- Phase 17"1/2 :	478 m en 40h1/2, soit 11,80 m/h
- Phase 12"1/4 :	590 m en 41h1/2, soit 14,22 m/h
- Phase 8"1/2 :	820 m en 132h1/4, soit 6,20 m/h
- Phase 6" :	164 m en 15h1/4, soit 10,75 m/h

PERFORMANCE DES OUTILS DE FORAGE

N°	Diamètre	Marque et type	Numéro de série	Cote début opération (m)	Métrage foré (m)	Temps de rotation (h)	Moyenne horaire (m/h)	Poids (T)	Rotation (Tr/mm)	Débit (l/mm)	Pression (bar)	Usure TBG	Remarque
1	17"1/2	Hughes R3	401 XR.	10	478	40 1/2	11,80	15	80	3000	45	324	
2	12"1/4	Hughes OSC3J	631 RK	488	22	3/4	29,33	12	90	1600	35	431	RF - U
3	"	" R2	973 MR	510	63	7 1/2	8,40	4 - 5	350	1800	50	243	TF
4	"	" OSC3J	630 RK	573	232	10 1/4	22,63	18	80	1800	40	634	
5	"	" R4	002 YT	805	273	23	11,87	17	85	1600	35	422	
6	8"1/2	Hughes R3	534 AR	1078	15	1 1/4	12,00	12	85	1400	60	321	RF - U
7	"	" JD3	522 KK	1093	174	35 3/4	4,87	15	75	1400	60	323	
8	"	" J22	665 SS	1267	523	58 3/4	8,90	15	75	1400	70	113	
9	"	" JD3	524 KK	1790	108	36 1/2	2,96	17	85	1400	75	411	
10	6"	Hughes OSC1	871 BK	1898	10	2 1/2	4,00	6 - 12	85	1200	90	332	RF
11	"	" J33	252 KK	1908	154	12 3/4	12,08	10	85	1200	120	111	

RF = Reforage du ciment et du matériel de cimentation

TF = Forage à la turbine

U = Utilisation d'un outil usagé

## V - TUBAGES ET CIMENTATIONS

### 5.1 - Colonne 13"3/8

Ce tubage a été installé depuis la surface jusqu'à 487 m de profondeur. Il couvre les formations tertiaires et les craies à silex du Sénomien. Il constituera la future chambre de pompage

Le matériel suivant a été utilisé :

- un sabot canal 13"3/8 WEATHERFORD
- un anneau soupape 13"3/8 WEATHERFORD
- 17 tubes 13"3/8 API, 54,5 lbs/ft, K55
- 21 tubes 13"3/8 VAM, 54,5 lbs/ft, K55
- un raccord API x VAM
- 20 centreurs droits 13"3/8 x 17"1/2
- 4 stop-rings 13"3/8

Vissage des tubes au couple de serrage par clé hydraulique WEATHERFORD

Cimentation de la colonne au moyen d'un groupe de pompage HALLIBURTON.

Méthode utilisée : déplacement avec bouchons

Ciment	:	50 T de CPA 55
Laitier	:	41,9 m <sup>3</sup> à d= 1,80
Chasse	:	35 m <sup>3</sup> de boue

### 5.2 - Colonne 9"5/8

Ce tubage a été installé de 449,66 m à 1077,50 m.

Il couvre et protège les sables aquifères de l'Albien.

Il est ancré dans le tubage 13"3/8 au moyen d'un liner-hanger.

Le matériel suivant a été utilisé :

- un sabot automatique 9"5/8 BAKER
- une réduction 9"5/8 x 10"3/4
- un liner-hanger mécanique BAKER LINE type A 13"3/8 x 10"3/4
- 40 centreurs droits 9"5/8 x 12"1/4
- 2 centreurs positifs 9"5/8 x 13"3/8
- 42 stop-rings 9"5/8

Vissage des tubes au couple de serrage par clé hydraulique WEATHERFORD

Cimentation de la colonne au moyen d'un groupe de pompage HALLIBURTON

Méthode utilisé : cimentation de liner

Ciment : 26 T de CPA 55

Laitier : 23,7 m<sup>3</sup> à d= 1,75

Chasse : 28,4 m<sup>3</sup> de boue

### 5.3 - Colonne 7"

Ce tubage a été mis en place depuis la surface jusqu'au toit du DOGGER. Il a ensuite été coupé à la côte-457 m pour dégager la chambre de pompage 13"3/8.

Le matériel suivant a été installé :

- un sabot canal 7" WEATHERFORD
- un anneau différentiel à bille 7" HALLIBURTON
- 2 DV cementing collars 7" HALLIBURTON
- 116 tubes 7" VAM, 26 lbs, K55
- 20 centreurs positifs 7" x 9"5/8
- 80 centreurs spiralés 7" x 8"1/2
- 3 ombrelles de cimentation 7" x 8"1/2
- 5 gratteurs 7"
- 200 stop rings 7"

Vissage des tubes au couple de serrage par clé hydraulique WEATHERFORD

Cimentation de la colonne au moyen d'un groupe de pompage HALLIBURTON selon la méthode de cimentation "triple-étage".

#### Premier étage (1898 - 1390 m)

Fluid spacer : 4,5 m<sup>3</sup>

Ciment : 15 T de CPA 55

Laitier : 13,6 m<sup>3</sup> à d = 1,75

#### Deuxième étage (1390 - 466 m)

Fluid spacer : 4,5 m<sup>3</sup>

Ciment : 20 T de CPA 55

Laitier : 18,2 m<sup>3</sup> à d = 1,75

Troisième étage (466 - 0 m)

Circulation pour nettoyage de l'annulaire 13"3/8 x 7" entre 466 m et la surface afin de permettre la coupe du tubage 7".

Qualité de la cimentation

Le log de cimentation effectué dans la colonne 7" montre la présence de ciment tout au long du tubage.

D'autre part l'index de "bonding" est excellent au niveau du sabot, ainsi que vers 1450 et 850 m, et apparait moyen sur le reste de la colonne.

COLONNE 1 3" 3/ 8

∅	Poids (lbs/ft)	Epaisseur (mm)	Filetage	Grade	Longueur utilisée (m)
13"3/8	54,5	9,65	API* VAM	K55	218,09 265,17

Côte sabot : -486,91 m  
Tête casing : -2,60 m

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)
Sabot	0,40	0,40
1 *	12,90	13,30
Anneau	0,45	13,75
2 *	13,28	27,03
3 *	12,19	39,22
4 *	12,00	51,22
5 *	13,14	64,36
6 *	12,96	77,32
7 *	13,17	90,49
8 *	13,21	103,70
9 *	13,10	116,80
10 *	12,64	129,44
11 *	12,58	142,02
12 *	13,29	155,31
13 *	12,26	167,57
14 *	12,80	180,37
15 *	12,54	192,91
16 *	12,86	205,77
17 *	13,17	218,94
Raccord	0,20	219,14
18	12,69	231,83

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)
19	12,93	244,76
20	12,68	257,44
21	12,82	270,26
22	12,57	282,83
23	12,63	295,46
24	13,03	308,49
25	13,04	321,53
26	13,10	334,63
27	12,05	346,68
28	12,56	359,24
29	12,72	371,96
30	11,79	383,75
31	11,94	395,69
32	12,83	408,52
33	12,70	421,22
34	13,25	434,47
35	12,77	447,24
36	12,68	459,92
37	12,85	472,77
38	11,54	484,31

COLONNE 9"5/8

∅	Poids (lbs/ft)	Epaisseur (mm)	Filetage	Grade	Longueur utilisé (mm)
9"5/8	36	8,94	API	K55	625,94

Côte sabot : -1077,50 m

Tête casing : -449,66 m

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)
Sabot	0,45	0,45
1	13,17	13,62
2	13,18	26,80
Anneau	0,45	27,25
3	13,23	40,48
4	13,06	53,54
5	13,27	66,81
6	13,11	79,92
7	13,19	93,11
8	13,02	106,13
9	13,23	119,36
10	13,40	132,76
11	13,01	145,77
12	13,29	159,06
13	13,33	172,39
14	13,31	185,70
15	13,14	198,84
16	13,23	212,07
17	13,04	225,11
18	13,31	238,42
19	13,18	251,60
20	13,05	264,65
21	13,24	277,89
22	13,17	291,06
23	13,22	304,28
24	13,16	317,44
25	12,98	330,42

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)
26	13,26	343,68
27	12,84	356,52
28	13,19	369,71
29	13,33	383,04
30	13,12	396,16
31	13,13	409,29
32	12,63	421,92
33	11,89	433,81
34	11,40	445,21
35	11,00	456,21
36	11,73	467,94
37	11,49	479,43
38	12,14	491,57
39	11,13	502,70
40	11,35	514,05
41	11,20	525,25
42	11,37	536,62
43	12,03	548,65
44	11,89	560,54
45	11,96	572,50
46	9,86	582,36
47	10,38	592,74
48	10,85	603,59
49	9,91	613,50
50	13,34	626,84
Hanger	1,00	627,84

COLONNE 7"

Ø	Poids lbs/ft	Epaisseur (mm)	Filetage	Grade	Longueur utilisée (m)
7"	26	9,19	VAM	K55	1438,13

Côte sabot = -1898,00 m

Côte DV inférieure = -1390,51 m

Tête casing= -457,00 m

Côte DV supérieure = -466,35 m

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)
Sabot	0,27	0,27
1	12,85	13,12
2	12,75	25,87
Anneau	0,60	26,47
3	12,50	38,97
4	12,12	51,09
5	12,76	63,85
6	12,40	76,25
7	12,61	88,86
8	12,29	101,15
9	13,08	114,23
10	12,25	126,48
11	11,51	137,99
12	12,99	150,98
13	11,23	162,21
14	12,68	174,89
15	12,74	187,63
16	12,21	199,84
17	12,94	212,78
18	11,58	224,36
19	13,03	237,39
20	12,74	250,13
21	12,74	262,87
22	12,61	275,48
23	12,71	288,19
24	12,71	300,90
25	12,87	313,77
26	12,67	326,44
27	12,93	339,37
28	12,97	352,34
29	12,86	365,20
30	12,65	377,85
31	12,90	390,75
32	12,57	403,32
33	12,44	415,76
34	12,99	428,75
35	12,95	441,70

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)
36	12,85	454,55
37	13,15	467,70
38	12,86	480,56
39	12,93	493,49
40	13,00	506,49
DV	1,00	507,49
41	12,90	520,39
42	13,02	533,41
43	12,83	546,24
44	12,78	559,02
45	12,73	571,75
46	12,95	584,70
47	12,77	597,47
48	12,83	610,30
49	12,61	622,91
50	12,61	635,52
51	10,54	646,06
52	12,79	658,85
53	12,13	670,98
54	12,65	683,63
55	12,20	695,83
56	12,67	708,50
57	12,60	721,10
58	12,69	733,79
59	12,95	746,74
60	12,49	759,23
61	12,97	772,20
62	12,77	784,97
63	12,53	797,50
64	12,31	809,81
65	12,54	822,35
66	12,68	835,03
67	12,75	847,78
68	12,79	860,57
69	12,48	873,05
70	12,61	885,66
71	12,80	898,46
72	12,74	911,20

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)
73	12,11	923,31
74	12,68	935,99
75	12,70	948,69
76	12,37	961,06
77	12,44	973,50
78	12,34	985,84
79	12,78	998,62
80	12,93	1011,55
81	12,63	1024,18
82	12,77	1036,95
83	12,72	1049,67
84	12,33	1062,00
85	12,94	1074,94
86	12,79	1087,73
87	13,12	1100,85
88	13,04	1113,89
89	12,62	1126,51
90	12,85	1139,36
91	13,13	1152,49
92	12,92	1165,41
93	12,67	1178,08
94	12,96	1191,04
95	12,44	1203,48
96	12,74	1216,22
97	12,89	1229,11

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)
98	12,82	1241,93
99	12,56	1254,49
100	12,38	1266,87
101	12,52	1279,39
102	12,60	1291,99
103	12,67	1304,66
104	12,14	1316,80
105	12,15	1328,95
106	12,44	1341,39
107	9,59	1350,98
108	9,73	1360,71
109	9,45	1370,16
110	9,63	1379,79
111	9,58	1389,37
112	9,66	1399,03
113	9,54	1408,57
114	9,56	1418,13
115	12,52	1430,65
DV	1,00	1431,65
116	9,35	1441,00

## VI - BOUES DE FORAGE

La société IMCO SERVICES a fourni les produits, le laboratoire et le personnel spécialisé dans la fabrication des boues de forages.

Les caractéristiques des boues ainsi que les consommations des produits sont données ci-après, phase par phase.

### 6. 1 - Phase 17"1/2 (0 - 488 m)

Forage des formations tertiaires à la boue bentonitique simple. Traitement mécanique et dilution à l'eau dans la craie.

densité = 1,12  
viscosité = 45  
filtrat = non contrôlé

Volume de boue fabriqué au cours de la phase = 100 m<sup>3</sup>

### 6. 2 - Phase 12"1/4 (488 - 1078 m)

Forage de la phase avec une partie de la boue de la phase précédente modifiée par adjonction de polymères.

Les caractéristiques de la boue sont contrôlées pour obtenir :

densité = 1,09 - 1,12 maximum  
viscosité = 41 - 45  
filtrat = 8 - 10

La densité est maintenue par traitement mécanique poussé.

Volume total de boue fabriqué : 222 m<sup>3</sup>

### 6. 3 - Phase 8"1/2 (1078 - 1898 m)

Forage de la phase à la boue aux polymères à support bentonitique, identique à celle de la phase précédente. Toutefois les caractéristiques de cette boue sont ajustées en permanence pour obtenir :

densité = 1,08 - 1,10  
viscosité = 43 - 48  
filtrat = 6 - 10

La boue est traitée lors des contaminations occasionnées par la cimentation des tubages, ainsi qu'au cours de l'instrumentation.

Volume total de boue fabriqué = 348 m<sup>3</sup>

Fabrication de 9 m<sup>3</sup> de fluid spacer (d = 1,35) pour la cimentation du tubage 7".

6 - 4. Phase 6" (1898 - 2062 m)

Forage du réservoir avec un fluide à base de polymères dégradable. Densité obtenue avec du sel.

densité = 1,05 - 1,06  
 viscosité = 38 - 45  
 filtrat = non contrôlé

Volume total de boue fabriqué = 70 m<sup>3</sup>

CONSOMMATION DES PRODUITS DE BOUE

pendant les phases de forage

PRODUITS	U	Phase 17"1/2	Phase 12"1/4	Phase 8"1/2	Phase 6"	TOTAL
Eau de fabrication	m <sup>3</sup>	100	222	348	70	740
Imcogel	T	8,6	3,3	9,25		21,150
Aniocel	T	0,275	0,85	1,2		2,325
Soude	T	0,25	0,35	1,05		1,650
Paraformaldehyde	T		0,08	0,12	0,06	0,260
C M C L V T	T		0,175	1,35		1,525
RD 2000	T		0,150	0,6		0,750
Freepipe	l			400		400
Lubrikleen	l			200		200
Baryte	T			21		21,000
Chaux	T			0,45		0,450
Bicarbonate	T		0,1	0,9		1,000
Bevaloïd	l			120		120
Kenol's	l			200		200
Flogel	T				0,55	0,550
Sel	T			2	6,3	8,300
Pertes terrains						
Pertes surfaces	m <sup>3</sup>		42	76		118
Ejection	m <sup>3</sup>	50	50	452	70	622

## VII - LES DIAGRAPHIES

Pendant la réalisation de l'ouvrage, des diagraphies ont été exécutées par la société SPE SCHLUMBERGER de façon à préciser les paramètres géologiques et physiques déterminant la construction de l'ouvrage et la qualité des roches traversées.

1 - Avant la pose du tubage 7"

Gamma-ray (488 - 1750 m)

Double diamètreur(1078 - 1750 m)

2 - Après la pose du tubage 7"

Cement bond log (300 - 1896 m) avec densité variable

3 - Dans le réservoir

Gamma-ray (1896 - 2062 m)

Densité des formations (1896 - 2062 m)

D'autre part des diagraphies complémentaires ont été réalisées dans le réservoir sur financement particulier du Comité Géothermique dans le but de poursuivre les études détaillées du réservoir DOGGER.

GBMN2

I - COMPTE-RENDU JOURNALIER DES OPERATIONS

Le compte-rendu journalier des opérations prend en compte les opérations effectuées jour par jour à partir de 4h00 le matin du jour concerné au lendemain 4h00.

- 1 - 24 octobre 1982                    Début des travaux à 4h00  
Fabrication de 90 m<sup>3</sup> de boue  
Forage en 17"1/2 de 10 à 138 m  
Avancement journalier : 128 m.
- 2 - 25 octobre 1982                    Forage en 17"1/2 de 138 à 434 m.  
Avancement journalier : 296 m.
- 3 - 26 octobre 1982                    Forage en 17"1/2 de 434 à 465 m.  
Contrôle du forage  
Préparation et descente du tubage 13"3/8  
Avancement journalier : 31 m.
- 4 - 27 octobre 1982                    Fin descente du tubage 13"3/8. Sabot à 464 m.  
Cimentation du tubage avec 45 T de CPJ 45  
Attente séchage du ciment
- 5 - 28 octobre 1982                    Mise en place du tube fontaine  
Dégerbage des DC 9"1/2  
Descente de la garniture de forage  
Cimentation complémentaire de l'annulaire  
avec 6 m<sup>3</sup> de laitier  
Arrêt pour réparation tête d'injection
- 6 - 29 octobre 1982                    Arrêt pour réparation tête d'injection  
Travaux divers (préparation matériel de déviation)
- 7 - 30 octobre 1982                    Arrêt pour réparation tête d'injection.  
Reforage matériel de cimentation.  
Forage en 12"1/4 de 465 à 496 m.  
Circulation et changement boue.  
Changement garniture de forage, mise en place  
turbine et garniture de déviation.  
Avancement journalier : 31 m.

- 8 - 31 octobre 1982  
Turbine posée à 467 m.  
Essai reforage négatif.  
Changement garniture et reforage en 12"1/4 de 464 à 496 m.  
Assemblage turbine et matériel de déviation.  
Forage 12"1/4 à la turbine de 496 à 524 m.  
Avancement journalier : 28 m.
- 9 - 01 novembre 1982  
Forage 12"1/4 à la turbine de 524 à 590 m.  
Dégerbage turbine, mise en place garniture montante  
Reforage de 496 à 557 m.  
Avancement journalier : 66m.
- 10 - 02 novembre 1982  
Reforage de 557 à 590 m.  
Forage 12"1/4 de 590 à 737 m.  
Changement outil et modification garniture de déviation  
Forage 12"1/4 de 737 à 743 m.  
Avancement journalier : 153 m.
- 11 - 03 novembre 1982  
Forage 12"1/4 de 743 à 835 m.  
Changement garniture de déviation.  
Forage 12"1/4 de 835 à 907 m.  
Avancement journalier : 164 m.
- 12 - 04 novembre 1982  
Forage 12"1/4 de 907 à 940 m.  
Changement outil et modification garniture  
Forage 12"1/4 de 940 à 998 m.  
Avancement journalier : 91 m.
- 13 - 05 novembre 1982  
Forage 12"1/4 de 998 à 1090 m.  
Contrôle du forage  
Remontée en dégerbant le matériel de déviation.  
Préparation et descente du tubage 9"5/8.  
Avancement journalier : 92 m.
- 14 - 06 novembre 1982  
Fin descente du tubage 9"5/8 et du matériel de pose  
Ancrage liner-hanger à 411 m.  
Cimentation du tubage avec 27,5 T de CPJ 45  
Devissage du setting tool et remontée du matériel de pose  
Attente séchage ciment. Montage des B.O.P.
- 15 - 07 novembre 1982  
Montage et test des B.O.P.  
Dégerbage DC 8"  
Gerbage DC 6"1/2 et garniture de reforage  
Reforage ciment
- 16 - 08 novembre 1982  
Reforage ciment et matériel de cimentation  
Test colonne 9"5/8 avant reforage du sabot.  
Forage en 8"1/2 de 1090 à 1105 m.  
Mise en place garniture de déviation stabilisée.  
Reforage de 1097 à 1105 m.  
Forage en 8"1/2 de 1105 à 1142 m.  
Avancement journalier : 52 m.

- 17 - 09 novembre 1982 Forage en 8"1/2 de 1142 à 1261 m.  
Avancement journalier : 119 m.
- 18 - 10 novembre 1982 Forage en 8"1/2 de 1261 à 1378 m.  
Avancement journalier : 117 m.
- 19 - 11 novembre 1982 Forage en 8"1/2 de 1378 à 1389 m.  
Changement outil et modification garniture  
Reforage et forage de 1389 à 1471 m.  
Avancement journalier : 93 m.
- 20 - 12 novembre 1982 Forage en 8"1/2 de 1471 à 1488 m.  
Modification garniture de déviation  
Forage en 8"1/2 de 1488 à 1618 m.  
Avancement journalier : 147 m.
- 21 - 13 novembre 1982 Forage en 8"1/2 de 1618 à 1686 m.  
Contrôle du forage (short-trip)  
Reforage de 1667 à 1686 m.  
Forage en 8"1/2 de 1686 à 1706 m.  
Avancement journalier : 88 m.
- 22 - 14 novembre 1982 Forage en 8"1/2 de 1706 à 1788 m.  
Avancement journalier : 82 m.
- 23 - 15 novembre 1982 Forage en 8"1/2 de 1788 à 1877 m.  
Avancement journalier : 89 m.
- 24 - 16 novembre 1982 Forage en 8"1/2 de 1877 à 1892 m.  
Contrôle du forage  
Diagraphies  
Contrôle du forage.  
Degerbage DP 5"  
Avancement journalier : 15 m.
- 25 - 17 novembre 1982 Degerbage DP 5" et matériel de déviation  
Préparation et descente du tubage 7" à 1530 m.  
Circulation à 1530 m.  
Descente tubage 7" à 1891 m.  
Cimentation du tubage (1er étage) avec 11,5 T  
de CPA55.  
Essais ouverture DV inférieure et supérieure négatifs  
Attente séchage du ciment

- 26 - 18 novembre 1982  
Gerbage garniture 3"1/2  
Essais injection : annulaire étanche à 60 bars  
Gerbage DC 4"3/4  
Reforage DV supérieure et test étanchéité à 45 bars positif  
Reforage DV inférieure et test étanchéité à 45 bars positif
- 27 - 19 novembre 1982  
Reforage anneau et test étanchéité à 45 bars positif  
Reforage sabot. Forage en 6" de 1892 à 1905 m.  
Changement outil et garniture de forage  
Changement de boue pour forage du réservoir  
Reforage et forage de 1905 à 1999 m.  
Avancement journalier : 107 m.
- 28 - 20 novembre 1982  
Forage en 6" de 1999 à 2065 m.  
Contrôle du forage  
Diagraphies  
Descente DP 3"1/2 pour mise en eau du puits  
Montage de la flowline  
Avancement journalier : 66 m.
- 29 - 21 novembre 1982  
Mise en eau du puits  
Remontée DP 3"1/2  
Dégorgement du puits  
Descente DP 3"1/2 et acidification à 2046 m. avec 3 fois 8,5 m<sup>3</sup> d'acide  
Remontée DP 3"1/2
- 30 - 22 novembre 1982  
Remontée DP 3"1/2  
Essais de débit artésien = 206 m<sup>3</sup>/h à 62 °C  
Essais de pression = 7,5 kg/cm<sup>2</sup> en tête de puits  
Montage du sas et descente du matériel de mesure  
Ouverture du puits et enregistrement des paramètres de fond.
- 31 - 23 novembre 1982  
Enregistrement des paramètres de fond  
Fermeture du puits  
Réparation sonde d'enregistrement  
Essais d'injectivité
- 32 - 24 novembre 1982  
Essais d'injectivité  
Démontage du matériel d'essais  
Dégerbage DP 3"1/2
- 33 - 25 novembre 1982  
Dégerbage DC 4"1/2 et tige carrée  
Démontage B.O.P.  
Montage tête de puits  
Fin des travaux à 12h00

## II ANALYSE DES TEMPS

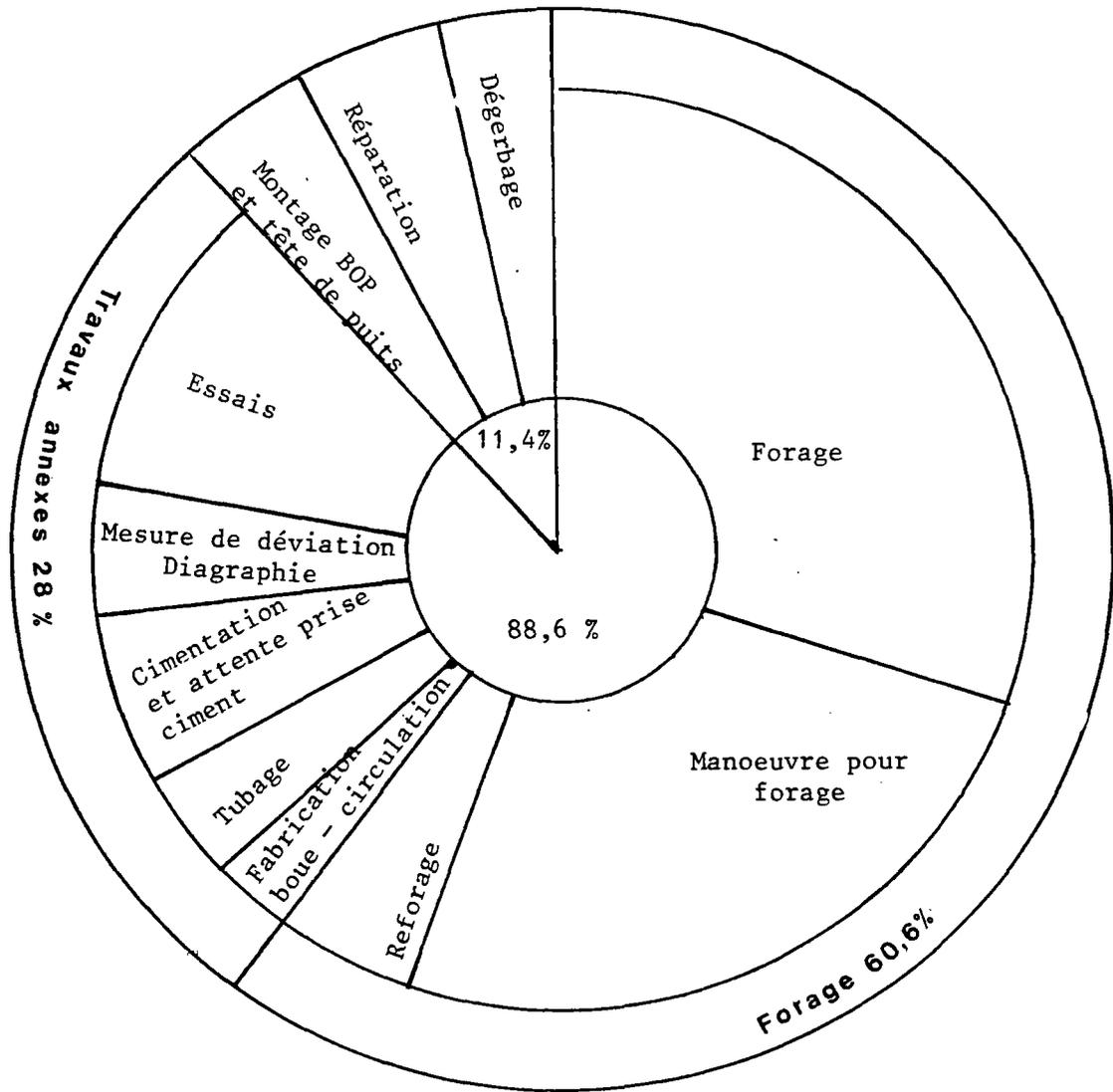
Cette analyse comporte 12 opérations ou postes correspondants aux 776 heures nécessaires à l'exécution du forage.

La durée en heure ou fraction d'heure de chaque opération ou poste est indiquée pour chacune des 4 phases principales d'exécution, ainsi que le pourcentage correspondant à ces postes par rapport à la durée totale des travaux.

OPERATION	PHASE 17" 1/2	PHASE 12" 1/4	PHASE 8" 1/2	PHASE 6"	TOTAL	POURCENTAGE
1 - FORAGE	34	55 3/4	126 1/4	16 3/4	232 3/4	29,99 %
2 - Manoeuvre pour forage	22 1/4	79 3/4	64	33	199	25,64 %
3 - Reforage	4 1/2	15 3/4	12 3/4	5 1/4	38 1/4	4,93 %
4 - Fabrication de boue - circulation	7	4 1/4	7 1/2	2 3/4	21 1/2	2,77 %
5 - Tubage	10 3/4	12 1/2	6 1/2		29 3/4	3,83 %
6 - Cimentation et attente prise ciment	25 1/2	10 1/2	11 1/4		47 1/4	6,09 %
7 - Montage B.O.P. Modification tête de puits			18	9 3/4	27 3/4	3,58 % .
8 - Mesure de déviation Diagraphies		16 1/4	12	8 1/4	36 1/2	4,70 %
9 - Instrumentation Attente diverses					0	0,00 % .
10 - Essais				82 3/4	82 3/4	10,66 %
11 - Réparation	1/2	35			35 1/2	4,57 % .
12 - Dégerbage	1 1/4		12 1/4	11 1/2	25	3,22 % .
TOTAL	105 3/4	229 3/4	270 1/2	170	776	100,00 %

Temps utiles (postes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10) = 88,6 %

Temps morts (postes 7, 9, 11, 12) = 11,4 %



Cette analyse permet de constater une excellente répartition des postes de "forage" et "travaux annexes", ainsi que le faible pourcentage de temps morts.

III ETAT DU FORAGE EN FIN DE TRAVAUX

La coupe technique ci-après résume l'état du forage en fin de travaux.

Tube technique $\emptyset$ 770 mm :	- 3,00	à	- 10,00
Tubage 13" 3/8 :	- 2,44 m	à	- 464,00 m
Liner 9" 5/8 :	- 411,00 m	à	- 1090,00 m
Tubage 7" :	- 2,02 m	à	- 1891,92 m
Forage 6" :	- 1892,00 m	à	- 2065,00 m

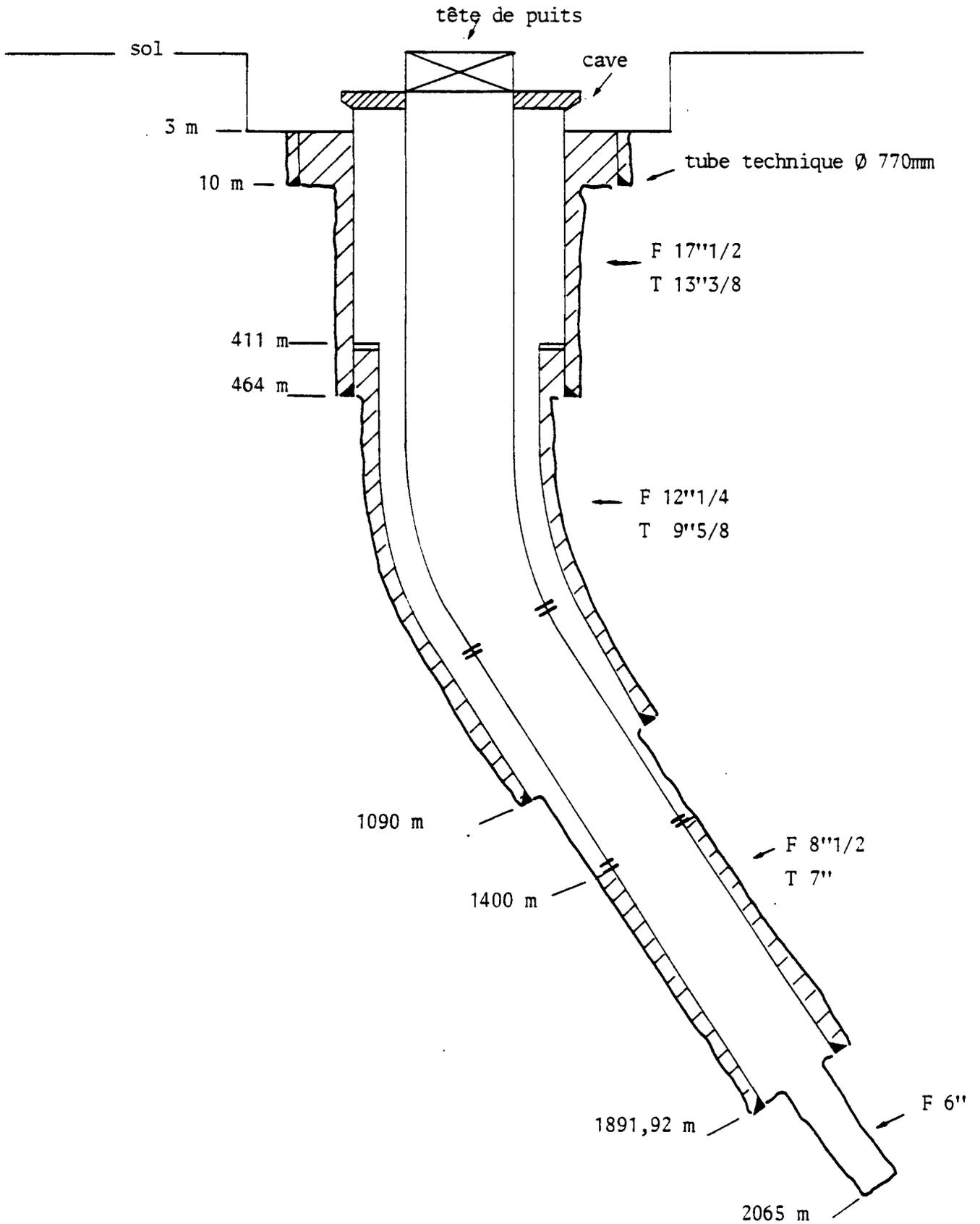
Coordonnées LAMBERT de la tête de puits :

X = 608,696  
 Y = 138,920  
 Z = 47,5 NGF

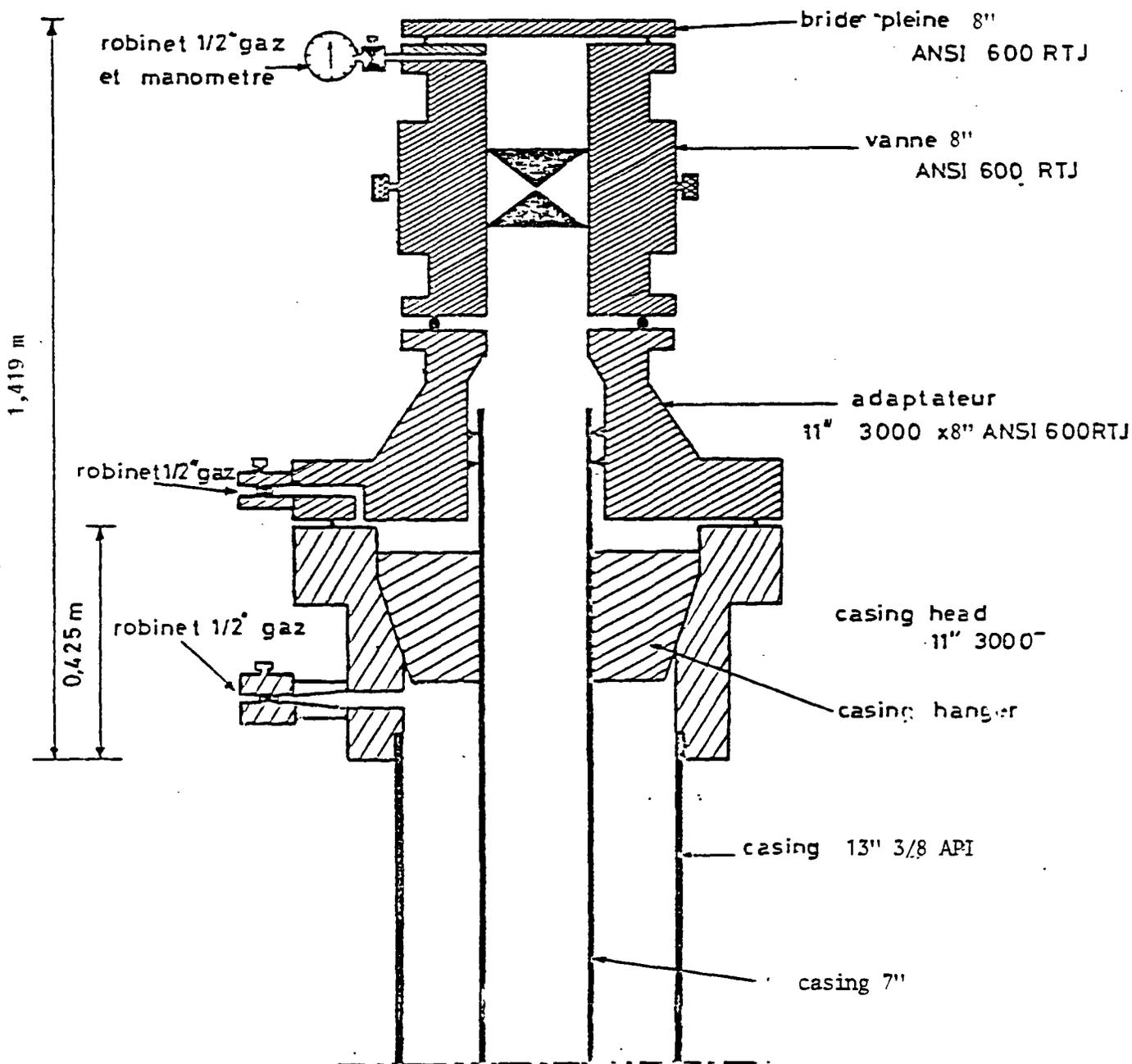
Les mesures effectuées au cours de la déviation permettent de définir les paramètres de cette déviation au toit et au mur du réservoir.

	Toit du réservoir	Mur du réservoir
Profondeur forée	1892 m	2065 m
Profondeur verticale	1668,4 m	1809,3 m
Inclinaison moyenne	35,5 °	35,5 °
Déplacement résultant	732,9 m	831,2 m
Direction géographique résultante	S 43,2 W	S 44,7 W
Coordonnées Lambert X	608,194	608,111
" " Y	138,386	138,329
" " Z	- 1620,9 NGF	- 1761,8 NGF

COUPE TECHNIQUE DU FORAGE



### SCHEMA DE LA TETE DE PUIJS



MESURES DE DEVIATION

(méthode des angles moyens)

Déclinaison = 4<sup>25</sup> W

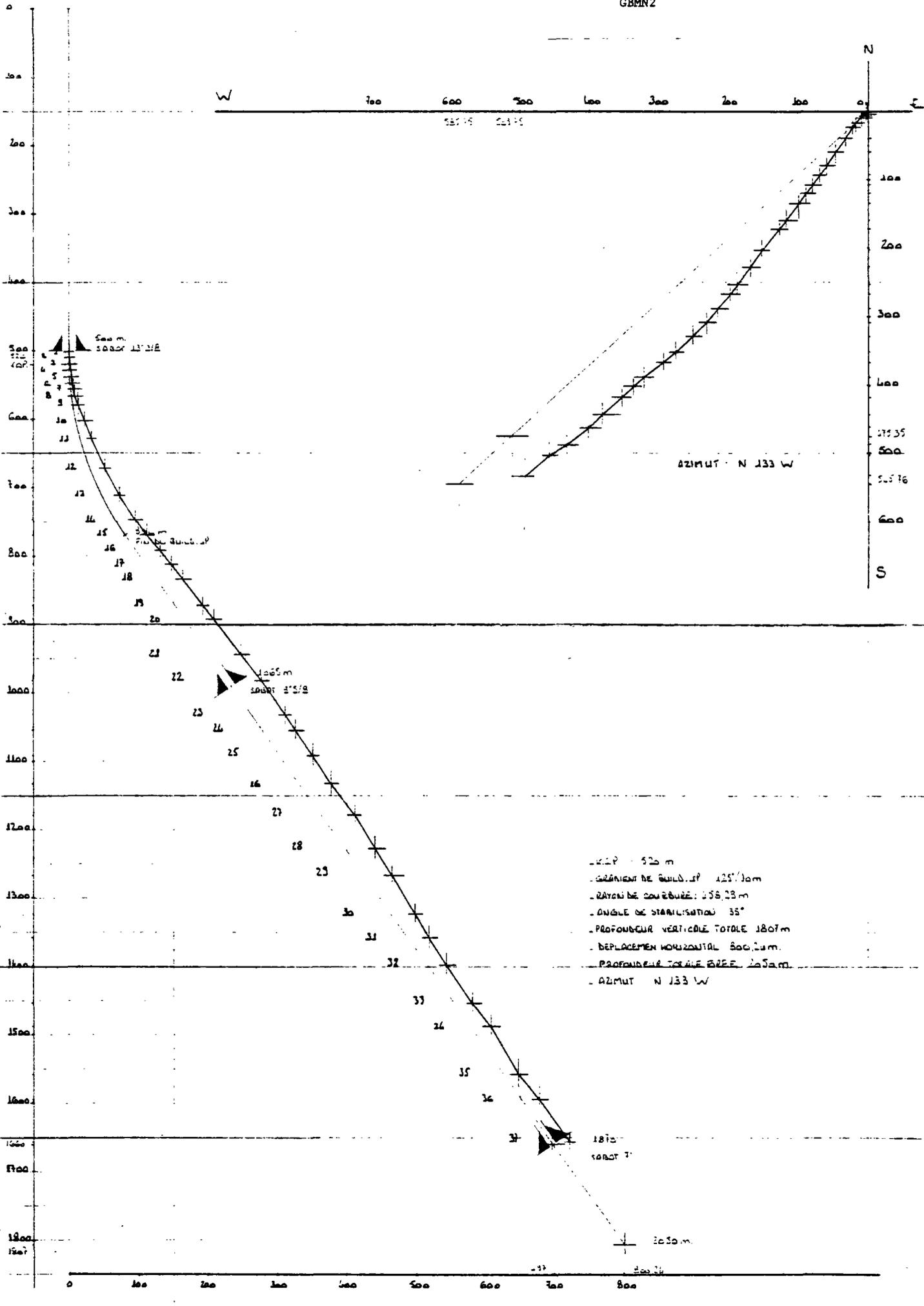
N°	Profondeur Forée	Inclinaison	Azimuth magnétique	Profondeur verticale	Coordonnées				Déplacement total résultant	Azimuth géographique résultant
					Nord	Sud	Est	Ouest		
KOP	482	0	-	482,00		0		0	0	-
1	501	2 <sup>50</sup>	S 23 W	501,00		0,39		0,15	0,41	S 20,88 W
2	510	4 <sup>75</sup>		509,98		0,91		0,37	0,98	22,25
3	520	6		519,93		1,66		0,93	1,90	29,32
4	529	8		528,87		2,39		1,75	2,96	36,22
5	538	10		537,76		3,29		2,83	4,34	40,73
6	548	11		547,59		4,34		4,32	6,13	44,86
7	557	13		556,39		5,33		5,91	7,96	47,98
8	567	14		566,12		6,74		7,77	10,29	49,06
9	576	16 <sup>25</sup>		574,80		8,38		9,45	12,63	48,45
10	605	20		602,36		15,37		15,16	21,59	44,62
11	633	22		628,50		23,56		20,95	31,53	41,65
12	680	27		671,27		39,57		32,06	50,93	39,01
13	727	33		711,98		58,88		45,46	74,39	37,67
14	769	36		746,59		78,43		59,02	98,15	36,96
15	798	37		769,90		92,43		69,09	115,40	36,78
16	826	39		791,97		106,24		79,41	132,64	36,78
17	852	39		812,17		119,44		89,08	149,00	36,72
18	880	39		833,93		133,83		99,25	166,62	36,56
19	927	38 <sup>75</sup>		870,52		157,92		116,28	196,11	36,37
20	954	38		891,69		171,43		126,19	212,87	36,36
21	1020	37		944,05		203,42		150,51	253,04	36,50
22	1067	36 <sup>50</sup>		981,71		225,65		167,73	281,16	36,62
23	1127	35		1030,40		253,18		189,43	316,20	36,80
24	1155	34 <sup>50</sup>		1053,41		265,63		199,42	332,15	36,90
25	1202	34		1092,26		286,11		216,15	358,58	37,07
26	1249	33 <sup>50</sup>		1131,34		305,89		233,20	384,65	37,32
27	1306	33		1179,01		328,66		254,61	415,74	37,77
28	1363	32 <sup>25</sup>		1227,01		349,52		277,18	446,08	38,42
29	1409	31 <sup>50</sup>		1266,08		365,21		295,72	469,92	39,00
30	1476	30		1323,66		387,35		321,87	503,62	39,72
31	1515	31		1357,26		400,13		336,97	523,12	40,10
32	1562	32 <sup>50</sup>		1397,23		416,28		355,71	547,56	40,51
33	1629	35		1452,94		441,31		383,26	584,50	40,97
34	1677	35 <sup>50</sup>		1492,13		459,93		403,77	612,02	41,28
35	1744	34		1547,18		484,35		433,13	649,77	41,80
36	1801	35		1594,16		503,90		458,83	681,49	42,32
37	1877	35 <sup>50</sup>		1656,22		529,21		494,65	724,39	43,07
-	1892 (1)	"	"	1668,43		534,11		501,85	732,89	S 43,22 W
-	2065 (2)	"	"	1809,27		590,65		584,89	831,24	S 43,22 W

(1) Toit du réservoir

(2) Mur du réservoir

FORAGE D'INJECTION

GBMN2



#### IV PERFORMANCES D'APPROFONDISSEMENT

##### 4. 1 - Répartition du métrage foré :

Forage 17"1/2 :	10 m- 465 m =	455 m
Forage 12"1/4 :	465 m-1090 m =	625 m
Forage 8"1/2 :	1090 m-1892 m =	802 m
Forage 6" :	1892 m-2065 m =	173 m
Total foré		= 2055 m

##### 4. 2 - Performance d'approfondissement

Phase 17"1/2 :	103,26 m/jour
Phase 12"1/4 :	65,29 m/jour
Phase 8"1/2 :	71,16 m/jour
Phase 6" :	24,42 m/jour

Moyenne journalière hors tout	: 63,56 m/jour
Moyenne journalière hors essais	: 71,14 m/jour

##### 4. 3 - Performance de pénétration des outils de forage

- Phase 17"1/2 :	455 m en 34h	, soit 13,38 m/h
- Phase 12"1/4 :	625 m en 55h3/4,	soit 11,21 m/h
- Phase 8"1/2 :	802 m en 126h1/4,	soit 6,36 m/h
- Phase 6" :	173 m en 16h3/4,	soit 10,33 m/h

PERFORMANCE DES OUTILS DE FORAGE

N°	Diamètre	Marque et type	Numéro de série	Cote début opération (m)	Métrage foré (m)	Temps de rotation (h)	Moyenne horaire (m/h)	Poids (T)	Rotation (Tr/mm)	Débit (l/mm)	Pression (bar)	Usure TBG	Remarque
1	17"1/2	Hughes R2	558 NR	10	455	34	13,38	6 - 18	50 - 60	2500	30	623	
2	12"1/4	Hughes OSC3A	631 RK	465	31	1/2	62,00	10	110	1800	30	421	RF
3	"	" R2	974 MR	496	94	10	9,40	4 - 6	380	1600	40	333	TF
4	"	" R4	000 YT	590	147	10 1/2	14,00	15 - 16	90	1950	42	441	
5	"	" R4	004 YT	737	203	19 3/4	10,28	15 - 16	100	1700	45	764	
6	"	" R4	001 YT	940	150	15	10,00	15 - 16	90	1700	47	643	
7	8"1/2	Hughes R3	534 AR	1090	15	3/4	20,00	15	90 - 100	1400	65	311	RF
8	"	" JD3	525 KK	1105	284	44 1/4	6,42	17	80	1500	70	732	
9	"	" J22	766 PS	1389	503	81 1/4	6,19	13	90 - 95	1500	92	232	
10	6"	Hughes OSC1	870 BK	1892	13	2 3/4	4,73	12	90 - 95	1200	95	863	RF
11	"	" J33	251 KK	1905	160	14	11,43	13	90 - 95	1200	110	111	

RF = Reforage du ciment et du matériel de cimentation

TF = Forage à la turbine

## V - TUBAGES ET CIMENTATIONS

### 5. 1 - Colonne 13"3/8

Ce tubage a été installé depuis la surface jusqu'à 464 m de profondeur. Il couvre les formations tertiaires et les craies à silex du Sénonien.

Le matériel suivant a été utilisé :

- un sabot canal 13"3/8 WEATHERFORD
- un anneau soupape 13"3/8 WEATHERFORD
- 45 tubes 13"3/8 API, 54,5 lbs/ft, K55
- 20 centreurs droits 13"3/8 X 17"1/2
- 12 stop-ring 13"3/8

Vissage des tubes au couple de serrage par clé hydraulique WEATHERFORD

Cimentation de la colonne au moyen d'un groupe de pompage HALLIBURTON.

Méthode utilisée : déplacement avec bouchons

Ciment	: 45 T de CPJ 45
Laitier	: 38,5 m <sup>3</sup> à d = 1,80
Chasse	: 35 m <sup>3</sup> de boue

### 5. 2 - Colonne 9"5/8

Ce tubage a été installé de 411 m à 1090 m.

Il couvre et protège les sables aquifères de l'Albien.

Il est ancré dans le tubage 13"3/8 au moyen d'un liner-hanger.

Le matériel suivant a été utilisé :

- un sabot automatique 9"5/8 BAKER
- une réduction 9"5/8 X 12"1/4
- un liner-hanger mécanique BAKER LINE type A 13"3/8 X 10"3/4
- 20 centreurs droits 9"5/8 X 10"1/4
- 4 centreurs positifs 9"5/8 X 13"3/8
- 20 stop-rings 9"5/8

Vissage des tubes au couple de serrage par clé hydraulique WEATHERFORD

Cimentation de la colonne au moyen d'un groupe de pompage HALLIBURTON

Méthode utilisé	: cimentation de liner
Ciment	: 27,5 T de CPJ 45
Laitier	: 25 m <sup>3</sup> à d = 1,75
Chasse	: 30 m <sup>3</sup> de boue

### 5. 3 - Colonne 7"

Ce tubage a été mis en place depuis la surface jusqu'au toit du DOGGER.

Le matériel suivant a été utilisé :

- un sabot canal 7" WEATHERFORD
- un anneau différentiel à bille 7" WEATHERFORD
- 2 DV cementing collars 7" WEATHERFORD (fabrication ARROW OIL TOOL)
- 153 tubes 7" VAM, 26 lbs, K55
- 20 centreurs positifs 7" X 9"5/8
- 80 centreurs spiralés 7" X 8"1/2
- 4 ombrelles de cimentation 7" X 8"1/2
- 5 gratteurs 7"
- 200 stop rings 7"

Vissage des tubes au couple de serrage par clé hydraulique WEATHERFORD

Cimentation de la colonne au moyen d'un groupe de pompage HALLIBURTON selon la méthode de cimentation "triple-étage".

#### Premier étage (1892 - 1344 m)

Fluide spacer = 7 m<sup>3</sup>  
Ciment = 11,5 T de CPA 55  
Laitier = 10,5 m<sup>3</sup> à d = 1,75  
Chasse = 38 m<sup>3</sup> de boue

#### Deuxième étage (1344 - 1041 m)

Tentatives d'ouverture de la DV inférieure infructueuses.  
Deuxième étage non cimenté.

#### Troisième étage (1041 - 0 m)

Tentatives d'ouverture de la DV supérieure infructueuses  
Troisième étage non cimenté.

#### Test de l'annulaire et qualité de la cimentation

L'annulaire est testé à 60 bar au moyen du groupe HALLIBURTON aucune perte n'est constatée.

Après reforage de chaque DV et avant reforage du sabot, l'étanchéité de la colonne est vérifiée.

Un CBL - VD (cement bond log avec densité variable) montre une cimentation satisfaisante depuis le sabot du tubage jusqu'à 1400 m.

COLONNE 13"3/8

Ø	Poids (lbs/ft)	Epaisseur (mm)	Filtage	Grade	Longueur utilisée (m)
13"3/8	54,5	9,65	API	K55	460,70

Côte sabot = - 464,00 m  
 Tête casing = - 2,44 m

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)	N°	Longueur (m)	Longueur cumulée(m)
Sabot	0,39	0,39	25	9,25	259,50
1	12,66	13,05	26	9,58	269,08
2	13,05	26,10	27	9,95	279,03
Anneau	0,47	26,57	28	9,89	288,92
3	13,22	39,79	29	9,88	298,80
4	12,89	52,68	30	9,61	308,41
5	12,86	65,54	31	9,69	318,10
6	12,30	77,84	32	13,26	331,36
7	12,34	90,18	33	9,47	340,83
8	9,52	99,70	34	9,62	350,45
9	9,51	109,21	35	9,22	359,67
10	9,76	118,97	36	8,94	368,61
11	9,50	128,47	37	12,27	380,88
12	9,55	138,02	38	9,26	390,14
13	8,83	146,85	39	9,02	399,16
14	9,37	156,22	40	9,95	409,11
15	9,64	165,87	41	9,13	418,24
16	9,01	174,86	42	9,07	427,31
17	9,62	184,49	43	9,34	436,65
18	9,21	193,70	44	11,99	448,64
19	9,23	202,93	45	12,92	461,56
20	9,23	212,16			
21	9,67	221,83			
22	9,66	231,49			
23	9,17	240,66			
24	9,59	250,25			

COLONNE 9"5/8

Ø	Poids (lbs/ft)	Epaisseur (mm)	Filtage	Grade	Longueur utilisée (m)
9"5/8	36	8,94	API	K55	676,96 m

Côte sabot = - 1090,00 m

Côte hanger = - 411,00 m

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée (m)	N°	Longueur (m)	Longueur cumulée (m)
Sabot	0,56	0,56	33	12,86	393,48
1	12,85	13,41	34	13,06	406,54
2	12,80	26,21	35	12,79	419,33
Anneau	0,48	26,69	36	10,15	429,48
3	10,04	36,73	37	9,54	439,02
4	10,37	47,10	38	9,38	448,40
5	10,03	57,13	39	13,08	461,48
6	10,04	67,17	40	13,05	474,53
7	9,74	76,91	41	12,90	487,43
8	9,57	86,48	42	12,69	500,12
9	9,84	96,32	43	13,40	513,52
10	9,65	105,97	44	9,50	523,02
11	10,21	116,18	45	10,17	533,19
12	10,21	126,39	46	10,17	543,36
13	10,18	136,57	47	10,09	553,45
14	10,21	146,78	48	10,17	563,62
15	13,26	160,04	49	10,04	573,66
16	12,72	172,76	50	10,07	583,73
17	12,86	185,62	51	10,15	593,88
18	13,01	198,63	52	10,19	604,07
19	12,68	211,31	53	10,04	614,11
20	13,14	224,45	54	9,73	623,84
21	12,87	237,32	55	9,54	633,38
22	13,14	250,46	56	8,71	642,09
23	13,27	263,73	57	8,83	650,92
24	12,84	276,57	58	9,18	660,10
25	13,19	289,76	59	9,02	669,12
26	13,33	303,09	60	8,88	678,00
27	13,08	316,17	Hanger	1,00	679,00
28	13,24	329,41			
29	12,70	342,11			
30	12,67	354,78			
31	12,99	367,77			
32	13,05	380,82			

COLONNE 7"

Ø	Poids (lbs/ft)	Epaisseur (mm)	Filtage	Grade	Longueur utilisée (m)
7"	26	9,19	VAM	K55	1888,74

Côte sabot = - 1891,92 m

Tête casing = - 0,61 m, puis coupé dans casing head

N°	Longueur : (m)	Longueur cumulée (m)	N°	Longueur (m)	Longueur cumulée (m)
Sabot	0,32	0,32			
1	12,62	12,94	37	12,89	446,92
2	12,69	25,63	38	12,30	459,22
Anneau	0,85	26,48	39	12,47	471,69
3	9,51	35,99	40	12,77	484,46
4	9,40	45,39	41	12,46	496,92
5	11,90	57,29	42	12,67	509,59
6	12,60	69,89	43	12,37	521,96
7	12,69	82,58	44	12,71	534,67
8	12,24	94,82	45	12,61	547,28
9	12,32	107,14	DV	0,70	547,98
10	12,29	119,43	46	12,65	560,63
11	12,87	132,30	47	12,39	573,02
12	12,68	144,98	48	12,52	585,54
13	12,31	157,29	49	12,47	598,01
14	12,73	170,02	50	11,87	609,88
15	9,54	179,56	51	11,31	621,19
16	9,60	189,16	52	12,51	633,70
17	9,38	198,54	53	12,61	646,31
18	9,47	208,01	54	12,64	658,95
19	12,38	220,39	55	12,48	671,43
20	12,85	233,24	56	12,89	684,32
21	12,63	245,87	57	12,78	697,10
22	12,38	258,25	58	12,61	709,71
23	12,74	270,99	59	12,51	722,22
24	12,69	283,68	60	12,93	735,15
25	12,02	295,70	61	12,51	747,66
26	12,53	308,23	62	12,62	760,28
27	12,33	320,56	63	12,95	773,23
28	12,39	332,95	64	13,00	786,23
29	12,40	345,35	65	12,73	798,96
30	12,75	358,10	66	12,57	811,53
31	12,64	370,74	67	12,89	824,42
32	12,53	383,27	68	12,66	837,08
33	12,72	395,99	69	13,12	850,20
34	12,62	408,61	DV	0,70	850,90
35	12,82	421,43	70	12,10	863,00
36	12,60	434,03	71	13,02	876,02

N°	Longueur (m)	Longueur cumulée (m)	N°	Longueur (m)	Longueur cumulée (m)
72	12,43	888,45	113	12,46	1390,37
73	12,90	901,35	114	12,71	1403,08
74	12,64	913,99	115	12,36	1415,44
75	12,75	926,74	116	12,91	1428,35
76	12,61	939,35	117	12,49	1440,84
77	9,65	949,00	118	12,77	1453,61
78	9,53	958,53	119	12,74	1466,35
79	9,70	968,23	120	11,67	1478,02
80	9,40	977,63	121	12,30	1490,32
81	9,43	987,06	122	12,61	1502,93
82	12,68	999,74	123	12,54	1515,47
83	12,97	1012,71	124	12,57	1528,04
84	12,36	1025,07	125	12,62	1540,66
85	12,97	1038,04	126	12,25	1552,91
86	12,68	1050,72	127	12,31	1565,22
87	12,82	1063,54	128	12,29	1577,51
88	12,56	1076,10	129	12,48	1589,99
89	12,44	1088,54	130	12,81	1602,80
90	12,89	1101,43	131	12,53	1615,33
91	12,53	1113,96	132	12,41	1627,74
92	12,73	1126,69	133	12,37	1640,11
93	12,43	1139,12	134	12,43	1652,54
94	12,65	1151,77	135	12,43	1664,97
95	12,61	1164,38	136	12,64	1677,61
96	12,84	1177,22	137	12,67	1690,28
97	12,41	1189,63	138	12,67	1702,95
98	12,84	1202,47	139	12,68	1715,63
99	12,68	1215,15	140	12,68	1728,31
100	12,75	1227,90	141	12,28	1740,59
101	12,74	1240,64	142	12,24	1752,83
102	12,73	1253,37	143	12,67	1765,50
103	12,70	1266,07	144	12,52	1778,02
104	12,60	1278,67	145	12,66	1790,68
105	12,59	1291,26	146	12,37	1803,05
106	12,35	1303,61	147	12,11	1815,16
107	12,31	1315,92	148	12,43	1827,59
108	12,43	1328,35	149	12,92	1840,51
109	12,78	1341,13	150	12,76	1853,27
110	12,27	1353,40	151	12,42	1865,69
111	12,09	1365,49	152	12,60	1878,29
112	12,42	1377,91	153	13,02	1891,31

## VI - BOUES DE FORAGE

La société IMCO SERVICES a fourni les produits, le laboratoire et le personnel spécialisé dans la fabrication des boues de forages.

Les caractéristiques des boues ainsi que les consommations des produits sont données ci-après, phase par phase.

### 6. 1 - Phase 17"1/2 (0 - 465 m)

Forage des formations tertiaires à la boue bentonitique simple. Traitement mécanique et dilution à l'eau dans la craie.

densité = 1,18  
viscosité = 45  
filtrat = non contrôlé

Volume de boue fabriqué au cours de la phase = 95 m<sup>3</sup>

### 6. 2 - Phase 12"1/4 (465 - 1090 m)

Forage de la phase avec une partie de la boue de la phase précédente modifiée par adjonction de polymères.

Les caractéristiques de la boue sont contrôlées pour obtenir :

densité = 1,08-1,12 maximum  
viscosité = 40 - 45  
filtrat = 8 - 9

La densité est maintenue par traitement mécanique poussé.

Volume total de boue fabriqué : 198 m<sup>3</sup>

### 6. 3 - Phase 8"1/2 (1090 - 1892 m)

Forage de la phase à la boue aux polymères à support bentonitique, identique à celle de la phase précédente. Toutefois les caractéristiques de cette boue sont ajustées en permanence pour obtenir :

densité = inférieure à 1,10  
viscosité = 45 - 50  
filtrat = 6 - 8

La boue est traitée lors des contaminations occasionnées par la cimentation des tubages.

Volume total de boue fabriqué = 190 m<sup>3</sup>

Fabrication de 7 m<sup>3</sup> de fluid spacer (d = 1,35) pour la cimentation du tubage 7".

6 - 4. Phase 6" (1892 - 2065 m)

Forage du réservoir avec un fluide à base de polymères dégradable. Densité obtenue avec du sel.

densité = 1,05  
viscosité = 40  
filtrat = non contrôlé

Volume total de boue fabriqué = 70 m<sup>3</sup>

CONSOMMATION DES PRODUITS DE BOUE

pendant les phases de forage

PRODUITS	U	Phase 17"1/2	Phase 12"1/4	Phase 8"1/2	Phase 6"	TOTAL
Eau de fabrication	m <sup>3</sup>	95	198	190	70	553
Imcogel	T	12,35	2,8	2,7		17,850
Aniocel	T		0,725	1,05		1,775
Soude	T	0,6	0,3	0,4		1,300
Paraformaldehyde	T		0,12	0,12	0,06	0,300
C M C L V T	T		0,4	1,325		1,725
RD 2000	T		0,1	0,55		0,650
Imco MD	l		2,50	150		400
Lubrikleen	l		200	400		600
Baryte	T			9		9,000
Chaux	T			0,05		0,050
Bicarbonate	T			1,85		1,850
Bevaloïd	l			80		80
Flogel	T				0,45	0,450
Sel	T				6,3	6,300
Pertes terrains	m <sup>3</sup>			8		8
Pertes surfaces	m <sup>3</sup>		43	67		110
Ejection	m <sup>3</sup>	74	8	283	70	435

## VII - DIAGRAPHIES

Pendant la réalisation de l'ouvrage, des diagraphies ont été exécutées par la société SPE SCHLUMBERGER de façon à préciser les paramètres géologiques et physiques déterminant la construction de l'ouvrage et la qualité des roches traversées.

1 - Avant la pose du tubage 7"

Gamma-ray (500 - 1891m)  
Double diamètreur (1090 - 1891 m)

2 - Après la pose du tubage 7"

Cement bond log (1090 - 1890 m) avec densité variable

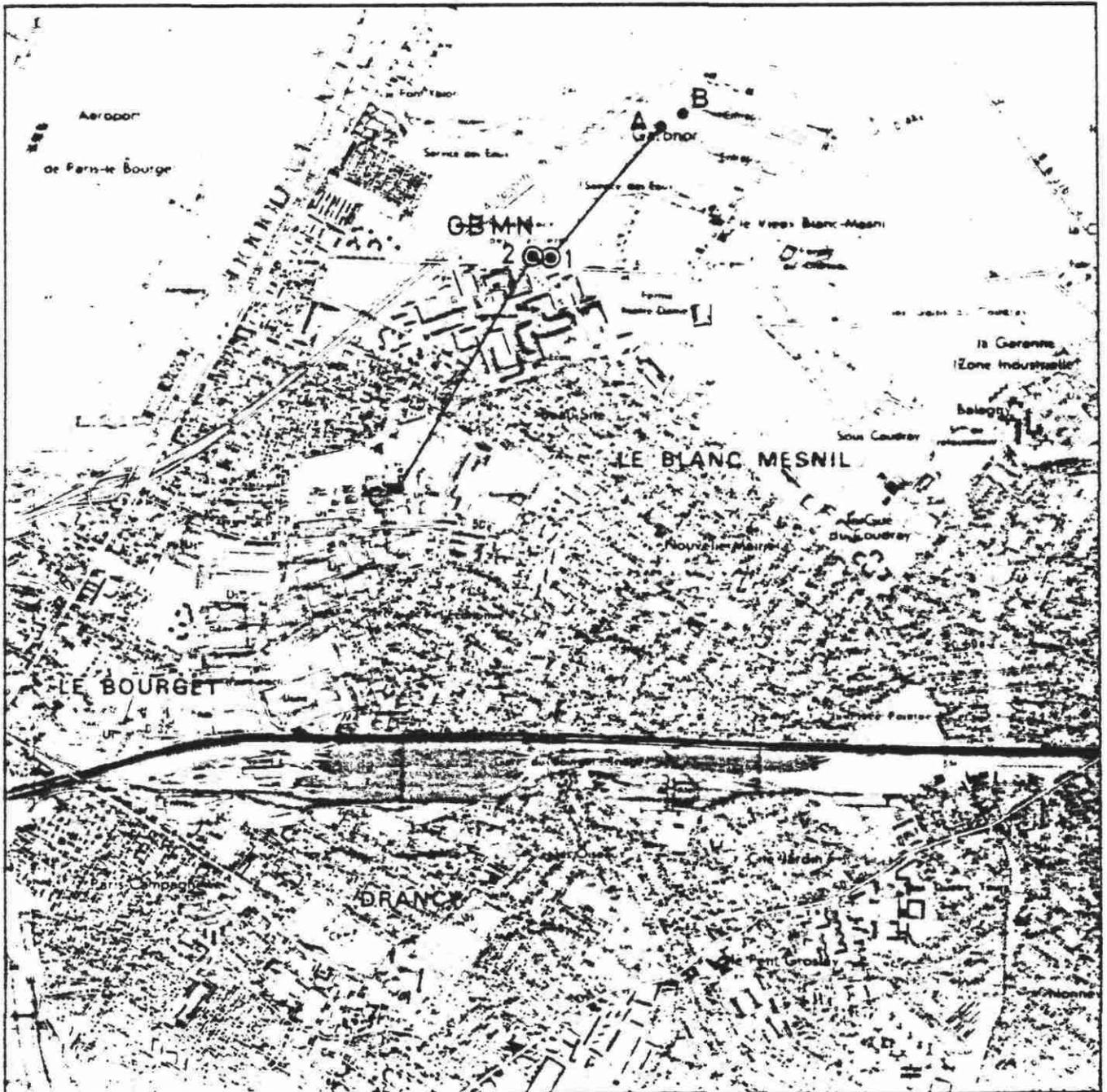
3 - Dans le réservoir

Gamma-ray (1892 - 2064 m)  
Densité des formations (1892 - 2064 m)

DEUXIEME PARTIE

RAPPORT GEOLOGIQUE

### Forage géothermique du Blanc-Mesnil 1 (GBMN1)



Echelle 1/25 000

**Remarques :**

1 - A : Situation du forage au toit du réservoir:

Coordonnées approximatives :  $\begin{cases} x = 609,197 \\ y = 139,461 \\ z = -1627,50 \text{ m NGF} \end{cases}$

2 - B : Situation du fond du forage:

Coordonnées approximatives :  $\begin{cases} x = 609,261 \\ y = 139,508 \\ z = -1770,90 \text{ m NGF} \end{cases}$

3 - C : Situation approximative du fond du forage GBMN2

GBMN1

I. - INTRODUCTION (rappel de l'objectif)

Le forage géothermique au BLANC MESNIL 1 (GBMN 1) est le forage de production d'un doublet de forage exploitant l'aquifère du Dogger pour le compte de S.E.A.P.E.A. qui a donné délégation de maîtrise d'ouvrage à S.O.D.E.D.A.T 93 pour la réalisation des travaux.

Le forage a été réalisé du 26.11.82 au 30.12.82. C'est un puits dévié à partir de 519 m. L'angle maximum de déviation est de 40° mesuré à 1481 m dévié. L'angle de déviation moyen est compris entre 33 et 37°. L'azimut magnétique moyen de la déviation est environ N 47° E.

L'ouvrage a été implanté au Nord de la Commune de LE BLANC MESNIL sur le lieu dit "La Pièce des Carrières", situé en bordure sud de l'auto-route A.1. L'accès à cet endroit s'effectue par l'avenue de Descartes (Cf. fig. N° 1).

Ses coordonnées approximatives sont :

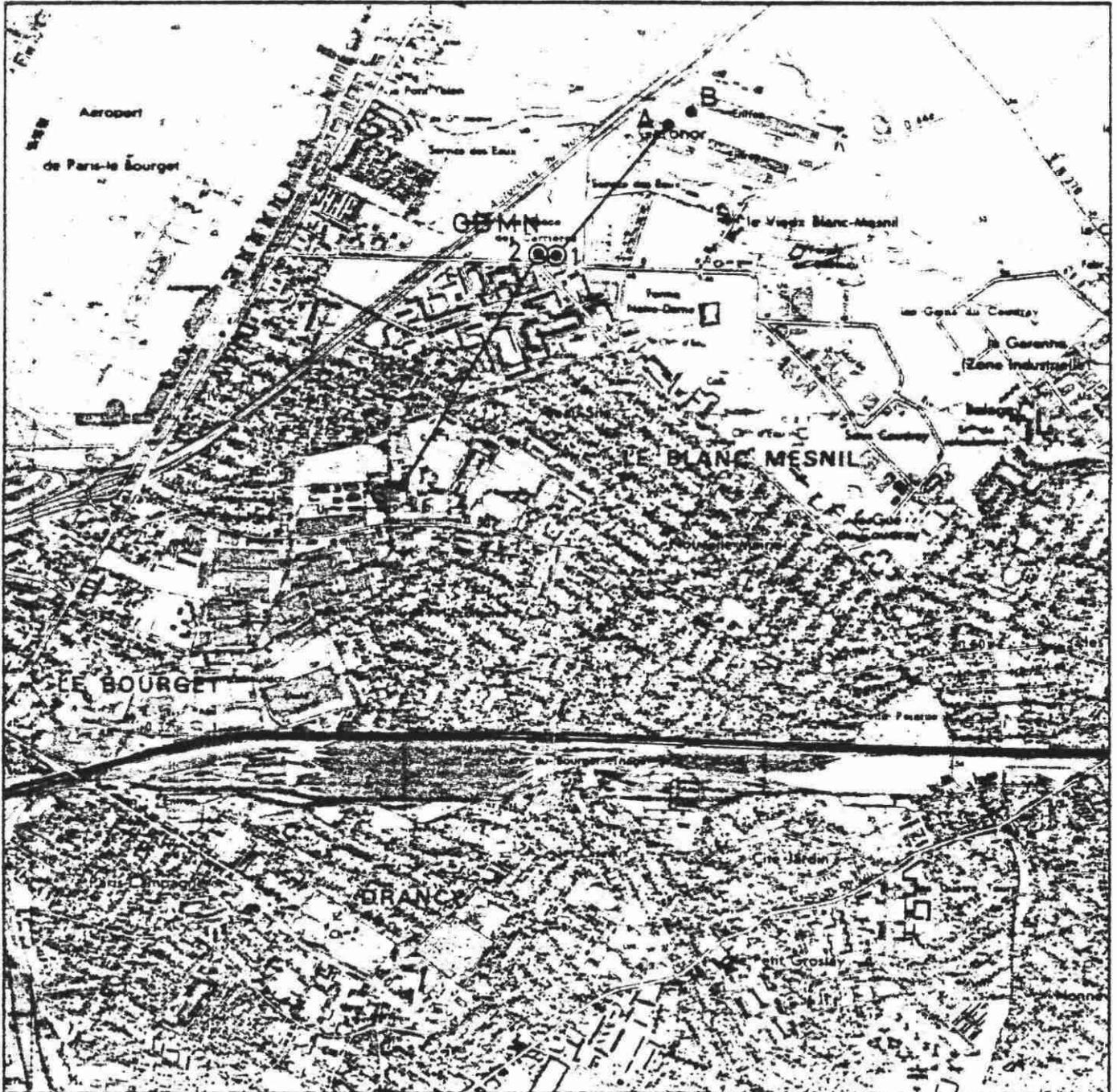
$$x = 608,71$$

$$y = 138,919$$

$$z \text{ sol} = + 47,5 \text{ m NGF.}$$

Le toit des Calcaires du Bathonien (formant l'aquifère du Dogger) prévu à la cote verticale de 1662 m par rapport au sol, soit - 1615 m NGF, a été atteint à 1669,75 m.

### Forage géothermique du Blanc-Mesnil 1 (GBMN1)



Echelle 1/25 000

**Remarques :**

1 \_ A : Situation du forage au toit du réservoir:

Coordonnées approximatives :  $\begin{cases} x = 609,197 \\ y = 139,461 \\ z = -1627,50 \text{ m NGF} \end{cases}$

2 \_ B : Situation du fond du forage:

Coordonnées approximatives :  $\begin{cases} x = 609,261 \\ y = 139,508 \\ z = -1770,90 \text{ m NGF} \end{cases}$

3 \_ C : Situation approximative du fond du forage GBMN2

Les coordonnées approximatives du forage au toit du réservoir  
sont :

$$x = 609,197$$

$$y = 139,461$$

$$z = - 1627,5 \text{ NGF.}$$

Les coordonnées approximatives du fond du forage sont :

$$x = 609,261$$

$$y = 139,508.$$

$$z = - 1770,9 \text{ NGF.}$$

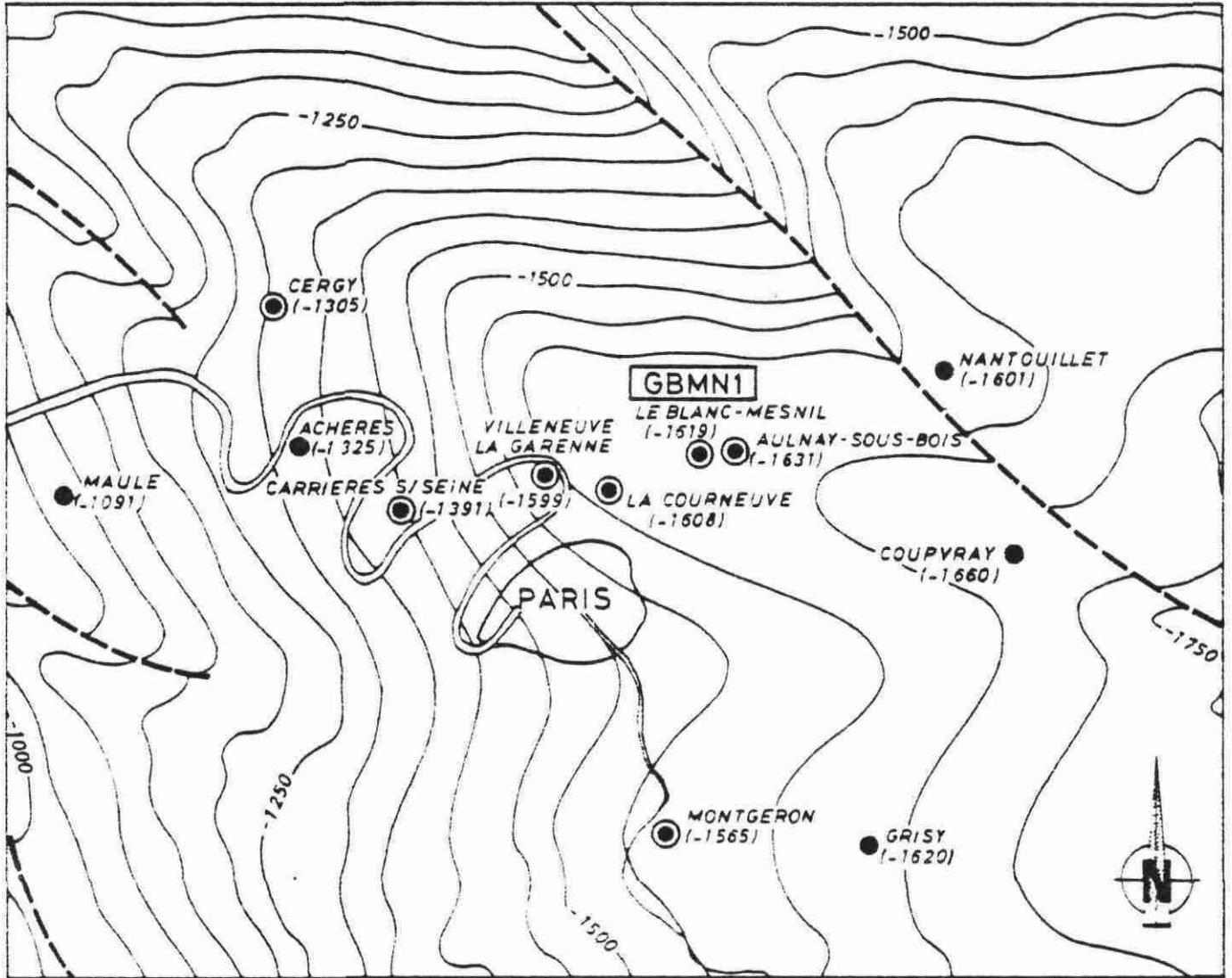
## II. - CONTEXTE GEOLOGIQUE

Au plan structural, le site d'implantation du forage GEMN 1 se trouve pratiquement au droit de l'axe du synclinal d'Aulnay-Sous-Bois (Cf. fig. n° 2).

A cet endroit, le Dogger est constitué de Calcaire oolithique ou de Calcarénite bioclastique et oolithique. L'ensemble constitue un faciès de "barrière plus ou moins émergée". (Cf. fig. n° 3).

### Forage géothermique du Blanc-Mesnil (GBMN1)

Situation du forage d'après la carte des isobathes du toit du Dogger par F.HERITIER et J.VILLEMIN corrigée à l'aide des résultats recueillis lors de la réalisation du forage d'Aulnay-sous-Bois



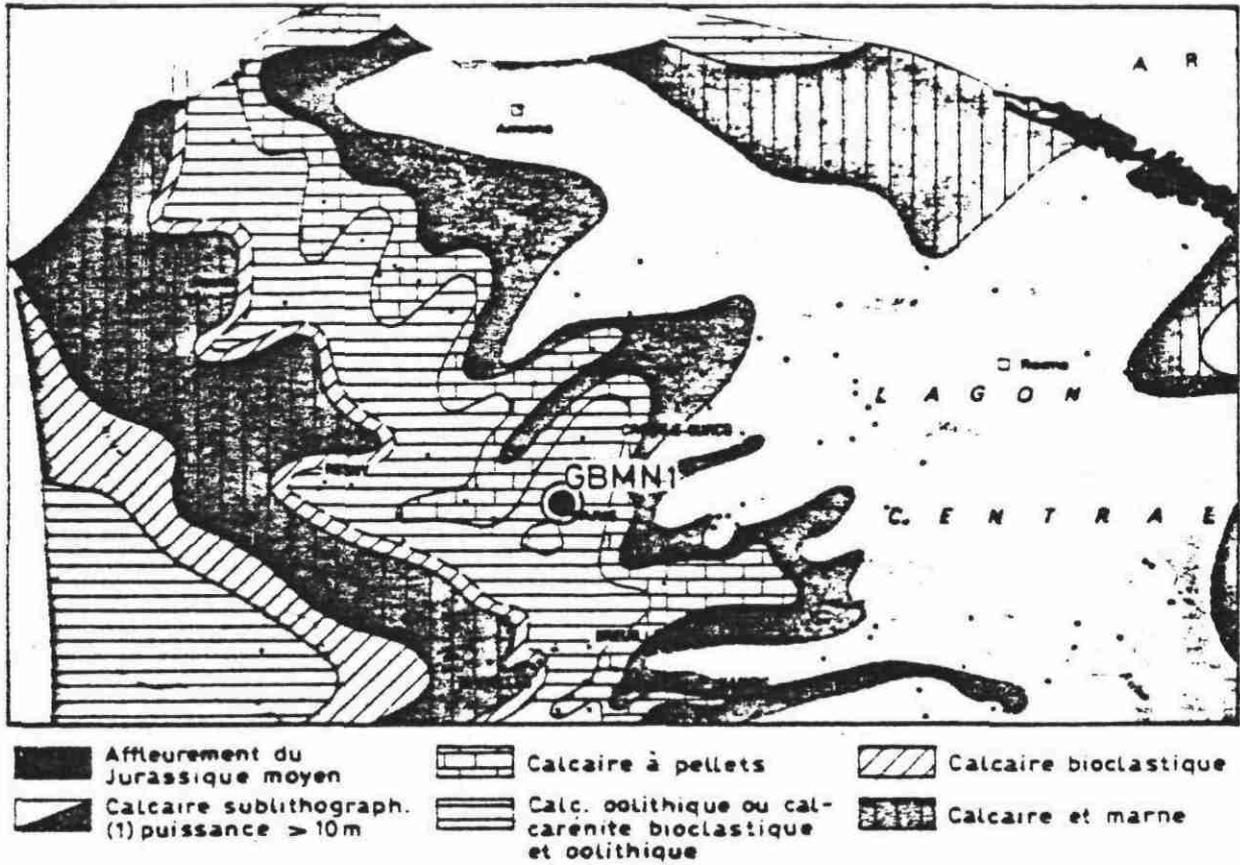
--- Faille      ● Puits géothermique      ● Forage de recherche pétrolière

Echelle 1/500 000

### Forage géothermique du Blanc-Mesnil (GBMN1)

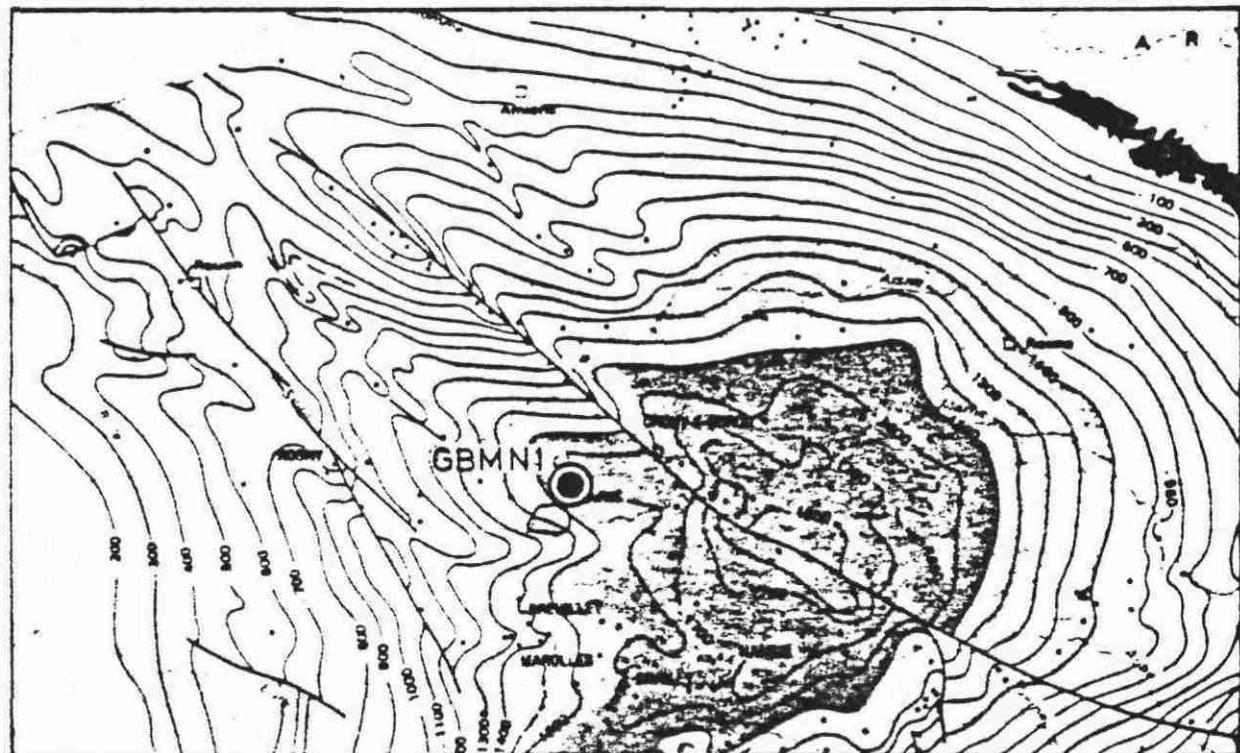
Situation du forage d'après la carte "Ecorché des faciès au sommet de la séquence 3", documents SNEA (P)

Echelle 1/2 000 000



Situation du forage d'après la carte des isobathes du toit du Dogger, par F.HERITIER et J.VILLEMIN

Echelle 1/2 000 000



### III. - PRINCIPAUX RESULTATS GEOLOGIQUES.

#### 3.1 - DOCUMENTS FOURNIS.

En annexe, est donné le log final du chantier à l'échelle 1/500, fournissant :

- les paramètres de forage = vitesse d'avancement, y compris l'utilisation des différents types d'outils.
- une description lithologique de l'échantillonnage
- une coupe lithostratigraphique interprétée.

La coupe lithostratigraphique résumée, ainsi que la coupe technique avec indication des opérations de reconnaissance annexes (diagraphies), sont représentées en figure 4.

La surveillance géologique a été effectuée à partir de 1094 m. Ainsi les terrains sus-jacents à cette profondeur déjà reconnus et étudiés lors du forage d'injection GEMN 2, n'ont pas été décrits.

Le tableau 1 fournit les profondeurs, les cotes et les épaisseurs des formations géologiques traversées par le forage GEMN 1.

-- LE BLANC MESNIL - GBMN 1 --

Tableau des profondeurs, cotes et épaisseurs  
des formations après reconnaissance.

Tableau 1.

Formation	Profondeur du Toit des formations Sol (m)		Cote NGF	Epaisseur (m)
	Totale	Verticale		
PARTIE NON ECHANTILLONNEE				
Portlandien				
Kimméridgien	1237	1132,5	- 1085,5	133,5
Séquanien	1399	1266	- 1219	103
Rauracien	1531	1369	- 1322	101
Argovien	1658	1470	- 1423	97
Oxfordien	1774	1567	- 1520	58
Callovien	1841	1625	- 1578	44,75
Bathonien	1892	1674,5	- 1627,5	traversé sur 144,43 m.

### 3.2. - OBSERVATION SUR LES PREVISIONS.

-----

Afin d'établir des corrélations avec les forages géothermiques voisins, le tableau 2 indique les différentes profondeurs déviées et verticales et cotes auxquelles les différents étages chronostratigraphiques ont été rencontrés. Ces étages ont été définis par des corrélations avec les forages géothermiques d'Aulnay-Sous-Bois, effectués à partir des études des diagraphies différées et notamment le Gamma-Ray (diagraphie de la radio-activité naturelle des roches).

Dans l'ensemble de l'épaisseur échantillonnée, les séries rencontrées sont très semblables à celles déjà connues dans les forages voisins d'Aulnay-Sous-Bois.

Le tableau 2 permet de comparer les profondeurs prévues et les profondeurs réelles. Le Dogger a été atteint à la profondeur 1674,5 m (vertical) soit 12,5 m plus bas que prévu. Les autres formations ont été trouvées plus hautes du Portlandien au Rauracien et plus basses pour les formations antérieures, c'est à dire plus profondes.

GEM 1

Tableau des profondeurs comparées.

Tableau 2.

Etages et Formations.	Profondeur verticale du toit/sol (m)		Ecart des profondeurs constatés (m)
	Coupe prévisionnelle	Coupe réelle	
PARTIE NON ECHANTILLONNÉE			
Portlandien	1017	-	-
Kimméridgien	1137	1132,5	- 4,5
Séquanien	1277	1266	- 11
Rauracien	1372	1369	- 3
Argovien	1467	1470	+ 3
Oxfordien	-	1567	-
Callovien	1622	1625	+ 3
Bathonien	1662	1674,5	+ 12,5

#### IV. - ETUDE DU RESERVOIR.

Dans ce chapitre, les cotes des différents niveaux étudiés correspondent aux cotes données par les foreurs et le diagramme d'avancement.

Ces cotes sont équivalentes de celles mesurées lors des diagraphies de production. La cote du tubage 7" a été estimée respectivement à 1897,7 m par des sondeurs, à 1897,5 m par l'unité Copgo-hunting qui a réalisé les diagraphies de production et à 1896 m par l'unité Schlumberger qui a affectué les diagraphies de fin de forage.

Le Bathonien a été atteint à 1892 m (dévié) soit environ 1670 m (vertical).

Le forage a une profondeur totale déviée de - 2062 m correspondant à une profondeur verticale de - 1818,43 m.

Le sabot du tubage 7" est implanté à - 1897 m soit - 1674 m en cote verticale par rapport au sol.

Le Dogger est capté en trou nu, dévié, de diamètre 6", entre les cotes - 1897 et - 2062 m (- 1674,5 m à - 1818,43 m en vertical par rapport au sol), soit un découvert de 165 m de longueur totale correspondant à une hauteur verticale de 143,93 m.

#### 4.1. - DESCRIPTION LITHOLOGIQUE SOMMAIRE ET COUPE GEOLOGIQUE.

-----

Les descriptions lithologiques et la coupe géologique du réservoir ont été réalisées à partir : de l'analyse des déblais (cuttings), des diagraphies instantanées des paramètres de forages (avancement en mm/m) et des diagraphies différées suivantes : Gamma-Ray, CNL, FDC, Sonic, Latérolog deep et Latérolog shallow.

Du point de vue lithologique, le réservoir comprend deux grandes unités :

##### 4.1.1. - de 1897,7 à 1987 m à laquelle sont liés les niveaux productifs, va de la cote 1987 au pied du tubage 7".

Le faciès dominant est une calcarénite à ciment micritique abondant dont les éléments figurés sont des bioclastes et des gravelles. Des passées de roches plus indurée de 1 à 2 mètres d'épaisseur montrent une compacité plus forte bien décelable sur les diagraphies différées.

Ainsi, la combinaison des outils de densité, neutron et sonic donne une porosité totale de 5 % en moyenne à leur niveau et les outils électriques (Latérolog shallow et Latérolog deep) montrent une forte résistivité.

Le sommet du réservoir est constitué de Calcarénite à ciment sparitique et parfois micritique , ou argileuse. Les éléments constitutifs sont des bioclastes et des lithoclastes.

#### 4.1.1.1. - Les niveaux productifs.

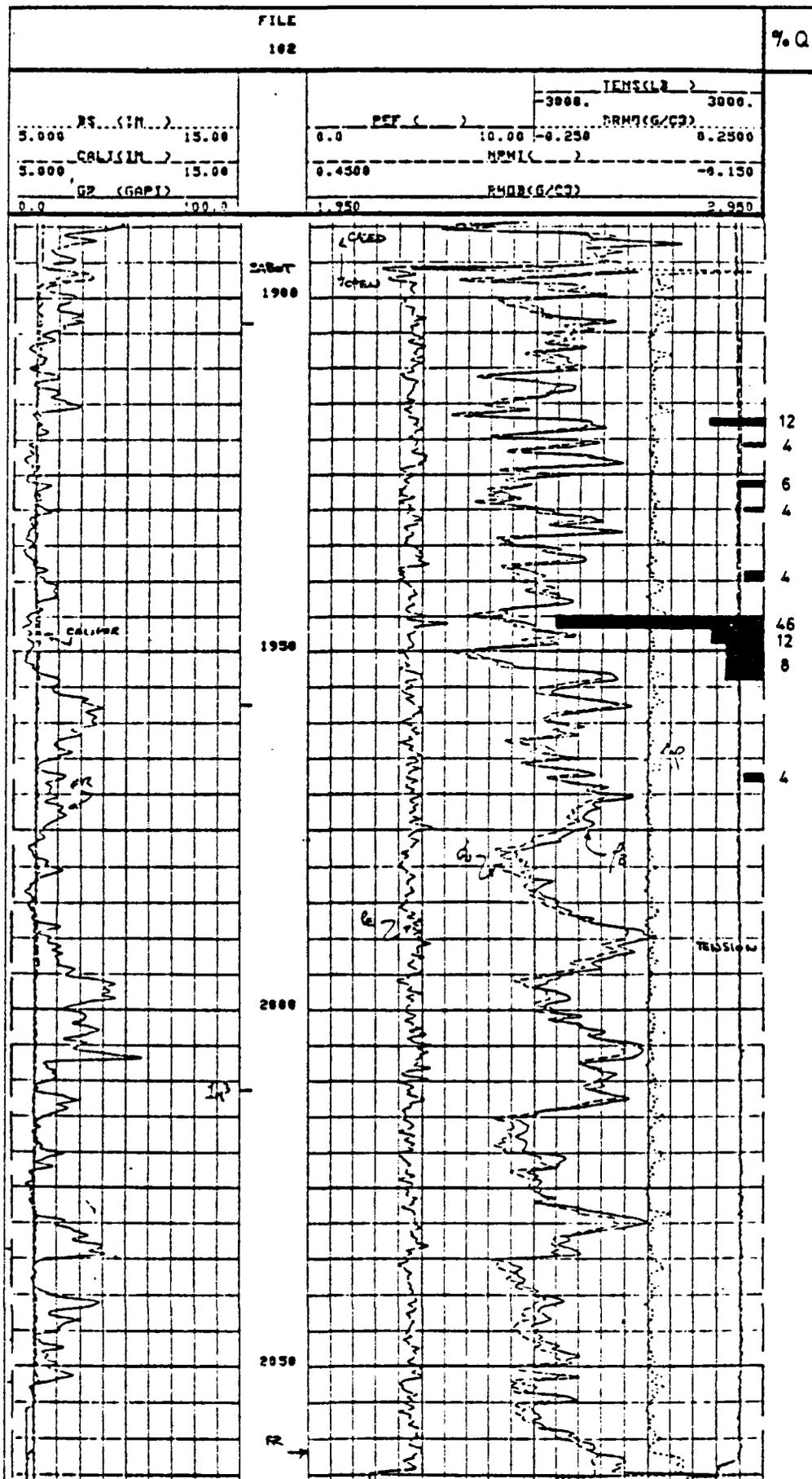
Neuf niveaux productifs ont été différenciés à l'aide des diagraphies de production (flowmètre et thermométrie).

Le tableau 3 permet d'établir la comparaison entre le produit  $\phi h$  (porosité par hauteur productrice) des différents niveaux productifs et le pourcentage de débit total du puits (% Q) lié à chacun de ces niveaux. La figure 5 replace les niveaux productifs dans un contexte de corrélation de diagraphies = Gamma-Ray, Neutron CNL et densité FDC.

Les niveaux productifs sont situés à des cotes où la lithologie et la porosité sont identiques à celles des ensembles stérils. On les trouve aussi bien dans les zones compactes que dans les zones non indurées, à cette réserve près, que le niveau le plus productif se situe dans un ensemble lithologique de faible compacité.

# Forage géothermique du Blanc-Mesnil 1 GBMN1

- Corrélation diagramme et représentation des niveaux producteurs



INTERPRETATION DES DIAGRAPHIES DE  
RESERVOIR ET DE PRODUCTION.

1. - DIAGRAPHIES DE PRODUCTION.

1.1. - Flowmètre.

- Enregistrement le 27.12.82
- Vitesse d'enregistrement = descente 20 m/mn
- Débit artésien moyen = 100 m<sup>3</sup>/ h
- Calage = 1897,5 m FLW = 1896 (FDC).

1.2. - Thermométrie.

- Enregistrement le 27.12.82
- Vitesse d'enregistrement = descente 5 m/mn
- Calage = 1897,5 m (TH) = 1897,5 m (FLW).

1.3. - Porosité F.D.C.

- Enregistrement le 23.12.82
- Calage sabot 7" = 1896 m (FDC) = 1897,7 m (sondeurs).

TABLEAU n° 3

N°	Profondeurs totales	h en m.	t/s	ΣQ	Thermo	Ø Porosité FDC		Ø. h
						g/cm <sup>3</sup>		
1	1917 - 1918	1	3	0,12	+	2,53	0,11	0,11
2	1920,5 - 1921	0,5	1	0,04	+	2,57	0,09	0,045
3	1926 - 1927	1	1,5	0,06	+	2,40	0,185	0,185
4	1929,75 - 1930,25	0,5	1	0,04	+	2,45	0,16	0,08
5	1938,5 - 1940	1,5	1	0,04	-	2,45	0,16	0,24
6	1945 - 1947	2	11,5	0,46	+	2,40	0,185	0,37
7	1947 - 1949	2	3	0,12	+	2,50	0,13	0,26
8	1949 - 1954	5	2	0,08	+	2,50	0,13	0,65
9	1967 - 1968	1	1	0,04	+	2,55	0,095	0,095
		14,5	25	100%				2,035

2 - Porosité moyenne =  $\emptyset m = \frac{\Sigma \emptyset h}{\Sigma h} = \frac{2,035}{14,5} = 0,14$  ; soit =  $\emptyset m = 14\%$ .

4.1.2. - de 1987 à 2062 m

Cette partie ne renferme aucun niveau productif. Elle est caractérisée par la présence d'oolithes rares dans une calcarénite à ciment micritique, compacte, à - 1987 m (dévié). Les oolithes sont visibles également dans les niveaux inférieurs jusqu'au fond du forage.

La présence d'une phase argileuse est sensible au sein du faciès dominant de cet ensemble qui est une calcarénite à ciment micritique à bioclastes, gravelles et oolithes. Le ciment de la roche est pâteux et la roche a un aspect crayeux.

Enfin, les passées de calcarénites compactes, décrites dans la partie supérieure, sont plus fréquentes et plus épaisses.

4.2. - CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES ET HYDRODYNAMIQUES DU RESERVOIR.

Le réservoir du Dogger qui sera utilisé pour l'exploitation du doublet du ELANC MESNIL et le fluide géothermal présentent au niveau du forage de production des caractéristiques résumées dans le tableau n° 4.

Le gradient géothermique est d'environ 3,3 ° c /100 m en prenant une température de 12° c pour la nappe phréatique.

V. - CONCLUSION

Le réservoir du Dogger qui sera utilisé pour l'exploitation du doublet de le BLANC MESNIL présente les caractéristiques suivantes :

TABLEAU DES CARACTERISTIQUES DU RESERVOIR ET DU FLUIDE GEOTHERMAL.

Sigle du forage	GMN 1
N° Indice de classement national	183 - 4 A - 90
Profondeur vertical des niveaux productifs.	de - 1914,5m à 1959 m
Nombre de niveaux producteurs	9
Epaisseur cumulée des niveaux productifs.	14,5 m
Porosité moyenne pondérée	14%
Transmissivité Horner (k - h) interprétation chantier	60 d.m
Température	Au sabot 7", en production à 95 m <sup>3</sup> /h = 68,5 °c.
Débit artésien	maximal - 188 m <sup>3</sup> /h
Pression artésienne en tête du puits.	stabilisée = 8,47 b.
Salinité	27g/l

Tableau n° 4.

GBMN2

I. - INTRODUCTION - (rappel d'Objectif).

Le forage géothermique de LE BLANC MESNIL 2 a été réalisé du 24.10.82 au 25.11.82 pour le compte de la S.E.A.P.F.A., qui a donné délégation de maîtrise d'ouvrage à S.C.D.E.DAT 93 pour la réalisation des travaux.

Le B.R.G.M. est Maître d'Œuvre pour les travaux du sous-sol. Deux forages déviés ont été réalisés à partir de la même plateforme.

Le sigle du forage est G.B.M.V.2. C'est un puits dévié à partir de 501 m environ. L'angle maximum de déviation est de 39° entre 826 m et 927m. L'angle moyen est de 35°. Dans le Dogger, la pente est de 35° environ.

C'est le puits d'injection du doublet géothermique dit de LE BLANC MESNIL. Il a été implanté à proximité Est de l'autoroute du Nord (A.1) et en bordure de l'Avenue Descartes. Les coordonnées approximatives sont :

- x - 608.696      - y - 138.920      - z - \*\* 47m,5

Voir en annexe les planches de situation 1 : 100.000 - 1 : 50.000 - 1 : 5.000.

Le niveau à capter était les Calcaires du Bathonien (Dogger) qui ont été atteints à la profondeur de - 1892 m soit à - 1666 m en vertical.

Coordonnées du toit du Dogger :

x - 608.194	Profondeur ** 1892 m (1666 m vert.)
y - 138.386	Déviatiion : ** 35°
z ** - 1620,9 NGF	Azimut géographie S 54,75 w.

Coordonnées du fond de trou :

x - 608.111	
y - 138.329	
z ** - 1761,8 NGF	Profondeur ** 2065 m (1810 m vert.)

L'ensemble des échantillons à fait l'objet d'une description à la loupe binoculaire. Les résultats sont présentés en annexe.

## II. - CONTEXTE GEOLOGIQUE.

Le forage du BLANC-MESNIL 2 est situé entre le forage d'Aulnay-sous-Bois et de la Courneuve Nord.

Les résultats de la réalisation du forage d'Aulnay-sous-Bois ont permis de préciser la carte des isobathes du toit du Dogger. De l'Ouest vers l'Est, la profondeur s'accroît depuis le forage de Maule jusqu'à celui de Villeneuve-la-Garenne puis la Courneuve. Au-delà un replat s'étend jusqu'à la faille du Pays de Bray.

Le forage est situé sur l'axe de la dépression d'Aulnay-sous-Bois et au droit de la zone "Calcaire oolithique ou calcarénite bioclastique et oolithique", en ce qui concerne le Jurassique moyen.

### III. - PRINCIPAUX RESULTATS GEOLOGIQUES.

#### 3.1. - DOCUMENTS FOURNIS.

En annexe, planche hors texte, est donné le log final à l'échelle 1/500, indiquant : le paramètre de forage (type, numéro et diamètre de l'outil, longueur forée par l'outil et temps, poids sur l'outil, vitesse de rotation, débit de la boue et type de boue), les vitesses d'avance sont en minutes par mètre, la description lithologique de l'échantillonnage et la calcimétrie, une diagraphie de corrélation (Gamma Ray ou radioactivité naturelle) et la coupe lithostratigraphique interprétée.

En planche 1 - texte- est donnée une coupe géologique et technique résumée ainsi que les opérations annexes consistant essentiellement en diagraphies différées : FDC (Densité des formations), BGL (géométrie du sondage, double diamètre), CBL (contrôle de cimentation).

La surveillance géologique assurée sur le terrain par la société GEOD'OC a débuté le 30.10.82 à la profondeur de 465 m dans la formation crayeuse du crétacé supérieur (Turonien). Les terrains traversés jusqu'à cette profondeur, et déjà bien connus sur (GAY - 1), n'ont pas été décrits faute de déblais.

Le tableau 1 fournit les profondeurs déviées et verticales les cotes et les épaisseurs des formations géologiques, traversées par le forage GEMN 2, afin d'établir des corrélations avec les sondages géothermiques voisins.

Les différentes profondeurs de calage du Sabot 7" sont les suivantes :

- profondeurs foreur : - 1891 m dévié
- profondeurs diagraphies différées : FDC = 1891,5 m
- profondeurs diagraphies différées : thermométrie, débit mètre = 1891,2 et 1891 m.

-- LE BLANC MESNIL --

Tableau des profondeurs, cotes et épaisseurs  
des formations après reconnaissance.

Tableau 1.

Formation	Profondeur sol (m)		Cote NGF	Épaisseurs (m)
	totale	vert.		
			Z s = 47 m	
Tertiaire				
Turonien				
Cénomannien	657	649	- 602	58
Gault	735	717	- 670	31
Sables verts	Albo- Aptien	771	- 701	107
Barrémien		905	855	- 808
Néocomien	940	882	- 835	106
Purbeckien	1074	988	- 941	15
Portlandien	1093	1003	- 956	124
Kimméridgien	1246	1127	- 1080	135
Séquanien	1404	1262	- 1215	100
Rauracien	1520	1362	- 1315	91
Argovien	1643	1453	- 1406	99
Oxfordien	1750	1552	- 1505	71
Callovien	1838	1626	- 1579	40
	1892	1666	- 1619	144
Dogger	2065	1810	- 1769	

reconnue

3.2. - OBSERVATIONS SUR LES PREVISIONS.

Le tableau 2 présenté ci-dessous permet de comparer les profondeurs verticales prévues avec les profondeurs réelles. Les écarts sont très faibles et inférieurs à 2%.

Le Dogger a été atteint à 4 m plus bas que prévu pour une profondeur totale de 1622 m. Il s'agit donc d'une excellente prévision.

- Tableau des profondeurs comparées. -

Tableau 2.

	Profondeur du toit (m)		Ecart des profondeurs constatées (m)	
	Coupe prévisionnelle			Coupe réelle
	Prof. vert.	Cotes		
Tertiaire				
Turonien	497	450		
Cénomanién	637	590	649 - 12	
Gault	} Albo- Aptien	707	717 - 10	
Sables verts		752	748 + 4	
Barrémien	{	837	790 855 - 17	
Néocomien	{		882	
Purbeckien	{	992	945 988 + 4	
Portlandien	{	1012	970 1003 + 9	
Kimmeridgien	{	1137	1030 1127 + 10	
Séquanien	{	1277	1230 1262 + 15	
Rauracien	{	1372	1325 1362 + 10	
Argovien	{	1467	1420 1453 + 14	
Oxfordien	{		1552	
Cablovien	{	1622	1575 1626 - 4	
Dogger	{	1662	1615 1666 - 4	
	{	1812	1765 1810 + 2	

### 3.3. - UNITES LITHOSTRATIGRAPHIQUES

-----

Ces unités, dites aussi parastratigraphiques sont des subdivisions provisoires, parfois arbitraires établies à partir de repères identifiables sur diagraphies (GRL) et corrélables à l'échelle régionale.

La lithologie et les limites des différentes séries stratigraphiques traversées par le forage de LE BLANC MESNIL données sur le log de fin de sondage au 1/500 (voir annexe) ont été comparées à celles des forages voisins (Villeneuve la Garenne V.6), La Courneuve Sud (GLCS 1) et Aulnay-sous-Bois (GAY 1). L'ensemble des profondeurs cotes et épaisseurs sont rassemblées sur le tableau 3 suivant, afin de pouvoir mieux distinguer l'évolutions des épaisseurs, les faciès étant généralement analogues.

Pour le Crétacé, les variations d'épaisseur des étages sont peu importantes et le plus souvent dues aux difficultés d'appréciation des limites stratigraphiques à l'aide du Gamma Ray. En effet cette remarque est justifiée puisque les épaisseurs des SERIES (c'est à dire le cumul des épaisseurs d'étage) sont sensiblement égales en ce qui concerne le Crétacé inférieur et Jurassique supérieur. Pour le Crétacé moyen des variations d'épaisseurs affectent le Gault et les Sables Verts avec une augmentation d'épaisseur d'Ouest en Est.

Stratigraphie	V.G. Epais. (m)	GLCS 1 Epais. (m)	GBMN 2 Epais. (m)	GAY 1 Epais. (m)
Crétacé moyen	198	185	206	215
Crétacé inf.	121	130	133	130
Jurassique Sup.	649	644	638	637

TABEAU DES CORRELATIONS GEOLOGIQUES.

STRATIGRAPHIE		Villeneuve La Garenne V.G.			GLCS 1.			Le Blanc Mesnil 2 GBMN 2.			Aulnay-sous-Bois GAV 1.		
		Prof.	Cote NGF	Epais.	Prof.	Cote NGF	Epais.	Prof.	Cote NGF	Epais.	Prof.	Cote NGF	Epais.
Récant et TERTIAIRE			+ 32	121	0	+ 35	138				0	+ 56	140
CRETACE SUP.	Sénonien	121	- 89	378	138	- 103	369				140	- 84	385
	Turonien	499	- 467	125	507	- 472	138				525	- 469	135
CRETACE MOYEN	Cénomarien	624	- 592	50	645	- 610	60	649	- 602	68	660	- 604	65
	"Gault"	674	- 642	39	705	- 670	33	717	- 670	31	725	- 669	37
	Albien-Aptien Sables Verts	713	- 681	109	738	- 703	92	748	- 701	107	762	- 706	113
				T=198			T=185			T= 206			T=215
CRETACE INF.	Barrémien	822	- 790	37	830	- 795	40	855	- 808	27	875	- 819	40
	Néocomien- Wealdien	859	- 827	84	870	- 835	90	882	- 835	106	915	- 859	90
				T=121			T=130			T=133			T=130
JURASSIQUE SUPERIEUR	Purbeckien	943	- 911	27	960	- 925	25	988	- 941	15	1005	- 949	27
	Portlandien	970	- 938	122	985	- 950	121	1003	- 956	124	1032	- 976	116
	Kimmeridgien	1092	- 1060	155	1106	- 1071	152	1127	- 1080	135	1148	- 1092	132
	Séquanien	1247	- 1215	116	1258	- 1223	93	1262	- 1215	100	1280	- 1224	105
	Rauracien	1363	- 1331	71	1351	- 1316	94	1362	- 1315	91	1385	- 1329	100
	Argovien	1434	- 1402	88	1445	- 1410	95	1453	- 1406	99	1485	- 1429	99
	Oxfordien SS.	1522	- 1490	70	1540	- 1505	64	1552	- 1505	74	1582	- 1526	60
				T=649			T=644			T=638			T=637
JURASSIQUE MOYEN	Callovien	1592	- 1560	39	1604	- 1569	39	1626	- 1579	40	1642	- 1586	45
	Bathonien	1631	- 1599	164	1643	- 1608	157	1666	- 1619	144	1687	- 1631	159
	Profondeur finale	1795	- 1763		1800	- 1765		1810	- 1763		1840	- 1784	

Tableau n° 3.

#### IV. - CARACTERISTIQUES DU RESERVOIR

Le Dogger a été capté en trou nu au diamètre de 6" de 1892 m à 2065 m soit de (1666m à 1810 m en vertical) à savoir sur une hauteur de 255 m (144 m) pour une inclinaison dans le réservoir de 35 à 35,5°.

Le tableau n° 4 indique les niveaux producteurs tout en mentionnant le pourcentage de leur débit par rapport au débit total. Les zones productrices sont concentrées dans la partie supérieure du Dogger soit 1906 m - 1968,5 m (1679,8 m - 1731 m). A noter aussi que les 78% du débit sont donnés sur 9,5 m (7,8 m) d'aquifère.

Ainsi les zones inférieures déterminées comme poreuses par un ensemble de paramètres significatifs à ce sujet - avancement, G.R.L., F.D.C... - ne possèdent pas en fait de porosité efficace et sont improductives.

#### Cote d'arrêt du 8"1/2

Connaissant le type d'outil et les paramètres de forages déjà utilisés et pratiqués dans ce secteur, on remarque que les diagrammes des diagraphies instantanées - avancement - sont similaires. Le premier niveau producteur (GEM2) paraît être situé entre 1891 et 1892 m. Il conviendrait donc d'arrêter la reconnaissance en 8"1/2 entre 1885 et 1889 m c'est à dire dans le dernier niveau à calcarénite grise du Callovien.

INTERPRETATION DES DIAGRAPHIES  
DE PRODUCTION ET DE RESERVOIR

---

1. - FLOWMETRE ET THERMOMETRIE.

1.1. - Flowmètre.

Enregistré le 23.11.83 à 6 h 15'.

Enregistrement de référence : descente à 10 m/mn au 1/200

Débit de surface, artésien = 101 m<sup>3</sup>/h avec une contre pression.  
de 5 kg/cm<sup>2</sup>.

Calage Sabot tubage 7" (OCL) 1891,2 m.

Remarques :

Dans la partie non productrice m.a :

+ 2 TPS en descente et 2 TPS en montée

+ 2 TPS sur courbe m/mn = f (TPS)

Dans la partie 6" à 1906,2 m 24 TPS soit 22 TPS pour la  
production.

Tableau n° 4.

N°	Profondeurs totales	h en m	t/s	% Q.	Thermo	∅ Porosité FDC		∅. h
						g. cm <sup>3</sup>		
1	1906 - 1910,5	4,5	2	9	-	2,50	0,125	0,56
2	1919 - 1924	5,0	2	9	-	2,4	0,185	0,92
3	1929 - 1934	5,0	5	23	+	2,4	0,185	0,92
4	1936 - 1938,5	2,5	5	23	+	2,4	0,185	0,46
5	1947 - 1949	2,0	7	32	+	2,38	0,20	0,40
6	1956 - 1968,5	2,0	1	4	?	2,45	0,15	0,30
		21,0	22	100		boeur d = 1,05		3,56

h = hauteurs productrices déterminées au flowmètre.

t/s = tours par seconde

% Q. = pourcentage du débit total

∅ FDC = porosité déterminée avec une sonde dite de densité.

1.2. - Thermométrie.

Enregistrée le 23.11.83 à 8 h 25'.

Enregistrement de référence : descente 5m/mn au 1/200.

Calage Sabot tubage 7" (Ccl) = 1891,0 m

Pannes successives lors de l'enregistrement de la thermométrie. Contrôles effectués systématiquement après chaque réparation.

L'importance des productions des zones 3 - 4 - 5 marquent l'indice de production au niveau des zones 1 et 2.

A 1881 dévié à Q moyen 101 m<sup>3</sup>/h et contre pression de 5 kg/cm<sup>2</sup> T = 65,6° c.

2. - POROSITE - FDC.

Enregistré le 20.11.82.

Calage Sabot tubage 7" : 1891,5 m.

Enregistrement avec Gamma Ray et diamètreur. Log principal enregistré non compensé. Le zéro mécanique a du être shifté de 0,075 g/cm<sup>3</sup> vers la droite (15 divisions) et le log enregistré en position tool CAL comme requis par la calibration qui avait été faite avec compensation.

$$\varnothing m = \frac{\Sigma \varnothing h}{\Sigma h} = \frac{3,51}{21} = 0,17 = 17\%$$

3. - REMARQUES.

Déviations à 1801 (1594) = 35°

a 1877 (1656) = 35°1/2

V. - CONCLUSION

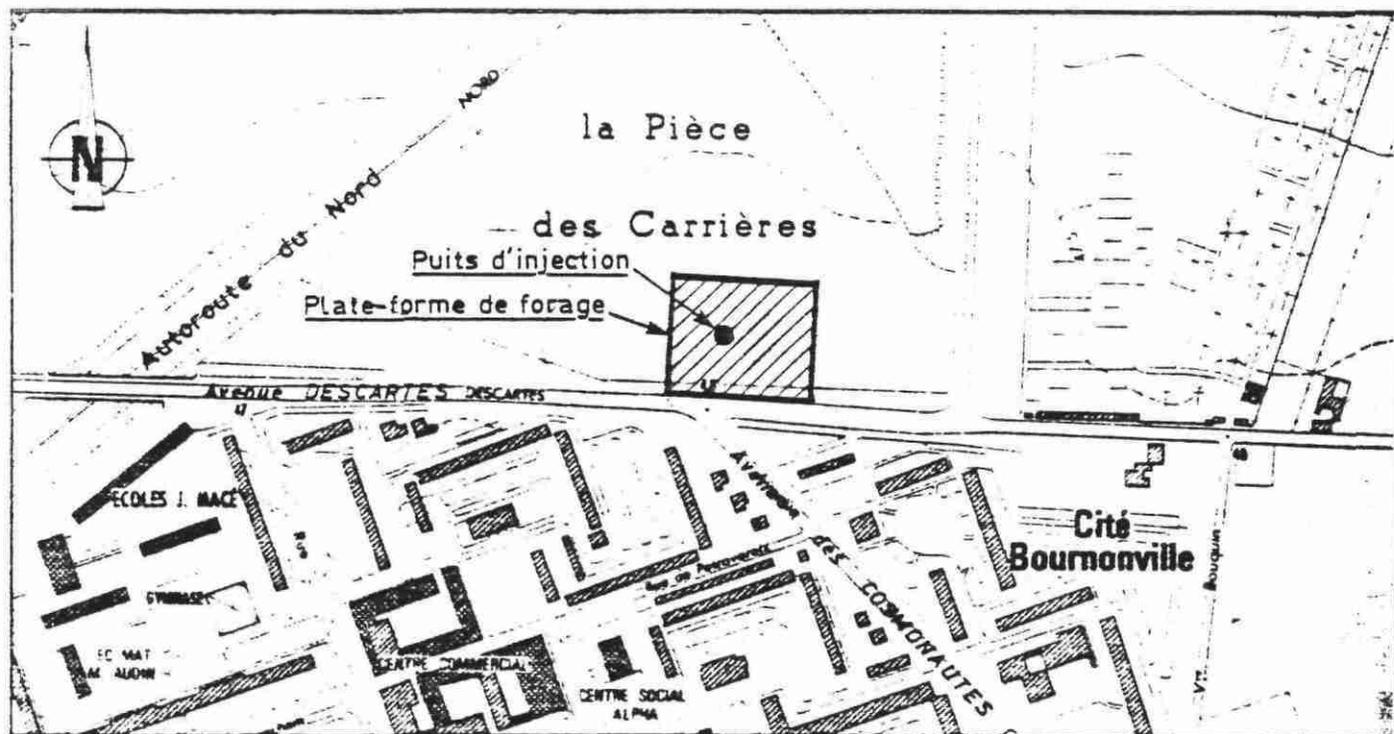
Le réservoir du Dogger qui sera utilisé pour l'exploitation du doublet de LE BLANC MESNIL (forage d'injection) présente les caractéristiques suivantes :

GEM 2 - INJECTION.

Tableau 5.

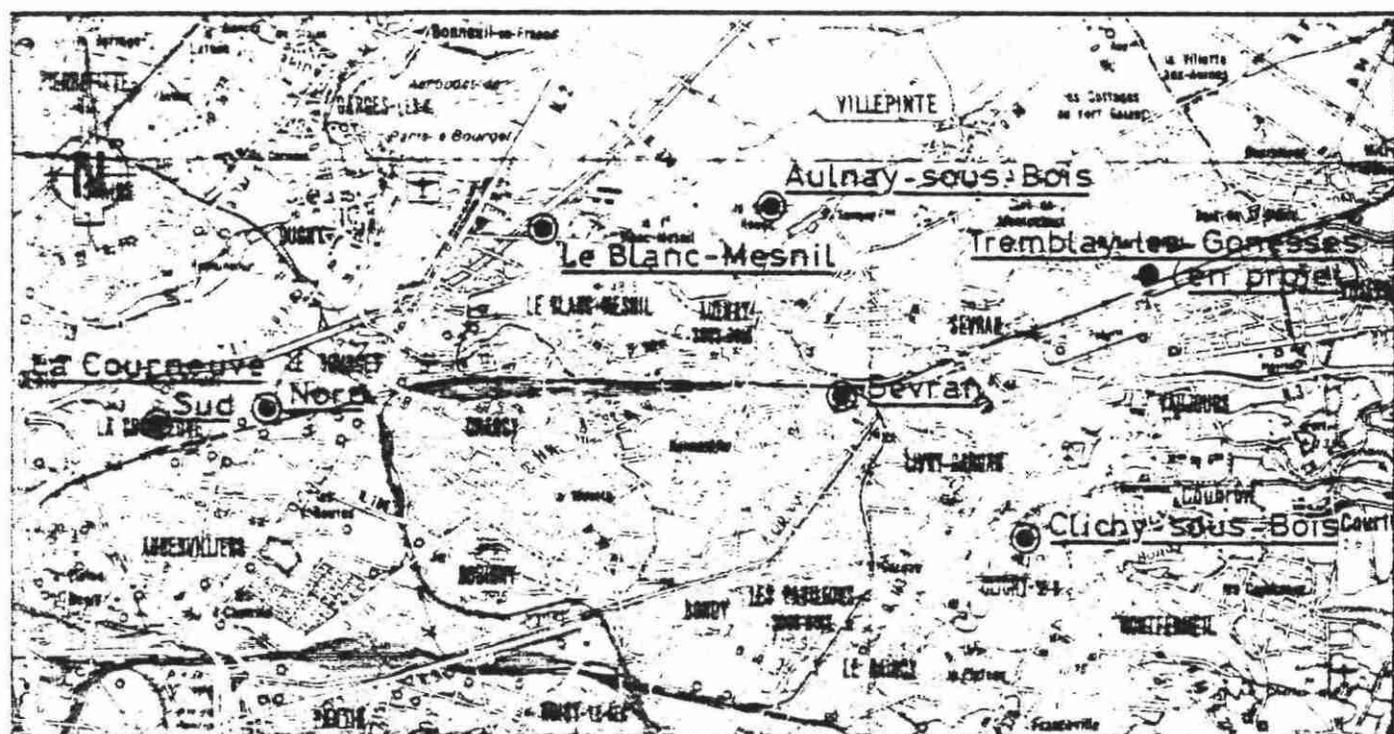
Profondeur des niveaux producteurs	entre 1906 m et 1968,5 m dévié (1679,8 m et 1731 m vertical)
Nombre de niveaux producteurs	6
Epaisseurs cumulées des niveaux producteurs	21 m (17,2 m vertical)
Porosité moyenne	17%
Transmissivité (Kh) intrinsèque	Horner = 75 D.m
Température stabilisée °C.	à 1881 m dévié (1659,3 vert.) au débit moyen de 101 m <sup>3</sup> /h et contre pression de 5kg/cm <sup>2</sup> 65,6
Débit artésien	Maximal 206 m <sup>3</sup> /h
Pression artésienne en tête de puits Pression à 1881 m(1659,3m) après initialisation du niveau	7,8 kg/cm <sup>2</sup> 176,673 kg/cm <sup>2</sup>
Salinité moyenne (prévision)	30 g/l

Situation du forage géothermique du Blanc-Mesnil 2 (GBMN2)  
(forage d'injection)



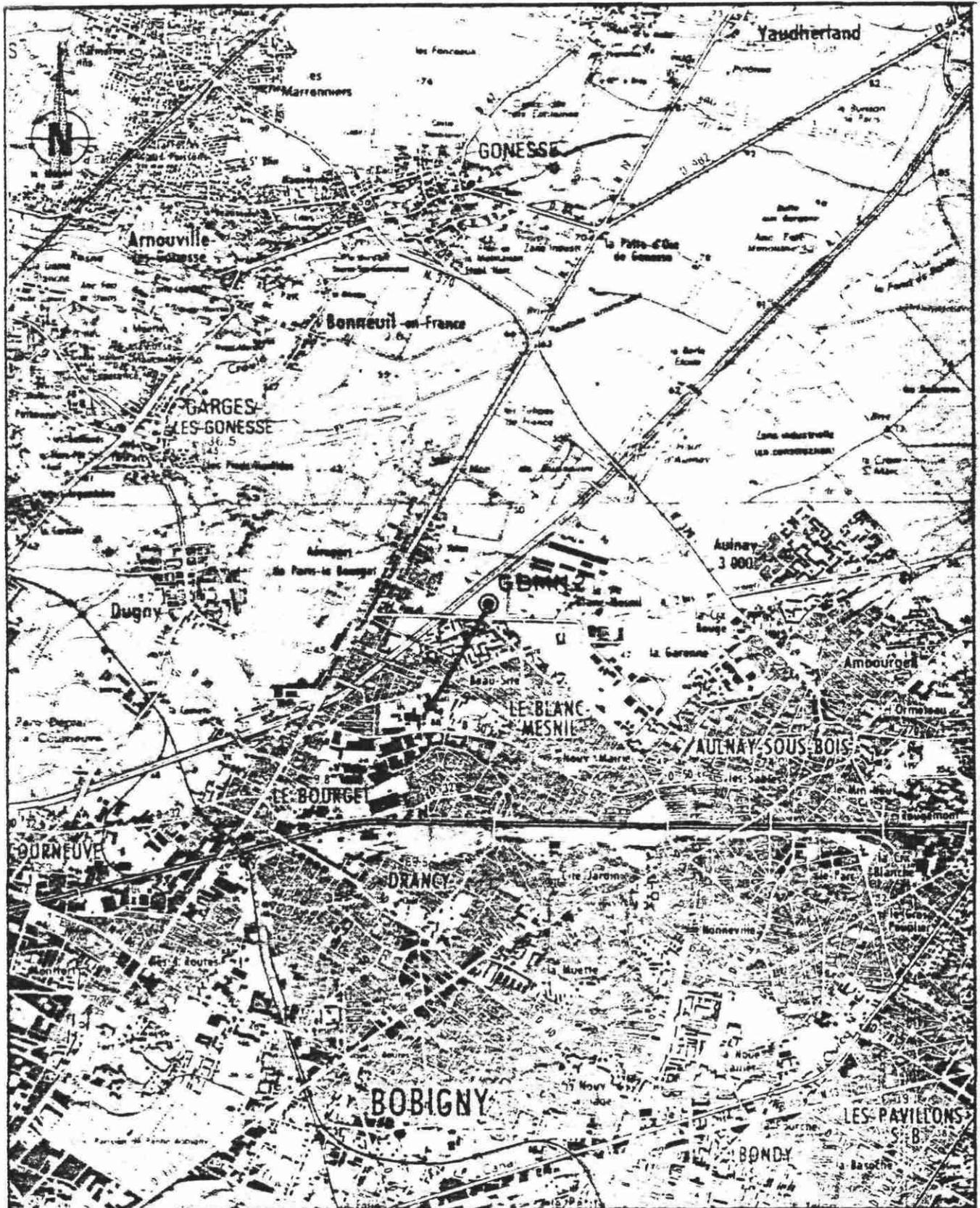
Echelle 1/5 000

Situation du forage de Blanc-Mesnil et des forages géothermiques proches réalisés ou en cours



Echelle 1/100 000

Situation du forage géothermique du Blanc-Mesnil 2 (GBMN2)  
(forage d injection)



Echelle 1/ 50 000

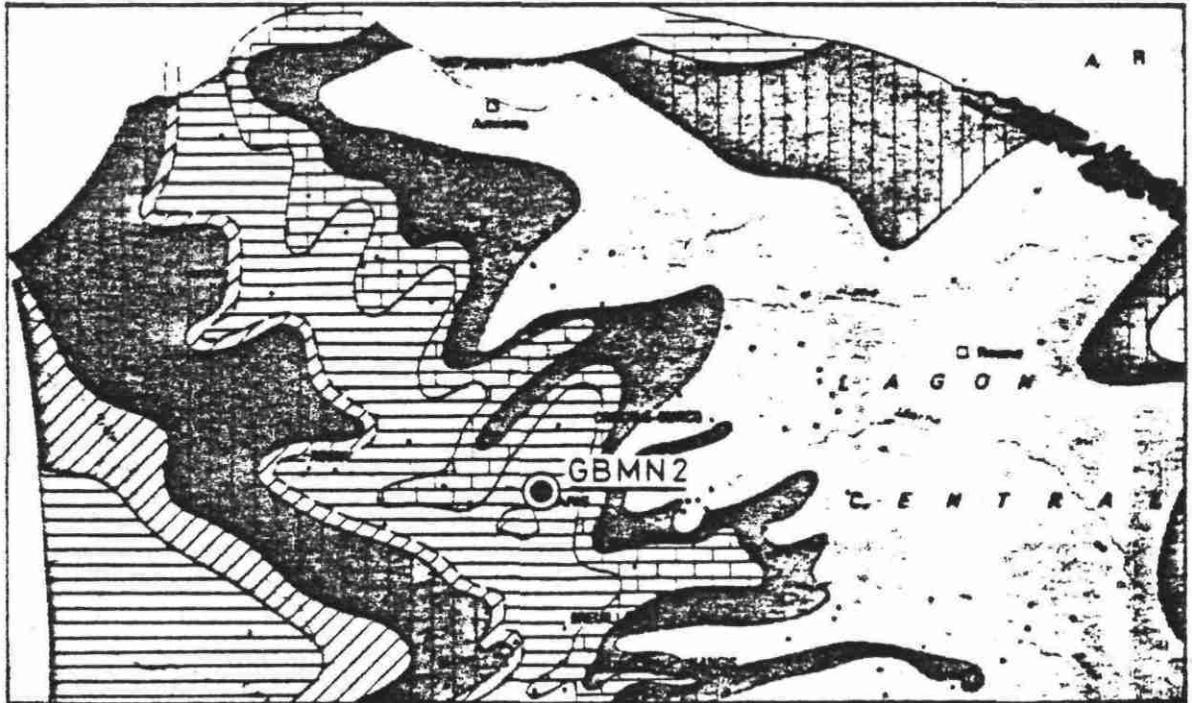
⊙ Position de la tête de puits

—●— Trace de la déviation et fond du trou

### Forage géothermique du Blanc-Mesnil (GBMN2)

Situation du forage d'après la carte "Ecorché des faciès au sommet de la séquence 3", documents SNEA (P)

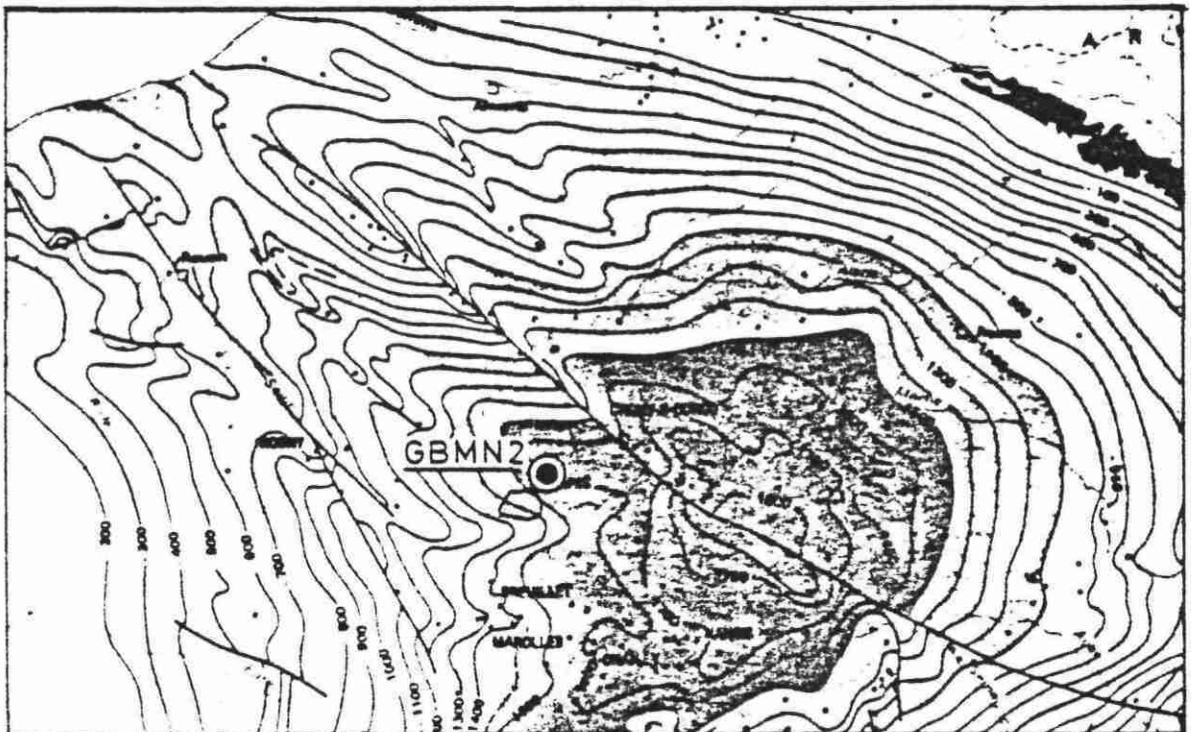
Echelle 1/2 000 000



- |   |  |                                 |
|---|--|---------------------------------|
| Affleurement du Jurassique moyen            | Calcaire à pellets                           | Calcaire bioclastique           |
| Calcaire sublithograph. (1) puissance > 10m | Calc. oolithique ou calcarenite bioclastique | Calcaire et marne et oolithique |

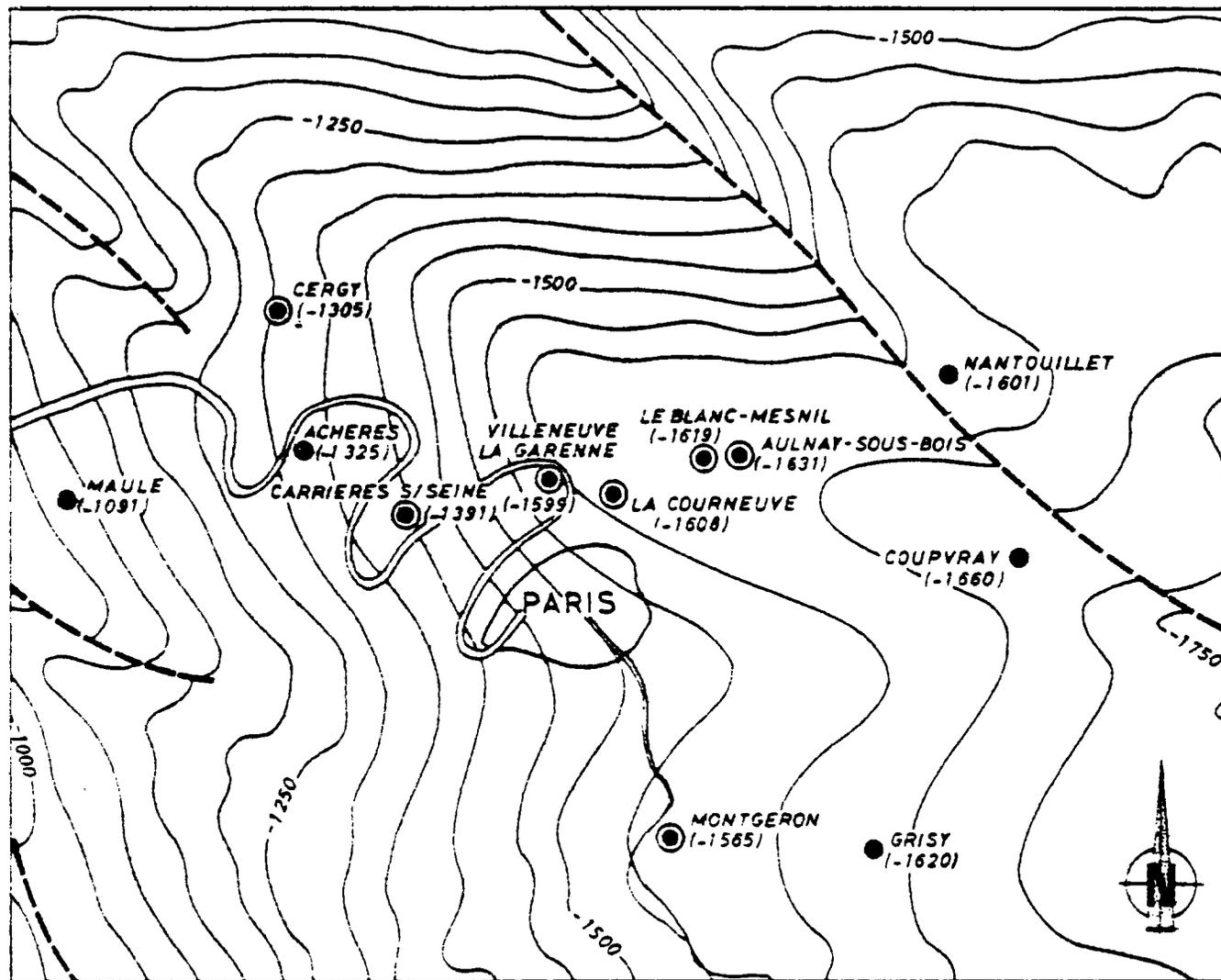
Situation du forage d'après la carte des isobathes du toit du Dogger, par F.HERITIER et J.VILLEMIN

Echelle 1/2 000 000



## Forage géothermique du Blanc-Mesnil (GBMN2)

Situation du forage d'après la carte des isobathes du toit du Dogger par F.HERITIER et J.VILLEMIN corrigée à l'aide des résultats recueillis lors de la réalisation du forage d'Aulnay-sous-Bois



Faille

Puits géothermique

Forage de recherche pétrolière

Echelle 1/500 000

TROISIEME PARTIE

RAPPORT D'ESSAIS

A - TEST DE FORMATION AU PUIITS DE PRODUCTION G.B.M.N. 1

1 - RÉSUMÉ ET RAPPEL DES CARACTÉRISTIQUES.

L'interprétation de l'évolution de la remontée de pression consécutive à l'essai de production artésienne montre un réservoir de bonne transmissivité (de l'ordre de 56 D.m) et un ouvrage développé (facteur de skin négatif).

Rappel des caractéristiques :

---

Niveaux producteurs	entre 1917 m et 1968 m dev.
Hauteur productrice	h = 14,5 m devies (12,7 m vert.)
Porosité moyenne	O = 14 %
Température stabilisée à 1888 m dev. au débit moyen de 100 m <sup>3</sup> /h	Tf = 67,5 C
Viscosité moyenne de l'eau	u = 0,44 cp
Salinité moyenne (prévision)	= 30 g/l -4 -1
Compressibilité totale	Ct = 10 atm
Pression artésienne mesurée (fin de build up)	Par = 8,47 bars (potentielle)
Pression statique extrapolée	Pe = 177,280 kg/cm (à 1888 m dev.)

Paramètres moyens :

---

Transmissivité relative	kn/u = 127 D.m/cp
Transmissivité intrinsèque	kn = 60 D.m
Perméabilité intrinsèque	k = 4,4 D
Facteur de skin	S = - 2

---

II - INTERPRETATION DE L'ESSAI DU 26/12/82

Le test de formation a ete realise le 26/12/82 apres les travaux de developpement de l'ouvrage. Il se compose d'une periode de production a debit constant (artésien), suivi d'une remontee de pression apres fermeture. L'enregistrement utilise pour l'interpretation concerne cette derniere periode, il est obtenu a l'aide d'une sonde de precision positionnee sensiblement au toit du reservoir.

II.1 - CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI :

- debut du pompage . (26/12/82)..... t = 17. 40. 00
- arret du pompage . (27/12/82)..... t = 05. 42. 07
- duree du pompage ..... tp = 7 h 02 m
- fin de remontee de pression . (27/12/82).... t = 14. 57. 20
- debit nominal moyen ..... Q = 100 m<sup>3</sup>/h
- temperature a 1888 m devie au debit nominal .. Tf = 67.5 C  
(temperature de melange durant  
la production )
- position de la sonde TP ..... 1888 m dev.  
soit 1666 m vert.
- rayon du forage dans le reservoir ..... 7.62 cm

Remarques :  
-----

Le forage GBMNI est un ouvrage devie avec un angle de deviation eleve ( penetration dans le reservoir a 29 degres ). Dans ce cas, les courbes representatives de l'evolution de la pression au cours des essais presentent une allure particuliere, caracteristique d'un schema d'ecoulement evolutif autour du forage. On distingue tout d'abord une premiere periode (non radiale) fournissant le facteur de skin propre et une permeabilite apparente, puis une seconde periode donnant acces a la permeabilite moyenne du reservoir et au facteur de skin global incluant l'effet de deviation (augmentation de l'indice de productivite).

II. 2 - INTERPRETATION DE L'ESSAI :

II. 2. 1 - Hauteur productive et porosité du réservoir .

Ces deux paramètres sont déterminés par l'examen des logs et du flowmètre. Les valeurs retenues sont les suivantes :

hauteur productive  $h = 12.7$  m vertical  
porosité moyenne  $\phi = 14 \%$

II. 2. 2 - Salinité moyenne :

La salinité prévisionnelle est de 30 g/l.

II. 2. 3 - Compressibilité totale moyenne :

Les zones productrices étant réparties entre 1917 et 1968 m dev. la compressibilité est évaluée à la profondeur moyenne de 1713 m. soit 1942 m devies.

D'après les abaques de Dodson et Standing, la compressibilité de l'eau est estimée à :

$$C_w = 4.22 \cdot 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$$

pour une pression de confinement de 168.7 atm et une température de 67.5 C .

D'après l'abaque de Hall, et pour une porosité de 14 %, la compressibilité effective de la roche vaut :

$$C_r = 5.8 \cdot 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$$

d'où la compressibilité totale :

$$C_t = 10.02 \cdot 10^{-5} \text{ # } 10^{-1} \text{ atm}$$

II. 2. 4 - Viscosité de l'eau de la formation :

La viscosité estimée d'après l'abaque de Chesnut est de l'ordre de :

$$\mu = 0.44 \text{ cp}$$

II.2.5 - Permeabilite et facteur de skin :

La permeabilite et le facteur de skin sont determines a partir de l'enregistrement de la remontee de pression finale avec la sonde TP en place a 1888 m dev.

Les points experimentaux sont donnes au tableau I et representes en graphique log-log et semi-log aux figures 1,2 et 3.

a/ - Courbe type (diagramme log-log)

La premiere estimation des parametres est effectuee a l'aide de l'abaque Flopetrol (SPE 8205, 1979) et du report des points experimentaux en graphique bi-log (figure 1).

Point de coincidence des graphiques :

$$\begin{aligned} dP &= 1 \text{ kg/cm}^2 & P_d &= 2.6 \\ dt &= 1 \text{ h} & t_D/CD &= 1500 \\ CD_{exp}(2S) &= 100 \end{aligned}$$

Transmissivite :

$$PD = \frac{2. n. kh. dP}{Q. u} \quad \text{d'où} \quad \frac{kh}{u} = \frac{PD. Q}{2n. dP}$$

$$\frac{kh}{u} = 11877 \text{ D. cm/cp}$$

avec  $u = 0.44 \text{ cp}$

$$kh = 52.25 \text{ D. m}$$

et  $n = 12.7 \text{ m}$

$$k = 4.1 \text{ D}$$

Facteur de skin :

$$S = 2. n \frac{kh dt}{u tD} = 1.79. 10^5 \frac{\text{cm}^2/\text{atm}}{CD}$$

$$CD = \frac{C}{2n \cdot O \cdot Ct \cdot n \cdot rw} = 2.76 \cdot 10^4$$

et avec  $S = 0.5 \ln (CD \cdot \exp(2S)/CD)$

il vient  $S = - 2.8$

b/ - Methode de HORNER :

Le report de la figure 2 represente la variation de la pression de fermeture  $Pws$  en fonction de la variable  $(tp+dt)/dt$  ou  $tp$  est la duree de production, et  $dt$  le temps ecoule depuis l'arret du pompage .

Transmissivite :  
-----

La pente moyenne de la droite vaut :

$$m = 0.40 \text{ kg/cm}^2 \text{ decade}$$

$$d'ou \quad \frac{kh}{u} = \frac{0.183 Q}{m} = 12707 \text{ D. cm/ep}$$

$$kh = 55.9 \text{ D. m}$$

et avec  $h = 12.7 \text{ m}$   $k = 4.4 \text{ D.}$

Facteur de skin :  
-----

Pression extrapolee pour le calcul :  $P(1h) = 176.900 \text{ kg/cm}^2$

$$S = 1.15 \left[ \frac{e^{P(1h)}}{m} - \text{Log} \left( \frac{h}{0. u. Dt. rw} \right) - 3.9077 \right]$$

soit  $S = - 2.06$

Pression statique extrapolée :

-----

$P^* = 177.280 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs. a } 1888 \text{ m dev.}$   
(1666 m ver.)

c/ - Methode de MILLER-DYES-HUTCHINSON :

-----

Pour les faibles valeurs de la duree de fermeture dt, la pression Pws est reportee en fonction de Log (dt) a la figure 3.

Transmissivite :

-----

Pente moyenne  $m = 0.28 \text{ kg/cm}^2, \text{ decade}$

$$\frac{kh}{u} = 0.183 \frac{Q}{m} = 18154 \text{ D. cm/cp}$$

$$kh = 79.88 \text{ D. m}$$

$$k = 6.28 \text{ D avec } h = 12.7 \text{ m}$$

Facteur de skin :

-----

Pression extrapolée pour le calcul  $P(1h) = 176.885 \text{ kg/cm}^2$

il vient :

$$S = + 1.06$$

### 111 - TEST COMPLEMENTAIRE D'INTERFERENCE

---

Afin de contrôler le comportement du forage dans son mode d'exploitation, il a été procédé à un test d'interférence

Durant cet essai, la sonde de mesure est demeurée à la cote 1888 m devies.

Au cours de cet essai, un débit de 196 m<sup>3</sup>/h a été prélevé dans le forage GBMN2 pendant environ 12 heures. L'enregistrement de la pression de fond en GBMN1 permet de contrôler l'apparition de l'interférence hydraulique et par conséquent la continuité hydraulique du réservoir.

#### a/ Caracteristiques de l'essai :

---

- Debut de l'essai (27/12/82)..... t=15. 00. 01
- Arret de l'essai (28/12/82)..... t=03. 03. 33
- Duree de l'essai..... t= 12 h 03. 32
- Debit nominal moyen..... Q=196 m<sup>3</sup>/h
- Position de la sonde TP..... 1888 m dev.

#### b/ Resultats de l'interpretation :

---

Le report des points experimentaux en diagramme Log-Log se trouve sur la figure 5, et le report de ces points en diagramme semi-log sur la figure 4. L'apparition de l'interférence sur le forage GBMN1 se situe vers 16 h 03. 33 d'après l'enregistrement de la sonde de pression s 1h 03. 32 après le debut du prelevement. Les parametres obtenus apres interpretation sont les suivants.

- Transmissivite relative                    0.0000     D. cm/cp
- Transmissivite intrinseque                145        D. m
- Permeabilite intrinseque                 9.73        D

en prenant une hauteur moyenne de reservoir entre GBMN1 et GBMN2  
egale a  $(17.2 + 12.7) / 2 = 14.9$  m

REMARQUE : Bien que l'interference ait ete mise nettement en evidence  
les variations de pression sont trop faibles pour pouvoir  
retenir les valeurs de transmissivite deduites de cette  
interpretation.

#### IV - CONCLUSIONS

-----

L'interpretation de l'evolution de la remontee de pression consecutive a l'essai de production artésienne montre un reservoir de bonne transmissivite (de l'ordre de 56 D.m) et un ouvrage developpe (facteur de skin negatif voisin de - 2 ).

TABLEAU RECAPITULATIF

Niveaux producteurs	entre 1917 m et 1968 m dev.
Hauteur productrice	h = 14.5 m dev. soit 12.7 vert.
Porosite moyenne	0 = 14 %
Temperature stabilisee a 1888 m au debit de 100 m <sup>3</sup> /h	Tf = 67.5 C
Viscosite moyenne de l'eau	u = 0.44 cp
Salinite moyenne	= 30 g/l
	-4 -1
Compressibilite totale	Ct # 10 atm
Pression artesiennne mesuree	Par = 8.47 bars (potentielle)
Pression statique extrapolee	Pe = 177.280 kg/cm <sup>2</sup> abs. (1888 m) (devies)

		d'apres				
		retenu	Log-Log	Horner	MDH	interf.
Transmissivite relative	kh/u	127	(118)	127	(181)	"330" D. m/cp
Transmissivite intrinseque	kh	56	(52)	56	(79.9)	"145" D. m
Permeabilite intrinseque	k	4.4	(4.10)	4.4	(6.28)	"9.73" D
Facteur de Skin	S	-2	(-2.8)	-2.06	(+1.06)	

Remarque : Les valeurs entre parentheses traduisent le comportement apparent (effet de deviation) durant les premiers instants, et ne sont pas representatives du comportement global a considerer.

V - ANNEXES

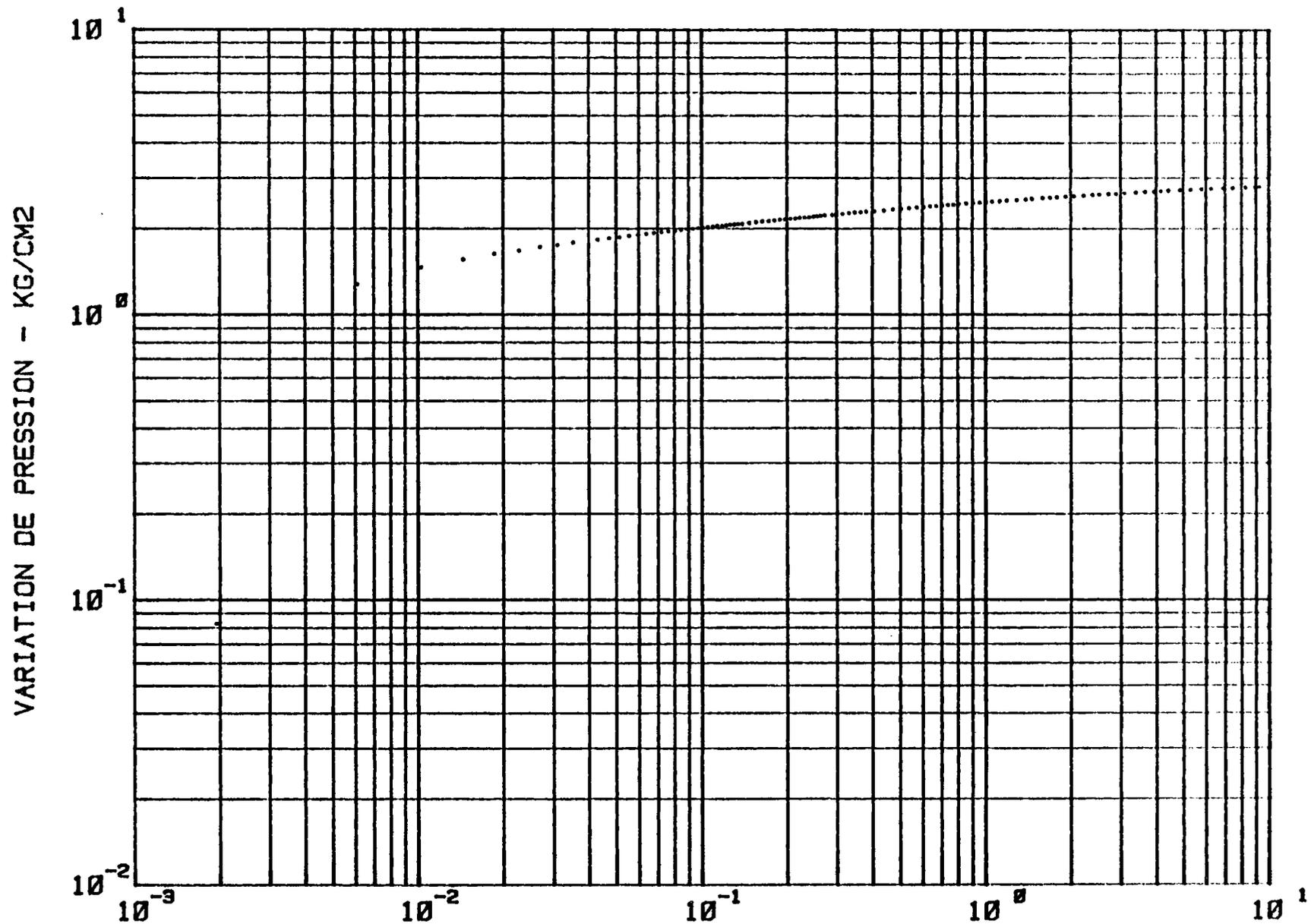


FIGURE 1 - DT EN HEURES  
 TEST DE FORMATION-LE BLANC MESNIL-GBMN1  
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-LOG LOG

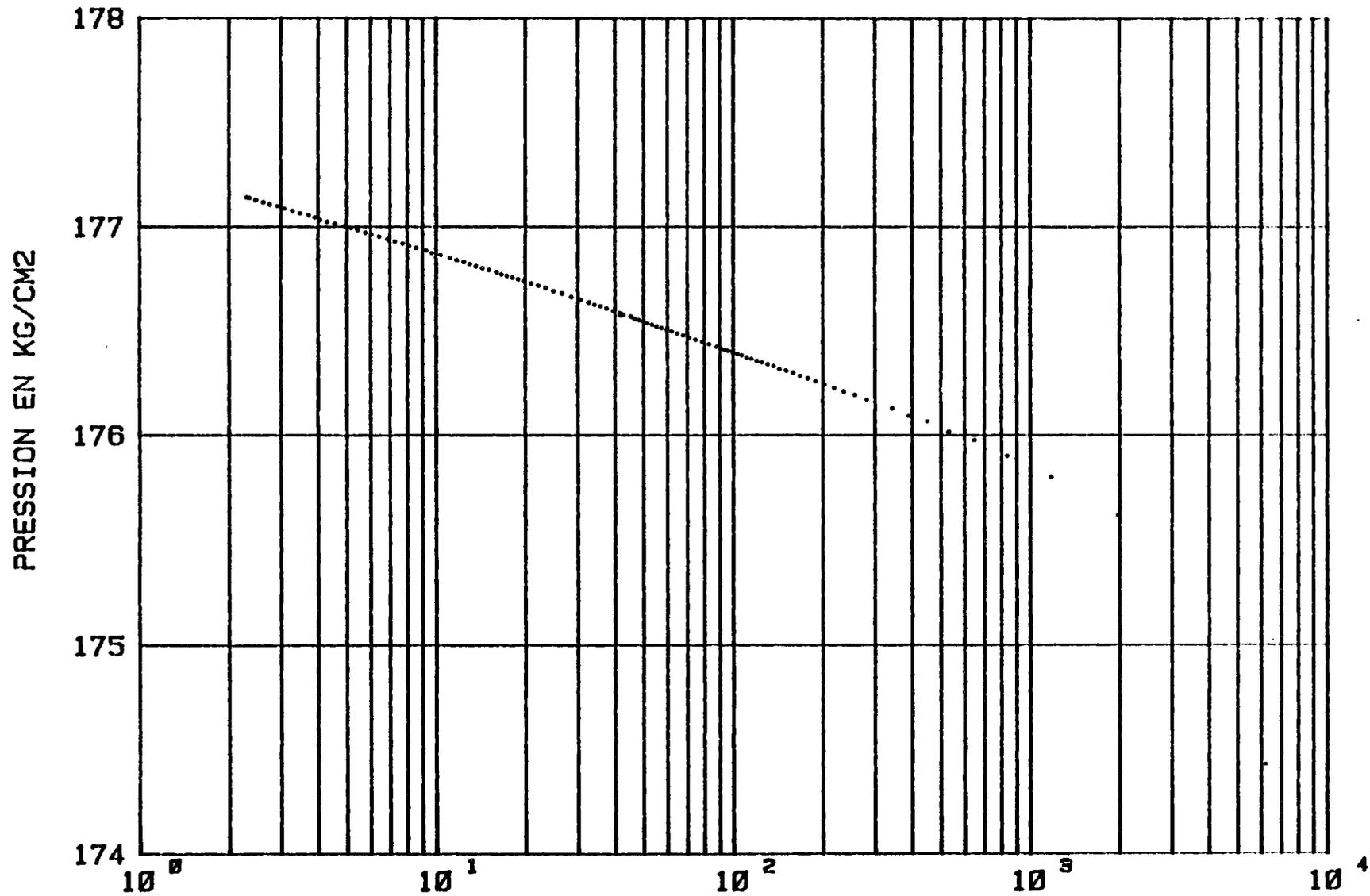


FIGURE 2 - (TP+DT/DT)  
 TEST DE FORMATION-LE BLANC MESNIL GBM1  
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-HORNER

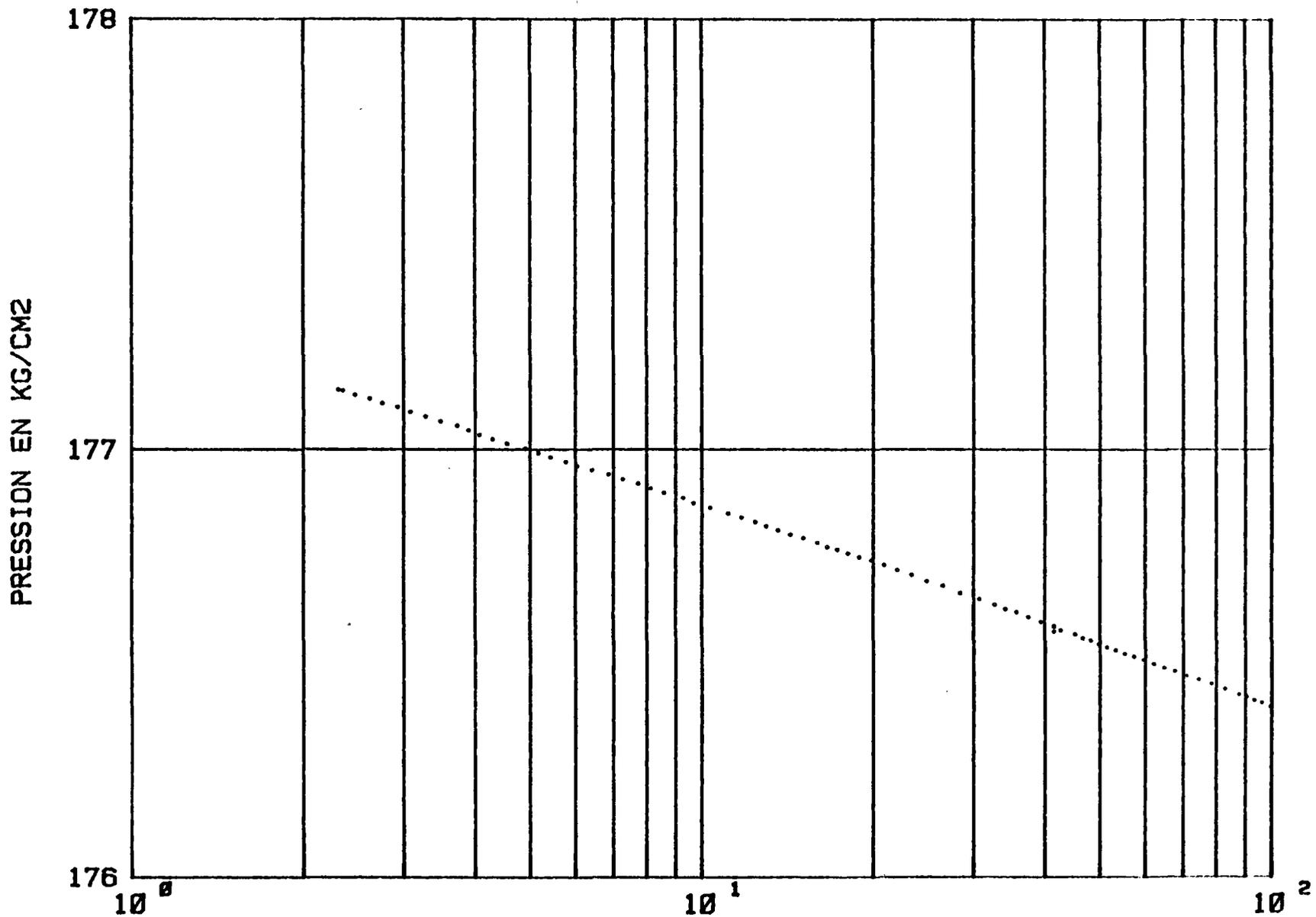


FIGURE 2 bis - (TP+DT/DT)  
 TEST DE FORMATION-LE BLANC MESNIL GBM1  
 REMONTEE DE PRESSION - ZOOM HORNER

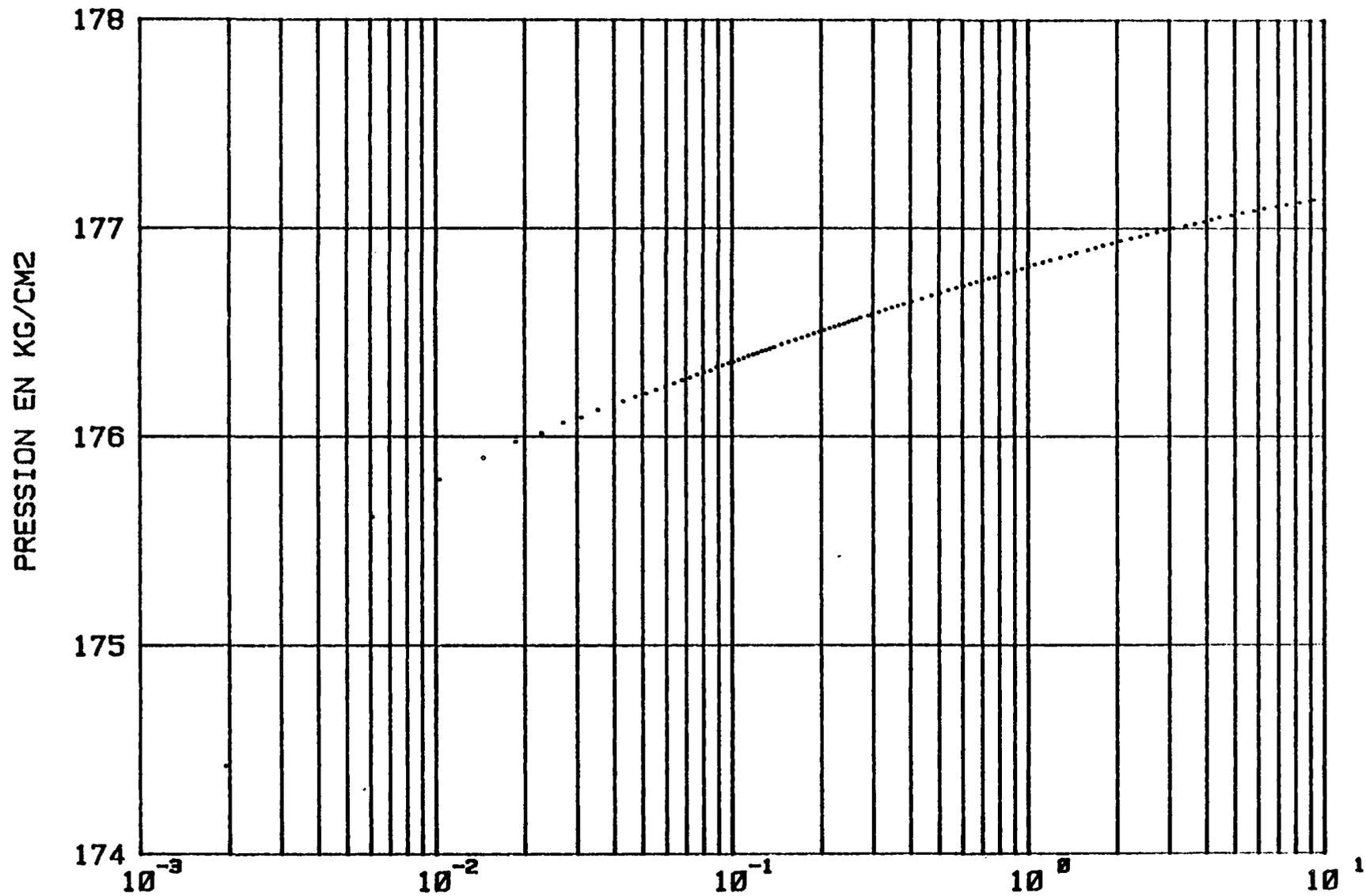


FIGURE 3 - DT EN HEURES  
 TEST DE FORMATION-LE BLANC MESNIL GBMN1  
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE- MDH

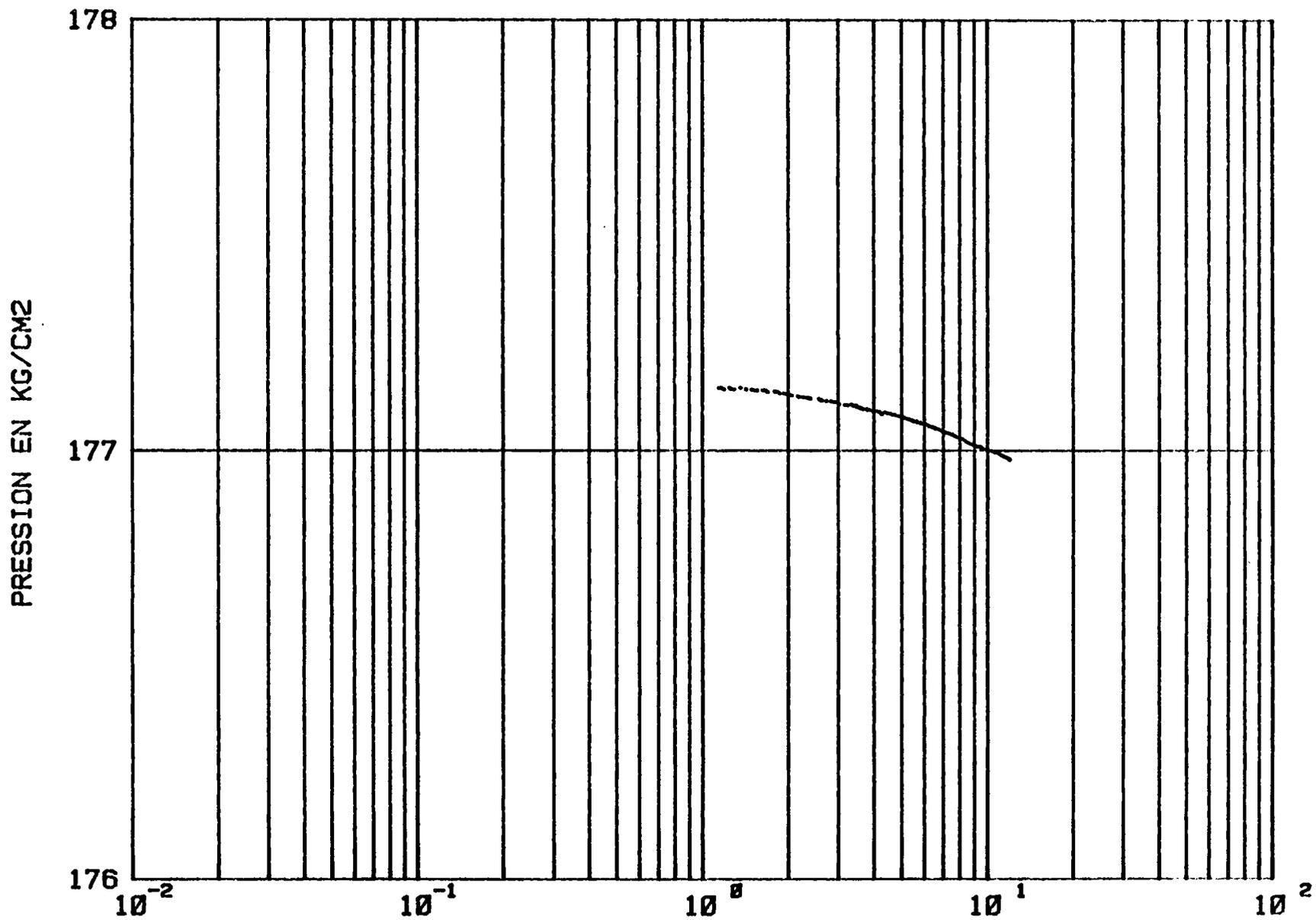


FIGURE 4 -DT EN HEURES  
 TEST D'INTERFERENCE-LE BLANC MESNIL  
 EFFET DE GBM2 SUR GBM1- SEMI-LOG

VARIATION DE PRESSION EN KG/CM2

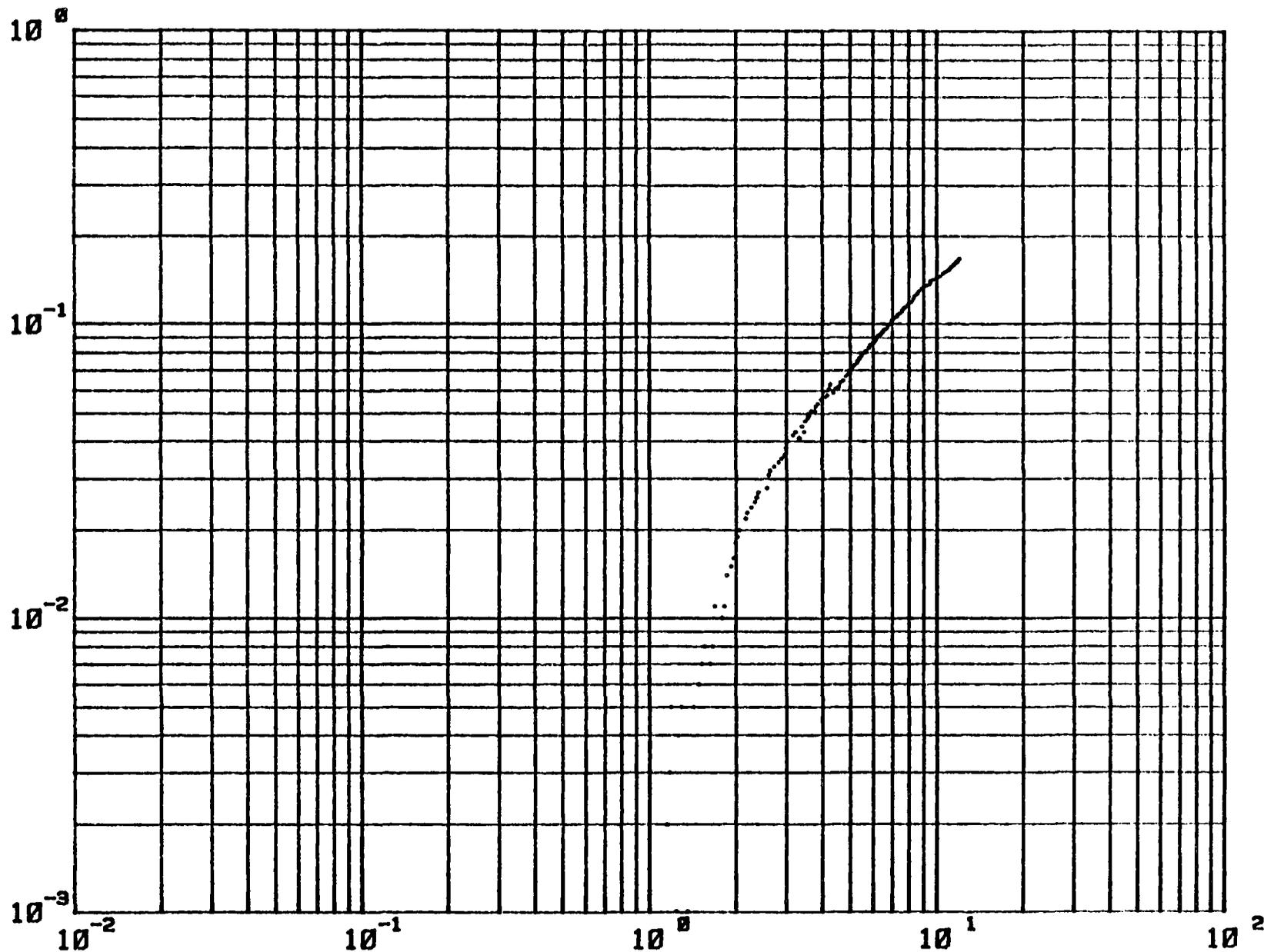


FIGURE 5 - DT EN HEURES  
TEST D'INTERFERENCE-LE BLANC MESNIL  
EFFET DE GBM2 SUR GBM1-LOG LOG

LE BLANC MESNIL GBMN1

REMONTÉE DE PRESSION DU 27/12/82

DURÉE DE PRODUCTION = 12.033 Heures

Pwfo ..... = 174.343 Kg/cm2

---

no du	t	dt	dp	tp+dt	p
point	(heures)	(heures)	(kg/cm2)	dt	(kg/cm2)
1	5.42.7	.00194	.083	6189.261	174.426
2	5.42.22	.00611	1.278	1970.080	175.621
3	5.42.37	.01028	1.460	1171.814	175.803
4	5.42.52	.01444	1.558	834.082	175.901
5	5.43.7	.01861	1.634	647.556	175.977
6	5.43.22	.02278	1.674	529.287	176.017
7	5.43.37	.02694	1.726	447.595	176.069
8	5.43.52	.03111	1.750	387.784	176.093
9	5.44.7	.03528	1.788	342.097	176.131
10	5.44.35	.04306	1.831	280.481	176.174
11	5.44.50	.04722	1.852	255.821	176.195
12	5.45.5	.05139	1.870	235.161	176.213
13	5.45.20	.05556	1.887	217.599	176.230
14	5.45.35	.05972	1.904	202.488	176.247
15	5.45.50	.06389	1.919	189.347	176.262
16	5.46.5	.06806	1.933	177.815	176.276
17	5.46.5	.06806	1.933	177.815	176.276
18	5.46.20	.07222	1.946	167.614	176.289
19	5.46.35	.07639	1.960	158.526	176.303
20	5.46.50	.08056	1.971	150.379	176.314
21	5.47.5	.08472	1.978	143.032	176.321
22	5.47.20	.08889	1.992	136.375	176.335
23	5.47.35	.09306	2.001	130.313	176.344
24	5.47.50	.09722	2.010	124.771	176.353
25	5.48.5	.10139	2.018	119.684	176.361
26	5.48.20	.10556	2.027	115.000	176.370
27	5.48.35	.10972	2.035	110.671	176.378
28	5.48.50	.11389	2.045	106.658	176.388
29	5.49.5	.11806	2.051	102.929	176.394
30	5.49.20	.12222	2.056	99.454	176.399
31	5.49.35	.12639	2.066	96.209	176.409
32	5.49.50	.13056	2.071	93.170	176.414

---

---

no	cc	t	ct	cp	tp+ct	p
point		(neures)	(neures)	(kg/cm2)	ct	(kg/cm2)
33		5. 50. 5	. 13472	2. 079	90. 319	176. 422
34		5. 50. 20	. 13889	2. 084	87. 640	176. 427
35		5. 50. 50	. 14722	2. 097	82. 736	176. 440
36		5. 51. 20	. 15556	2. 109	78. 357	176. 452
37		5. 51. 50	. 16389	2. 119	74. 424	176. 462
38		5. 52. 20	. 17222	2. 128	70. 871	176. 471
39		5. 52. 50	. 18056	2. 139	67. 646	176. 482
40		5. 53. 20	. 18889	2. 148	64. 706	176. 491
41		5. 53. 50	. 19722	2. 157	62. 014	176. 500
42		5. 54. 20	. 20556	2. 166	59. 540	176. 509
43		5. 54. 50	. 21389	2. 174	57. 260	176. 517
44		5. 55. 20	. 22222	2. 181	55. 150	176. 524
45		5. 55. 50	. 23056	2. 189	53. 193	176. 532
46		5. 56. 20	. 23889	2. 196	51. 372	176. 539
47		5. 56. 50	. 24722	2. 204	49. 674	176. 547
48		5. 57. 20	. 25556	2. 212	48. 087	176. 555
49		5. 57. 50	. 26389	2. 217	46. 600	176. 560
50		5. 58. 20	. 27222	2. 226	45. 204	176. 569
51		5. 59. 50	. 29722	2. 232	41. 486	176. 575
52		5. 59. 20	. 28889	2. 235	42. 654	176. 578
53		5. 59. 50	. 29722	2. 244	41. 486	176. 587
54		6. 0. 50	. 31389	2. 254	39. 336	176. 597
55		6. 1. 50	. 33056	2. 265	37. 403	176. 608
56		6. 2. 50	. 34722	2. 276	35. 656	176. 619
57		6. 3. 50	. 36389	2. 283	34. 069	176. 626
58		6. 4. 50	. 38056	2. 293	32. 620	176. 636
59		6. 6. 20	. 40556	2. 306	30. 671	176. 649
60		6. 8. 20	. 43889	2. 319	28. 418	176. 662
61		6. 10. 20	. 47222	2. 337	26. 482	176. 680
62		6. 12. 20	. 50556	2. 347	24. 802	176. 690
63		6. 14. 20	. 53889	2. 362	23. 330	176. 705
64		6. 16. 20	. 57222	2. 373	22. 029	176. 716
65		6. 18. 20	. 60556	2. 385	20. 872	176. 728
66		6. 20. 20	. 63889	2. 396	19. 835	176. 739
67		6. 22. 20	. 67222	2. 404	18. 901	176. 747
68		6. 24. 20	. 70556	2. 413	18. 055	176. 756
69		6. 26. 20	. 73889	2. 422	17. 286	176. 765
70		6. 28. 20	. 77222	2. 428	16. 583	176. 771
71		6. 30. 20	. 80556	2. 438	15. 938	176. 781
72		6. 33. 20	. 85556	2. 449	15. 065	176. 792
73		6. 36. 20	. 90556	2. 458	14. 288	176. 801
74		6. 39. 20	. 95556	2. 468	13. 593	176. 811
75		6. 42. 20	1. 00556	2. 477	12. 967	176. 820
76		6. 45. 20	1. 05556	2. 487	12. 400	176. 830

---

---

no ou	t	dt	dp	tp+dt	p
point	(heures)	(heures)	(kg/cm <sup>2</sup> )	dt	(kg/cm <sup>2</sup> )
77	6. 49. 20	1. 12222	2. 497	11. 723	176. 840
78	6. 53. 20	1. 18889	2. 507	11. 121	176. 850
79	6. 59. 20	1. 28889	2. 520	10. 336	176. 863
80	7. 5. 20	1. 38889	2. 531	9. 664	176. 874
81	7. 9. 20	1. 45556	2. 543	9. 267	176. 886
82	7. 17. 20	1. 58889	2. 555	8. 573	176. 898
83	7. 23. 20	1. 68889	2. 565	8. 125	176. 908
84	7. 29. 20	1. 78889	2. 576	7. 727	176. 919
85	7. 37. 20	1. 92222	2. 586	7. 260	176. 929
86	7. 45. 20	2. 05556	2. 598	6. 854	176. 941
87	7. 55. 20	2. 22222	2. 608	6. 415	176. 951
88	8. 5. 20	2. 38889	2. 618	6. 037	176. 961
89	8. 13. 20	2. 52222	2. 628	5. 771	176. 971
90	8. 25. 20	2. 72222	2. 638	5. 420	176. 981
91	8. 35. 20	2. 88889	2. 648	5. 165	176. 991
92	8. 47. 20	3. 08889	2. 659	4. 896	177. 002
93	9. 5. 20	3. 38889	2. 670	4. 551	177. 013
94	9. 21. 20	3. 65556	2. 680	4. 292	177. 023
95	9. 37. 20	3. 92222	2. 690	4. 068	177. 033
96	9. 51. 20	4. 15556	2. 701	3. 896	177. 044
97	10. 7. 20	4. 42222	2. 711	3. 721	177. 054
98	10. 33. 20	4. 85556	2. 721	3. 478	177. 064
99	10. 59. 20	5. 28889	2. 732	3. 275	177. 075
100	11. 29. 20	5. 78889	2. 743	3. 079	177. 086
101	11. 57. 20	6. 25556	2. 754	2. 924	177. 097
102	12. 35. 20	6. 88889	2. 764	2. 747	177. 107
103	13. 9. 20	7. 45556	2. 774	2. 614	177. 117
104	13. 57. 20	8. 25556	2. 783	2. 458	177. 126
105	14. 39. 20	8. 95556	2. 793	2. 344	177. 136
106	14. 57. 20	9. 25556	2. 795	2. 300	177. 138

---

LE BLANC MESNIL GBMN1

RABATTEMENT EN DEBIT DU 27-28/12

P<sub>uso</sub> = 177.147 kg/cm<sup>2</sup>

---

no du	t	dt	dp	p
point	(heures)	(heures)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )

---

1	16. 8. 33	1. 14222	. 002	177. 145
2	16. 9. 33	1. 15889	. 002	177. 145
3	16. 10. 33	1. 17556	. 003	177. 144
4	16. 11. 33	1. 19222	. 005	177. 142
5	16. 14. 33	1. 24222	. 001	177. 146
6	16. 15. 33	1. 25889	. 004	177. 143
7	16. 17. 33	1. 29222	. 005	177. 142
8	16. 21. 33	1. 35889	. 001	177. 146
9	16. 25. 33	1. 42556	. 005	177. 142
10	16. 29. 33	1. 49222	. 006	177. 141
11	16. 31. 33	1. 52556	. 007	177. 140
12	16. 33. 33	1. 55889	. 008	177. 139
13	16. 37. 33	1. 62556	. 007	177. 140
14	16. 39. 33	1. 65889	. 008	177. 139
15	16. 41. 33	1. 69222	. 011	177. 136
16	16. 47. 33	1. 79222	. 010	177. 137
17	16. 49. 33	1. 82556	. 011	177. 136
18	16. 51. 33	1. 85889	. 014	177. 133
19	16. 55. 33	1. 92556	. 015	177. 132
20	16. 57. 33	1. 95889	. 016	177. 131
21	16. 59. 33	1. 99222	. 018	177. 129
22	17. 1. 33	2. 02556	. 019	177. 128
23	17. 3. 33	2. 05889	. 020	177. 127
24	17. 9. 33	2. 15889	. 022	177. 125
25	17. 11. 33	2. 19222	. 023	177. 124
26	17. 15. 33	2. 25889	. 024	177. 123
27	17. 19. 33	2. 32556	. 025	177. 122
28	17. 21. 33	2. 35889	. 026	177. 121
29	17. 23. 33	2. 39222	. 027	177. 120
30	17. 33. 33	2. 55889	. 028	177. 119
31	17. 35. 33	2. 59222	. 031	177. 116
32	17. 37. 33	2. 62556	. 032	177. 115

---

---

no du	t	dt	dp	p
point	(heures)	(heures)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
33	17. 43. 33	2. 72556	. 033	177. 114
34	17. 49. 33	2. 82556	. 034	177. 113
35	17. 53. 33	2. 89222	. 035	177. 112
36	17. 57. 33	2. 95889	. 036	177. 111
37	17. 59. 33	2. 99222	. 038	177. 109
38	18. 1. 33	3. 02556	. 040	177. 107
39	18. 9. 33	3. 15889	. 042	177. 105
40	18. 13. 33	3. 22556	. 043	177. 104
41	18. 19. 33	3. 32556	. 041	177. 106
42	18. 23. 33	3. 39222	. 045	177. 102
43	18. 27. 33	3. 45889	. 043	177. 104
44	18. 29. 33	3. 49222	. 047	177. 100
45	18. 33. 33	3. 55889	. 048	177. 099
46	18. 35. 33	3. 59222	. 049	177. 098
47	18. 39. 33	3. 65889	. 051	177. 096
48	18. 45. 33	3. 75889	. 051	177. 096
49	18. 47. 33	3. 79222	. 053	177. 094
50	18. 51. 33	3. 85889	. 054	177. 093
51	18. 57. 33	3. 95889	. 056	177. 091
52	19. 5. 33	4. 09222	. 057	177. 090
53	19. 9. 33	4. 15889	. 058	177. 089
54	19. 13. 33	4. 22556	. 061	177. 086
55	19. 15. 33	4. 25889	. 063	177. 084
56	19. 21. 33	4. 35889	. 059	177. 088
57	19. 27. 33	4. 45889	. 061	177. 086
58	19. 33. 33	4. 55889	. 062	177. 085
59	19. 37. 33	4. 62556	. 064	177. 083
60	19. 43. 33	4. 72556	. 065	177. 082
61	19. 49. 33	4. 82556	. 067	177. 080
62	19. 53. 33	4. 89222	. 068	177. 079
63	19. 59. 33	4. 99222	. 069	177. 078
64	20. 3. 33	5. 05889	. 071	177. 076
65	20. 5. 33	5. 09222	. 072	177. 075
66	20. 9. 33	5. 15889	. 073	177. 074
67	20. 15. 33	5. 25889	. 074	177. 073
68	20. 17. 33	5. 29222	. 075	177. 072
69	20. 21. 33	5. 35889	. 076	177. 071
70	20. 23. 33	5. 39222	. 077	177. 070
71	20. 27. 33	5. 45889	. 078	177. 069
72	20. 29. 33	5. 49222	. 079	177. 068
73	20. 37. 33	5. 62556	. 080	177. 067
74	20. 39. 33	5. 65889	. 081	177. 066
75	20. 47. 33	5. 79222	. 083	177. 064
76	20. 51. 33	5. 85889	. 085	177. 062

---

---

no ou	t	dt	ep	P
point	(heures)	(heures)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
77	20. 59. 33	5. 99222	. 086	177. 061
78	21. 3. 33	6. 05889	. 087	177. 060
79	21. 7. 33	6. 12556	. 088	177. 059
80	21. 11. 33	6. 19222	. 090	177. 057
81	21. 13. 33	6. 22556	. 091	177. 056
82	21. 19. 33	6. 32556	. 092	177. 055
83	21. 25. 33	6. 42556	. 093	177. 054
84	21. 27. 33	6. 45889	. 094	177. 053
85	21. 31. 33	6. 52556	. 095	177. 052
86	21. 35. 33	6. 59222	. 096	177. 051
87	21. 41. 33	6. 69222	. 097	177. 050
88	21. 47. 33	6. 79222	. 099	177. 048
89	21. 51. 33	6. 85889	. 100	177. 047
90	21. 55. 33	6. 92556	. 101	177. 046
91	21. 57. 33	6. 95889	. 103	177. 044
92	22. 1. 33	7. 02556	. 104	177. 043
93	22. 7. 33	7. 12556	. 105	177. 042
94	22. 13. 33	7. 22556	. 106	177. 041
95	22. 17. 33	7. 29222	. 107	177. 040
96	22. 19. 33	7. 32556	. 108	177. 039
97	22. 25. 33	7. 42556	. 109	177. 038
98	22. 31. 33	7. 52556	. 110	177. 037
99	22. 35. 33	7. 59222	. 112	177. 035
100	22. 39. 33	7. 65889	. 113	177. 034
101	22. 41. 33	7. 69222	. 114	177. 033
102	22. 47. 33	7. 79222	. 115	177. 032
103	22. 55. 33	7. 92556	. 117	177. 030
104	23. 3. 33	8. 05889	. 119	177. 028
105	23. 9. 33	8. 15889	. 120	177. 027
106	23. 17. 33	8. 29222	. 123	177. 024
107	23. 23. 33	8. 39222	. 126	177. 021
108	23. 31. 33	8. 52556	. 128	177. 019
109	23. 41. 33	8. 69222	. 131	177. 016
110	23. 51. 33	8. 85889	. 133	177. 014
111	23. 57. 33	8. 95889	. 134	177. 013
112	0. 7. 33	9. 12556	. 136	177. 011
113	0. 15. 33	9. 25889	. 137	177. 010
114	0. 23. 33	9. 39222	. 138	177. 009
115	0. 29. 33	9. 49222	. 139	177. 008
116	0. 31. 33	9. 52556	. 142	177. 005
117	0. 43. 33	9. 72556	. 143	177. 004
118	0. 59. 33	9. 99222	. 145	177. 002
119	1. 15. 33	10. 25889	. 147	177. 000
120	1. 31. 33	10. 52556	. 150	176. 997

---

---

no dt	t	dt	dp	p
point	(heures)	(heures)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
121	1. 43. 33	10. 72556	. 152	176. 995
122	1. 57. 33	10. 95889	. 154	176. 993
123	2. 5. 33	11. 09222	. 156	176. 991
124	2. 17. 33	11. 29222	. 159	176. 988
125	2. 29. 33	11. 49222	. 161	176. 986
126	2. 39. 33	11. 65889	. 163	176. 984
127	2. 47. 33	11. 79222	. 165	176. 982
128	2. 57. 33	11. 95889	. 168	176. 979

---

B - TEST DE FORMATION DU PUIITS D'INJECTION G.B.M.N. 2

I - RESUME ET RAPPEL DES CARACTERISTIQUES.

-----

L'interpretation de l'evolution de la remontee de pression consecutive a l'essai de production artésienne montre un reservoir de bonne transmissivite (de l'ordre de 75 D.m) et un ouvrage developpe (facteur de skin negatif).

Rappel des caracteristiques :

-----

Niveaux producteurs	entre 1906 m et 1968.5 m dev.
Hauteur productrice	h = 21 m devies (17.2 m vert.)
Porosite moyenne	O = 17 %
Temperature stabilisee a 1881 m dev. au debit moyen de 101 m <sup>3</sup> /h	Tf = 65.6 C
Viscosite moyenne de l'eau	u = 0.45 cp
Salinite moyenne (prevision)	= 30 g/l -4 -1
Compressibilite totale	Ct = 10 atm
Pression artésienne mesuree ( fin de build up )	Par = 7.6 bars (potentielle)
Pression statique extrapolee	Pe = 176.766 kg/cm (a 1881 m dev.) 1660 m vert.

Parametres moyens :

-----

Transmissivite relative	kh/u = 167 D.m/cp
Transmissivite intrinseque	kh = 75 D.m
Permeabilite intrinseque	k = 4.38 D
Facteur de skin	S = - 5

-----

## II - INTERPRETATION DE L'ESSAI DU 23/11/1982

---

Le test de formation a ete realise le 23/11/82 apres les travaux de developpement de l'ouvrage. Il se compose d'une periode de production a debit constant (artésien), suivi d'une remontee de pression apres fermeture. L'enregistrement utilise pour l'interpretation concerne cette derniere periode, il est obtenu a l'aide d'une sonde de precision positionnee sensiblement au toit du reservoir.

### II.1 - CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI :

---

- debut du pompage . (23/11/82)..... t = 01.26.00
- arret du pompage . (23/11/82)..... t = 12.45.02
- duree du pompage ..... tp = 11 h 19 m
- fin de remontee de pression . (24/11/82).... t = 00.01.58
- debit nominal moyen ..... Q = 101 m<sup>3</sup>/h
- temperature a 1881 m devie au debit nominal .. Tf = 65.6 C  
(temperature de melange durant  
la production )
- position de la sonde TP ..... 1881 m dev.
- rayon du forage dans le reservoir ..... 7.62 cm

#### Remarques :

---

Le forage GEMN2 est un ouvrage devie avec un angle de deviation eleve ( penetration dans le reservoir a 37 degres ). Dans ce cas, les courbes representatives de l'evolution de la pression au cours des essais presentent une allure particuliere, caracteristique d'un schema d'ecoulement evolutif autour du forage. On distingue tout d'abord une premiere periode (non radiale) fournissant le facteur de skin propre et une permeabilite apparente, puis une seconde periode donnant acces a la permeabilite moyenne du reservoir et au facteur de skin global incluant l'effet de deviation (augmentation de l'indice de productivite).

II. 2 - INTERPRETATION DE L'ESSAI :

II. 2. 1 - Hauteur productive et porosite du reservoir :

Ces deux parametres sont determines par l'examen des logs et du flowmetre. Les valeurs retenues sont les suivantes :

hauteur productive h = 17.2 m vertical  
porosite moyenne  $\phi = 17 \%$

II. 2. 2 - Salinite moyenne :

La salinite previsionnelle est de 30 g/l.

II. 2. 3 - Compressibilite totale moyenne :

Les zones productrices etant reparties entre 1906 et 1968.5 m dev. la compressibilite est evaluee a la profondeur moyenne de 1934 m. dev. soit 1704 m. vertical.

D'apres les abaques de Dodson et Standing, la compressibilite de l'eau est estimee a :

$$C_w = 4.20 \cdot 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$$

pour une pression de confinement de 170 atm et une temperature de 65.6 C.

D'apres l'abaque de Hall, et pour une porosite de 17 %, la compressibilite effective de la roche vaut :

$$C_r = 5.3 \cdot 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$$

d'ou la compressibilite totale :

$$C_t = 9.5 \cdot 10^{-5} \# 10^{-4} \text{ atm}^{-1}$$

II. 2. 4 - Viscosite de l'eau de la formation :

La viscosite estimee d'apres l'abaque de Chesnut est de l'ordre de .

$$\mu = 0.45 \text{ cp}$$

II.2.5 - Permeabilite et facteur de skin :

La permeabilite et le facteur de skin sont determinees a partir de l'enregistrement de la remontee de pression finale avec la sonde TP en place a 1881 m dev.

Les points experimentaux sont donnees au tableau I et representees en graphique log-log et semi-log aux figures 1,2 et 3.

a/ - Courbe type (diagramme log-log)

La premiere estimation des parametres est effectuee a l'aide de l'abaque Flopetrol (SPE 8205, 1979) et du report des points experimentaux en graphique bi-log (figure 1).

Point de coincidence des graphiques :

$$\begin{aligned} dP &= 1 \text{ kg/cm}^2 & Pd &= 7 \\ dt &= 1 \text{ h} & tD/CD &= 3500 \\ CD \text{ exp}(2S) &= 100 \end{aligned}$$

Transmissivite :

$$PD = \frac{2. n. kh. dP}{Q. u} \quad \text{d'ou} \quad \frac{kh}{u} = \frac{PD. Q}{2n. dP}$$

$$\frac{kh}{u} = 31256 \text{ D. cm/cp}$$

avec  $u = 0.45 \text{ cp}$

$$kh = 140 \text{ D. m}$$

et  $h = 17.2 \text{ m}$

$$k = 8.17 \text{ D}$$

Facteur de skin :

$$C = 2. n \frac{kh dt}{u tD} = 2. 10 \frac{\text{cm}^3/\text{atm}}{CD}$$

$$CD = \frac{C}{2n \cdot 0. Ct. h. rw} - 2 = 18898$$

et avec  $S = 0.5 \ln (CD \cdot \exp(2S)/CD)$

il vient  $S = -2.6$

b/ - Methode de HORNER :

Le report de la figure 2 represente la variation de la pression de fermeture  $Pws$  en fonction de la variable  $(tp+dt)/dt$  ou  $tp$  est la duree de production, et  $dt$  le temps ecoule depuis l'arret du pompage .

Transmissivite :

La pente moyenne de la droite vaut :

$$m = 0.306 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{decade}$$

$$\text{d'ou } \frac{kh}{u} = \frac{0.183 Q}{m} = 16.778 \text{ D. cm/ep}$$

$$kh = 75.5 \text{ D. m}$$

et avec  $h = 17.2 \text{ m}$   $k = 4.38 \text{ D.}$

Facteur de skin :

Pression extrapolee pour le calcul :  $P(1h) = 176.442 \text{ kg/cm}^2$

$$S = 1.15 \left[ \frac{dP(1h)}{m} - \text{Log} \left( \frac{k}{0. u. Ct. rw} - 2 \right) - 3.9077 \right]$$

soit  $S = - 5.19$

Cette dernière valeur de S traduit l'effet de skin global de l'ouvrage. L'augmentation de -2.6 constatée par rapport à la valeur précédente (-2.6) représente l'effet de skin due à la déviation de l'ouvrage ( 37 deg. ).

Pression statique extrapolée :

-----

$$P^* = 176.766 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs. à } 1881 \text{ m dev. (1660 m ver.)}$$

c/ - Méthode de MILLER-DYES-HUTCHINSON :

-----

Pour les faibles valeurs de la durée de fermeture dt, la pression Fws est reportée en fonction de Log (dt) à la figure 3.

Transmissivité :

-----

Pente moyenne  $m = 0.210 \text{ kg/cm}^2, \text{ decade}$

$$d'ou \quad \frac{kh}{u} = 0.183 \frac{Q}{m} = 24448 \text{ D. cm/cp}$$

$$kh = 110 \text{ D. m}$$

$$k = 6.39 \text{ D avec } h = 17.2 \text{ m}$$

Facteur de skin :

-----

Pression extrapolée pour le calcul  $P(1h) = 176.250 \text{ kg/cm}^2$

il vient .

$$S = - 4.65$$

### III - TEST COMPLEMENTAIRE

-----

Afin de controler le comportement du forage dans son mode d'exploitation, il a ete procede a un test d'injection

Durant cet essai, la sonde de mesure est demeurée a la cote 1881 m devies.

#### III.1 - TEST D'INJECTION

-----

Au cours de cet essai, un debit de 96 m<sup>3</sup>/h a ete injecte dans le forage pendant environ 12 heures.

Pendant la duree de l'injection la temperature enregistree au niveau de la sonde a decru de 63.4 C a 17.5 C .

##### a/ Caracteristiques de l'essai :

-----

- Debut de l'essai (24/11/82)..... t=02. 52. 00
- Arret de l'essai (24/11/82)..... t=15. 03. 06
- Duree de l'essai..... t= 12 h 11 mn
- Debit d'injection..... Q=96 m<sup>3</sup>/h
- Position de la sonde TP..... 1881 m dev.

##### b/ Resultats de l'interpretation :

-----

Le report des points experimentaux en diagramme Log-Log se trouve sur la figure 4 , et sur la figure 5 en diagramme semi-log .

#### RESULTATS DE L'INTERPRETATION :

- Transmissivite intrinseque            36.60     D.m
- Permeabilite intrinseque            2.12     D

#### IV - CONCLUSIONS

---

L'interpretation de l'evolution de la remontee de pression consecutive a l'essai de production artésienne montre un reservoir de bonne transmissivite (de l'ordre de 75 D.m) et un ouvrage developpe (facteur de skin negatif voisin de - 5 ).

TABLEAU RECAPITULATIF

---

Niveaux producteurs	entre 1906 m et 1968.5 m dev.
Hauteur productrice	h = 21 m dev. soit 17.2 vert.
Porosite moyenne	O = 17 %
Temperature stabilisee a 1881 m au debit de 101 m <sup>3</sup> /h	Tf = 65.6 C
Viscosite moyenne de l'eau	u = 0.45 cp
Salinite moyenne	= 30 g/l
	-4                      -1
Compressibilite totale	Ct # 10      atm
Pression artésienne mesuree	Par = 7.6 bars (potentielle)
Pression statique extrapolee	Pe = 176.766 kg/cm <sup>2</sup> abs. (1881 m) (devies)

---

d'apres

---

		retenu	Log-Log	Horner	MDH	injection
Transmissivite relative	kh/u	167	(312)	167	(244)	81
						D. m/cp
Transmissivite intrinseque	kh	75	(140)	75	(110)	36
						D. m
Permeabilite intrinseque	k	4.38	(8.17)	4.38	(6.39)	2.12
						D
Facteur de Skin	S	-5	(-2.6)	-5.2	(-4.65)	

---

Remarque : Les valeurs entre parentheses traduisent le comportement apparent (effet de deviation) durant les premiers instants, et ne sont pas representatives du comportement global a considerer.

V - ANNEXES

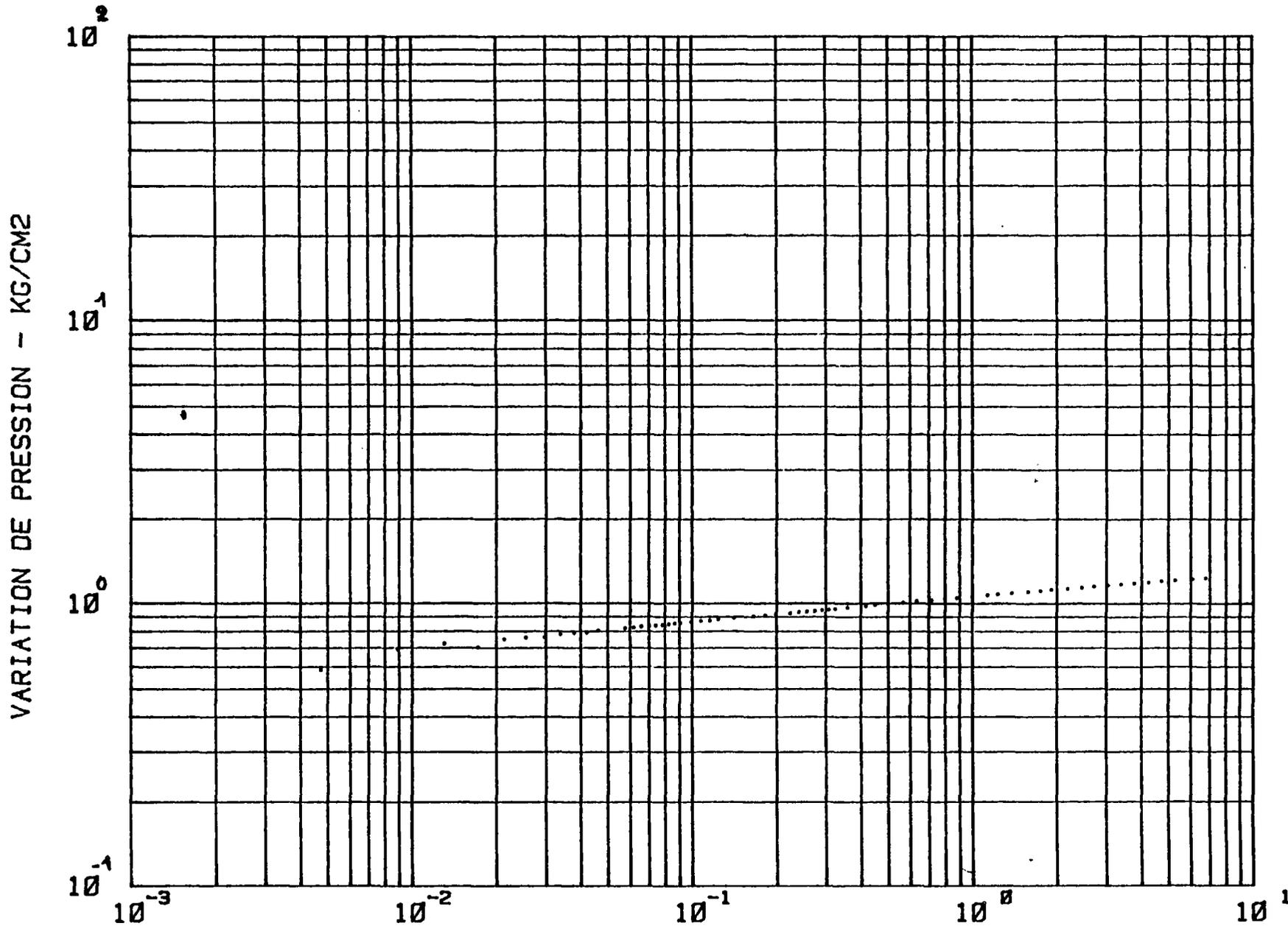


FIGURE 1 -DT EN HEURES  
 TEST DE FORMATION-LE BLANC MESNIL-GBMN2  
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-LOG LOG

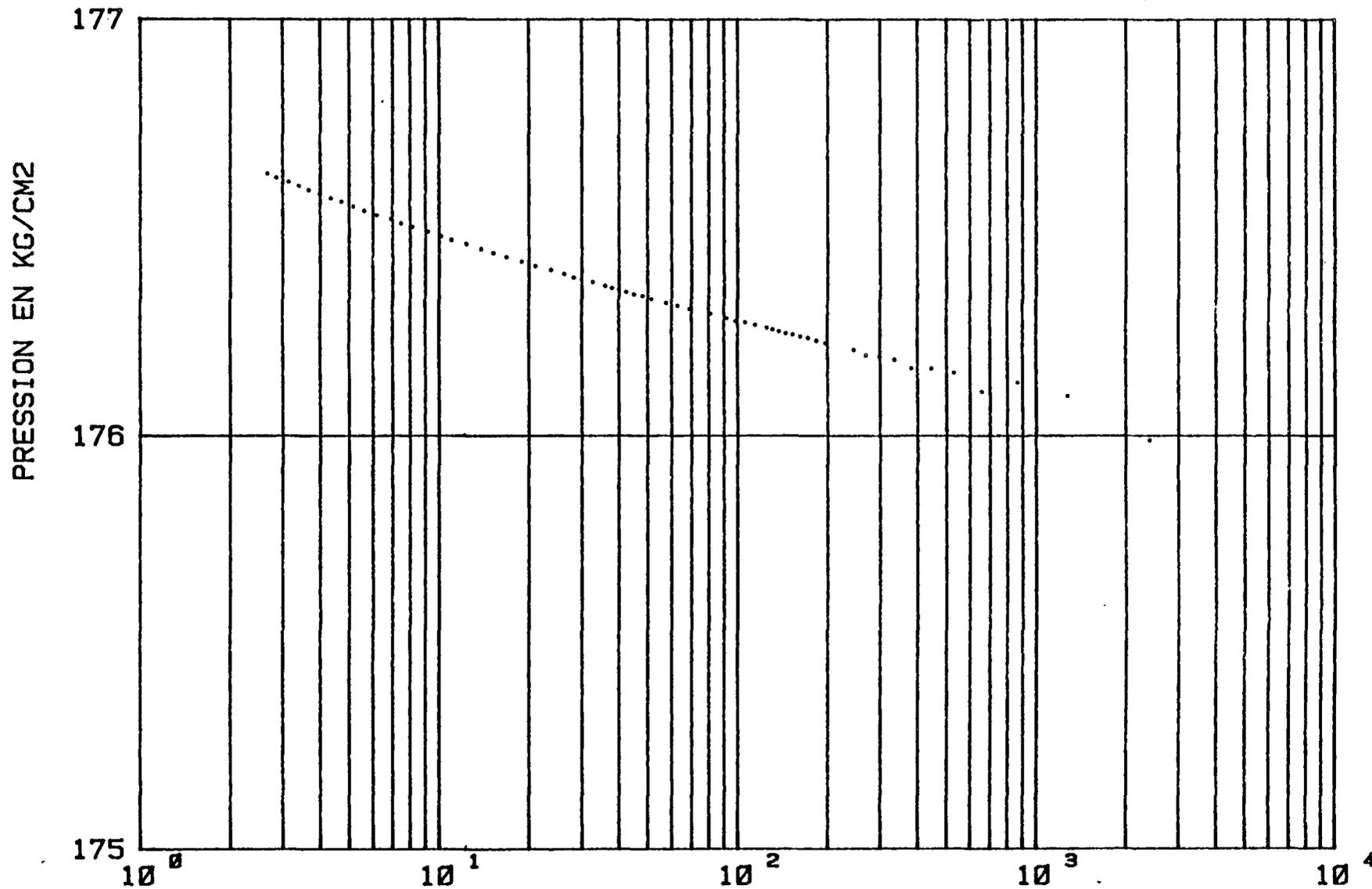


FIGURE 2 - (TP+DT/DT)  
 TEST DE FORMATION-LE BLANC MESNIL GBMN2  
 REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-HORNER

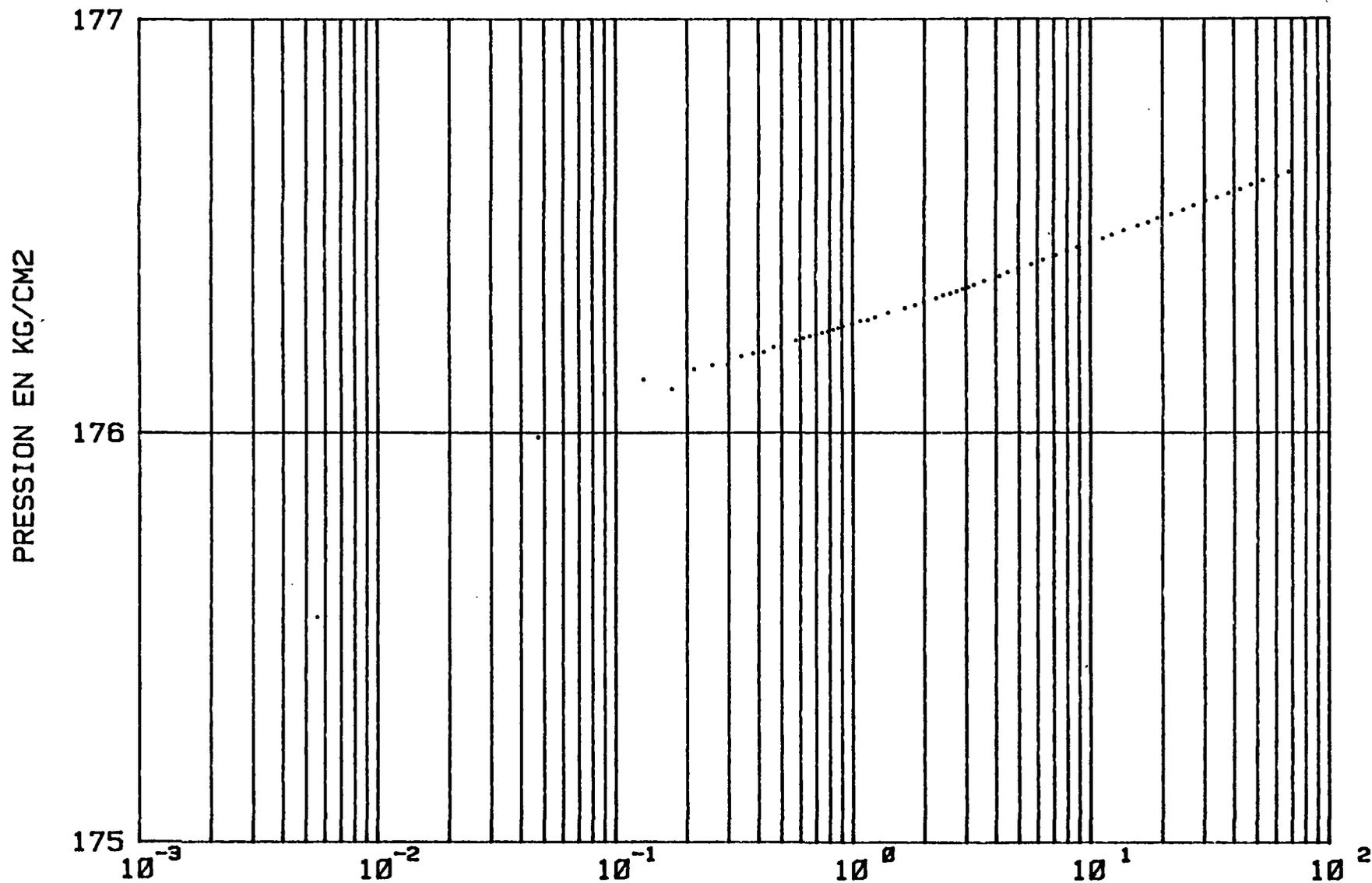


FIGURE 3-DT EN HEURES  
TEST DE FORMATION-LE BLANC MESNIL GBMN2  
REMONTÉE DE PRESSION APRES FERMETURE- MDH

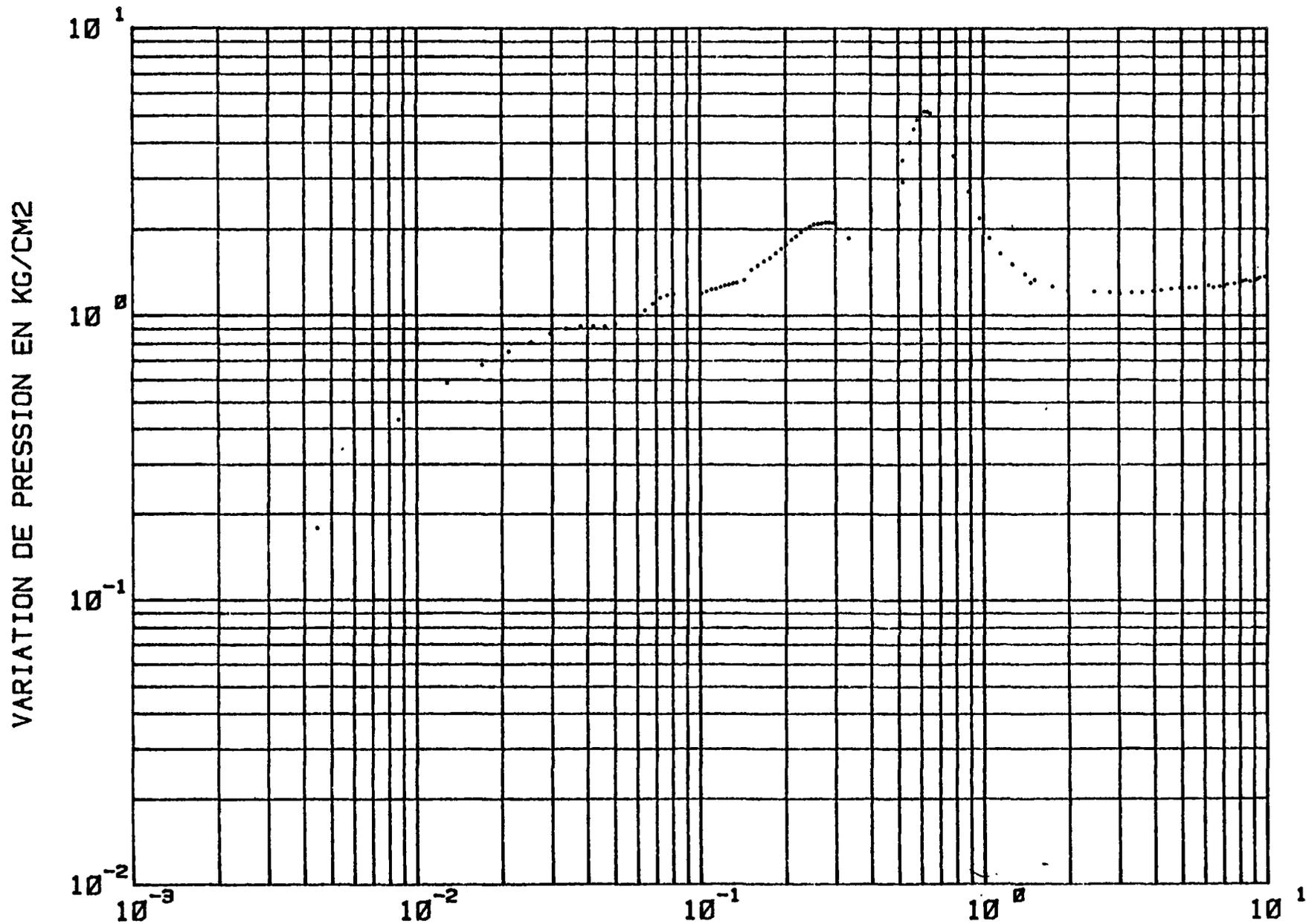


FIGURE 4 -DT EN HEURES  
 TEST D'INJECTION - LE BLANC MESNIL-GBMN2  
 REMONTEE DE PRESSION-DIAGRAMME LOG LOG

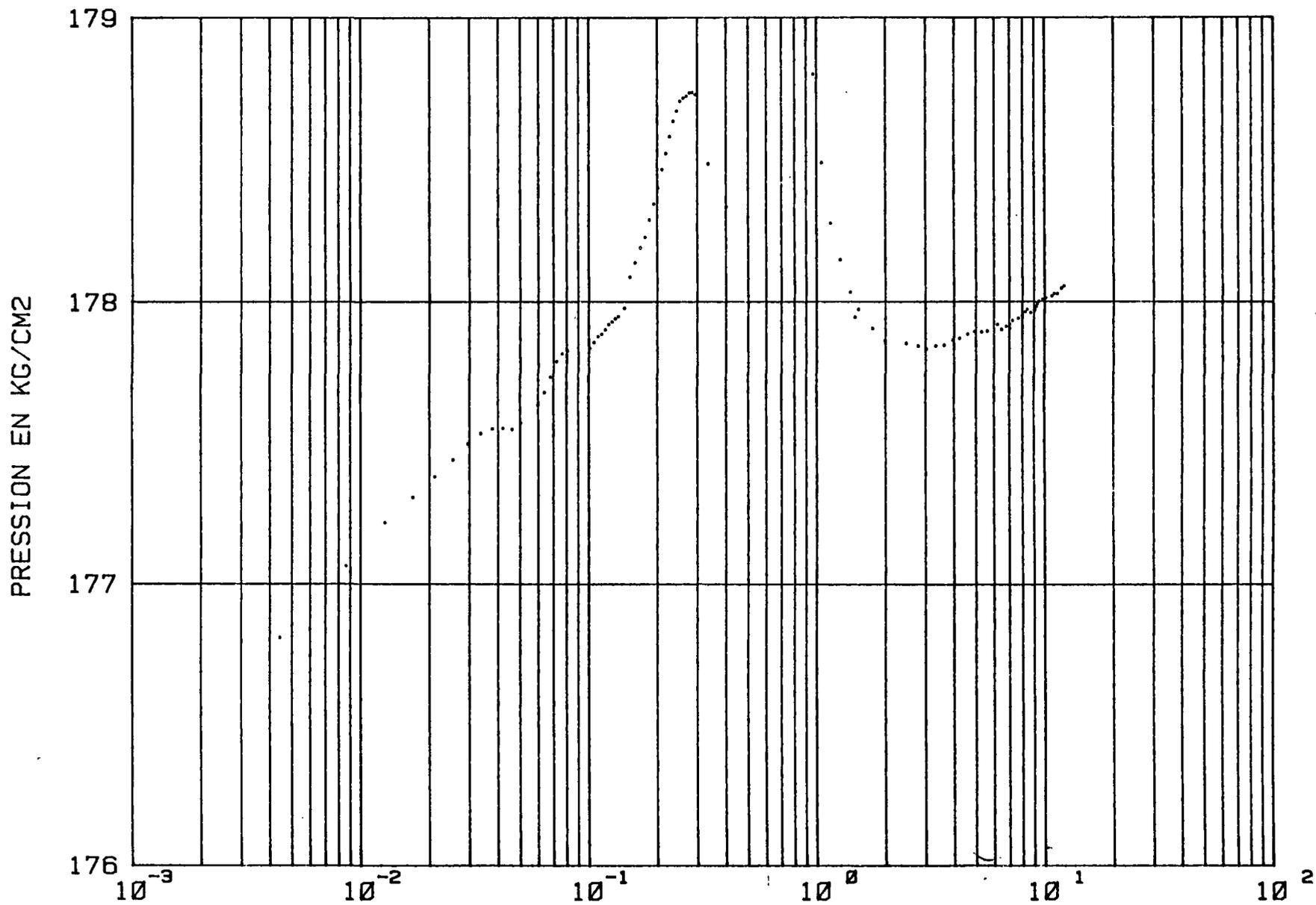


FIGURE 5 - LE BLANC MESNIL-GBMN2  
TEST D'INJECTION - DT EN HEURES  
REMONTÉE DE PRESSION- MDH

LE BLANC MESNIL - FORAGE GBMN2

REMONTEE DE PRESSION DU 23/11/82

DUREE DE PRODUCTION = 11.317 Heures

Pwfo ..... = 175.407 Kg/cm2

---

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt dt	p (kg/cm2)
1	12.45.2	.00056	.141	20355.006	175.548
2	12.45.17	.00472	.582	2397.281	175.989
3	12.45.32	.00889	.689	1274.081	176.096
4	12.45.47	.01306	.723	867.792	176.130
5	12.46.2	.01722	.700	658.090	176.107
6	12.46.17	.02139	.747	530.088	176.154
7	12.46.32	.02556	.757	443.825	176.164
8	12.46.47	.02972	.758	381.748	176.165
9	12.47.2	.03389	.778	334.926	176.185
10	12.47.17	.03806	.785	298.366	176.192
11	12.47.32	.04222	.788	269.022	176.195
12	12.47.47	.04639	.801	244.948	176.208
13	12.48.28	.05778	.817	196.863	176.224
14	12.48.43	.06194	.822	183.689	176.229
15	12.48.58	.06611	.828	172.175	176.235
16	12.49.13	.07028	.832	162.027	176.239
17	12.49.28	.07444	.836	153.014	176.243
18	12.49.43	.07861	.839	144.957	176.246
19	12.49.58	.08278	.844	137.711	176.251
20	12.50.13	.08694	.848	131.160	176.255
21	12.50.28	.09111	.852	125.207	176.259
22	12.50.58	.09944	.859	114.799	176.266
23	12.51.28	.10778	.865	105.999	176.272
24	12.51.58	.11611	.868	98.464	176.275
25	12.52.28	.12444	.875	91.937	176.282
26	12.53.28	.14111	.886	81.197	176.293
27	12.54.58	.16611	.898	69.127	176.305
28	12.55.58	.18278	.905	62.915	176.312
29	12.56.58	.19944	.912	57.741	176.319
30	12.58.28	.22444	.921	51.421	176.328
31	12.59.28	.24111	.929	47.935	176.336
32	13.0.28	.25778	.933	44.901	176.340

---

---

no du	t	dt	dp	tp+dt	p
point	(heures)	(heures)	(kg/cm <sup>2</sup> )	dt	(kg/cm <sup>2</sup> )
33	13. 1. 28	. 27444	. 938	42. 235	176. 345
34	13. 2. 28	. 29111	. 944	39. 874	176. 351
35	13. 3. 28	. 30778	. 948	37. 769	176. 355
36	13. 4. 28	. 32444	. 953	35. 880	176. 360
37	13. 6. 28	. 35778	. 963	32. 630	176. 370
38	13. 9. 58	. 41611	. 974	28. 196	176. 381
39	13. 11. 58	. 44944	. 983	26. 179	176. 390
40	13. 14. 58	. 49944	. 993	23. 658	176. 400
41	13. 16. 58	. 56611	1. 002	20. 990	176. 409
42	13. 22. 58	. 63278	1. 013	18. 884	176. 420
43	13. 27. 58	. 71611	1. 024	16. 803	176. 431
44	13. 32. 58	. 79945	1. 034	15. 156	176. 441
45	13. 37. 58	. 88278	1. 043	13. 819	176. 450
46	13. 44. 58	. 99944	1. 054	12. 323	176. 461
47	13. 52. 58	1. 13278	1. 064	10. 990	176. 471
48	13. 58. 58	1. 23278	1. 073	10. 180	176. 480
49	14. 7. 58	1. 38278	1. 083	9. 184	176. 490
50	14. 19. 58	1. 58278	1. 095	8. 150	176. 502
51	14. 29. 58	1. 74944	1. 103	7. 469	176. 510
52	14. 39. 58	1. 91611	1. 113	6. 906	176. 520
53	14. 55. 58	2. 18278	1. 123	6. 185	176. 530
54	15. 11. 58	2. 44944	1. 133	5. 620	176. 540
55	15. 27. 58	2. 71611	1. 144	5. 166	176. 551
56	15. 47. 58	3. 04945	1. 155	4. 711	176. 562
57	16. 7. 58	3. 38278	1. 163	4. 345	176. 570
58	16. 31. 58	3. 78278	1. 173	3. 992	176. 580
59	16. 59. 58	4. 24944	1. 183	3. 663	176. 590
60	17. 27. 58	4. 71611	1. 194	3. 400	176. 601
61	18. 1. 58	5. 28278	1. 203	3. 142	176. 610
62	18. 49. 58	6. 08278	1. 213	2. 860	176. 620
63	19. 31. 58	6. 78278	1. 223	2. 668	176. 630
64	20. 11. 58	7. 44944	1. 233	2. 519	176. 640
65	21. 3. 58	8. 31611	1. 243	2. 361	176. 650
66	22. 11. 58	9. 44944	1. 253	2. 198	176. 660
67	22. 59. 58	10. 24944	1. 258	2. 104	176. 665
68	23. 21. 28	10. 60778	1. 263	2. 067	176. 670
69	23. 51. 58	11. 11611	1. 268	2. 018	176. 675
70	0. 1. 58	11. 28278	1. 266	2. 003	176. 673

---

LE BLANC MESNIL - FORAGE GBMN2

TEST D"INJECTION DU 24/11/82

P<sub>ws0</sub> = 176.633 kg/cm<sup>2</sup>

---

no du	t	dt	dp	p
point	(heures)	(heures)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	2. 52. 1	. 00028	. 081	176. 714
2	2. 52. 16	. 00444	. 178	176. 811
3	2. 52. 31	. 00861	. 432	177. 065
4	2. 52. 46	. 01278	. 585	177. 218
5	2. 53. 1	. 01694	. 676	177. 309
6	2. 53. 16	. 02111	. 750	177. 383
7	2. 53. 31	. 02528	. 809	177. 442
8	2. 53. 46	. 02944	. 865	177. 498
9	2. 54. 1	. 03361	. 900	177. 533
10	2. 54. 16	. 03778	. 917	177. 550
11	2. 54. 31	. 04194	. 919	177. 552
12	2. 54. 46	. 04611	. 915	177. 548
13	2. 55. 1	. 05028	. 937	177. 570
14	2. 55. 35	. 05972	1. 002	177. 635
15	2. 55. 50	. 06389	1. 047	177. 680
16	2. 56. 5	. 06806	1. 102	177. 735
17	2. 56. 20	. 07222	1. 157	177. 790
18	2. 56. 35	. 07639	1. 183	177. 816
19	2. 56. 50	. 08056	1. 194	177. 827
20	2. 58. 5	. 10139	1. 202	177. 835
21	2. 58. 20	. 10556	1. 221	177. 854
22	2. 58. 35	. 10972	1. 243	177. 876
23	2. 58. 50	. 11389	1. 251	177. 884
24	2. 59. 5	. 11806	1. 266	177. 899
25	2. 59. 20	. 12222	1. 285	177. 918
26	2. 59. 35	. 12639	1. 294	177. 927
27	2. 59. 50	. 13056	1. 305	177. 938
28	3. 0. 5	. 13472	1. 314	177. 947
29	3. 0. 35	. 14306	1. 344	177. 977
30	3. 1. 5	. 15139	1. 456	178. 089
31	3. 1. 35	. 15972	1. 505	178. 138
32	3. 2. 5	. 16806	1. 557	178. 190

---

---

no du	t	dt	dp	p
point	(heures)	(heures)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
33	3. 2. 35	. 17639	1. 595	178. 228
34	3. 3. 5	. 18472	1. 658	178. 291
35	3. 3. 35	. 19306	1. 715	178. 348
36	3. 4. 5	. 20139	1. 772	178. 405
37	3. 4. 35	. 20972	1. 836	178. 469
38	3. 5. 5	. 21806	1. 890	178. 523
39	3. 5. 35	. 22639	1. 947	178. 580
40	3. 6. 5	. 23472	2. 002	178. 635
41	3. 6. 35	. 24306	2. 039	178. 672
42	3. 7. 5	. 25139	2. 074	178. 707
43	3. 7. 35	. 25972	2. 086	178. 719
44	3. 8. 5	. 26806	2. 093	178. 726
45	3. 8. 35	. 27639	2. 104	178. 737
46	3. 9. 5	. 28472	2. 105	178. 738
47	3. 9. 35	. 29306	2. 097	178. 730
48	3. 12. 5	. 33472	1. 854	178. 487
49	3. 16. 5	. 40139	1. 705	178. 338
50	3. 22. 5	. 50139	2. 435	179. 068
51	3. 23. 5	. 51806	2. 917	179. 550
52	3. 23. 5	. 51806	3. 476	180. 109
53	3. 25. 5	. 55139	4. 027	180. 660
54	3. 26. 5	. 56806	4. 489	181. 122
55	3. 27. 5	. 58472	4. 847	181. 480
56	3. 20. 5	. 46806x	5. 074	181. 707
57	3. 29. 5	. 61806	5. 189	181. 822
58	3. 30. 5	. 63472	5. 198	181. 831
59	3. 31. 5	. 65139	5. 120	181. 753
60	3. 34. 5	. 70139	4. 611	181. 244
61	3. 39. 5	. 78472	3. 598	180. 231
62	3. 45. 5	. 88472	2. 692	179. 325
63	3. 50. 5	. 96806	2. 169	178. 802
64	3. 55. 5	1. 05139	1. 858	178. 491
65	4. 1. 5	1. 15139	1. 645	178. 278
66	4. 8. 5	1. 26806	1. 515	178. 148
67	4. 16. 5	1. 40139	1. 402	178. 035
68	4. 23. 5	1. 51806	1. 339	177. 972
69	4. 20. 5	1. 46806	1. 311	177. 944
70	4. 37. 5	1. 75139	1. 272	177. 905
71	4. 51. 5	1. 98472	1. 228	177. 861
72	5. 19. 5	2. 45139	1. 220	177. 853
73	5. 39. 5	2. 78472	1. 210	177. 843
74	5. 53. 5	3. 01806	1. 200	177. 833
75	6. 11. 5	3. 31806	1. 211	177. 844
76	6. 29. 5	3. 61806	1. 212	177. 845

---

---

no du	t	dt	dp	p
point	(heures)	(heures)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
77	6. 49. 5	3. 95139	1. 231	177. 864
78	7. 5. 5	4. 21806	1. 237	177. 870
79	7. 27. 5	4. 58472	1. 252	177. 885
80	7. 47. 5	4. 91806	1. 261	177. 894
81	8. 9. 5	5. 28472	1. 259	177. 892
82	8. 27. 5	5. 58472	1. 262	177. 895
83	9. 53. 5	7. 01805	1. 272	177. 905
84	9. 3. 5	6. 18472	1. 285	177. 918
85	9. 19. 5	6. 45139	1. 266	177. 899
86	9. 39. 5	6. 78472	1. 279	177. 912
87	9. 53. 5	7. 01805	1. 287	177. 920
88	10. 5. 5	7. 21805	1. 299	177. 932
89	10. 31. 5	7. 65139	1. 307	177. 940
90	10. 51. 5	7. 98472	1. 317	177. 950
91	11. 3. 5	8. 18472	1. 329	177. 962
92	11. 15. 5	8. 38472	1. 339	177. 972
93	11. 33. 5	8. 68472	1. 328	177. 961
94	11. 55. 5	9. 05139	1. 337	177. 970
95	12. 3. 5	9. 18472	1. 349	177. 982
96	12. 9. 5	9. 28472	1. 360	177. 993
97	12. 17. 5	9. 41806	1. 368	178. 001
98	12. 39. 5	9. 78472	1. 377	178. 010
99	12. 59. 5	10. 11806	1. 382	178. 015
100	13. 35. 5	10. 71805	1. 388	178. 021
101	13. 51. 5	10. 98472	1. 397	178. 030
102	14. 13. 5	11. 35139	1. 397	178. 030
103	14. 39. 5	11. 78472	1. 417	178. 050
104	14. 59. 6	12. 11833	1. 424	178. 057

---

C - PREVISIONS DES PRESSIONS DE PRODUCTION ET PUISSANCE DE POMPES

Les pressions de pompage sont calculees pour une installation fonctionnant en boucle avec un puits de pompage et un puits de reinjection operant a meme debit. Les donnees utilisees sont issues des resultats des essais sur les forages GBMN1 et GBMN2.

I - CARACTERISTIQUES DE LA BOUCLE GEOTHERMALE

I.1 - PARAMETRES DU RESERVOIR

Les caracteristiques moyennes retenues sont les suivantes .

Hauteur productive .....	12.7 m (GBMN1)
	17.2 m (GBMN2)
Porosite moyenne .....	15.5 %
Transmissivite intrinseque .....	56 D.m (GBMN1)
	75 D.m (GBMN2)
Permeabilite intrinseque .....	4.4 D (GBMN1)
	4.38 D (GBMN2)
Temperature moyenne du reservoir .....	67.5 C (GBMN1)
	65.6 C (GBMN2)
Viscosite .....	0.44 cp
Pression artesianne potentielle.....	9 kg/cm2 GBMN1

I. 2 - DISTANCE ENTRE OUVRAGES

Conformement au programme d'operation la distance entre les puits au niveau du reservoir est prise egale a 1480 m(toit).

I. 3 - CARACTERISTIQUES PARTICULIERES DES FORAGES

Puits de production :

Tubage 7 " jusqu'a 1878 m ( simplification )

Reservoir 6 " ; facteur de skin : -2

Puits de reinjection :

Tubage 7 " jusqu'a 1891 m

Reservoir 6 " ; facteur de skin : - 5

II - RELATIONS UTILISEES POUR LES CALCULS

II. 1 - VARIATION DE PRESSION HYDRODYNAMIQUE dPh

Puits de production :

$$dPh = \frac{Q \cdot \mu_o}{2\pi kh} \left[ \ln \frac{D}{r_w} + S \right] \quad (\text{atm})$$

Puits de reinjection :

Le calcul est effectue apres des temps de fonctionnement du doublet de 1 mois , 7 mois , 10 ans , avec prise en compte de l'effet parietal thermique ( influence de la viscosite plus elevee dans la zone envanie par les eaux de reinjection ).

## II. 2 - PERTES DE CHARGE DANS LES TUBAGES dPc

---

Relation utilisee :

$$dPc = 1.057 \cdot 10^7 \frac{0.21 \cdot u^{1.79} \cdot Q}{d_i^{4.79}} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$d_i$  = diametre interieur du casing

Par convention le calcul des pertes de charge dans la completion est effectuee pour un debit moyen egal a la moitie du debit nominal.

## II. 3 - BILAN DES PRESSIONS

---

Les puits etant artesiens ; les bilans des pressions sont les suivants :

$$\text{Production : } P_d = dPh + dPc - dPap$$

$$\text{Injection : } P_d = dPh + dPc + dPas$$

## II. 4 - PUISSANCE ELECTRIQUE DE POMPAGE

---

La puissance electrique de pompage est calculee par la relation :

$$P_e = Q \cdot P \cdot 4 \cdot 10^{-2} \quad (\text{kW})$$

III - BILAN DES PRESSIONS ET PUISSANCE ELECTRIQUE

III. 1. - PUIITS DE PRODUCTION

Estimations apres 7.0 mois d'exploitation a debit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	1.4	2.8	3.5	4.2	5.0	5.7	6.4	7.1	kg/cm2
dPc	.5	1.8	2.7	3.8	5.0	6.3	7.8	9.5	kg/cm2
dPap	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	kg/cm2
Pd	-7.1	-4.4	-2.8	-1.1	.9	2.9	5.1	7.4	kg/cm2
Pe	(-14.)	(-18.)	(-14.)	(-6.)	6.	23.	46.	74.	kW

III. 2 - Puits d'Injection  
-----

III. 2. 1 - Temperature d'injection : 25.00 C

Viscosite : .94 cp

Estimations apres 1.0 mois d'exploitation a debit constant.

---

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	.8	1.8	2.2	2.7	3.2	3.7	4.2	4.7	kg/cm2
dPe	.6	2.1	3.2	4.4	5.6	7.4	9.2	11.1	kg/cm2
dPap	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	kg/cm2
Pd	7.7	10.2	11.7	13.4	15.3	17.4	19.6	22.0	kg/cm2
Pe	15.	41.	58.	80.	107.	139.	177.	220.	kW

---

III 2. 2 - Temperature d'injection : 30.00 C

Viscosite : 1.84 cp

Estimations apres 1.0 mois d'exploitation a debit constant.

---

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	.8	1.7	2.1	2.6	3.0	3.5	4.0	4.5	kg/cm2
dPc	.6	2.1	3.1	4.3	5.7	7.2	8.9	10.8	kg/cm2
dPap	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	kg/cm2
Pd	7.9	10.3	11.7	13.4	15.2	17.2	19.4	21.7	kg/cm2
Pe	16.	41.	59.	80.	107.	138.	175.	217.	kW

---

III. 2. 3 - Temperature d'injection : 35.00 C

Viscosite : .75 cp

Estimations apres 1.0 mois d'exploitation a debit constant.

---

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	.8	1.6	2.0	2.4	2.9	3.3	3.7	4.2	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.1	4.2	5.6	7.1	8.7	10.6	kg/cm2
dPap	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	kg/cm2
Pd	8.1	10.4	11.8	13.5	15.2	17.2	19.3	21.5	kg/cm2
Pe	16.	42.	59.	81.	107.	137.	173.	215.	kW

---

III.2.4 - Temperature d'injection : 40.00 C

Viscosite : .68 cp

Estimations apres 1.0 mois d'exploitation a debit constant.

---

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	.7	1.5	1.9	2.3	2.7	3.2	3.6	4.0	kg/cm2
dFc	.6	2.0	3.0	4.1	5.5	6.9	8.6	10.3	kg/cm2
dFap	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	kg/cm2
Pd	8.4	10.6	12.0	13.6	15.3	17.2	19.2	21.4	kg/cm2
Pe	17.	42.	60.	81.	107.	137.	173.	214.	kW

---

III.2. 5 - Temperature d'injection : 25.00 C

Viscosite : .94 cp

Estimations apres 7.0 mois d'exploitation a debit constant.

---

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	1.0	2.0	2.6	3.2	3.7	4.3	4.9	5.5	kg/cm2
dPe	.6	2.1	3.2	4.4	5.8	7.4	9.2	11.1	kg/cm2
dPap	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	kg/cm2
Pd	7.8	10.4	12.0	13.8	15.8	18.0	20.3	22.8	kg/cm2
Pe	16.	42.	60.	83.	111.	144.	183.	228.	kW

---

III.2.6 - Temperature d'injection : 30.00 C

Viscosite : .84 cp

Estimations apres 7.0 mois d'exploitation a debit constant.

---

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	.9	1.9	2.4	2.9	3.4	4.0	4.5	5.0	kg/cm2
dPc	.6	2.1	3.1	4.3	5.7	7.2	8.9	10.8	kg/cm2
dPap	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	kg/cm2
Pd	8.0	10.5	12.0	13.7	15.6	17.7	19.9	22.3	kg/cm2
Pe	16.	42.	60.	82.	109.	142.	179.	223.	kW

---

III.2.7 - Temperature d'injection : 35.00 C

Viscosite : .75 cp

Estimations apres 7.0 mois d'exploitation a debit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	.9	1.8	2.2	2.7	3.2	3.7	4.1	4.6	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.1	4.2	5.6	7.1	8.7	10.6	kg/cm2
dPap	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	kg/cm2
Pd	8.2	10.6	12.1	13.7	15.5	17.5	19.7	22.0	kg/cm2
Pe	16.	42.	60.	82.	109.	140.	177.	220.	kW

III. 2. 8 - Temperature d'injection : 40.00 C

Viscosite : 1.68 cp

Estimations apres 7.0 mois d'exploitation a debit constant.

---

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	.8	1.7	2.1	2.5	3.0	3.4	3.9	4.3	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.0	4.1	5.5	6.9	8.6	10.3	kg/cm2
dPap	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	kg/cm2
Pd	8.5	10.8	12.2	13.8	15.5	17.4	19.5	21.7	kg/cm2
Pe	17.	43.	61.	83.	109.	140.	176.	217.	kW

---

III.2.9 - Temperature d'injection : 25.00 C

Viscosite : .94 cp

Estimations apres 120.0 mois d'exploitation a debit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	1.2	2.5	3.1	3.8	4.5	5.1	5.8	6.5	kg/cm2
dPc	.6	2.1	3.2	4.4	5.8	7.4	9.2	11.1	kg/cm2
dPap	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	kg/cm2
Fd	8.1	10.9	12.6	14.5	16.6	18.8	21.2	23.8	kg/cm2
Pe	16.	43.	63.	87.	116.	151.	191.	238.	kW

III. 2. 10 - Temperature d'injection : 30.00 C

Viscosite : .84 cp

Estimations apres 120.0 mois d'exploitation a debit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	1.1	2.2	2.8	3.4	4.0	4.6	5.3	5.9	kg/cm2
dPc	.6	2.1	3.1	4.3	5.7	7.2	8.9	10.8	kg/cm2
dPap	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	kg/cm2
Pd	8.2	10.8	12.4	14.2	16.2	18.4	20.7	23.2	kg/cm2
Pe	16.	43.	62.	85.	114.	147.	186.	232.	kW

III.2.11 - Temperature d'injection : 35.00 C

Viscosite . . . . . 75 cp

Estimations apres 120.0 mois d'exploitation a debit constant.

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	1.0	2.0	2.6	3.1	3.6	4.2	4.7	5.3	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.1	4.2	5.6	7.1	8.7	10.6	kg/cm2
dPap	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	kg/cm2
Fd	8.4	10.9	12.4	14.1	16.0	18.0	20.2	22.6	kg/cm2
Pe	17.	43.	62.	85.	112.	144.	182.	226.	kW

III. 2. 12 - Temperature d'injection : 40.00 C

Viscosite : .68 cp

Estimations apres 120.0 mois d'exploitation a debit constant.

---

Q	50.	100.	125.	150.	175.	200.	225.	250.	m3/h
dPh	.9	1.9	2.4	2.8	3.3	3.8	4.3	4.8	kg/cm2
dPc	.6	2.0	3.0	4.1	5.5	6.9	8.6	10.3	kg/cm2
dPap	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	kg/cm2
Pd	8.6	11.0	12.4	14.1	15.9	17.8	20.0	22.2	kg/cm2
Pe	17.	44.	62.	84.	111.	143.	180.	222.	kW

---

QUATRIEME PARTIE  
RAPPORT GEOCHIMIQUE

Un prélèvement de fluide géothermique en fond de puits a été réalisé sur GBMN1.

Afin de vérifier et de compléter les résultats obtenus sur le prélèvement de fond, deux prélèvements de surface ont été effectués.

Les analyses chimiques de GBMN2 ayant confirmé celles effectuées sur le premier puits, les conclusions données dans la suite de cette étude seront établies à partir des éléments obtenus sur GBMN1 et généralisées à l'ensemble du réservoir du Dogger au droit de BLANC MESNIL.

## I - CHIMIE DU FLUIDE GEOTHERMAL

### I.1 Prélèvements

Les prélèvements de surface pour analyse détaillée ont été effectués le 26.12.82 pour GBMN1 et le 23.11.82 pour GBMN2. Chaque puits produisait alors en débit artésien. Les températures mesurées pendant le prélèvement étaient de 60,5°C à GBMN1 et de 60,8°C à GBMN2.

Le prélèvement de fond réalisé grâce à un échantillonneur a permis l'analyse chimique qualitative au toit du réservoir. La température mesurée au fond est de 68,5°C. L'écart de température entre le fond et la tête de puits est justifié par la température extérieure basse régnant lors du prélèvement (- 10°C).

### I.2 Méthodologie des prélèvements

#### I.2.1 Prélèvements de surface

##### 1.2.1.1 Paramètres chimiques

Le fluide géothermal a été conditionné de façon spécifique en fonction des types d'analyses à effectuer :

- ANIONS : 1 prélèvement dans un flacon de 500 cm<sup>3</sup> après filtration sur filtre Millipore à 0,45 µ pour la détermination des concentrations en Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub>.

- CATIONS : 1 prélèvement dans un flacon de 500 cm<sup>3</sup> après filtration sur filtre Millipore à 0,45 µ et acidification à pH = 1 environ (par HNO<sub>3</sub>, à 0,1 N) pour la détermination des concentrations en Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>.

- SILICE : La teneur en silice dissoute sera déterminée par 2 prélèvements de 50 cm<sup>3</sup> après filtration sur filtre Millipore à 0,45 µ. L'un est dilué dans 50 cm<sup>3</sup> d'eau distillée, l'autre dans 100 cm<sup>3</sup>.

- SOUFRE (sulfures, sulfates, isotopes <sup>34</sup>S) 1 volume de 500 cm<sup>3</sup> est prélevé dans un flacon contenant de l'acétate de cadmium. Il y aura précipitation de sulfure de cadmium qui permettra de doser les concentrations et sulfures totaux. L'analyse des sulfates dissous et la mesure de l'enrichissement en isotope <sup>34</sup>S sont effectués au laboratoire.

- GAZ DISSOUS : 1 prélèvement est réalisé en ampoule de 500 cm<sup>3</sup> sous un vide de 10<sup>-6</sup> Torr pour analyse en chromatographie de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, Ar, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He.

- GAZ LIBRES : 1 prélèvement est réalisé en ampoule de 500 cm<sup>3</sup> pour analyse en chromatographie de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, Ar, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He.

- ELEMENT TRACE : 1 prélèvement de 50 cm<sup>3</sup> après acidification à pH = 1 (par HNO<sub>3</sub>) et filtration sur filtre Millipore à 0,1 μ pour analyse des éléments, ts traces : Ba, Li, Rb, Sr, B, Fe, F, Mn.

- ANALYSE ISOTOPIQUE : (<sup>18</sup>O,D) : 1 prélèvement de 2000 cm<sup>3</sup>.

- HYDROCARBURES : 1 prélèvement de 500 cm<sup>3</sup> (analyse non effectuée pour CREIL).

- ANALYSE BACTERIOLOGIQUE : 2 prélèvements en flacons à embout conique pour analyse des bactéries (ferro bactéries, bactéries sulfato-réductrices).



I.2.1.2. Les paramètres physiques (pH, T, résistivité, rapport gaz/eau)

. pH, T, résistivité.

Ils sont mesurés in situ par des instruments à affichage numérique (pH mètre, thermocouple, résistivimètre).

. mesure des débits gaz/eau.

Les débits respectifs de la fraction gazeuse et de la fraction liquide sont canalisés sur deux débit mètres. Les mesures permettent une comparaison avec le GLR obtenu sur l'échantillon de fond (voir I.2.2).

I.2.2. Prélèvement de fond  
-----

Ce prélèvement permet l'étude de 6 points particuliers :

- Les relations pression-volume du fluide géothermal à température de réinjection (voir planche 2a<sub>1</sub> 2a<sub>2</sub>)

- les relations pression-volume du fluide géothermal à température de production avec contrôle du point de bulle sur un second échantillon (voir planche 2b<sub>1</sub>, 2b<sub>2</sub> et 2c<sub>1</sub> 2c<sub>2</sub>)

- test de séparation phase liquide phase gazeuse pour 2 échantillons. Ce test fournit des données sur la pression au fond de puits, les proportions d'eau et de gaz (GLR) et la composition de l'eau résiduelle (voir planche 2d<sub>1</sub> et 2d<sub>2</sub>).

- analyse du gaz libéré au cours de la séparation.

- Analyse bactériologique (ferrofactéries, bactéries sulfato-réductrices)

- Analyse chimique de l'échantillon de fond.

I.3 Description de la fraction liquide et de la fraction gazeuse des échantillons prélevés (voir planche 1)

La fraction liquide produite en surface était de couleur grisâtre mais ne présentait pas de dépôts visibles à l'oeil nu. L'odeur fétide liée à la concentration en H<sub>2</sub>S était très marquée.

La fraction liquide prélevée au font était également de couleur grisâtre et présentait une odeur fétide. De plus, un dépôt de particules noires a été constaté.

L'analyse chimique (planche 1) montre une eau chargée ( 27 g/l) de type chlorurée sodique les autres espèces dominantes sont le calcium et les sulfates.

la fraction gazeuse de l'échantillon de surface est constituée essentiellement par de l'azote. Les autres espèces gazeuses dominantes sont le gaz carbonique et le méthane.

La fraction gazeuse de l'échantillon de fond est constituée essentiellement par du dioxyde de carbone et de l'azote. Les autres espèces gazeuses dominantes sont le méthane et l'hydrogène sulfuré.

#### I.4 Point de bulle

L'étude des relations pression-volume du fluide géothermique (présenté sur les planches 2a1, 2a2, 2b1, 2b2, 2c1, 2c2,) permet d'aboutir aux résultats suivant :

- pour une température en surface de 66,5°C au puits de production, le niveau du point de bulle est d'environ 6 bars (pression relative).

- pour une température en surface de 35°C au puits d'injection, le niveau du point de bulle est d'environ 4 bars (pression relative).

#### I.5 Origine des éléments

Les ions dissous proviennent essentiellement du lessivage des minéraux composant les formations spécifiques rencontrées par l'eau selon les correspondances suivantes :

- Sodium et chlore : (Na, Cl) proviennent du lessivage de formations évaporitiques composées la majeure partie par des sels minéraux (NaCl, KCl).

- Les sulfates ( $SO_4^{2-}$ ) proviennent du lessivage de formations évaporitiques composées par du gypse et de l'anhydrite, tous deux sulfates de calcium naturels.

- Les sulfures sont probablement d'origine biogénique comme le montre l'analyse isotopique du soufre 34. En effet les bactéries sulfato réductrices réduisent les sulfates dissous en sulfures. Ces derniers sont alors susceptibles de précipiter avec le fer (cf. § II.1.3).

- Le calcium, le magnésium, et le strontium, (Ca, Mg, Sr) proviennent du lessivage de minéraux carbonatés tels que calcite, dolomite, célestine.

## II - EVALUATION DES PROBLEMES LIES A L'EXPLOITATION DE L'EAU

### II.1 La corrosion

L'usure précoce et les problèmes de vieillissement des installations (tubages, pompes, échangeurs, etc...) peuvent être dus à trois types de phénomènes :

- . La corrosion chimique et/ou électrochimique
- . La corrosion bactérienne
- . La corrosion mécanique.

#### II.1.1 La corrosion chimique

- . Par les gaz

Les gaz interviennent de deux façons bien distinctes :

- les volumes désorbés au cours de fortes chutes de pression (production artésienne par exemple) peuvent être très importants et provoquer une érosion mécanique très rapide des canalisations ou des pompes de réinjection.

Il est nécessaire, en particulier, de remarquer que les bulles de gaz libérées à de faibles pressions peuvent être comprimées mais non redissoutes, ce qui a pour effet de renforcer leur pouvoir érosif.

Cet aspect du problème est étudié dans le paragraphe relatif au "point de bulle" du fluide dont la valeur permet de déterminer le seuil minimal de pression de service dans le réseau.

- L'aspect chimique de la corrosion due aux gaz sera étudié ci-après de façon spécifique, chaque gaz étant en effet à l'origine d'un type de corrosion donné.

#### a) Hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S)

Au cours du forage du réservoir à BLANC MESNIL l'odeur caractéristique d'H<sub>2</sub>S a été décelée à plusieurs reprises. Une telle constatation (le système olfactif présente une sensibilité de l'ordre de 1 ppm) se trouve confirmée par les résultats de l'analyse présentée sur la planche 1.

- . H<sub>2</sub>S dégazé par l'échantillon de fond : 4,77 %, soit 2,46 ppm
- . Concentration en soufre total dans l'échantillon de fond : traces

Ces teneurs sont globalement conformes avec celles trouvées dans les eaux de la nappe de Dogger dans la partie Nord-Ouest du Bassin Parisien.

b) Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

Ce gaz est directement responsable de la corrosion généralisée (perte d'épaisseur régulière) des surfaces métalliques par acidification de la solution.

. Il est à noter que l'influence du taux de CO<sub>2</sub> se fait principalement sentir à la réinjection, un abaissement de température favorisant une redissolution du gaz, la concentration de CO<sub>2</sub> obtenue par dégazage de l'échantillon de fond (47,74 % molaire) est du même ordre de grandeur que celle rencontrée dans la plupart des autres doublets exploitant le Dogger.

CONCLUSION

Parmi les gaz présents dans le fluide géothermique de BLANC MESNIL seuls l'hydrogène sulfuré et le gaz carbonique pourront avoir une incidence importante sur les portions métalliques du réseau et tout particulièrement sur les tubages, têtes de puits et pompes ; des analyses périodiques devront être effectuées afin de contrôler strictement l'évolution de ces phénomènes. Par contre, pour un réseau de surface constitué de canalisations en fibre de verre - résine epoxy et d'échangeurs titane, de telles concentrations n'auront aucun effet corrosif.

Par les ions dissous

a) le chlorure de Sodium

Les fluides exploités contiennent principalement des ions Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> responsables, en liaison avec la teneur en oxygène, des phénomènes de corrosion localisée par piqûres. Une comparaison de la concentration relevée à BLANC MESNIL (Dogger) montre que les eaux y ont des teneurs en Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> supérieures aux teneurs moyennes.

Les phénomènes de corrosion liés à la salinité seront donc vraisemblablement légèrement plus importants que dans les autres doublets géothermiques, sans pour autant que cet accroissement d'agressivité soit fondamental.

RESERVOIR	DOGGER	
SITE	BLANC-MESNIL	MOYENNE
Salinité totale (g/l)	27	26
Na <sup>+</sup> (mg/l)	8 845	-
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	14 290	-
Salinité NaCl (mg/l)	23 135	19 850

b) Les sulfates

Ces éléments majeurs relativement abondants dans les eaux géothermales sont utilisés par les bactéries sulfato-réductrices qui en extraient l'oxygène indispensable à leur métabolisme en milieu anaérobie (cf. paragraphe II.1.3.).

Comme précédemment, si nous effectuons une comparaison des concentrations, nous pouvons prévoir que ce phénomène ne devrait avoir guère plus d'ampleur à BLANC-MESNIL que dans les autres doublets exploitant le Dogger.

RESERVOIR	DOGGER	
SITE	BLANC-MESNIL	MOYENNE
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	939	740

c) Les sulfures

La concentration en ion sulfure élément réducteur intervient sur le pouvoir oxydant de la solution. Cette concentration intègre l'ensemble des dérivés sulfurés.

Cet élément forme, en fin de réaction avec le fer présent dans l'eau (naturellement peu abondant à BLANC-MESNIL = 0,97 mg/l) et provenant de la corrosion de surfaces métalliques (tubages, etc...), des composés très peu solubles, tels que la pyrite.

Ces composés peuvent se déposer ou s'assembler en agrégats entraînés par l'eau induisant les colmatages de fins canaux (échangeurs) ou la corrosion par érosion de pièces mobiles (pompes).

Cependant, il reste nécessaire de disposer au débouché de la tête de puits de production un système de décantation ainsi que des filtres en amont de tous les points sensibles du réseau.

II.1.2 La corrosion mécanique

L'action du débit, liée à celle de la pression, peut consister en la formation de zones de turbulence ou de stagnation au sein des tubages ou des canalisations ; ces phénomènes sont responsables de la corrosion par érosion ou abrasion mais d'autant moins, dans le cas présent, que le réservoir exploité est carbonaté.

Ces phénomènes sont néanmoins à considérer dans l'élaboration de la morphologie du réseau de surface afin de limiter au maximum la présence de points défavorables (coudes, tés, etc...)

Le problème du dégazage et de la circulation dans le réseau de bulles de gaz sous pression peut se traduire par des phénomènes de corrosion par érosion ou abrasion préjudiciables au bon fonctionnement du réseau (cf. §II.1.1.).

### II.1.3 La corrosion bactérienne

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-après :

LIEUX DE PRELEVEMENT		BLANC MESNIL (Novembre - Décembre 1982)									
DATE D'ANALYSE	T°C	G.B.M.N. 1					G.B.M.N. 2				
		FOND DE PUIITS	SURFACE		SURFACE		SURFACE		SURFACE		
TYPE DE BACTERIE	T°C	24 h	8 j	15 j	24 h	8 j	15 j	24 h	8 j	15 j	
BACTERIES	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SULFATO REDUCTRICES	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FERRO BACTERIES	66	0	0	0	NR	NR	NR	NR	NR	NR	
	35	0	0	0	NR	NR	NR	NR	NR	NR	

+ + présence très importante

+ - présence peu importante

+ présence importante

0 absence

NR : non recherché.

Ces résultats montrent de toute évidence l'absence de bactéries dans l'eau géothermique des forages GBMN 1 et GBMN 2 de BLANC MESNIL.

Afin de lever le doute sur ce problème il sera nécessaire de préciser ultérieurement ces résultats.

Rappelons qu'en ce qui concerne l'influence de la température sur le développement et la croissance de bactéries, il est admis que l'optimum se situe entre 30° et 40°C. Ce fait explique que généralement, les bactéries sont plus actives dans le puits de réinjection des doublets géothermiques ou dans le réseau situé en aval des échangeurs.

Pour mémoire, précisons encore que l'action des bactéries sulfato-réductrices (en symbiose avec les bactéries du fer) se manifeste par le percement des canalisations métalliques (corrosion par piqûres) au niveau de coudes particulièrement.

Ce phénomène peut être expliqué schématiquement par la succession des réactions suivantes : transformation des ions  $SO_4^{--}$  contenus dans l'eau en ions  $S^{--}$  par les bactéries, capture des ions ferriques ou ferreux des tubages (d'où perforations) pour formation de précipités de sulfures de fer en équilibre chimique.

### CONCLUSION

Les phénomènes microbiologiques de la corrosion sont rendus complexes par la multiplicité des paramètres en jeu (origine des bactéries, associations, écologie et métabolisme).

Des études sont en cours pour déterminer ces paramètres et élaborer des moyens de lutte efficaces.

En tout état de cause, un programme doit être prévu pour surveiller ces phénomènes au cours de l'exploitation de la centrale et ce, dès sa mise en service. Ce programme devra notamment s'appuyer sur l'analyse périodique d'échantillons de fluides et de dépôts prélevés sur des éléments d'installations corrodés à l'occasion de leur remplacement.

### II.2 - Les dépôts -----

La température de l'eau est de  $68,5^{\circ}C$  au fond et sera comprise entre  $40^{\circ}C$  et  $30^{\circ}C$  après passage dans l'échangeur.

A partir des diverses études effectuées sur le Dogger dans cette région et après mesure du pH sur le site dont la valeur est de 6,7 nous pouvons considérer que l'eau est saturée en calcite et en quartz.

#### La calcite et les carbonates

Dans la mesure où on ne procédera pas au dégazage de l'eau, dégazage qui amènerait une sursaturation de l'eau en calcite et en espèces carbonatées, et donc, une possibilité de précipitation, on peut considérer qu'il n'y aura pas de risques de colmatage des installations ou du réservoir.

#### La silice

Cet élément est en quantité moyenne dans les eaux de BLANC MESNIL (40 mg/l) au regard des concentrations connues par ailleurs au Dogger.

La silice, dont l'action incrustante est fréquemment constatée sur les champs géothermiques haute-énergie, ne devrait pas être en excès après l'échangeur, le refroidissement n'étant pas suffisant. Par contre, l'eau sera vraisemblablement sursaturée vis à vis d'autres espèces de la silice (quartz et caldédoine). Le domaine de formation de ces deux minéraux appartenant aux hautes températures, ils ne devraient pas se former. De plus, les concentrations en silice sont du même ordre de grandeur que celles présentes dans les exploitations géothermiques de Melun, Villeneuve la Garenne, Creil pour lesquelles il n'a pas été observé de colmatage par la silice.

RELATION-PRESSION-VOLUME DU FLUIDE DE GISEMENT A 35 °C

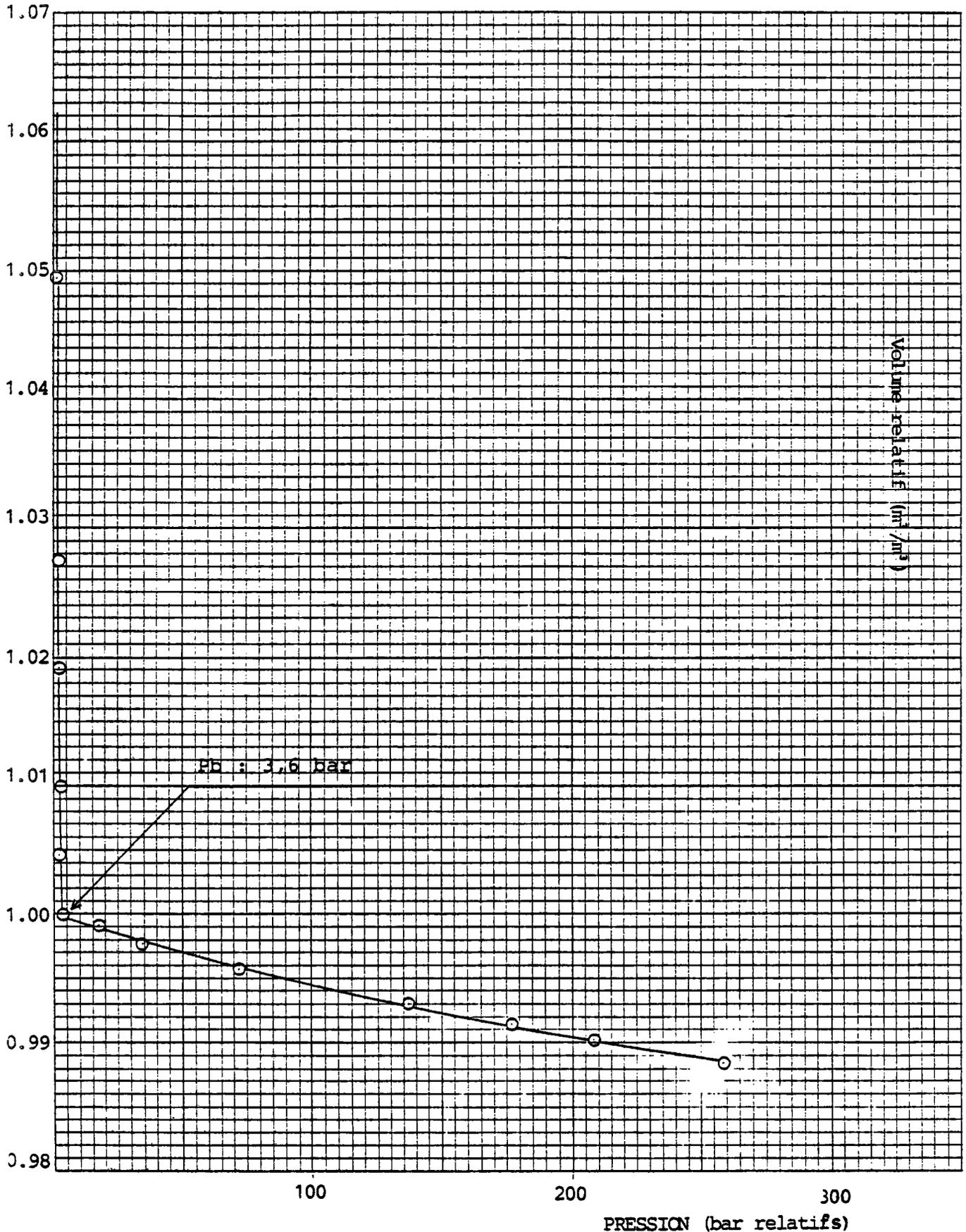


TABLE 2

RELATION-PRESSION-VOLUME DU FLUIDE DE GISEMENT A 35 °C

Pression (Bar rel.)	Volume Relatif (V/Vrb - m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Coefficient de compressibilité (bar - & X 10 <sup>-5</sup> )
257,1	0,9885	---
207,8	0,9902	3,64
176,6	0,9914	3,78
136,3	0,9930	3,97
71,3	0,9958	4,39
34,7	0,9978	5,16
12,7	0,9991	6,38
5,3	0,9998	8,70
Pb : 3,6	1,0000	14,28
3,3	1,0046	
2,8	1,0100	
2,0	1,0192	
1,5	1,0274	
0,9	1,0495	
0,5	1,0948	
0,2	1,2247	

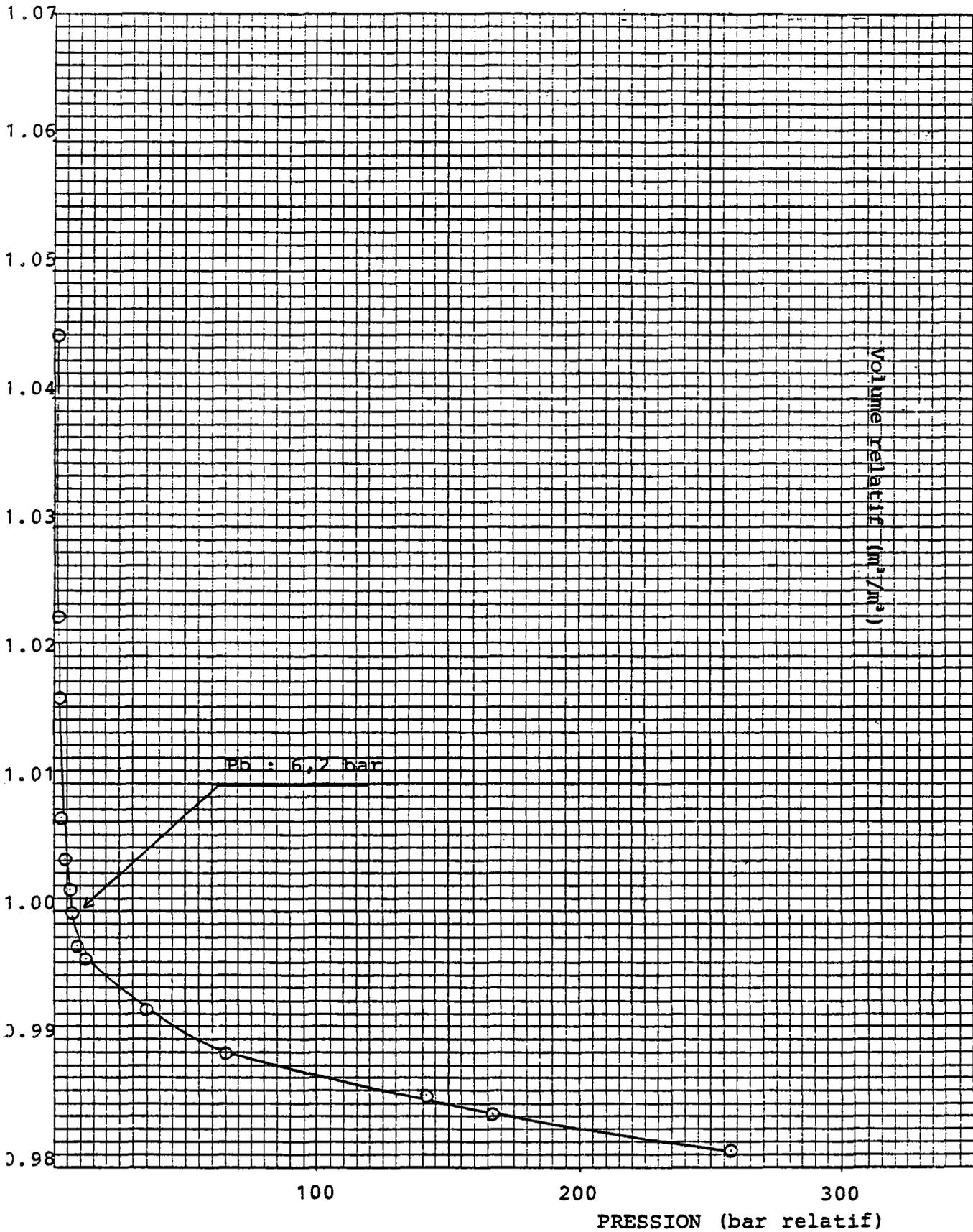
Coefficient de dilatation thermique (°C - 1) : 0.461 X 10<sup>-3</sup>  
(entre 18,9 °C et 35 °C)

RELATION-PRESSION-VOLUME DU FLUIDE DE GISEMENT A 66,5 °C

Pression (bar rel.)	Volume relatif (V/VPb - m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Coefficient de compressibilité (bar - 1 X 10 <sup>-5</sup> )
257,1	0,9813	-
176,6	0,9842	3,58
141,4	0,9857	4,29
65,5	0,9899	5,67
35,0	0,9926	8,84
12,0	0,9963	16,09
8,7	0,9974	34,43
Pb : 6,2	1,0000	105,56
5,8	1,0017	
4,6	1,0041	
3,4	1,0078	
2,4	1,0168	
1,9	1,0230	
1,3	1,0450	
0,7	1,1016	
0,4	1,1689	
0,2	1,3080	

Coefficient de dilatation thermique (°C - 1) : 0,634 X 10<sup>-3</sup>  
(entre 18,9 °C et 66,5 °C)

RELATION-PRESSION-VOLUME DU FLUIDE DE GISEMENT A 66,5 °C



COMPAGNIE : SOEDAT 93

PUITS : BLANC-MESNIL

PLANCHE 2c1

CONTROLE DU POINT DE BULLE DE L'ECHANTILLON N° 2 A 66,5 °C

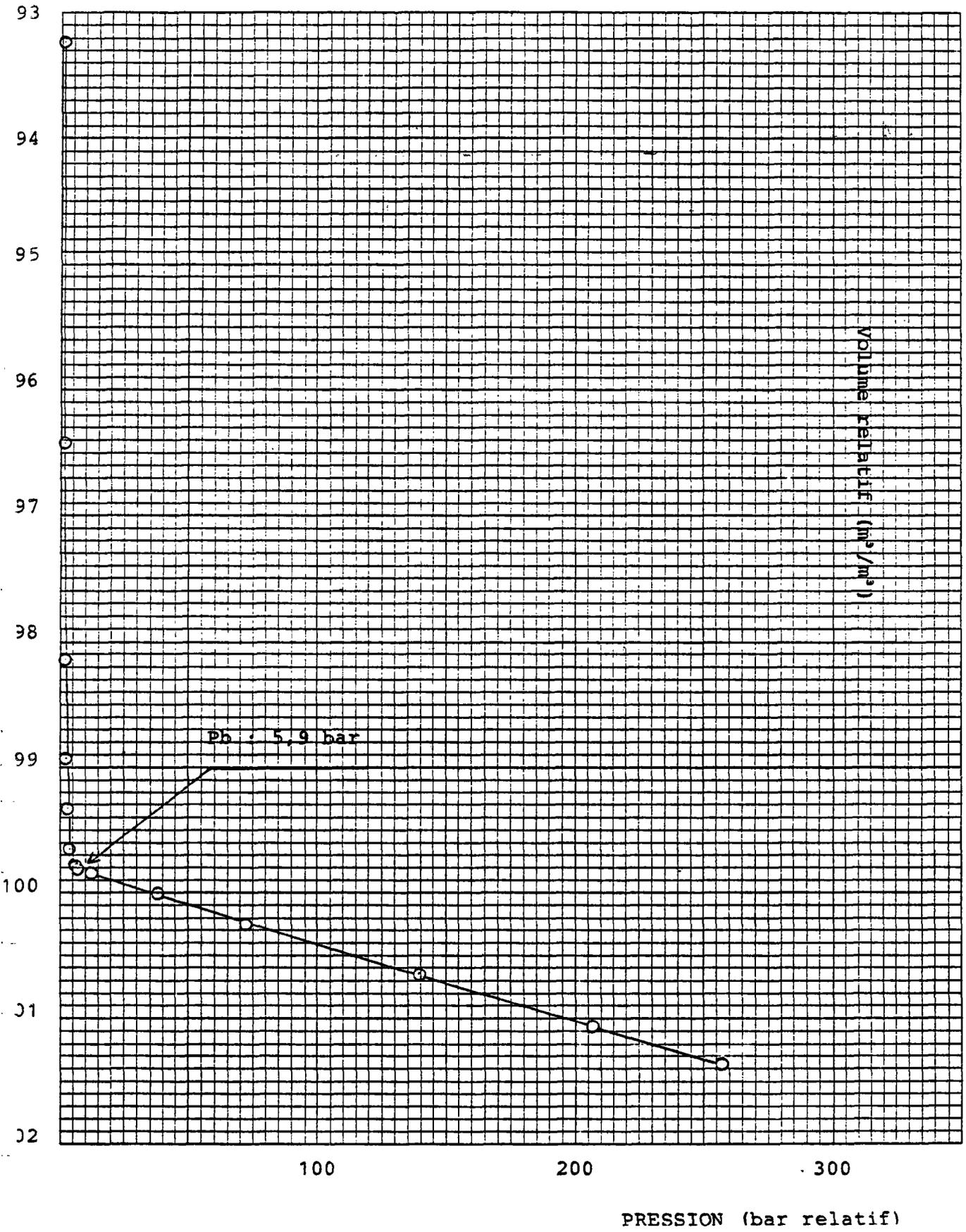
	Pression (bar rel.)	Volume (tours de pompe)
	257,1	101,37
	206,7	101,06
	139,7	100,64
	72,4	100,22
	37,7	100,00
	12,1	99,83
Pb :	5,9	99,80
	5,4	99,77
	4,1	99,65
	3,2	99,58
	2,4	99,32
	1,9	98,92
	1,5	98,14
	0,9	96,42
	0,5	93,23

COMPAGNIE : SODEDAT 93

PUITS : BLANC-MESNIL

PLANCHE 2c2

CONTROLE DU POINT DE BULLE DE L'ECHANTILLON N° 2 A 66,5 °C



COMPAGNIE : SODEDAT 93

PUITS : BLANC-MESNIL

PLANCHE 2d2

TEST DE SEPARATION

Echantillon N° 2

	Pression (bar rel.)	Température (°C)	GLR par rapport à l'eau rési- duelle (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Condition de fond	176.6	66.5	
Atmosphère	0	15	0,034

Masse volumique de l'eau résiduelle : 1.019 g/m<sup>3</sup> à 15 °C

Teneur en H<sub>2</sub>S de l'eau résiduelle : 35 mg/L

TEST DE SEPARATION

Echantillon N° 1

	Pression (bar rel.)	Température (°C)	GLR par rapport à l'eau rési- duelle (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
Condition de fond	176.6	66.5	
Atmosphère	0	15	0,034

Masse volumique de l'eau résiduelle : 1,019 g/m<sup>3</sup> à 15 °C

Teneur en H<sub>2</sub>S de l'eau résiduelle : 10 mg/L

LOG DE FIN DE SONDAGE

LE BLANC - MESNIL  
GBMN 1

Forage de production

Numéro d'indice de classement national : 183.4A.90

ECHELLE : 1 / 500

MÂITRE D'OUVRAGE : GEOCHALEUR  
MÂITRE D'ŒUVRE : B.R.G.M. Département Géothermie

DEPARTEMENT : Seine St Denis (93)  
COMMUNE : Le Blanc - Mesnil (à proximité du Bourget)  
LIEU-DIT : La Pièce des carrières  
ARR: MINÉRALOGIQUE : Ile - de - France

COORDONNÉES KILOMÉTRIQUES (Système Lambert, zone 1)  
SURFACE : x = 608.706 (approximative)  
y = 138.919  
FOND : x = 609.261 (approximative)  
y = 139.508  
z = 1770.9 NGF

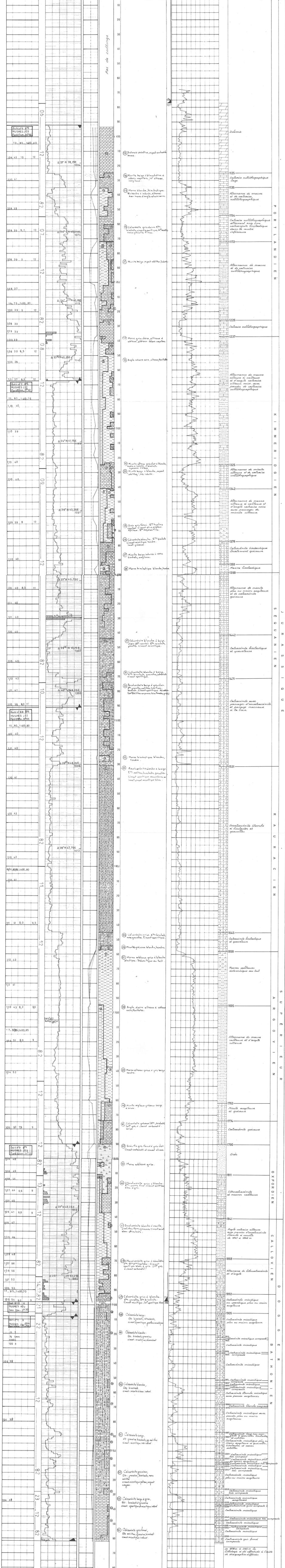
COTE : SOL Zs = +425 m NGF (Origine des profondeurs)  
TABLE DE ROTATION Zr :

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

APPAREIL DE FORAGE : IDECO 900 E	ENTREPRENEUR : GEOFOR
DEBUT DE FORAGE : 25.11.82	FIN DE FORAGE : 24.12.82
PROFONDEUR FINALE DEBIEE : 2062 m	VERTICALE : 1818,43
DEVIATION : AZIMUT : N 47° E	INCLINAISON : 33 à 37°
NIVEAU D'ARRÊT : CALCAIRE DU BATHONIEN (DOGGER)	

PHASES DE FORAGE :	TUBAGE :
0 - 26"	0 - 18" 5/8
0 - 488	0 - 1077 13" 5/8
0 - 1078	449,66 - 1075 9" 5/8
1078 - 1898	457 - 1897 7" m
1898 - 2062 m	6"

SURVEILLANCE GÉOLOGIQUE : B.R.G.M. (J. RICARD, X. RICH)  
SUPERVISION GÉOLOGIQUE : B.R.G.M.



06  
12  
82  
07  
12  
08  
12  
09  
12  
10  
82  
11  
12  
11  
82  
12  
13  
12  
14  
82  
15  
12  
16  
82  
17  
12  
18  
82  
19  
12  
20  
82  
21  
12  
22  
82  
23  
12

10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2062

10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2062

10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2062

10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2062

10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2062

10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2062

10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2062

10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2062

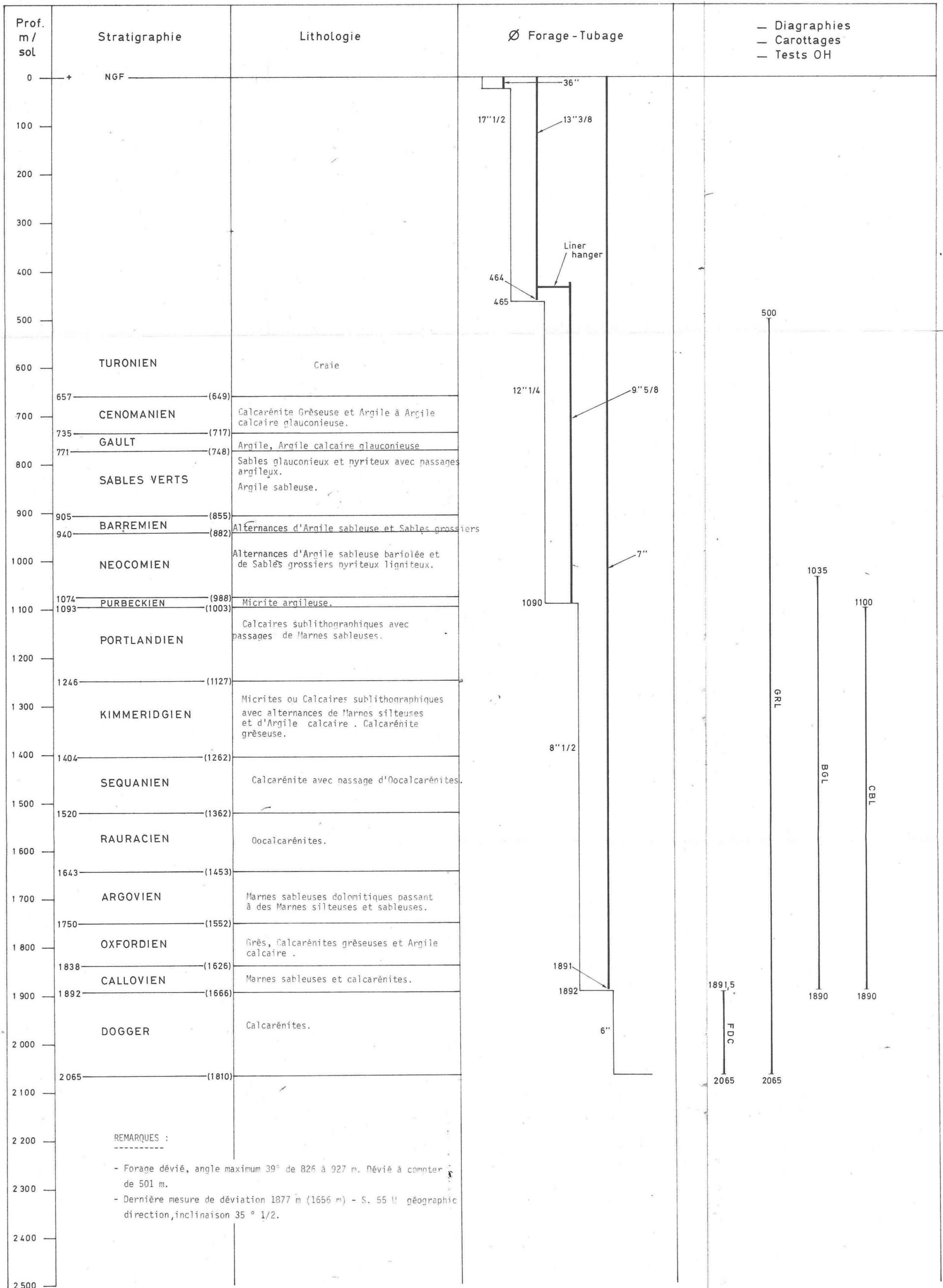
10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510  
520  
530  
540  
550  
560  
570  
580  
590  
600  
610  
620  
630  
640  
650  
660  
670  
680  
690  
700  
710  
720  
730  
740  
750  
760  
770  
780  
790  
800  
810  
820  
830  
840  
850  
860  
870  
880  
890  
900  
910  
920  
930  
940  
950  
960  
970  
980  
990  
1000  
1010  
1020  
1030  
1040  
1050  
1060  
1070  
1080  
1090  
1100  
1110  
1120  
1130  
1140  
1150  
1160  
1170  
1180  
1190  
1200  
1210  
1220  
1230  
1240  
1250  
1260  
1270  
1280  
1290  
1300  
1310  
1320  
1330  
1340  
1350  
1360  
1370  
1380  
1390  
1400  
1410  
1420  
1430  
1440  
1450  
1460  
1470  
1480  
1490  
1500  
1510  
1520  
1530  
1540  
1550  
1560  
1570  
1580  
1590  
1600  
1610  
1620  
1630  
1640  
1650  
1660  
1670  
1680  
1690  
1700  
1710  
1720  
1730  
1740  
1750  
1760  
1770  
1780  
1790  
1800  
1810  
1820  
1830  
1840  
1850  
1860  
1870  
1880  
1890  
1900  
1910  
1920  
1930  
1940  
1950  
1960  
1970  
1980  
1990  
2000  
2010  
2020  
2030  
2040  
2050  
2060  
2062

10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100  
110  
120  
130  
140  
150  
160  
170  
180  
190  
200  
210  
220  
230  
240  
250  
260  
270  
280  
290  
300  
310  
320  
330  
340  
350  
360  
370  
380  
390  
400  
410  
420  
430  
440  
450  
460  
470  
480  
490  
500  
510

# LE BLANC-MENIL (GBMN 2) Injection

Fig. 1

## Coupe géologique et technique résumée - Opérations annexes



LE BLANC-MESNIL GBMN 2

Forage d'injection

Numero d'indice de classement national : 183.44.91

Echelle : 1 / 500

Maitre d'ouvrage : SOEDAT 93 BOBIGNY
Maitre d'oeuvre : B.R.O.M. Departement Geothermie

Departement : Seine St Denis
Commune : Le Blanc-Mesnil (a proximite de Bourget)
Arrt Mineralogique : Ile-de-France

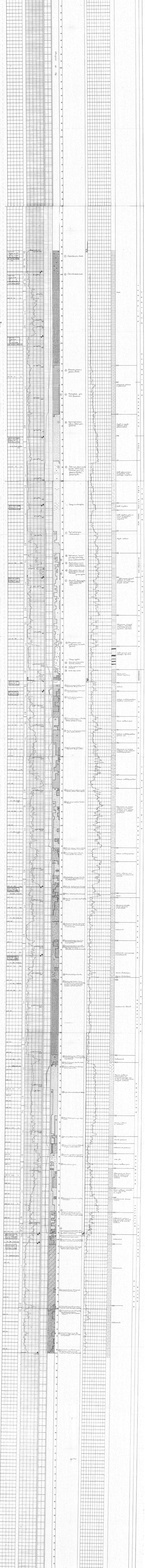
Coordonnees Kilometriques (systeme Lambert, zone 1)
x = 608.698
y = 138.920
z = 1781.8 NF

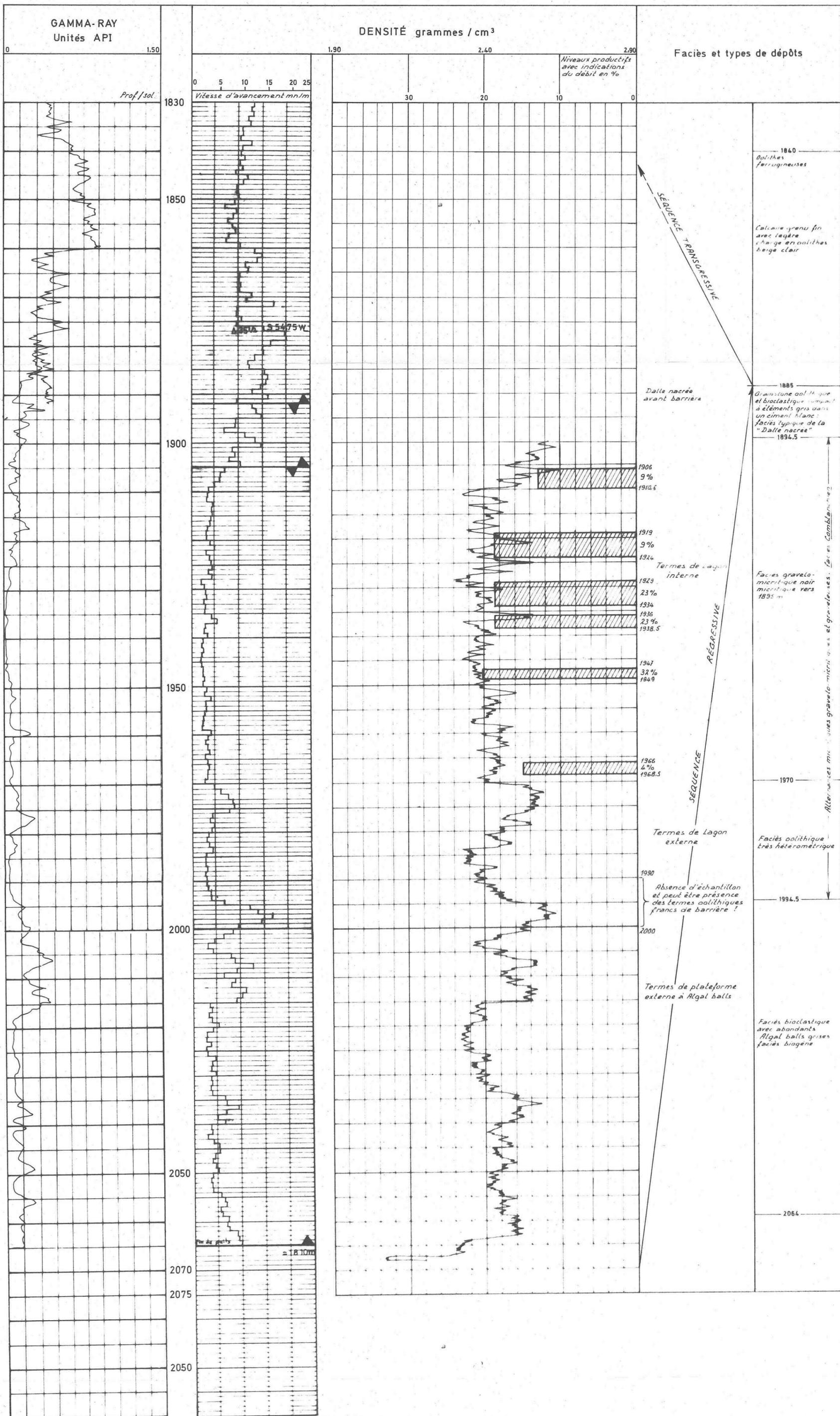
Cote : SOL : Zs = 47 m N.O.F. (origine des profondeurs)
TABLE DE ROTATION : Zr (D.F.) = 54.63 m
Zr (G.S.) = 54.90 m

Table with 2 columns: APPAREIL DE FORAGE (IDECO 900), ENTREPRENEUR (OGEFOR), DEBUT DE FORAGE (24.10.82), FIN DE FORAGE (25.11.82), PROFONDEUR VERTICALE (2085 m), etc.

Table with 2 columns: PHASES DE FORAGE (0-7m, 7-456m, 455-1090m, 1090-1892m, 1892-2085m) and TUBAGE (0-7m, 7-456m, 455-1090m, 1090-1892m, 1892-2085m)

SURVEILLANCE GEOLOGIQUE : OGEODOC
SUPERVISION GEOLOGIQUE : B.R.O.M. Ile-de-France





# LE BLANC-MESNIL (GBMN1) Production

Fig. 4

## Coupe géologique et technique résumée - Opérations annexes

