VILLE D'ÉPERNAY

SOCIÉTÉ D'ÉQUIPEMENT DES DEUX-MARNES

5, rue Piper - 51100 REIMS

DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS DES FORAGES GÉOTHERMIQUES DE PRODUCTION ET D'INJECTION D'ÉPERNAY

(Marne)

(GEPE 1 et GEPE 2)

par

G. MARTIN - P. SCHERR - H. FABRIS

B.R.G.M.
-7.DEC.1982
BIBLIOTHÈQUE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Département géothermie

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

Rapport du B.R.G.M.

82 SGN 874 GTH

Novembre 1982

Réalisation : Département des Arts Graphiques

SOMMAIRE

	PAGES
RESUME	1
CHAPITRE I RAPPORT TECHNIQUE DU FORAGE DE PRODUCTION GEPE1	2
I.1 Introduction	4
I.2 Historique du sondage	7
I.3 Compte rendu journalier des opérations	7
I.4 Etat du puits après les opérations	13
I.5 Répartition du métrage dans les différents diamètres forés	13
I.6 Performances d'avancement	13
I.7 Analyse des temps	14
I.8 Performance des outils de forage	16
I.9 Consommation de produits à boue - caractéristiques moyennes	17
I.10 Tubages et cimentations	18
I.11 Divers	20
ANNEXE 1 : coupe technique - cave - tête de puits provisoire	33
ANNEXE 2 : tête de puits de production	34
CHAPITRE II RAPPORT TECHNIQUE DU FORAGE D'INJECTION GEPE2	38
II.1 Introduction	40
II.2 Historique du sondage	41
II.3 Compte rendu journalier des opérations	42
II.4 Etat du puits après les opérations	49

II.5 Répartition du métrage dans les différents diamètres forés 49

II.6 Performances d'avancement 49

II.7 Analyse des temps 50

II.8 Performance des outils de forage 51

II.9 Consommation de produits à boue - caractéristiques moyennes 52

II.10 Tubages et cimentations 53

II.11 Déviation 54

II.12 Divers 56

ANNEXE 3 : coupe technique - cave - tête de puits provisoire 68

ANNEXE 4 : tête de puits d'injection 69

ANNEXE 5 : mesures et graphique de déviation. 72

CHAPITRE III RAPPORT GEOLOGIQUE DU FORAGE DE PRODUCTION GEPE1 73

II.1 Conduite géologique du forage 74

II.2 Résultats géologiques du forage 76

CHAPITRE IV RAPPORT GEOLOGIQUE DU FORAGE DE REINJECTION GEPE2 83

IV.1 Contexte géologique du forage 84

IV.2 Résultats géologiques 86

CHAPITRE V RAPPORT D'ESSAI DU FORAGE DE PRODUCTION GEPE1 89

V.1 Résumé et rappel des caractéristiques 90

V.2 Interprétation de l'essai 91

V.3 Test complémentaire 96

V.4 Conclusion 97

V.5 Annexes 99

CHAPITRE VI RAPPORT D'ESSAI DU FORAGE DE REINJECTION GEPE2 108

VI.1 Résumé et rappel des caractéristiques 109

VI.2 Interprétation de l'essai n°1 110

VI.3 Interprétation de l'essai n°2 115

VI.4 Tests complémentaires 119

VI.5 Bilan des pressions et puissance électrique 122

VI.6 Conclusions 135

VI.7 Annexes 138

CHAPITRE VII RAPPORT GEOCHIMIQUE 159

VII.1 Chimie de l'eau géothermale 160

VII.2 Evaluation des problèmes liés à l'exploitation de l'eau 163

R E S U M E

Le présent document constitue le dossier des ouvrages exécutés des forages de production et d'injection d'EPERNAY (GEPE 1 et GEPE 2)

CHAPITRE I

RAPPORT TECHNIQUE DU FORAGE DE PRODUCTION GEPE1

I - PUITS DE PRODUCTION

FICHE RECAPITULATIVE DU FORAGE GEOTHERMIQUE D'EPERNAY - MONT BERNON

PUITS DE PRODUCTION GEPE 1

. Commune : EPERNAY

. Lieu dit : Mont-Bernon

. Département : Marne

. Indice de classement national : 158 - 5 - 59

. Coordonnées kilométriques (Lambert Zone I) : X = 719717,233
Y = 149066,698
Z = 173,9 au NGF surface dalle

. Maitre d'Ouvrage : Ville d'Epernay
par délégation : SEDMA
Conseil : GEOCHALEUR

. Maitre d'Oeuvre : B.R.G.M.

. Entrepreneur : GEOFOR

. Appareil : IDECO ED 900 - 2

. Objectif du sondage : reconnaitre les possibilités d'exploitation géothermiques du Dogger à Epernay. Tests air-lift du Bathonien et du Bajocien.

. Durée effective du sondage : du 28/4 au 11/06/82 soit 45 jours (essais compris).

. Forage vertical : profondeur finale 1865 m

. Niveau géologique de départ : craie du Sénonien

. Niveau géologique atteint : marnes de l'Aalénien

. Dogger (Bathonien) capté entre 1582 et 1791 m

. Résultats : Bathonien : possibilité d'extraire 100 m³/h avec un niveau dynamique compris entre 330 et 360 m. Température de 60,1°C à la base du tubage 7" (1570m) soit une température en surface comprise entre 56 et 59°C.

Transmissivité moyenne : 3,9 D m
Skin moyen : - 4,1
Epaisseur productive (cumul) : 11,5 m entre 1637 & 1680 m
Niveau statique : - 33 m/sol
Porosité moyenne : 13 %
Selinité moyenne : 8,7 g/l

I.1 - INTRODUCTION

Le forage géothermique d'EPERNAY GEPE 1 exécuté pour le compte de la SEDMA avait comme objectif l'exploitation du Dogger (Bathonien et éventuellement Bajocien). Forage de production vertical.

Cet objectif a bien été atteint. Bathonien et Bajocien ont été testés mais seul le Bathonien s'est révélé productif.

L'ouvrage a été implanté à proximité du petit Mont Bernon au Sud Est de la ville d'EPERNAY.

Ses coordonnées sont les suivantes (fig. 1)

. X = 719717,233

. Y = 149066,698

. Z = + 173,9 m NGF dalle

Remarque
========

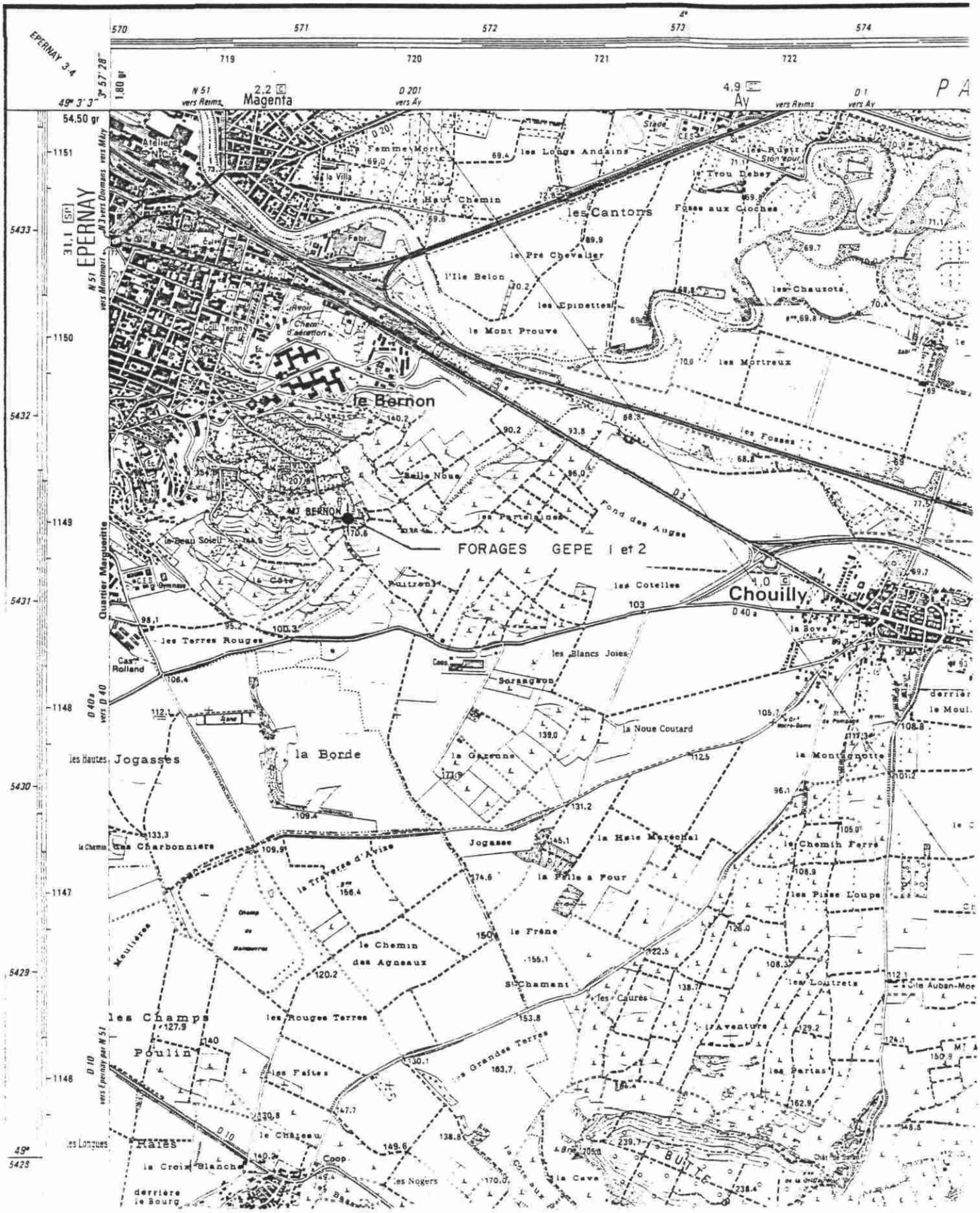
Toutes les profondeurs mentionnées dans ce rapport sont prises par rapport au sol.

Les opérations du forage et d'essais qui se sont déroulées pendant 45 jours (Fig. 2) ont été réalisées par un appareil du type IDECO ED 900 - 2 de la société GEOFOR, le département GEOTHERMIE du BRGM assurant la maitrise d'oeuvre des travaux.

La surveillance géologique a été assurée par la société SAMEGA sous la supervision du Service Géologique Régional Champagne-Ardennes (B.R.G.M) (rapport séparé).

Figure 1

CARTE DE FRANCE - 1 : 25 000



Liste des entreprises étant intervenues pour la réalisation des travaux

Maitrise d'oeuvre	BRGM Département Géothermie
Géotechnique	BRGM Nord Pas de Calais
Génie Civil	SGREG EST
Forage	GEOFOR
Fuel	DSB Poussier
Tête de puits	S.I.C.I
Tubages	VALLOUREC
Réductions et lanternage	TOP SERVICES
Equipement tubages et vissage	WEATHERFORD
Outils	HUGUES TOOL
Liner hanger	FORAID
Boue	MILCHEM
Services Cimentation	DOWELL SCHUMBERGER
Matériel cimentation	WEATHERFORD
Diagraphies forage	DRESSER ATLAS
Diagraphies production	SODESEP
Air lift	MASSE
Acide	HYDROCURE
Coupe tubage	SERVCO
Déviation (cf. GEPE 2)	DOWELL SCHLUMBERGER
Citernage	S.M.E CHAMPAGNE
Traitements bourbiers	SAPEC
Transports	SAVONRICE
Controle géologique	SAMEGA + BRGM Champagne-Ardennes
Packer acidification	HALLIBURTON

I.2 - HISTORIQUE DU SONDAGE (Cf Fig. 2)

. début de montage : 8 avril 1982

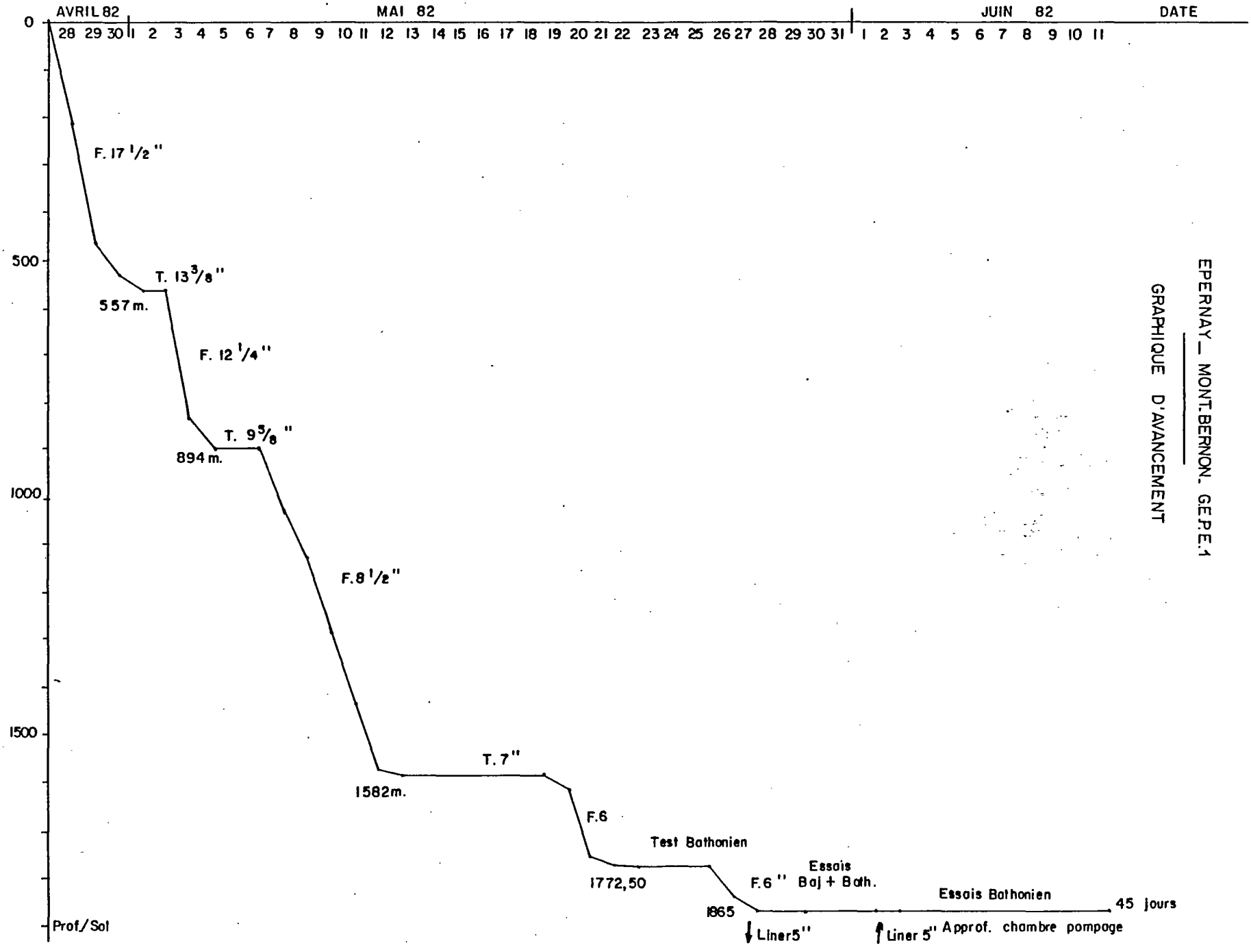
. début effectif de forage : 28 avril 1982 à 1 heure (rapport du 27.4.82)

. fin de forage (ordre ripage) : 11 juin 1982

. durée : 45 jours

. profondeur atteinte : 1865 m.

I.3 - COMPTE RENDU JOURNALIER DES OPERATIONS



EPERNAY — MONT.BERNON. GE.P.E.1

GRAPHIQUE D'AVANCEMENT

fig.-

DATE et n° de rapport	RESUME DES OPERATIONS N.B : Chaque jour est compté de 4 h à 4 h du jour suivant
1 27.4.82	D.T.M fin Fabrication 65 m³ boue (3h le 28.4.82 de 1h à 4h)
2 28.4.82	Fabrication boue. Préparation pour forage. Forage en 17"1/2 de 0 à 208 m 50 Avancement journalier 208,50 m
3 29.4.82	Forage en 17"1/2 de 208,50 à 461 m. Pertes partielles (~8 m³/h de 244 à 381 m ; 13 m³/h de 381 à 461 m Avancement journalier 252 m 50
4 30.4.82	Forage de 461 à 479 - Totco 1° - ↑ Outil changé outil ↓ Outil. Forage de 479 à 527 m Avancement journalier 66 m.
5 1.5.82	Forage de 527 m à 557 m. Circulation. Injection 35m³ boue. Totco 0°30 tubage 13 3/8 à 546,75. circulation. cimentation avec 62 T ciment CPA55 A. Laitier 52 m³ 100. Mise en place laitier avec 43 m3800 d'eau. Prise de ciment. Avancement journalier 30 m.
6 2.5.82	Prise de ciment. Fabrication boue. Mise en place casing head - Spacer-Mud cross. Tube fontaine. ↓ outil à 456 m.
7 3.5.82	↓ Outil. Reforage anneau-ciment-sabot. Forage en 12 1/4 de 557 à 831 m. Avancement journalier 274 m.
8 4.5.82	Forage en 12 1/4 de 831 à 886. Panne électrique. Forage de 886 à 892. Circulation. totco 0°15. ↑ outil. S.P.E (infructueux) ↓ outil à 700 m. Reforage de 700 à 892 m. Forage de 892 à 894 m. Circulation. ↑ outil en cours Avancement journalier 63 m.
9 5.5.82	↑ Outil au jour. S.P.E-BHC, GR, CAL, BGL. Tubage 9 5/8 à 893 m 12 Cimentation 23 T5 de ciment. 20 m³ laitier. Mise en place laitier avec 33 m³ de boue. Ouverture DV. Circulation 13 m³. Fermeture DV Démontage spacer-Mud cross - tube fontaine.
10 6.5.82	Prise de ciment. Relaché colonne. Casing Head non usinée. Coupé tube 95/8. Mise en place joint étanchéité. Montage BOP en cours.
11 7.5.82	Fini montage BOP. Dégergage DC 91/2 et 8". ↓ Outil à 339 m (gerbage 21DC 61/2. Reforage DV. ↓ outil à 625 m. Essais BOP. Test à 80 kg/cm2 . ↓ à 864 m. Reforage anneau-ciment jusqu'à 890 m. Test tubage 9 5/8 à 25 kg/cm². Reforage ciment-sabot. Forage en 8 1/2 de 894 à 898 m. Avancement journalier 4 m.
12 8.5.82	Forage en 8 1/2 de 898 à 1023 m Avancement journalier 125 m.
13 9.5.82	Forage en 8 1/2 de 1023 à 1111 m. Circulation. Totco 0°30 . ↑ outil . Changement outil ↓ outil. Forage de 1111 à 1126 m. Avancement journalier 103 m.
14 10.5.82	Forage de 1126 à 1279 m Avancement journalier 153 m.

	DATE	RESUME DES OPERATIONS
15	11.5.82	Forage de 1279 à 1365.Changement flexible d'injection. Forage de 1389 à 1404. Panne électrique. Forage de 1404 à 1434 m. Avancement journalier 155 m.
16	12.5.82	Forage en 81/2 de 1434 à 1460. Circulation -↑outil au sabot 9"5/8 (890m).Tirage + 15 T.↓outil. Reforage de 1400 à 1410m et de 1442 à 1460. Forage en 81/2 de 1460 à 1569m. Avancement journalier 135 m
17	13.5.82	Forage de 1569 à 1582. Circulation.Totco 0°30.↑ outil jour.S.P.E (GR, BHC - CAL - BGL - CBL) . Demontage BOP.↓ coupe tube 2 fois . Coupe Tubage 95/8 à 335 m.↑ coupe tube. Avancement journalier 13 m.
18	14.5.82	↓ arrache tube ; dégagé tubage 9 5/8.Enlevé joint étanchéité.↑335 m de tubage 9 5/8.↓outil 81/2 à 1582.Circulation.↑ au jour Préparation pour tubage.↓ tubage 7" en cours.
19	15.5.82	↓ tubage 7 à 1581,43 m.circulation. Injection fluid spacer.cimentation avec 9 t de ciment. Laitier 8 m³.Mise en place laitier avec 31 m³ 200 de boue. Ouverture DV inférieure.Circulation.Degerbage DC et tiges.Injection fluid spacer.Cimentation 2ème étage avec 15 T ciment. Laitier 13 m³.Mise en place laitier avec 21 m³ 600 de boue Pertes totales les premiers 15 m³ de chasse puis retour 100l/mn.
20	16.5.82	Fini chasse. Fermeture DV.Degerbage tiges 5" - Preparation garniture 3 1/2.degerbage DC 4 3/4 et tiges 3 1/2.
21	17.5.82	gerbage garniture 3 1/2.S.P.E (CBL-perfos). Circulation.Injecté fluid spacer.cimentation avec 12 T ciment.Laitier 11 m³.Mise en place laitier avec 19670 l de boue. Prise de ciment. (degerbage tiges 31/2 et tige ⌀.dégerbage tige ⌀ 5 1/2)
22	18.5.82	Prise de ciment. Montage BOP et test BOP.↓ outil 6". Reforage DV supérieure - DV inférieure - Anneau-sabot et ciment.
23	19.5.82	Mise en boue puits. Forage en 6" de 1582 à 1584.↑outil.changé outil.↓ outil.Forage de 1584 à 1618 m. Avancement journalier 36 m.
24	20.5.82	Forage en 6" de 1618 à 1755 m Avancement journalier 137 m.
25	21.5.82	Forage de 1755 à 1766 m.Arrêt changement flexible d'injection. Forage de 1766 à 1772 m Circulation.Totco 1°↑ outil au jour.S.P.E.↓coupe tube 2 fois.coupé tube 7" à 344 m.Avancement journalier : 17 m
26	22.5.82	↓ arrache tube.Soulevé BOP.enlevé joint étanchéité + coins de pose.↗341 m tubage 7".↓outil 121/4 à 335 m.circulation.↑outil 121/4au jour.↓ aimant.↑aimant (perte d'un coin).↓outil n° 8.Forage 0,50 m en 4'. Circulation.↑outil au jour. Avancement journalier : 0,50 m
27	23.5.82	↓ tige perforée à 192 m.débit par air-lift 12 m³/h.↓tige perforée à 247 m.Débit par air-lift 16 m³/h.↓tiges à 1752 m.Injecté bouchon acide.débit par air-lift à 213 m:25 m³/h Mise en place 2è bouchon acide.
28	24.5.82	Débit par air-lift à 213 m = 40 m³/h.mise en place 3e bouchon acide Débit par air-lift à 213 m=51 m³/h. Mesures de la remontée

	DATE	RESUME DES OPERATIONS
29	25.5.82	Mesures de la remontée. Niveau statique non stabilisé vers 40 m après 11 h 15 de mesures. Débit air-lift à 213 m Q = 47 m³/h - Température 49° en surface. Mesures Sodesep (remontée)
30	26.5.82	Mesures Sodesep. ↑tige perforée. ↓outil 6" à 1762 m. Reforage de 1762 à 1772,50 M. Forage en 6" de 1772,50 à 1839 m Avancement journalier : 66 m 50
31	27.5.82	Forage en 6" de 1839 à 1865. Circulation. Conditionnement boue. injecté 35 m³ boue visqueuse. ↑outil au jour. S.P.E. pose à 1784. ↓outil à 1772. Reforage de 1772 à 1791 et de 1795 à 1865. circulation. ↑outil. SPE. Pose à 1764 m.
32	28.5.82	↓Tubes 5" (2) et remontée. Problème avec matériel Foraid. ↓Outil. posé à 1814 m. Reforage de 1814 à 1865. Torque important. outil à 1580 m fabrication 75 m³ boue - outil-posé à 1796 m-reforage de 1796 à 1865
33	29.5.82	Reforage de 1863 à 1865. Circulation. ↑outil à 1581 (sabot 7"). ↓à 1865 m Circulation. ↓Liner 5" à 1860m. ↓Liner 5" avec circulation à 1865 m. Ancrage liner-gonflé Packer; ↑Setting-tool au jour. ↓tige perforée à 230 m. Débit par air-lift. 25 m 3/h 38°5 en surface. ↑tige perforée en cours.
34	30.5.82	↓Tubing + packer Halliburton + tiges 3 1/2 à 1855 m. Injection de 8T 940 acide. Maintenu contre-pression 40 bars dans annulaire au dessus Packer Injection par annulaire au dessus Packer de 5960 kgs acide. Panne électrique. désancrage Packer et ↑au jour.
35	31.5.82	↓Tiges 3 1/2 à 232 m. Débit par air-lift. 43 m3/h. ↓tiges à 1513 m. Injection acide. Mise en place tiges perforées 5" à 193 m. Débit par air lift. Enlevé tige 5". Injection bouchon acide 2730 kgs. ↑tiges de 1513 m à 230 m. Débit par air lift 37 m³/h - 47° en surface.
36	1.6.82	Débit par air lift 37 m3/h Température 47° en surface. ↑tige perforée. Attente ordre maitre-d'ouvrage. Attente matériel et opérateur Foraid. ↓Setting-Tool, blocage de tous les joints tiges 3 1/2 en cours.
37	2.6.82	↓Setting Tool. ↑tiges 31/2- Setting-tool et liner 5". ↓tiges nues à 1864 m Circulation Fabrication de 1900 l laitier, densité 1,75 avec 2 T 5 de ciment. Injection laitier et mise en place avec 6100 l eau. ↑à 1755 m Circulation. ↑tiges 31/2 au jour. Prise de ciment.
38	3.6.82	Prise de ciment. ↓outil à 1791 m - top ciment. Circulation. ↑outil au jour Attente consigne maitre d'ouvrage. Attente compresseur.
39	4.6.82	Attente compresseur. ↓émulseur à 213 m. Débit par air lift Q = 43 m³/h ↑Tiges perforées. attente SERVCO pour couper tubes. ↓coupe tube. coupé tubage 7" à 470 M.
40	5.6.82	1ère coupe non réussie. ↓coupe tube. 2ème coupe non réussie. ↓coupe tube et coupé tube 7" à 470. ↓Arrache tube et remonté tubae 7" au jour = 126 m. ↓coupe tube 9 5/8 et coupé tubage 9 5/8 à 460 M. ↑Coupe tube. ↓arrache tube et ↑en cours (125 tubage 9 5/8).
41	6.6.82	↑Tubage 9 5/8 au jour. Vissé outil 12 1/4 et ↓à 460 m pour contrôle tubage 13 3/8. Circulation. ↑jour. ↓outil 6" à 1791 m. Circulation. ↑outil au jour. ↓tiges perforées à 1763 m. Injection 3 T5 acide. ↑de 190 m Mise en place tiges perforées 5" et ↓à 193 m.
42	7.6.82	Débit par air lift à 193 m. Q = 37 m3/h ↑tige perforé 5" et ↓a 1773 m Injection bouchon acide = 4 T. ↑et mise en place tige 5" et ↓à 193 m. Arrêt coupe 100 m cable de manoeuvre. Débit par air-lift. ↑tige 5" et à 1773. Injection acide 4 T640. ↑tiges à 456 m. Débit par air-lift. Débit très irrégulier (variant de 5 a 250 m³/h).

DATE	RESUME DES OPERATIONS
43 8.6.82	Mesure de la remontée. / tiges + émulseur à 372 m. Débit par air-lift Q = 75 m³/h environ (très irrégulier). / émulseur à 289 m. Débit par air-lift Q = 64 m³/h Mesure de la remontée.
44 9.6.82	Mesure de la remontée. Débit par air-lift à 289 m. Q = 64 m³/h 48° surface. Mesures pression par SODESEP .
45 10.6.82	Mesures SODESEP Prise échantillon et température fond (60,1°C). Démontage matériel SODESEP Dégerbage tiges 3 1/2, Ø et DC en cours.
46 11.6.82	Dégerbage. Démontage BOP Fermeture tête de puits A 14 H - DTM

I.4 - ETAT DU PUITS APRES LES OPERATIONS

Tube guide roulé soudé 809 mm OD à 5 m.
Sabot du tubage 13³/8 à 546,75 m
Sabot du tubage 95/8 à 893,12 m
Sabot du tubage 7" à 1581,43 m
Profondeur totale forée : 1865 m
Bouchon de ciment de 1865 à 1791 m
Fond du puits : 1791 m
Chambre de pompage : découpe tubage 9 5/8 à 460 m
Chambre de pompage : découpe tubage 7" à 470 m

I.5 - REPARTITION DU METRAGE DANS LES DIFFERENTS DIAMETRES FORES

Forage en 17 1/2	557 m	557 m
Forage en 12 1/4	337 m	894 m
Forage en 8 1/2	688 m	1 582 m
Forage en 6 "	283 m	1 865 m

I.6 - PERFORMANCES D'AVANCEMENT

I.6.1 - Moyenne globale journalière (essais inclus) :

$$\frac{1865 \text{ m}}{45 \text{ j}} = 41,44 \text{ m/j.}$$

I.6.2 - Vitesse moyenne de penetration

Pour le puits : $\frac{1865 \text{ M}}{244,25 \text{ H}} = 7,64 \text{ m/h}$

En forage 17 1/2 : $\frac{557 \text{ M}}{61,75 \text{ H}} = 9,02 \text{ m/h}$

En forage 12 1/4 : $\frac{337 \text{ M}}{28 \text{ H}} = 12,04 \text{ m/h}$

En forage 8 1/2 : $\frac{688 \text{ M}}{107,.. \text{ H}} = 6,43 \text{ m/h}$

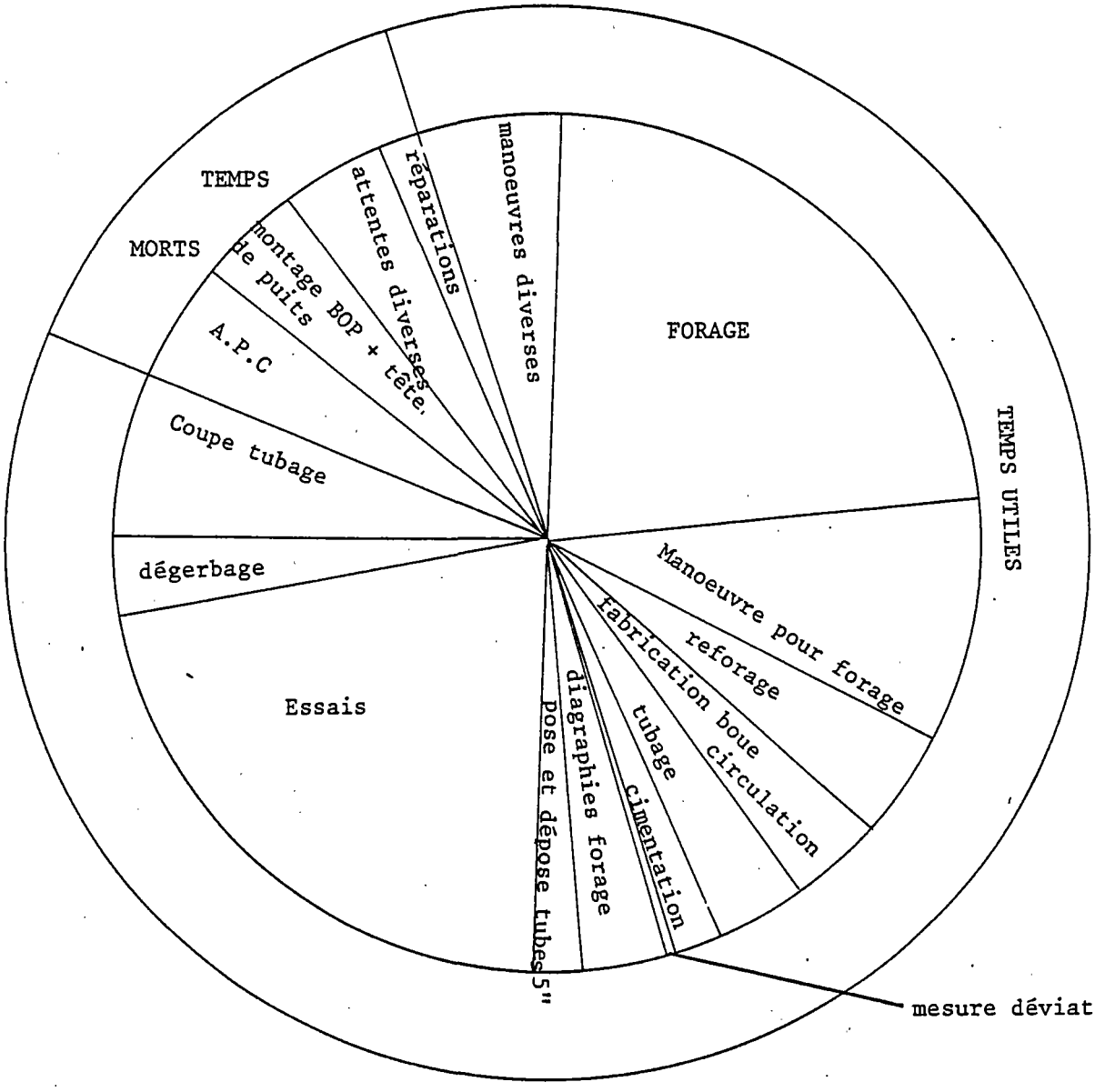
En forage 6" $\frac{283 \text{ M}}{47,50 \text{ H}} = 5,95 \text{ m/h}$

I.7 - ANALYSE DES TEMPS

Cette analyse comporte 17 opérations ou postes. Les 46 jours globaux pris en compte pour l'intervention de la société de forage (1 jour est compté de 4 h à 4 h) correspondent à 1069 h de travail effectif.)

OPERATIONS	Phase 17 1/2	Phase 12 1/4	Phase 8 1/2	Phase 6	TOTAL	%
Forage	61 H 45'	28 H 00	107 H 00	47 H 30'	244 H 15'	22,84
Manoeuvre pour forage	10 H 30'	14 H 30'	42 H 00	32 H 45'	99 H 45'	9,33
Reforage	1 H 15'	6 H 45'	3 H 45'	29 H 00	40 H 45'	3,81
Fabrication boue-circul.	15 H 15'	1 H 15'	8 H 30'	12 H 30'	37 H 30'	3,51
Tubage	9 H 15'	10 H 30'	15 H 30'	-	35 H 15'	3,30
Cimentation	3 H 00	4 H 30	8 H 15'	2 H 00	17 H 45'	1,66
Attente prise ciment	6 H 00	16 H 00	14 H 15'	13 H 45'	50 H 00	4,68
Montage BOP et tête de puits	10 H 15'	14 H 15'	12 H 45'	5 H 30'	42 H 45'	4,00
Mesure déviation	0 H 30'	0 H 15'	0 H 30'	0 H 15'	1 H 30'	0,14
Diagraphies forage	-	6 H 15'	12 H 00	13 H 00	31 H 15'	2,92
Attentes diverses	0 H 45'	0 H 15'	0 H 30	41 H 00	42 H 30'	3,98
Pose tubes lan ternés 5" et dépose	-	-	-	23 H 00	23 H 00	2,15
Essais	-	-	-	234 H 15'	234 H 15 '	21,91
Réparations	1 H 30'	1 H 30'	5 H 45'	5 H 00	13 H 45'	1,29
Dégerbage	-	4 H 30'	10 H 30'	18 H 00	33 H 00	3,09
Coupe tubage	-	-	18 H 45'	47 H 45'	66 H 30'	6,22
Manoeuvres diverses	-	-	8 H 45'	46 H 30'	55 H 15'	5,17
TOTAL	120 H 00	108 H 30'	268 H 45'	571 H 45'	1069 H 00	100

On notera l'importance de la phase 6" du fait d'un approfondissement au Bajocien accompagné de nombreux essais, d'un équipement provisoire avec des tubages lanternés 5"et d'un approfondissement de la chambre de pompage.



Temps utiles	
Forage	22,84 %
Manoeuvre pour forage	9,33 %
Reforage	3,81 %
Fabrication boue et circulation	3,51 %
Tubage	3,3 %
Cimentation	1,66 %
Mesure déviation	0,14 %
Diagraphie forage	2,92 %
Pose et dépose tubes 5" lanternés	2,15 %
Essais	21,91 %
Dégerbage	3,09 %
Coupe tubage	6,22 %
Manoeuvres diverses	5,17 %
	86,05 %

Temps morts	
Attente prise ciment	: 4,68 %
Montage BOP + tête de puits	: 4,00 %
Réparations	: 1,29 %
Attentes diverses	: 3,98 %
	13,95 %

N°	Ø	Marque	Type	N° série	Du - ses	Profondeur de	Profondeur à	m forés	temps rotation h	moyenne m/h	Poids T	RPM t/mn	débit l/mn	P bars	Observations
1	17 1/2	Hughes	R2 CVL 1.2.1	500 MR	-	0	479	479	27h25'	17,47'	5-10	90-110	2300	10-12	Peu usé Totco 1°
2	17 1/2	Hughes	R2 CVL 1.2.1	554 NR	-	479	557	78	13h17'	5,87	10	110	2200	35	Peu usé Totco 0°30
3	12 1/4	Hughes	R2 CVL 1.2.1	544 YR	-	557	892	335	19h43'	16,99	10-18	100-110	2200	40-45	Totco 0°15
4	12 1/4	Hughes	R2 CVL 1.2.1	545 YR	-	892	894	2	0h15'	8,00	15-18	100-110	2200	45	Peu usé
5	8 1/2	Hughes	J 3 1.3.6	973 NS	3 X 14/32	894	1111	217	38h30'	5,63	8-15	60-90	1600	55	Totco 0°30
6	8 1/2	Hughes	J 22 5.1.7	761 PS	3 X 13/32	1111	1582	471	56h35'	8,32	15-16	80-90	1600	90-95	Totco 0°30
7	6	Hughes	R 7 3.1.1.	148 DR	-	1582	1584	2	0h45'	2,66	-	-	-	-	+ reforage DV
8	6	Hughes	J 33 5.3.7	917 PS	-	1584	1772,50	188,50	29h49'	6,32	10	85	1200	120	To o 1°
9	6	Hughes	J 33 5.3.7	918 PS	-	1772,50	1865	92,50	9h23'	9,85	10	80-90	1200	120	-

I.9 - CONSOMMATION DE PRODUITS A BOUE - CARACTERISTIQUES MOYENNES

PRODUITS	Phase 17 1/2 Bentonitique	Phase 12 1/4 Polymères	Phase 8 1/2 Polymères	Phase 6 Polymères biodégr.	TOTAL
BENTONITE C 7 S	4650 kg	1950 Kg			6600 Kg
BENTONITE C			1500 Kg	1200 Kg	2700 Kg
SOUDE	150 Kg	100 Kg	275 Kg	137 Kg	662 Kg
POLYVIS REGULAR		275 Kg	475 Kg	650 Kg	1400 Kg
POLYVIS L.V		650 Kg	925 Kg	625 Kg	2200 Kg
MILPOLYMER 305				2000 Kg	2000 Kg
BARYTE		8400 Kg	12100 Kg		20500 Kg
BICARBONATE		250 Kg	100 Kg		350 Kg
FERROCAL			450 Kg		450 Kg
CMC R 110			500 Kg		500 Kg
SEL				6350 Kg	6350 Kg
BACTERICIDE				175 Kg	175 Kg
LD 8				20 1	20 1
EAU	635 M³	196 M³	93 M³	358 M³	1282 M³
PERTES TERRAIN	486 M³	7 M³	90 M³	150 M³	733 M³
DENSITE	1,10	1,04 à 1,08	1,09 à 1,08	1,04-1,03	
VISCOSITE M.	40 à 29	41 à 44	50 à 44	43 à 28	
FILTRAT	-	9,5 à 7,5	6 à 5,6	-	
PH	12 à 10	11 à 9,5	10 à 9,5	-	
VP	-	12 à 14	19 à 15	-	
YV	-	7 à 12	16 à 12	-	

I.10 - TUBAGES ET CIMENTATIONS

COLONNE 13 3/8

Après forage en 17 1/2 jusqu'à 557 m, une colonne 13 3/8 a été descendue sans incident jusqu'à 546,75 m (cote sabot).

Cette colonne est équipée d'un sabot canal et d'un anneau soupape. Elle est centrée par 13 centreurs droits 13 3/8 x 17 1/2 (ST IV).

Cimentation conventionnelle avec bouchon de queue. Utilisation de 62 T de ciment CPA 55 Amiante de Gargenville, (50,1 m³ de laitier à d = 1,80). Chasse = 43,4 m³. Cimentation complémentaire par l'annulaire avec 12 m³ de béton controlé à 350 Kg/m³.

Attente de prise de ciment de 29 heurs 45 avant le reforage de l'anneau.

COLONNE 9 5/8

Après forage en 12 1/4 jusqu'à 894 m, la colonne 9 5/8 a été descendue sans incident jusqu'à 893,12 m (cote sabot).

Cette colonne est équipée d'un sabot canal, d'un anneau soupape et d'une DV. Elle est centrée par :

- 16 centreurs droits 9 5/8 X 12 1/4 (ST III)
- 3 centreurs positifs 9 5/8 X 13 3/8 (PO V)

Cimentation conventionnelle avec bouchon de queue après injection d'un fluid spacer (6 m³). Utilisation de 23,5 T de ciment CPA 55 Amiante de Bargenville pour cimentation jusqu'au niveau de la DV (top à 337,90 m). Injection de 20 m³ de laitier à d = 1,80.

Attente prise de ciment de 39 h 15 avant le reforage de la DV.

Un CBL a été enregistré le 13/5/82 avant descente du tubage 7". Il révèle une excellente cimentation jusqu'à 600 m, moyenne jusque vers 550 m. Absence de ciment au dessus.

Une première coupe de tubage a été effectuée à 335 m le 14/5/82. Afin d'approfondir la chambre de pompage, une deuxième coupe à été entreprise le 6/6/82 à 460 m.

COLONNE 7

Après forage en 8 1/2 jusqu'à 1582 m, la colonne 7" a été descendue sans incident jusqu'à 1581,43 m (cote sabot). Circulation de 1295 à 1300 m avec pertes partielles.

La colonne est équipée d'un sabot canal, d'un anneau différentiel et de deux DV situées à 1077,97 m et 347,82 m. Elle est centrée et habillée par :

24 centreurs droits 7 X 8 1/2 (STI)
2 centreurs spiralés 7 X 8 1/2 (SPI)
6 centreurs positifs 7 X 9 5/8 (POII)
12 gratteurs alternatifs 7 X 8 1/2 (CTIA)

Le premier étage a été cimenté avec 9 T de ciment CPA 55 Amiante (8 m³ de laitier à d = 1,80).

Chasse = 31,2 m³

Après ouverture de la DV inférieure, la circulation a été maintenue pendant 1 heure puis 10 minutes par heure pendant 8 heures.

Le second étage a été cimenté avec 15 T de ciment CPA 55 Amiante (13 m³ de laitier à d = 1,80). Chasse = 21,6 m³. Pertes totales pendant les 15 premiers m³ de chasse puis retour à environ 100 l/mn. Fermeture de la DV inférieure et décision de vérifier la cimentation 2ème étage par un CBL. Ce CBL réalisé 30h30 après la fin de chasse montre une bonne cimentation entre 1070 et 1060 m, moyenne entre 1060 et 1025 m et inexistante au dessus. Une cimentation complémentaire après perforations dans le tubage 7" entre 1002 et 1003 m (2 5/8 slim-kone 20 coups) a été effectuée : 12 T de ciment CPA 55 amiante (11 m³ de laitier à d = 1,80-1,75). Chasse = 19,67 m³. Pertes totales après 15900 L de chasse. Impossibilité d'ouvrir la DV supérieure pour circuler après cimentation 2ème étage.

Chaque cimentation a été précédée par l'injection d'un fluid spacer de 6 m³.

L'attente de prise de ciment a été de 24 heures entre la fin de cimentation 2ème étage et le reforage de la DV supérieure.

Le CBL-VD enregistré environ 92 heures après la cimentation du 2ème étage montre une excellente cimentation entre 1050 et 1007 m, une excellente à bonne cimentation entre 1007 et 700 m ; moyenne à médiocre au delà. Top ciment vers 640 m.

Dans l'ensemble les cimentation apparaissent comme très satisfaisantes puisque les divers aquifères peuvent être considérés comme isolés entre eux.

Liner lanterné 5" - Bouchon de ciment

Le liner a été descendu dans le cadre de l'opération d'approfondissement au Bajocien afin d'isoler le niveau de marnes intercalaires sous le Bathonien. Le Bajocien s'étant révélé après essais inexploitable, cette colonne a été retirée et un bouchon de ciment a été placé entre 1791 et 1865 m (2,5 T de ciment à d = 1,75). Ce liner avait été préalablement lanterné au droit des zones supposées productives du Bajocien et du Bathonien.

Après forage en 6" jusqu'à 1865 m descente du liner 5" à 1864,5 m (circulation de 1860 à 1865 m)avec tiges 3 1/2.

La composition de la colonne était la suivante :

- hanger packer Hyflo et setting collar : 2,30 m
- tubes 5" pleins : 50,08 m
- Tubes 5" lanternés : 122,42 m
- Tubes 5" pleins : 41,06 m
- Tubes 5" lanternés : 73,71 m
- Tubes 5" pleins : 13,50 m

Longueur totale avec hanger : 303,07 m

Top du hanger et ancrage liner dans le tubage 7" (gonflage mécanique à + (12 T)à 1560,93 m.

Isolation des marnes intercalaires par 4 hinged Cement Baskets.

Centrage de la colonne 5" dans le tubage 7" par 2 centreurs positifs 5 X 7 (POI).

Retrait de l'ensemble avec tiges 3 1/2 et setting tool après désancrasage du packer le 2.6.82 et cimentation du Bathonien.

I.11 - DIVERS

Consommation de fuel : 95736 l pour une durée de 45 jours soit une moyenne de 2127 l/j.

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 1

Ø Tubage: 13 3/8 54,5 lbs/ft K 55 API + VAM 1.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K55 - Ep 9,65	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
Sabot		0,34		0,34	546,75	
n° 1	API	9,13	API	9,47	546,41	1 c 2 sc
2	"	8,88	"	18,35	537,28	1 c 2 sc
Anneau	"	0,47	"	18,42	528,40	
3	"	13,08	"	31,90	527,93	
4	"	12,71	"	44,91	514,85	
5	"	12,65	"	57,26	502,14	
6	"	13,00	"	70,26	489,49	1 c 1 sc
7	"	13,03	"	83,29	476,49	
8	"	13,02	"	96,31	463,46	
9	"	11,92	"	108,23	450,44	
10	"	12,78	"	121,01	438,52	1 c 1 sc
11	"	12,54	"	133,55	425,74	
12	"	13,09	"	146,64	413,20	
13	"	12,94	"	159,58	400,11	
14	"	11,90	"	171,48	387,17	1 c 1 sc
15	"	12,93	"	184,41	375,27	
16	"	12,61	"	197,02	362,34	
17	"	8,91	205,12	205,93	349,73	
Raccord API-VAM	VAM	0,34		206,27	340,82	
18	"	12,51	VAM	218,78	340,48	1 c 1 sc
19	"	12,53	"	231,31	327,97	
20	"	12,51	"	243,82	315,44	
21	"	12,73	"	256,55	302,93	
22	"	12,91	"	269,46	290,20	1 c 1 sc
23	"	12,72	"	282,18	277,29	
24	"	13,01	"	295,19	264,57	

C = Centreur SC = Stop collar

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 2

Ø Tubage: 13 3/8 - 54,5 lbs/ft - K55 - VAM 1.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
25	K 55-Ep 9,65	12,88	VAM	308,07	251,56	
26	VAM	12,44	"	320,51	238,68	1 c 1 sc
27	"	12,78	"	333,29	226,24	
28	"	12,50	"	345,79	213,46	
29	"	13,06	"	358,85	200,96	
30	"	12,72	"	371,57	187,90	1 c 1 sc
31	"	12,99	"	384,56	175,18	
32	"	12,24	"	396,80	162,19	
33	"	12,15	"	408,95	149,95	
34	"	9,68	"	418,63	137,80	1 c 1 sc
35	"	9,12	"	427,75	128,12	
36	"	9,46	"	437,21	119,00	
37	"	9,59	"	446,80	109,54	
38	"	9,35	"	456,15	99,95	1 c 1 sc
39	"	9,61	"	456,76	90,60	
40	"	8,87	"	474,63	80,99	
41	"	12,84	"	487,47	72,12	
42	"	9,72	"	497,19	59,28	1 c 1 sc
43	"	9,73	"	506,92	49,56	
44	"	9,65	"	516,57	39,83	
45	"	9,56	"	526,13	30,18	
46	"	8,69	"	534,82	20,62	1 c 1 sc
47	"	9,40	"	544,22	11,93	
48	"	11,79	349,74	556,01	- 2,53	+ sol = 9,26

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 1

Ø Tubage: 9 5/8 - 36 lbs/ft - K55 - API 5.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
Sabot		0,37			893,12	
n° 1	K55 8,94	13,14		13,51	892,75	2 cent 4 sc
n° 2		13,12		26,63	879,61	2 cent 4 sc
Anneau		0,72		27,35	866,49	
3		9,54		36,89	865,77	1 cent 2 sc
4		13,32		50,21	856,23	1 cent 2 sc
5		12,49		62,70	842,91	
6		13,22		75,92	830,42	
7		13,21		89,13	817,20	1 cent 2 sc
8		13,08		102,21	803,99	
9		12,30		114,51	790,91	
10		13,14		127,65	778,61	1 cent 2 sc
11		13,26		140,91	765,47	
12		13,03		153,94	752,21	
13		13,14		167,08	739,18	1 cent 2 sc
14		12,88		179,96	726,04	
15		12,78		192,74	713,16	
16		12,98		205,72	700,38	1 cent 2 sc
17		13,10		218,82	687,40	
18		12,95		231,77	674,30	
19		13,05		244,82	661,35	1 cent 2 sc
20		13,16		257,98	648,30	
21		12,91		270,89	635,14	
22		12,74		283,63	622,23	1 cent 2 sc
23		12,85		296,48	609,49	
24		12,85		309,33	596,64	
25		12,90		322,23	583,79	1 cent 2 sc

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 2

Ø Tubage : 9 5/8 36 lbs/ft - K55 - API 5.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
26	K55-Ep 8,94	12,71		334,94	570,89	
27		13,08		348,02	558,18	
28		12,92		360,94	545,10	1 cent 2 sc
29		12,91		373,85	532,18	
30		13,08		386,93	519,27	
31		13,13		400,06	506,19	1 cent 2 sc
32		12,57		412,63	493,06	
33		13,05		425,68	480,49	
34		12,85		438,53	467,44	1 cent 2 sc
35		13,25		451,78	454,59	
36		12,31		464,09	441,34	1 cent PO 2 sc
37		12,94		477,03	429,03	
38		13,14		490,17	416,09	
39		13,05		503,22	402,95	
40		12,55		515,77	389,90	
41		12,79		528,56	377,35	1 cent PO 2 sc
42		12,67		541,23	364,56	
43		12,99		554,22	351,89	1 cent PO 2 sc
DV		1,00		555,22	338,90	
44		13,13		568,35	337,90	
45		13,10		581,45	324,77	
46		13,06		594,51	311,67	
47		13,03		607,54	298,61	
48		12,19		619,73	285,58	
49		12,98		632,71	273,39	
50		13,15		645,86	260,41	
51		13,28		659,14	247,26	

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 3

Ø Tubage : 9 5/8 36 lbs/ft - K 55 APE 5.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
52	K55 Ep 8,94	13,00		672,14	233,98	
53		13,12		685,26	220,98	
54		13,04		698;30	207,86	
55		12,85		711,15	194,82	
56		12,80		723,95	181,97	
57		13,20		737,15	169,17	
58		12,75		749,90	155,97	
59		13,05		762,95	143,22	
60		13,11		776,06	130,17	
61		13,21		789,27	117,06	
62		13,42		802,69	103,85	
63		13,17		815,86	90,43	
64		13,20		829,06	77,26	
65		12,81		841,87	64,06	
66		12,91		854,78	51,25	
67		9,26		864,04	38,34	
68		12,67		876,71	29,08	
69		12,84		889,55	16,41	
70		13,20		902,75	- 3,57	au dessus sol = + 9,63
			NB : 1ère coupe : tubage coupé à 335 m			
			2ème coupe : tubage coupé à 460 m			

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 1

Ø Tubage : 7" - 26 lbs/ft - K55 - VAM 15.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
Sabot	K55 - 9,19	0,32			1581,43	
1		13,06		13,38	1581,11	2 cent ST1 ag 10 sc
2		12,38		25,76	1568,05	
Anneau		0,59		26,35	1555,67	
3		13,50		39,85	1555,08	1 cent STI 2g 6 sc
4		13,33		53,18	1541,58	" " "
5		13.43		66,61	1528,25	" " "
6		9,87		76,48	1514,82	
7		9,90		86,38	1504,95	
8		9,78		96,16	1495,05	1 c STI 2 sc
9		9,82		105,98	1485,27	
10		9,8		115,84	1475,45	
11		9.95		125,79	1465,59	1 C SII 2 sc
12		9.92		135,71	1455,64	
13		9,99		145,70	1445,72	
14		9,91		155,61	1435,73	1 C SII 2 sc
15		9,90		165,51	1425,82	
16		9,99		175,50	1415,92	
17		10,05		185,55	1405,93	1 C SII 2 sc
18		10,01		195,56	1395,88	
19		9,87		205,43	1385,87	
20		10,08		215,51	1376,00	1 C SII 2 sc
21		9,97		225,48	1365,92	
22		9,69		235,17	1355,95	
23		9,99		245,16	1346,26	1 C SII 2 sc
24		9,78		254,94	1336,27	
25		13,15		268,09	1326,49	

c = centreur g = gratteur sc = stop collar

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 2

Ø Tubage: 7 " - 26 lbs/lt K55 VAM 15.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
26	K55 9,19	13,32		281,41	1313,34	1 c ST1 2 sc
27		13,38		294,79	1300,02	
28		13,13		307,92	1286,64	
29		13,63		321,55	1273,51	" "
30		13,71		335,26	1259,88	
31		13,24		348,50	1246,17	
32		13,44		361,94	1232,93	" "
33		12,97		374,91	1219,49	
34		12,75		387,66	1206,52	
35		13,16		400,82	1193,77	" "
36		13,43		414,25	1180,61	
37		13,59		427,84	1167,18	
38		13,15		440,99	1153,59	" "
39		13,26		454,25	1140,44	
40		13,23		467,48	1127,18	
41		12,21		479,69	1113,95	" "
42		13,14		492,83	1101,74	
43		9,98		502,81	1088,60	
DV1		0,65		503,46	1078,62	
44		9,95		513,41	1077,97	" "
45		9,99		523,40	1068,02	
46		9,82		533,22	1058,03	
47		9,97		543,19	1048,21	" "
48		9,68		552,87	1038,24	
49		9,92		562,79	1028,56	
50		9,97		572,76	1018,64	" "

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 3

Ø Tubage : 7" 26 lbs/ft - K55 - VAM

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
51	K55 - 9,19	9,83		582,59	1008,67	
52		9,99		592,58	998,84	
53		9,98		602,56	988,85	1 c ST1 2 sc
54		9,83		612,39	978,87	
55		9,93		622,32	969,04	
56		9,95		632,27	959,11	1 c ST1 2 sc
57		9,85		642,12	949,16	
58		9,97		652,09	939,31	
59		9,76		661,85	929,34	1 c SP1 2 sc
60		10,04		671,89	919,58	
61		9,85		681,74	909,54	
62		9,88		691,62	899,69	
63		10,02		701,64	889,81	1 c SP1 2 sc
64		10,01		711,65	879,79	
65		10,00		721,65	869,78	
66		9,84		731,49	859,78	1 c PO 2 sc
67		9,82		741,31	849,94	
68		9,98		751,29	840,12	
69		9,50		760,79	830,14	
70		10,01		770,80	820,64	
71		9,82		780,62	810,63	
72		9,78		790,40	800,81	
73		9,73		800,13	791,03	
74		9,93		810,06	781,30	
75		10,05		820,11	771,37	

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 4

Ø Tubage: 7 - 26 lbs/ft K55 VAM 15.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
76	K 55 9,19	9,89		830,00	761,32	1 cPO 2 sc
77		9,47		839,47	751,43	
78		9,94		849,41	741,96	
79		9,73		859,14	732,02	
80		9,20		868,34	722,29	
81		9,93		878,27	713,09	
82		10,13		888,40	703,16	
83		9,78		898,18	693,03	
84		9,73		907,91	683,25	
85		10,02		917,93	673,52	
86		9,78		927,71	663,50	1 c PO 2 sc
87		9,96		937,67	653,72	
88		9,64		947,31	643,76	
89		9,81		957,12	634,12	
90		10,22		967,34	624,31	
91		10,01		977,35	614,09	
92		10,02		987,37	604,08	
93		10,02		997,39	594,06	
94		9,89		1007,28	584,04	
95		10,02		1017,30	574,15	
96		9,93		1027,23	564,13	1 c PO 2 sc
97		9,87		1037,10	554,20	
98		9,87		1046,97	544,33	
99		9,56		1056,53	534,46	
100		9,83		1066,36	524,90	

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE 1 **FEUILLET N°** 5

Ø Tubage : 7 - 26 lbs/ft - K55 - VAM 15.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
101	K55 - 9,19	10,04		1076,40	515,07	
102		9,89		1086,29	505,03	
103		9,89		1096,18	495,14	
104		9,99		1106,17	485,25	
105		9,98		1116,15	475,26	
106		9,46		1125,61	465,28	
107		9,91		1135,52	455,82	1 cent PO 2 sc
108		9,90		1145,42	445,91	
109		9,21		1154,63	436,01	
110		9,69		1164,32	426,80	
111		9,78		1174,10	417,11	
112		9,70		1183,80	407,33	
113		9,84		1193,64	397,63	
114		9,95		1203,59	387,79	
115		9,80		1213,39	377,84	
116		9,73		1223,12	368,04	
117		9,84		1232,96	358,31	1 cent PO + 2 sc
DV2		0,65		1233,61	348,47	
118		10,11		1243,72	347,82	
119		10,00		1253,72	337,71	
120		10,04		1263,76	327,71	
121		10,01		1273,77	317,67	
122		9,98		1283,75	307,66	
123		9,75		1293,50	297,68	
124		9,99		1303,49	287,93	
125		9,63		1313,12	277,94	

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 6

Ø Tubage: 7 26 lbs/ft - K55 - VAM 15.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
126	K55 - 9.19	9.95		1323.07	268.31	
127		9,82		1332,89	258,36	
128		9,81		1342.70	248.54	
129		9,88		1352,58	238,73	
130		10.05		1362.63	228.85	
131		9,31		1371,94	218,80	
132		10.05		1381.99	209.49	
133		9,94		1391,93	199,44	
134		9.85		1401.78	189.50	
135		9,96		1411,74	179,65	
136		9.61		1421.35	169.69	
137		9,66		1431,01	160,08	
138		11.90		1442.91	150.42	
139		9,73		1452,64	138,52	
140		9.90		1462.54	128.79	
141		9,73		1472,27	118,89	
142		13.45		1485,72	109,16	
143		12,91		1498,63	95,71	
144		13.59		1512.22	82.80	
145		13,24		1525,46	69,21	
146		13.16		1538.62	55.97	
147		13,26		1551,88	42,81	
148		12.52		1564.40	29.55	
149		13,28		1577,68	17,03	
150		12.61		1590.29	- 3.75	au dessus Sol = +8,86

N.B : 1ère coupe : tubage coupé à 344 m
2ème coupe : tubage coupé à 470 m

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° G.E.P.E 1 **FEUILLET N°** 1

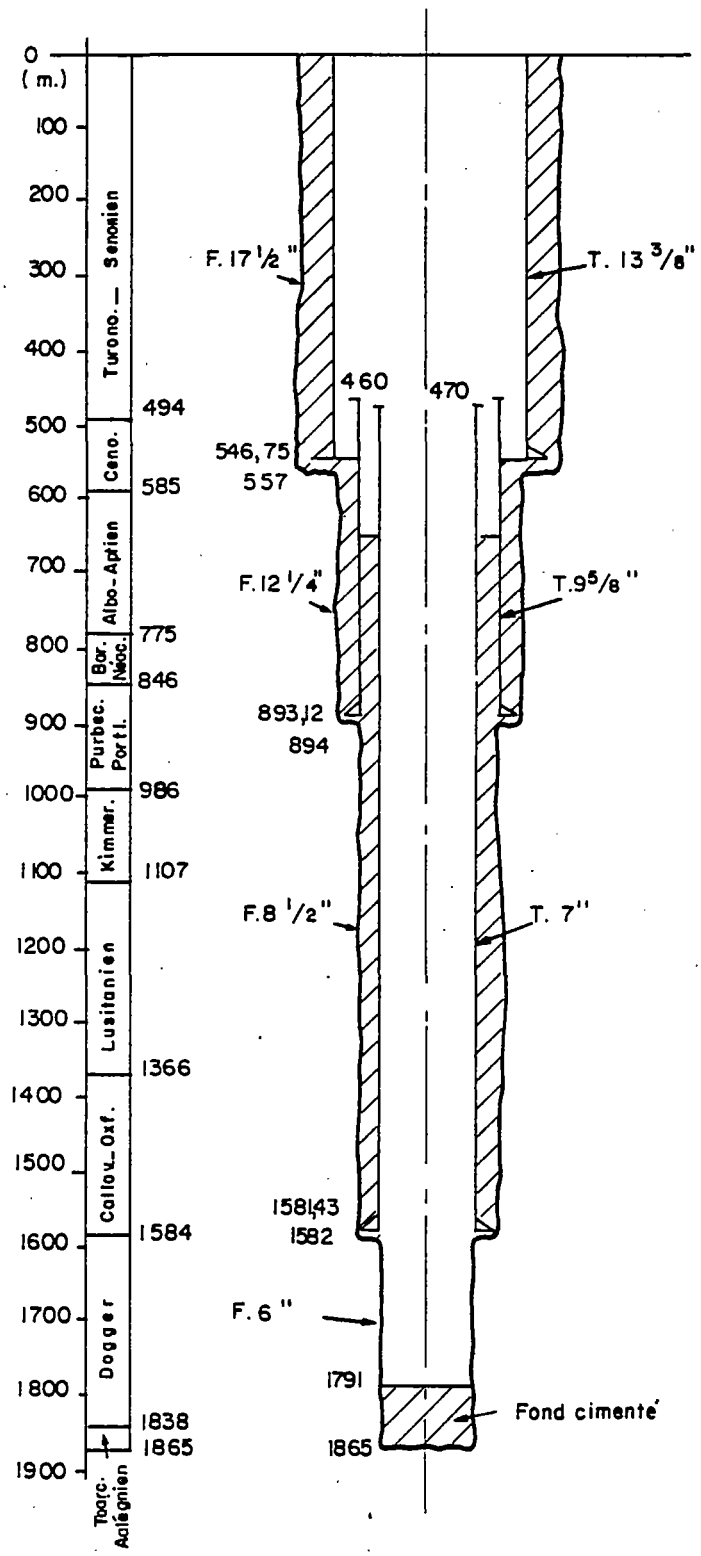
Ø Tubage: 5" liner - 18 Lbs/ft - K55 VAM 29.5.82

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
1	K55 - 9.19 mm	13,50	tube plein	13,50	1864,00	
2	18 lbs/ft	13,05	crépine	26,55	1850,50	
3		12,73	"	39,28	1837,45	
4		12,80	"	52,08	1824,72	
5		10,20	"	62,28	1811,92	
6		12,58	"	74,86	1801,72	
7		12,35	"	87,21	1789,14	
8		9,95	plein	97,16	1776,79	2 cement basket 2 sc
9		12,69	"	109,85	1766,84	
10		8,50	"	118,35	1754,15	
11		9,92	"	128,27	1745,65	2 cement basket 2 sc
12		12,74	crépine	141,01	1735,73	
13		12,55	"	153,56	1722,99	
14		13,05	"	166,61	1710,44	
15		8,54	"	175,15	1697,39	
16		12,80	"	187,95	1688,85	
17		12,52	"	200,47	1676,05	
18		12,59	"	213,06	1663,53	
19		12,23	"	225,29	1650,94	
20		12,70	"	237,99	1638,71	
21		12,70	"	250,69	1626,01	
22		12,23	plein	262,92	1613,31	
23		12,53	"	275,45	1601,08	
24		12,50	"	287,95	1588,55	1 cent PO 2 sc
25		12,82	"	300,77	1576,05	1 cent PO 2 sc
Hyflo Hanger		2,30	-	303,07	1563,23	
					1560,93	

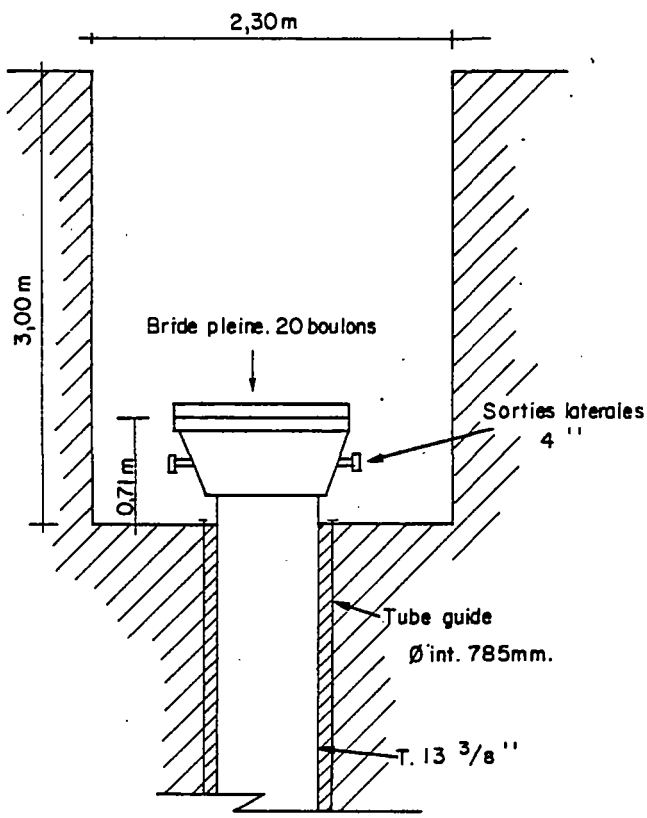
N.B Liner remonté au jour le 2.6.82 (Bajocien non exploitable)

FORAGE G.E.P.E 1

COUPE TECHNIQUE



CAVE _ TETE DE PUITS EN FIN DE FORAGE (PROVISOIRE)



Annexe 2

E P E R N A Y

TETE DE PUITS DE PRODUCTION

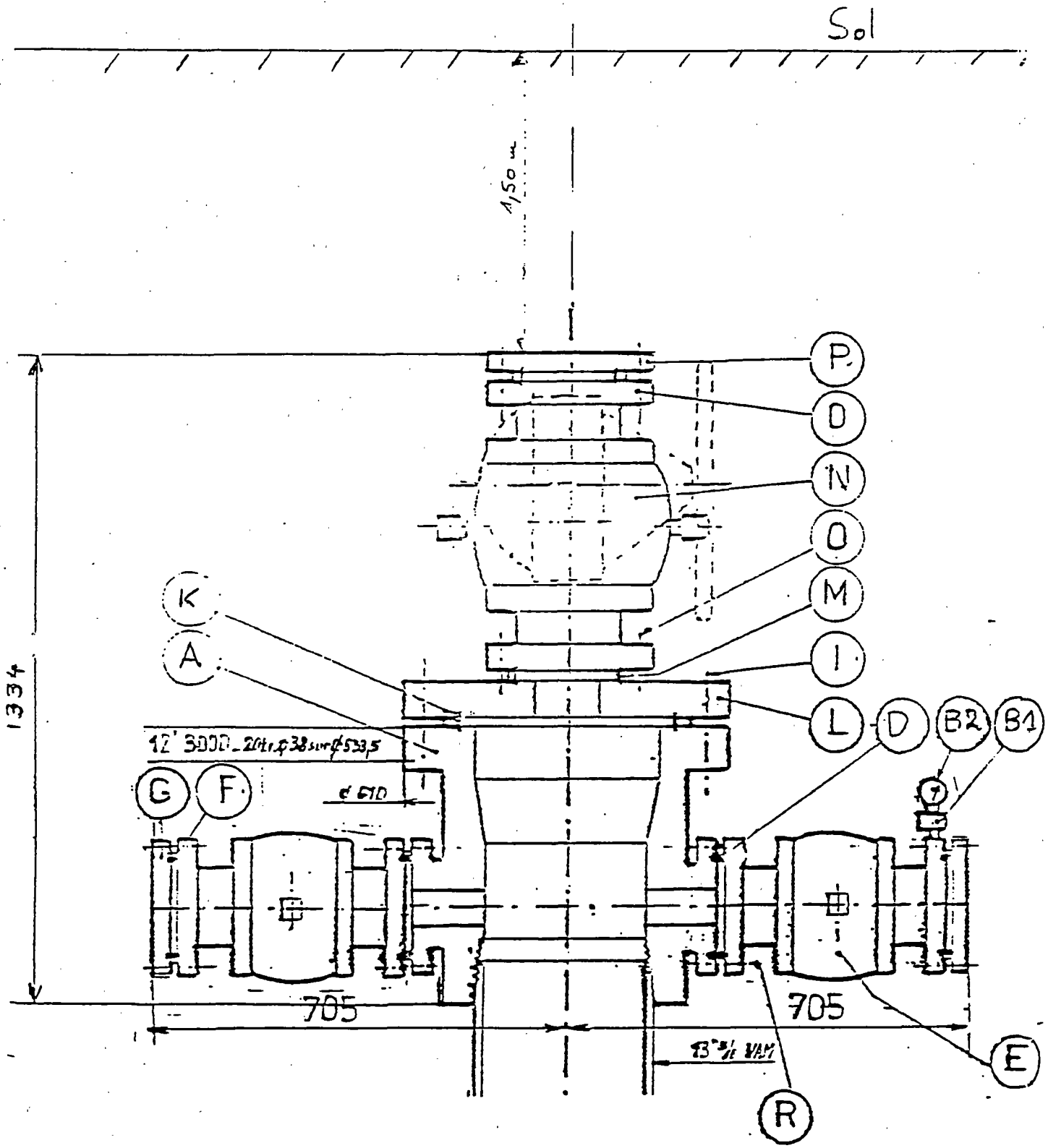
(après fermeture définitive du puits en fin de travaux)

LISTE DE MATERIEL

ITEM	QUANTITE	DESIGNATION
A	1	casing head
		- partie inférieure 13 3/8 VAM - bride supérieure 13 5/8 3000 munie de 2 sorties latérales 4" 300 RTJ et devant permettre de continuer le forage en 12 1/4
		boulonnerie pour 2 sorties latérales 4" ANSI 300 RTJ
B 1	1	- robinet BOURDON RBL 154 à boisseau
B 2	1	- manomètre BOURDON mix diamètre 100 type D 0-16 bars 1/2 gaz cylindrique
D	2	joints tores R 37 ovales avec bague de protection
E	2	robinets DN 4" ANSI 300 RTJ à passage intégral (la sphère le corps et les passages intérieurs de brides sont kanigènes,). (nickels chimiques 75 microns)
F	2	joints torés R 37 ovales
G	2	brides pleines 4" ANSI 300 RTJ
I	1	jeu de tiges filetées et écrous pour bride 13 5/8 3000
K	1	joint toré R 57 ovale avec bague de protection

L	1	réduction bride 13 5/8)00 par bride 8" ANSI 600 RTJ goujonnée
M	2	joint toré R 49 ovale ec bague de protection
N	1	robinet sphérique 8" A[illegible] 600 RTJ passage intégral le boisseau sphé ique le corps et les passages de brides serc t kanigenes (nickel chimique) ép. 75 Mi. le corps sera équipé de 2 robinets 1/2" NPT en cier inoxydable de purge et de circulatio[illegible]
O	1	jeu de tiges filetées é écrous pour bride 8" ANSI 600 RTJ
P	1	bride pleine 8" ANSI 6(RTJ
R	2	jeux de tiges filetées t écrous pour bride 4" ANSI 300 RTJ

Annexe 2


Sol
1,50 m
1334
P
D
N
O
M
I
L
D
B2
B1
K
A
12" 3000 20tr.φ38 sur φ533,5
G
F
ø 670
705
705
13"3/8 VAM
E
R

CHAPITRE II

RAPPORT TECHNIQUE DU FORAGE D'INJECTION GEPE2

II - PUITS D'INJECTION

FICHE RECAPITULATIVE DU FORAGE GEOTHERMIQUE D'EPERNAY - MONT-BERNON

Puits d'injection GEPE2

. Commune : Epernay

. Lieu-dit : Mont-Bernon

. Département : Marne

. Indice de classement national : 158.5.60

. Coordonnées kilométriques (Lambert zone I) : X = 719 712,910
en surface Y = 149 075,717
Z = + 173,9 m NGF surface dalle

Forage implanté à 10 m de GEPE1

. Maître d'ouvrage : Ville d'Epernay
par délégation : SEDMA
conseil : GEOCHALEUR

. Maître d'oeuvre : B.R.G.M

. Entrepreneur : GEOFOR

. Appareil : IDECO ED 900 - 2

. Objectif du sondage : reconnaître le Bathonien en vue d'y réinjecter l'eau produite par GEPE1

. Durée effective du sondage : du 14/6 au 27/7/82 soit 44 jours (essais compris mais hors stand by déménagement de GEPE1 à GEPE2)

. Forage dévié : inclinaison moyenne : 47°
direction moyenne : nord géographique
écartement entre GEPE1 et GEPE2 à 1573 m vert. : 899 m
Profondeur finale atteinte en dévié : 2140 m (1720 vert.)

. Niveau géologique de départ : craie du Sénonien

. Niveau géologique atteint : calcaires du Bathonien

. Résultats : Bathonien :

Température au toit du réservoir : 60°C
Transmissivité moyenne : 5,9 Dm
Skin moyen : - 4,9
Epaisseur productive (cumul : 9,35 m vertical entre 2000 et 2076 m déviés)
Pression statique extrapolée : 155,45 kg/cm^2 (1937 m déviés)
Porosité moyenne : 13 %
Salinité moyenne : 10 g/l.

II.1 INTRODUCTION

Le forage géothermique d'EPERNAY GEPE2 avait comme objectif de reconnaître le Bathonien en vue d'y réinjecter l'eau produite par GEPE1.

Cet objectif a bien été atteint et la possibilité de réinjection a été confirmée par des essais dont un en boucle.

L'ouvrage a été implanté à 10 m du forage GEPE1. Ses coordonnées sont les suivantes (fig.1).

Surface	Cible (toit du Bathonien) (1573,18 vert. 1938,00 déviés)
X = 719 712, 910	X = 719 651,470
Y = 149 075,717	Y = 149 962,927
Z dalle = + 173,9 m NGF surface dalle	Z = - 1399,28 NGF

Remarques : Toutes les profondeurs mentionnées dans ce rapport sont prises par rapport au sol.

Les opérations de forage et d'essais se sont déroulées pendant 44 jours (hors stand-by déménagement de GEPE 1 à 2) avec le même matériel et les mêmes intervenants que pour GEPE1

II.2 Historique de sondage (cf. fig.3)

- début du ripage de GEPE1 sur GEPE2 : le 11 juin 1982
- fin du ripage et stand-by : le 14 juin 1982
- début effectif de forage : le 14 juin 1982
- fin de forage (ordre DTM) : le 27 juillet 1982
- durée : 44 jours
- profondeur atteinte : 2140 m

II.3 Compte rendu journalier

DATE	RESUME DES OPERATIONS
12.06.82 1	DTM - attente ordre démarrage du maître d'ouvrage
13.06.82 2	Attente ordre démarrage du maître d'ouvrage
14.06.82 3	Attente ordre démarrage du maître d'ouvrage - fabrication boue forage en 17"1/2 de 5 m à 75 m - avancement journalier 70 m
15.06.82 4	Forage en 17"1/2 de 75 à 449 m - avancement journalier 374 m
16.06.82 5	Forage en 17"1/2 de 449 m à 548 m - circulation - totco ;0° remontée outil - coincement à 536 m - circulation - fabrication boue et injection - décoincé - remontée outil au jour - descente tubage 13"3/8 (en cours) avancement journalier 99 m
17.06.82 6	Descente tubage 13"3/8 à 546,39 m vissé tête de circulation circulation - cimentation tubage 13"3/8 - laitier 48,6 m^3 à 1,75 - ciment CPA 55 = 54 t - eau 32 m^3 - chasse = 43 m^3 attente prise ciment
18.06.82 7	Attente prise de ciment - cimentation complémentaire avec 6 m^3 de béton - montage tête de puits - descente outil 12"1/4 à 518 m - top du ciment - reforage anneau soupape - ciment + sabot - forage de 548 m à 550 m - changement de boue - nettoyage bacs et fabrication forage de 550 m à 563 m - avancement journalier 15 m

19.06.82 8 Forage en 12"1/4 de 563 m à 565 m - circulation - fabrication boue - remontée outil au jour - arrêt panne électrique - dégerbage DC 9"1/2 - assemblage turbine et outil - essai turbine - descente outil à 565 m - arrêt remise en place câble de curage - essai mesure ; partie single shot coincé dans raccord coudé - remontée garniture - décoincé single shot et réparation - descente garniture à 565 - mesure et positionné turbine - turboforage de 565 m à 573 m - mesure de déviation à 566 m 2° N 34 W - avancement journalier 10 m.

20.06.82 9 Turboforage de 573 m à 657 m - mesure de déviation à 642 m : 17 3/4 N 8 W - remontée outil, dégerbage turbine - descente garniture d'alésage - alésage de 565 m à 598 m - avancement journalier 84 m.

21.06.82 10 Alésage de 598 m à 657 m -circulation remontée outil au jour descente outil neuf à 657 m - forage en 12"1/4 de 657 m à 692 m - mesure de déviation à 684 m 22° 3/4 N 11 W - forage de 692 m à 737 m : mesure à 731 m 27° N 10 1/2 W - Forage de 739 m à 789 m - mesure à 779 m (négative) - arrêt panne électrique - forage de 787 m à 796 m - mesure à 788 m 33 1/4 N 11 W - arrêt mécanique (embrayage rotation) forage de 796 à 853 m - avancement journalier 196 m.

22.06.82 11 forage en 12"1/4 de 853 à 871 m - circulation - remontée outil au jour - rupture tête de levage DC 8" - sortie filetage remontée outil au jour - descente outil neuf filé 5 m de câble fin descente outil au fond - forage avancement nul - remontée outil - rupture à un stabilo 12"1/4 - filetage mâle - poisson 58,39 m - préparation et descente overshot FS 95/80 D sur poisson à 812,61 m - coiffé poisson - remontée tête de poisson au jour - dévissage partie cassée dans femelle DC 8" - (en cours) avancement journalier 18 m

23.06.82 12 Sortie filetage casse dans DC 8" - dégerbé DC 8" - remontée outil au jour - débouché K monel avec injection - commencé descente garniture dégerbage 1 stabilo défectueux et remis un autre - continué descente en contrôlant filetages stabilos 12 1/4 et 12 1/8 - forage de 870 m à 910 m mesure de déviation à 903 m 48 1/2 N 10 1/2 W - circulation - commencé à remonter - coincement à 874 m - dégage en posant 30 t remontée outil au jour SPE (en cours) avancement journalier 39 m.

24.06.82 13 SPE - vissé outil 12 1/4 - descente au fond - circulation - remonté outil au jour - préparation descente tubage - descente tubage 9 5/8 à 909 m - circulation.

25.06.82 14 Dégerbage 1 tube 9"5/8 - positionné tubage 9"5/8 - sabot à 899,89 m - circulation - préparation et injecté 3,5 m^3 de CW 100 + 8 m^3 de fluid spacer - cimentation tubage 9"5/8 - ciment CPA 55 - 44 t - laitier 40 m^3 à 1,75 . Eau : 26 m^3 - chasse 500 l/mn - attente prise ciment - cimentation complémentaire 6 m^3 de béton à 350 kg/m^3 - relachement colonne et desserée tube de manoeuvre.

26.06.82 15 Montage du BOP - dégerbage 6 DC 8" - gerbage tester cup une longueur DC 6 1/2 + tiges 5" - test BOP (120 bars) - dégerbage tester cup - descente outil 8 1/2 à 873 m - gerbage DC 6 1/2 reforage anneau ciment jusqu'à 898 m - test colonne 30 kg - reforage sabot 900 m - reforage jusqu'à 910 m - remontée outil (en cours).

27.06.82 16 Remontée outil au jour - assemblage et descente garniture stabilisée au sabot - filé 8 m de câble - terminé à 910 m en circulation - forage en 8 1/2 de 910 m à 937 m - duse bouchée - circulation inverse, débouchage - forage en 8 1/2 de 937 m à 971 m - avancement journalier 61 m.

28.06.82 17 Forage en 8 1/2 de 971 à 984 m - mesure à 972 m - 47° N 9 1/2 W - forage de 984 m à 1060 m - mesure de déviation (en cours) avancement journalier 89 m.

29.06.82 18 Mesure de déviation à 1048 m - 45 3/4 N 9 1/2 W - forage en 8 1/2 de 1060 m à 1126 m - mesure de déviation à 1114 m - 44 1/2 N 8 W - forage en 8 1/2 de 1126 m à 1154 m - avancement journalier 94 m.

30.06.82 19 Circulation - mesure de déviation à 1142 m - 44 1/2 N 7 1/2 W circulation - remontée outil au jour - dégerbage garniture stabilisée - descente outil 8 1/2 + turbine (en cours) - arrêt graissage - fini descente à 1154 m - positionnement turbine turboforage de 1154 m à 1177 m - mesure à 1153 m 44 1/2 N 6 1/2 W - turboforage de 1177 m à 1196 m - mesure à 1162 m 45 1/4 N 5 1/2 W - turboforage de 1196 m à 1215 m mesure à 1181 m 46 1/2 N 3 W turboforage de 1215 m - mesure à 1210 m - 45 3/4 N 4 E - remontée turbine au jour - avancement journalier 70 m.

01.07.82 20 Descente outil + garniture stabilisée à 1154 m - alésage de 1154 à 1224 m - forage de 1224 à 1264 m - mesure à 1258 m 46 1/2 N 5 E - forage de 1264 à 1290 m - avancement journalier 66 m

02.07.82 21 Forage en 8 1/2 de 1290 m à 1321 m - mesure de déviation à 1315 m 49 1/2 N 4 1/2 E - forage de 1321 à 1331 m - réparation goulotte - forage de 1331 à 1360 m - circulation - mesure de déviation à 1353 m 51° N 5 E - forage de 1360 m à 1361 m Avancement journalier 71 m

03.07.82 22 Forage en 8 1/2 de 1361 m à 1374 m - circulation - remontée outil au jour - descente outil neuf au sabot - filé 8 m de câble - descente outil 8 1/2 au fond - avancement journalier 60 m

04.07.82 23 forage en 8 1/2 de 1421 m à 1447 m - mesure à 1437 m - 50 1/2 N 5 E - forage en 8 1/2 de 1447 m à 1476 m - coincement avant ajout de tige - battage vers le haut et vers le bas - injection 10 m^3 d'eau dans les tiges, abaissement niveau dans l'espace annulaire - battage à la coulisse et décoincement - fermeture hydril - circulation inverse, éjecté bouchon d'eau - circulation - conditionnement de la boue - forage de 1476 m à 1514 m - avancement journalier 93 m

05.07.82 24 Forage en 8 1/2 de 1514 m à 1542 m - mesure de déviation à 1542 m 48 1/2 N 4 1/2 E - forage en 8 1/2 de 1542 à 1637 m - circulation - mesure à 1628 m 47° N 3 1/2 E - forage de 1637 à 1647 m - coincement à 1637 m avant ajout tige - essais de décoincement (négatif) - avancement journalier 133 m

06.07.82 25 Battage à la coulisse vers le haut et vers le bas - envoi bouchon allégé au fuel (10 m^3) et purge - abaissement niveau dans espace annulaire - battage à la coulisse et traction à 130 t - déplacement bouchon dans E.A - circulation, battage à la coulisse - envoi bouchon acide 5 m^3 et chasse 13 m^3 - battage et décoincement - circulation remontée outil au sabot circulation et conditionnement boue - descente outil à 1647 m forage de 1647 m à 1652 m - avancement journalier 5 m

07.07.82 26 Forage en 8 1/2 de 1652 m à 1748 m - avancement journalier 96 m

08.07.82 27 Forage en 8 1/2 de 1748 m à 1771 m - circulation - mesure de déviation à 1761 m 42° N 9 E - remontée outil - traction + 40 t de 1709 m à 1681 m - vissé tige carrée - circulation- remontée outil au jour - changé élévateur et kelly bushing descente outil neuf - forage de 1771 à 1785 m - avancement journalier 37 m.

09.07.82 28 Forage en 8 1/2 de 1785 m à 1832 m - circulation - mesure de déviation à 1824 m 41 3/4 N 11 E - forage de 1832 m à 1889 m. avancement journalier 104 m.

10.07.82 29 Forage de 1889 m à 1948 m - circulation - mesure de déviation à 1938 m 44° N 13 E - circulation - remontée outil au jour - préparation diagraphies - avancement journalier 59 m

11.07.82 30 SPE descente outil à 1910 m - reforage systématique de 1910 à 1948 m remontée outil en cours en débloquant tous les joints.

12.07.82 31 Fini remontée outil en débloquant tous les joints - préparation pour tubage - descente tubage à 1260 m - circulation - descente tubage 7" à 1946,43 m - circulation - injection - bouchon de rinçage et bouchon fluide spacer - cimentation avec 20 m3 230 de laitier - densité 1,50 ciment 8 t 200 - mise en place laitier avec 38 m^3 460 de boue.

13.07.82 32 Ouverture DV pour 2e étage - circulation et dégerbage tige 5" Injection bouchon de rinçage et bouchon fluid spacer - cimentation avec 9000 l laitier D = 1,50 - ciment 7 t 200 - mise en place laitier avec 24 070 l boue - circulation 10' / heure et dégerbage tige 5" ouverture DV 3e étage - cimentation laitier 9200 l D = 180 - ciment 10 t 700 mise en place laitier avec 12000 l de boue - dépose BOP coupé tubes 7" montage BOP.

14.07.82 33 Dégerbage tige 5" - tige Ø 5" et gerbage tige Ø 3 1/2 - 1 heure réparation - descente outil en gerbant DC 4 3/4 et tige 3 1/2 Test hydril à 80 bars - reforage DV à 594,86 m - descente outil en cours en gerbant tiges 3 1/2.

15.07.82 34 Descente outil à 1198 - reforage DV - descente à 1919 - reforage anneau - ciment et sabot jusqu'à 1948 - forage de 1948 à 1949 - circulation - remontée outil au jour - changé outil - réparation clé BJ - incorporé NB et 2 stabilo 6" dans garniture - panne électrique - descente outil à 1949 m - forage en 6" de 1949 à 1983 avancement journalier 35 m

16.07.82 35 Forage en 6" de 1983 à 2140 m - circulation - remontée outil en cours - avancement journalier 157 m.

17.07.82 36 Fini remontée outil - SPE - GR-DFC - CBL-VDL - descente émulseur à 389 m - attente compresseur et préparation pour air lift - air lift à 389 m Q = 47 m^3/h - température 49°C descente tiges en cours pour air lift.

18.07.82 37 Injection 3 bouchons acide - chassé à l'eau après chaque bouchon et dégorgement - 11 t 680 acide - remonté tige à 389 m air lift Q = 73 m^3/h - température 52°C - mesure de la remontée avec sonde électrique.

19.07.82 38 Mesure de la remontée - niveau à 46 m 37 après 11 h 30 - préparation SODESEP - air lift à 389 m et diagraphies SODESEP Q = 83 m^3/h début et 78 m^3/h après 9 h température 52°C - remontée pression par SODESEP.

20.07.82 39 Mesure pression SODESEP - débit puits II et réinjection sur puits I - injection puits II.

21.07.82 40 Injection puits II avec mesure SODESEP - mesures SODESEP - Descente tiges pour acidification - contre ordre attente consignes + attente acide et compresseur.

22.07.82 41 Attente compresseur - remontée tiges pour air lift à 389 m air lift - débit 68 m^3/h - temp. 40°C.

23.07.82 42 air lift - descente tiges pour acidification - injecté 8,5 m^3 acide chasse 24 m^3 - remontée tige de 196 m - mise en place tige perforée et descente de 196 m - dégorgement - remonté et enlevé tige perforée et descente - injecté 8,5 m^3 acide chasse 30 m^3 - remontée de 196 m mise en place tige perforée et descente de 196 m. - injecté 7 m^3 acide ; chasse 36 m^3. remontée de 196 m - mise en place tige perforée et descente de 196 m dégorgement - remontée tiges de 2097 à 389 m mesures remontée avec sonde électrique.

24.07.82 43 Air lift 73 m^3/h température 50°5 C - remontée pression SODESEP - injection eau de ville.

25.07.82 44 Injection eau de ville - démontage matériel SODESEP

26.07.82 45 Démontage matériel SODESEP - dégerbage tiges 3 1/2 - DC 4 3/4 - tige Ø - démontage BOP -

27.07.82 46 Coupe tube 7" à 14 cm au dessus bride casing head - mise en place tête de puits jusqu'à 8 h - DTM à partir de 8 h.

II.4 Etat du puits après les opérations

Tube guide roulé soudé 809 mm OD à 5 m

Sabot du tubage 13 3/8 à 546,39 m

Sabot du tubage 9 5/8 à 899,89 m

Sabot du tubage 7 à 1 946,43 m

Profondeur totale forée : 2 140 m (soit environ 1 720 m vert.)

Fond du puits : 2 140 m

II.5 Répartition du métrage dans les différents diamètres forés

	Métrage	Cumul
Forage en 17 1/2	548 m	548 m
Forage en 12 1/4	362 m	910 m
Forage en 8 1/2	1038 m	1948 m
Forage en 6"	192 m	2140 m

II.6 Performances d'avancement

II.6.1 Moyenne globale journalière (essais inclus)

$$\frac{2140 \text{ m}}{44 \text{ j}} = 48{,}64 \text{ m/j}$$

II.6.2 Vitesse moyenne de pénétration

Pour le puits : $\frac{2140 \text{ m}}{342 \text{ h}} = 6{,}26$ m/h

En forage 17 1/2 : $\frac{548 \text{ m}}{47{,}25 \text{ h}} = 11{,}60$ m/h

En forage 12 1/4 : $\frac{362 \text{ m}}{33{,}25 \text{ h}} = 10{,}89$ m/h

En forage 8 1/2 : $\frac{1038 \text{ m}}{236{,}50 \text{ h}} = 4{,}39$ m/h

En forage 6" : $\frac{192\ m}{25\ h}$ = 7,68 m/h

II.7 Analyse des temps

Cette analyse comporte 15 opérations ou postes. Les 46 jours globaux pris en compte pour l'intervention de la société de forage (1 jeu est compté de 4 h à 4 h) correspondent à 1075,50 h de travail effectif.

OPERATIONS	PHASE 17 1/2	PHASE 12 1/4	PHASE 8 1/2	PHASE 6	TOTAL	%
FORAGE	47 H 15'	33 H 15'	236 h 30'	25 H 00	342 H 00	31,80
MANOEUVRE POUR:						
FORAGE	3 h 45'	60 H 30'	73 H 15'	24 H 30'	162 H 00	15,06
REFORAGE	-	7 H 15'	8 H 30'	5 H 00	20 H 45'	1,93
FABRICATION BOUE CIRCULATION	3 H 45'	11 H 15'	13 H 15'	1 H 30'	29 H 45'	2,77
TUBAGE	8 H 15'	10 H 15'	13 H 15'	-	31 H 45'	2,95
CIMENTATION	3 H 15'	3 H 15'	7 H 30'	-	14 H 00	1,30
ATTENTE PRISE CIMENT	18 H 30'	12 H00	-	-	30 H 30'	2,84
MONTAGE BOP ET TETE DE PUITS	4 H 30'	21 H 00	8 H 30'	11 H 00	45 H 00	4,18
MESURE DEVIATION	0 H 15'	10 H 00	11 H 30'	-	21 H 45'	2,02
DIAGRAPHIES FORAGE	-	5 H 00	13 H 15'	8 H 00	26 H 15'	2,44
INSTRUMENTATION	-	15 H 00	19 H 45'	-	34 H 45'	3,23
ATTENTES DIVERSES	55 H 30'	2 H 00	0 H 30'	25 H 30'	83 H 30'	7,76
ESSAIS	-	-	-	183 H 45'	183 H 45'	17,09
REPARATIONS	-	3 H 15'	3 H 15'	1 H 00	7 H 30'	0,70
DEGERBAGE	-	2 H 00	24 H 30'	15 H 45'	42 H 15'	3,93
TOTAL	145 H 00	196 H 00	433 H 30'	301 H 00	1075 H 30'	100

II.8 Performance des outils de forage

(temps réels de rotation de l'outil)

N°	Ø	Marque	type code IADC	N° série	duses	profondeur de	profondeur à	m forés	temps rotation	moyenne m/h	poids t	RPM t/mn	débit l/mn	P bars	observations
1	17 1/2	HUGHES	R2 CVL 1 - 2 - 1	554 NR	-	0	548	548 cumul 626	47 h 15' cumul 60 h 32'	11,60 10,35	5-10	110	3 000	30	Tocto = 0° outil déjà utilisé GEPE
2	12 1/4	HUGHES	R2 CVL 1 - 2 - 1	545 YR	-	548	565	17 cumul 19	2 h 10' cumul 2 h 25'	7,83 7,85	8-10	100	2 000	25	- id - peu usé
3	12 1/4	HUGHES	R2 CVL 1 - 2 - 1	546 YR	-	565	657	92	11 h	8,36	-	-	1 800	60	turboforage + alésage
4	12 1/4	HUGHES	R2 CVL 1 - 2 - 1	937 MR	-	657	871	214	12 h 35'	17,00	18-22	70-80	1 600 1 800	30-35	peu usé
5	12 1/4	HUGHES	R2 CVL 1 - 2 - 1	543 YR	-	871	910	39	5 h	7,80	18	60-70	1 800	45-50	peu usé
6	8 1/2	HUGHES	J3 1 - 3 - 6	975 NS	3 x 13/32	910	1154	244	53 h 15'	4,58	12-15	60-80	1 600	90	-
7	8 1/2	HUGHES	R3 CVL 1 - 3 - 1	824 MR	3 x 13/32	1154	1224	70	4 h	17,50	-	-	1 500	70	turboforage
8	8 1/2	HUGHES	JD3 1 - 3 - 6	503 LK	3 x 13/32	1224	1374	150	35 h 45'	4,20	12-15	70-90	1 600	95	-
9	8 1/2	HUGHES	J22 5 - 1 - 7	765 PS	3 x 13/32	1374	1771	397	73 h 40'	5,39	12-14	70-90	1 600	105	-
10	8 1/2	HUGHES	J22 5 - 1 - 7	762 PS	3 x 13/32	1771	1948	177	35 h 75'	4,95	12	80	1 600	105	peu usé
11	6	HUGHES	OWV 2 - 1 - 1	635 HK	- -	1948	1949	1	-	-	-	-	-	-	reforage DV
12	6	HUGHES	J33 5 - 3 - 7	919 PS	-	1949	2140	191	21 h 20'	8,95	10	80-90	1 500	90	Peu usé

II.9 Consommation de produits à boue - caractéristiques moyennes

PRODUITS	PHASE 17 1/2 bentonitique	PHASE 12 1/4 polymères	PHASE 8 1/2 polymères	PHASE 6 polymères biodegr.	TOTAL
BENTONITE C7S	3 450 Kg	3 950 kg			7 400 kg
BENTONITE C	2 300 Kg	1 300 kg	4 850 kg		3 600 kg
SOUDE	15 kg	338 kg	1 025 kg	75 kg	1 453 kg
POLYVIS REGULAR	75 kg	650 kg	525 Kg		1 250 kg
POLYVIS L.V.		725 kg	1 175 kg		1 900 kg
MILPOLYMER 305				750 kg	750 kg
BARYTE		4 000 kg	1 600 kg		5 600 kg
BICARBONATE		400 Kg	300 kg		700 kg
FERROCAL			1 500 kg		1 500 Kg
CMC R 110		300 kg	1 000 kg		1 300 kg
BACTERICIDE		75 kg	160 kg	75 kg	310 kg
LD 8		40 1		20 1	60 1
LUBRISAL		170 1	690 1		860 1
F.O.D			7 000 1		7 000 1
MIL FREE			200 1		200 1
EAU	652 m^3	268 m^3	197 m^3	140 m^3	1257 m^3
PERTES TERRAIN	440 m^3	5 m^3	71,5 m^3	0	516,5 m^3
DENSITE	1,09 à 1,14	1,06à1,09	1,08 à 1,09	1,01	
VISCOSITE M	30	39 à 41	40 à 46	37	
FILTRAT	-	7,8 à 6,7	5 à 5,6	-	
pH	-	9 à 9,5	9,5 à 10	9,5	
VP	-	8 à 14	14 à 20	-	
YV	-	8 à 10	13 à 10	-	

II.10 Tubages et cimentations

Colonne 13 3/8

Après forage en 17 1/2 jusqu'à 548 m une colonne 13 3/8 a été descendue sans incident jusqu'à 546,39 m (cote sabot).

Cette colonne est équipée d'un sabot canal et d'un anneau soupape. Elle est centrée par 10 centreurs droits 13 3/8 x 17 1/2 (ST IV).

Cimentation conventionnelle avec bouchon de queue. Utilisation de 54 t de ciment CAP 55 amiante de Gargenville (48,6 m^3 de laitier à d = 1,75 - 1,80) chasse = 43 m^3.

Cimentation complémentaire par l'annulaire avec 6 m^3 de béton contrôlé à 350 kg/m^3.

Attente de prise ciment de 27 heures 30 avant le reforage de l'anneau.

Colonne 9 5/8

Après forage en 12 1/4 jusqu'à 910 (déviés) la colonne 9 5/8 a été descendue sans incident jusqu'à 899,89 m (cote sabot).

Cette colonne est équipée d'un sabot canal et d'un anneau différentiel. Elle comporte en outre :

32 centreurs droits	9 5/8 x 12 1/4 (ST III)
5 centreurs positifs	9 5/8 x 13 3/8 (PO V)
6 gratteurs alternatifs	9 5/8 x 12 1/4 (CTIA)

Cimentation conventionnelle avec bouchon de queue après injection de 3,5 m^3 de bouchon de lavage CW 100 et 8 m^3 de fluid spacer. Utilisation de 44 t de ciment CPA 55 amiante de Gargenville pour cimentation jusqu'en surface. Injection de 40 m^3 de laitier à d = 1,75 chasse = 36 m^3.

Cimentation complémentaire par l'annulaire avec 6 m^3 de béton contrôlé à 350 kg/m^3.

Attente prise de ciment de 38 h 45 avant le reforage de l'anneau.

Un CBL a été enregistré le 11.07.82 avant descente du tubage 7". Il révèle une excellente cimentation jusqu'à 125 m, moyenne à inexistance au dessus.

Colonne 7"

Après forage en 8 1/2 jusqu'à 1948 m (déviés) la colonne 7" a été descendue sans incident jusqu'à 1946,43 m (cote sabot). Circulation à 1260 m.

La colonne est équipée d'un sabot canal, d'un anneau différentiel et de deux DV situées à 1198,49 m et 594,86 m. Elle est centrée et habillée par :

92	centreurs spiralés droits et gauches	7 x 8 1/2 (SPI)
29	centreurs positifs	7 x 9 5/8 (PO II)
8	gratteurs alternatifs	7 x 8 1/2 (CTIA)

Le premier étage a été cimenté avec 8,2 t de ciment CPA 55 amiante allégé (10,23 m^3 de laitier à d = 1,50) après injection d'un bouchon de lavage de 3,2 m^3 et de 3 m^3 de fluid spacer.
Chasse = 38,46 m^3. Après ouverture de la DV inférieure, la circulation a été maintenue pendant 1 heure puis 10 minutes par heure pendant 10 heures.

Le second étage a été cimenté avec 7,2 t de ciment CPA 55 amiante allégé (9 m^3 de laitier à d = 1,50) après injection d'un bouchon de lavage (3,2 m^3) et de fluid spacer (3 m^3). Chasse = 24 m^3. Après ouverture de la DV supérieure, la circulation a été maintenue pendant 1 heure puis 10 minutes par heure pendant 6 h.

Le troisième étage a été cimenté directement avec 10,7 t de ciment CPA 55 amiante (9,2 m^3 de laitier à d = 1,80). Chasse = 12 m^3.

Attente prise de ciment de 27 h 30 avant le reforage de la DV supérieure (après fin cimentation 3e étage).

Le CBL-VDL enregistré environ 87 heures après la cimentation du 3e étage montre une cimentation excellente entre 1946 et 525 m, moyenne entre 525 et 400 m et douteuse au dessus (car cimentation au jour en fin de 3e étage). Ces cimentations sont bonnes puisque les divers aquifères peuvent être considérés comme isolés entre eux.

II.11 Déviation

Mesures et graphiques sont présentés en annexe 5.

KOP = 565 m DL 1,5°/10 m

Déviation théorique finale N 3°58' W (géographique)

Distance entre les 2 puits à 1573 m vert. :
889,34 + 10 = 899,34 m

inclinaison moyenne : 47°

GARNITURE DE DEVIATION

1.	565 à 657 m 12 1/4	-	0 + T + BS 2°30 + 2 KM8 + 6 DC 8" + 18 HW 5" + DP 5"
2	657 à 910 m 12 1/4	-	0 + NB 12 1/4 + KM 6 1/2 + KM 8 + 3 DC 8 + 1 ST 12 1/4 + 6 DC 8 + 1ST 12 1/4 + 3 DC 8 + 18 HW 5" + DP 5"
3	910 à 1154 m 8 1/2	-	0 + 1 DC court + 15 ST 8 1/2 + 1 KM + 15 t 8 1/2 + 1 KM 6 1/4 + 6 DC 6 1/2 + 1 ST 8 1/2 + 6 DC 6 1/2 + Fj + coulisse + 18 HW 5" + DP 5"
4	1154 à 1224 m 8 1/2	-	0 + T 6 1/4 + BS 2° + 2 KM 6 1/4 + 4 DC 6 1/2 + Fj + coulisse + 18 HW 5" + DP 5"
5	1224 à 1374 m 8 1/2	-	0 + NB 8 1/2 + 1 DC court + 1 KM 6 1/4 + 1 ST 8 1/2 + 1 KM 6 1/4 + 1 ST 8 1/2 + 6 DC 6 1/2 + 1 ST 8 1/2 + 6 DC 8 1/2 + Fj + coulisse + 18 HW 5" + DP 5"
6	1374 à 1771 m 8 1/2	-	0 + NB 8 1/2 + 1 DC court + 1 ST 8 1/2 + 1 KM 6 1/4 + 1 ST 8 1/2 + 1 KM 6 1/4 + 1 ST 8 1/2 + 6 DC 8 1/2 + 1 ST 8 1/2 + 6 DC 8 1/2 + Fj + coulisse + 18 HW 5' + DP 5"
7	1771 à 1948 m 8 1/2	-	0 + NB + 2 KM 6 1/4 + ST 8 1/2 + 6 DC 6 1/2 + 1 ST 8 1/2 6 DC 6 1/2 + Fj + coulisse + 18 HW 5" + DP 5"
8	1948 à 2140 m 6	-	0 + NB + DC court + ST + 2 DC + ST + 25 DC 4 3/4 + DP 3 1/2

II.12 Divers

Consommation de fuel : 130 000 l pour une durée globale de 46 jours soit une moyenne de 2 826 l/jour.

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 1

Ø Tubage : 13 3/8 54,5 lbs/ftK 55 API

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 EP 9,65	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote sup. par rapport au sol	OBSERVATIONS
					546,39	
SABOT		0,39		0,39	546	
1	API	12,93		13,32	533,07	1 C + 2 SC
2	"	12,81		26,13	520,26	1 C + 2 SC
ANNEAU	"	0,47		26,60	519,79	
3	"	12,71		39,31	507,08	
4	"	12,82		52,13	494,26	
5	"	8,53		60,66	485,73	
6	"	12,79		73,45	472,92	1 C + 1 SC
7	"	9,44		82,89	463,50	
8	"	8,58		91,47	454,92	
9	"	9,03		100,50	445,89	
10	"	9,47		109,97	436,42	1 C + 1 SC
11	"	12,93		122,90	423,49	
12	"	12,90		135,80	410,59	
13	"	12,75		148,55	397,84	
14	"	12,91		161,46	384,93	1 C + 1 SC
15	"	13,00		174,46	371,93	
16	"	12,90		187,36	359,03	
17	"	12,74		200,10	346,29	
18	"	12,94		213,04	333,35	
19	"	13,06		226,10	320,29	1 C + 1 SC
20	"	12,88		238,98	307,41	
21	"	12,99		251,97	294,42	
22	"	12,92		264,89	281,50	
23	"	13,11		278,00	268,33	1 C + 1 SC
24	"	13,08		291,08	255,31	

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 2

Ø Tubage: 13 3/8 54,5 lbs/ft K 55 API

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K55 ep.9,65	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	Cote sup. par rapport au sol	OBSERVATIONS
25	"	10,53	1	301,61	244,78	
26	"	12,93		314,54	231,85	
27	"	12,47		327,01	219,38	1 C + 1 SC
28	"	12,33		339,34	207,05	
29	"	13,09		352,43	193,96	
30	"	12,91		365,34	181,05	
31	"	12,99		378,33	168,06	
32	"	13,13		391,46	154,93	
33	"	9,38		400,84	145,55	1 C + 1 SC
34	"	9,28		410,12	136,27	
35	"	9,15		419,27	127,12	
36	"	7,45		426,72	119,67	
37	"	13,17		439,89	106,50	
38	"	9,46		449,35	97,04	
39	"	8,70		458,05	88,34	
40	"	8,40		466,45	79,94	
41	"	13,11		479,56	66,83	
42	"	9,49		489,05	57,34	
43	"	13,15		502,20	44,19	1 C + 1 SC
44	"	12,79		514,99	31,40	
45	"	13,26		528,25	18,14	
46	"	12,92		541,17	5,22	
47	"	13,37		554,54	+ 8,15	
				C = Centreur		
				SC = Stop collar		

NB : tubage 13 3/8 coupé ultérieurement au bas de cave

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 1

Ø Tubage: 9 5/8 36 lbs/ft K 55 API

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 8,94	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote sup. par rapport au sol	OBSERVATIONS
					899,89	
SABOT CANAL	API	0,35		0,35	899,54	
1	"	12,89		13,24	886,65	2 C + 2 G + 8 SC
2	"	13,28		26,52	873,37	2 C + 2 G + 8 SC
ANNEAU DIFFERENTIEL	"	0,60		27,12	872,77	
3	"	13,12		40,24	859,65	2 C + 2 G + 8 SC
4	"	9,86		50,10	849,79	1 C + 2 SC
5	"	10,17		60,27	839,62	" "
6	"	13,16		73,43	726,46	" "
7	"	9,69		83,12	816,77	" "
8	"	7,91		91,03	808,86	" "
9	"	9,96		100,99	798,90	" "
10	"	10,14		111,13	788,76	" "
11	"	9,22		120,35	779,54	" "
12	"	9,67		130,02	769,87	" "
13	"	12,78		142,80	757,09	" "
14	"	12,30		155,10	744,79	" "
15	"	12,93		168,03	731,86	" "
16	"	13,14		181,17	718,72	" "
17	"	13,16		194,33	705,56	" "
18	"	12,79		207,12	692,77	" "
19	"	13,10		220,22	679,67	" "
20	"	13,10		233,32	666,57	" "
21	"	12,93		246,25	653,64	" "
22	"	13,18		259,43	640,46	" "
23	"	13,12		272,55	627,34	" "
24	"	12,62		285,17	614,72	" "

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 2

Ø Tubage: 9 5/8 36 lbs/ft K 55 API

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 - 8,94	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote sup. par rapport au sol	OBSERVATIONS
25	API	13,04		298,21	601,68	1 C + 2 SC
26	"	12,71		310,92	588,97	" "
27	"	13,09		324,01	575,88	" "
28	"	13,07		337,08	562,81	" "
29	"	13,08		350,16	549,73	" "
30	"	13,20		363,36	536,53	
31	"	13,02		376,38	523,51	
32	"	13,11		389,49	510,40	
33	"	12,85		402,34	497,55	
34	"	13,32		415,66	484,23	
35	"	10,17		425,83	474,06	1 Po + 2 SC
36	"	10,04		435,87	464,02	
37	"	12,90		448,77	451,12	
38	"	12,60		461,37	438,52	
39	"	13,26		474,63	425,26	
40	"	10,19		484,82	415,07	
41	"	9,47		494,29	405,60	
42	"	9,31		503,60	396,29	
43	"	8,94		512,54	387,35	
44	"	13,39		525,93	373,96	1 Po + 2 SC
45	"	12,99		538,92	360,97	
46	"	12,84		551,76	348,13	
47	"	9,51		561,27	338,62	
48	"	9,64		570,91	328,98	
49	"	9,40		580,31	319,58	
50	"	9,38		589,69	310,20	
51	"	10,14		599,83	300,06	

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 3

Ø Tubage: 9 5/8 36 lbs/ft K 55 API

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 ep 8;94	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote sup. par rapport au sol	OBSERVATIONS
52	API	9,49		609,32	290,57	
53	"	10,16		619,48	280,41	
54	"	10,10		629,58	270,31	
55	"	9,82		639,40	260,49	1 PO + 2 SC
56	"	9,71		649,11	250,78	
57	"	10,15		659,26	240,63	
58	"	10,00		669,26	230,60	
59	"	10,30		679,26	220,33	
60	"	12,84		692,40	207,49	
61	"	13,06		705,46	194,43	
62	"	13,12		718,58	181,31	1 PO + 2 SC
63	"	12,98		731,56	168,33	
64	"	13,19		744,75	155,14	
65	"	13,03		757,78	142,11	
66	"	13,04		770,82	129,07	
67	"	13,10		783,92	115,97	
68	"	13,04		796,96	102,93	
69	"	12,74		809,70	90,19	
70	"	13,20		822,90	76,99	
71	"	12,80		835,70	64,19	
72	"	13,20		848,90	50,99	1 PO + 2 SC
73	"	13,16		862,06	37,83	
74	"	12,84		874,90	24,99	
75	"	13,11		888,01	11,88	
76	"	9,68		897,69	2,20	

C = centreur G = gratteur SC = stop collar

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 1

Ø Tubage: 7 26 lbs/ft K 55 VAM

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 – 9,19	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
SABOT		0,38		0,38	1946,43	
1	VAM	13,05		13,43	1946,05	2 CSP + 8 SC + 2 G
2	"	13,19		26,62	1933,00	" " "
ANNEAU DIFFERENTIEL	"	0,60		27,22	1919,81	
3	"	13,72		40,94	1919,21	2CSP + 8 C + 2 G
4	"	10,02		50,96	1905,49	" " "
5	"	9,82		60,78	1895,47	1 CSP+2 SC
6	"	12,95		73,73	1885,65	" "
7	"	13,37		87,10	1872,70	" "
8	"	11,85		98,95	1859,33	" "
9	"	10,82		109,77	1847,48	" "
10	"	12,40		122,17	1836,66	" "
11	"	13,51		135,68	1824,26	" "
12	"	12,97		148,65	1810,75	" "
13	"	12,71		161,36	1797,78	" "
14	"	13,58		174,94	1785,07	" "
15	"	13,40		188,34	1771,49	" "
16	"	13,28		201,62	1758,09	" "
17	"	13,16		214,78	1744,81	" "
18	"	13,31		228,09	1731,65	" "
19	"	12,71		240,80	1718,34	" "
20	"	13,26		252,06	1705,63	" "
21	"	13,31		267,37	1692,37	" "
22	"	12,35		279,72	1679,06	" "
23	"	12,33		292,05	1666,71	" "
24	"	11,90		303,95	1654,38	" "

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 2

Ø Tubage: 7 26 lbs/ft K 55 VAM

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
	K 55 9,19					
25	VAM	13,30		317,25	1642,48	1 CSP + 2 SC
26	"	12,48		329,73	1629,18	" "
27	"	12,50		342,23	1616,70	" "
28	"	12,68		354,91	1604,20	" "
29	"	13,40		368,31	1591,52	" "
30	"	12,85		381,16	1578,12	" "
31	"	13,43		394,59	1565,26	" "
32	"	13,22		407,81	1551,84	" "
33	"	13,42		421,23	1538,62	" "
34	"	13,35		434,58	1525,20	" "
35	"	13,44		448,02	1511,85	" "
36	"	13,15		461,17	1498,41	" "
37	"	13,48		474,65	1485,26	" "
38	"	13,48		488,13	1471,78	" "
39	"	13,27		501,40	1458,30	" "
40	"	12,72		514,12	1445,03	" "
41	"	13,21		527,33	1432,31	" "
42	"	12,74		540,07	1419,10	" "
43	"	9,83		549,90	1406,36	" "
44	"	9,60		559,50	1396,53	" "
45	"	13,51		573,01	1386,93	" "
46	"	13,23		586,24	1373,42	" "
47	"	13,32		599,56	1360,19	" "
48	"	9,83		609,39	1346,87	" "
49	"	10,03		619,42	1337,04	" "
50	"	10,00		629,42	1327,01	" "
51	"	9,99		639,41	1317,01	" "

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 3

Ø Tubage: 7" 26 lbs/ft K 55 VAM

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 9,19	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote inf.. par rapport au sol	OBSERVATIONS
52	VAM	9,73		649,14	1307,02	1 C SP. 2 SC
53	"	10,09		659,29	1297,29	" "
54	"	10,04		669,27	1287,20	" "
55	"	9,70		678,97	1277,16	" "
56	"	9,84		688,81	1267,46	" "
57	"	9,08		697,89	1257,62	" "
58	"	9,95		707,84	1248,54	" "
59	"	9,87		717,71	1238,59	" "
60	"	10,03		727,74	1228,72	" "
61	"	9,80		737,54	1218,69	" "
62	"	9,76		747,30	1208,89	" "
DV	"	0,64		747,94	1199,13	" "
63	"	10,00		757,94	1198,49	" "
64	"	9,91		767,85	1188,49	" "
65	"	10,03		777,88	1178,58	" "
66	"	9,90		787,78	1168,55	" "
67	"	9,85		797,63	1158,65	" "
68	"	9,95		807,58	1148,80	" "
69	"	9,96		817,54	1138,85	" "
70	"	10,12		827,66	1128,89	" "
71	"	9,79		837,45	1118,72	" "
72	"	9,94		847,39	1108,98	" "
73	"	9,81		857,20	1099,04	" "
74	"	9,90		867,10	1089,23	" "
75	"	9,87		876,97	1079,33	" "
76	"	13,53		890,50	1069,46	" "
77	"	12,43		902,93	1055,93	" "

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 4

Ø Tubage: 7" 26 lbs/ft K 55 VAM

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 9,19	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
78	VAM	13,56		916,49	1043,50	1 C SP+2 SC
79	"	13,33		929,82	1029,94	" "
80	"	13,10		942,92	1016,61	" "
81	"	13,37		956,29	1003,51	" "
82	"	13,49		969,78	990,14	" "
83	"	13,10		982,88	976,65	" "
84	"	12,45		995,33	963,65	" "
85	"	13,39		1008,72	951,10	" "
86	"	13,40		1022,12	937,71	" "
87	"	13,39		1035,51	924,31	" "
88	"	13,41		1048,92	910,92	" "
89	"	13,25		1062,17	897,51	1C PO "
90	"	12,50		1074,67	884,24	
91	"	13,15		1087,82	871,76	
92	"	13,23		1101,05	858,61	" "
93	"	12,30		1113,35	845,38	"
94	"	13,19		1126,54	833,06	
95	"	13,25		1139,79	819,89	" "
96	"	9,95		1149,74	806,64	
97	"	13,03		1162,77	796,69	
98	"	12,55		1175,32	783,66	" "
99	"	13,49		1188,81	771,11	
100	"	13,18		1201,99	757,62	
101	"	13,47		1215,46	744,44	" "
102	"	9,60		1225,06	730,97	
103	"	12,49		1237,55	721,37	
104		9,69		1247,24	708,88	" "

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 5

Ø Tubage : 7" 26 lbs/ft K 55 VAM

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 ep.9,19	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
105	VAM	9,72		1256,96	699,19	
106	"	13,24		1270,2	689,47	
107	"	12,82		1283,02	676,23	1 C PO + 2 SC
108	"	9,90		1292,92	663,41	
109	"	9,91		1302,83	653,50	
110	"	9,45		1312,28	643,60	1 C PO + 2 SC
111	"	9,21		1321,49	634,15	
112	"	9,79		1331,28	624,94	
113	"	9,95		1341,23	615,15	1 C PO + 2 SC
114	"	9,70		1350,93	605,20	
DV	"	0,64		1351,57	595,50	
115	"	9,78		1361,35	594,84	1 C PO + 2 SC
116	"	9,69		1371,04	585,08	
117	"	9,84		1380,88	575,39	
118	"	9,84		1390,72	565,55	1 C PO + 2 SC
119	"	10,00		1400,72	555,71	
120	"	13,16		1413,88	545,71	
121	"	13,24		1427,12	532,55	1 C PO + 2 SC
122	"	9,73		1436,85	519,31	
123	"	9,82		1446,67	509,58	
124	"	10,04		1456,71	499,76	1 C PO + 2 SC
125	"	10,00		1466,71	489,72	
126	"	9,98		1476,69	479,72	
127	"	9,75		1486,44	469,74	1 C PO + 2 SC
128	"	10,04		1496,98	459,99	
129	"	9,30		1505,78	449,95	
130	"	9,98		1515,76	440,65	1 C PO + 2 SC

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 6

Ø Tubage : 7" 26 lbs/ft K 55 VAM

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 – 9,19	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
131	VAM	9,63		1525,39	430,67	
132	"	9,94		1535,33	421,04	
133	"	9,94		1545,27	411,10	1 CPO + 2 SC
134	"	9,85		1555,12	401,16	
135	"	9,96		1565,08	391,31	
136	"	9,81		1574,89	381,35	1 CPO + 2 SC
137	"	9,88		1584,77	371,54	
138	"	10,05		1594,82	361,66	
139	"	11,90		1606,72	351,61	1 CPO + 2 SC
140	"	9,73		1616,45	339,71	
141	"	9,73		1626,18	329,98	
142	"	9,90		1636,08	320,25	1 CPO + 2 SC
143	"	13,45		1649,53	310,35	
144	"	12,91		1662,44	296,90	
145	"	9,71		1672,15	283,99	1 CPO + 2 SC
146	"	9,66		1681,81	274,28	
147	"	13,25		1695,06	264,62	
148	"	12,52		1707,58	251,37	1 CPO + 2 SC
149	"	13,28		1720,86	238,85	
150	"	13,59		1734,45	225,57	
151	"	9,96		1744,41	211,98	1 CPO + 2 SC
152	"	10,04		1754,45	202,02	
153	"	9,81		1764,26	191,98	
154	"	9,95		1774,25	182,17	1 CPO + 2 SC
155	"	10,00		1784,21	172,22	
156	"	9,93		1794,14	162,22	
157	"	9,97		1804,11	152,29	1 CPO + 2 SC

COMPOSITION DE LA COLONNE

PUITS N° GEPE2 **FEUILLET N°** 7

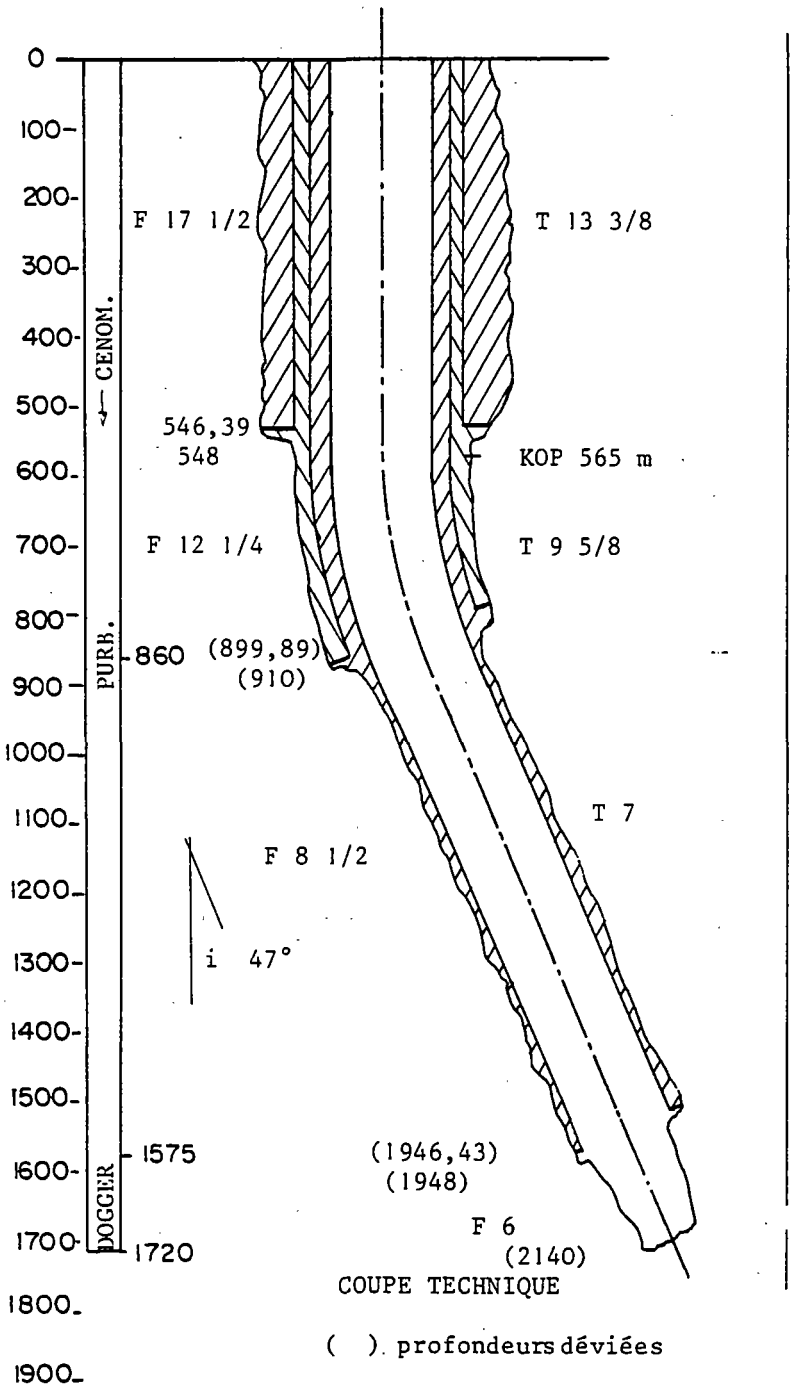
Ø Tubage: 7" 26 lbs/ft K 55 VAM

N° d'ordre de descente	Désignation Grade Epaisseur K 55 9,19	Longueur simple	Longueur totale par grade	Longueur totale	cote inf. par rapport au sol	OBSERVATIONS
158	VAM	10,02		1814,13	142,32	
159	"	9,74		1823,87	132,30	
160	"	9,68		1833,55	122,56	1 CPO + 2 SC
161	"	9,55		1843,10	112,88	
162	"	9,78		1857,88	103,33	
163	"	9,97		1862,85	93,55	1 CPO + 2 SC
164	"	9,96		1872,81	83,58	
165	"	10,06		1882,87	73,62	
166	"	9,96		1892,83	63,56	1 CPO + 2 SC
167	"	9,74		1902,57	53,60	
168	"	9,72		1912,29	43,86	
169	"	9,84		1922,13	34,14	1 CPO + 2 SC
170	"	9,94		1932,07	24,30	
171	"	9,76		1941,83	14,36	1 CPO + 2 SC
172	"	13,23		1955,06	4,60	
					+ 8,63	
			Tubage 7" découpé ultérieurement à + 0,14 m au			
			dessus de la bride de la casing head.			
		C SP = centreur spiralé				
		C PO = centreur positif				
		G = gratteur				
		SC = stop collar				

FORAGE GEPE 2

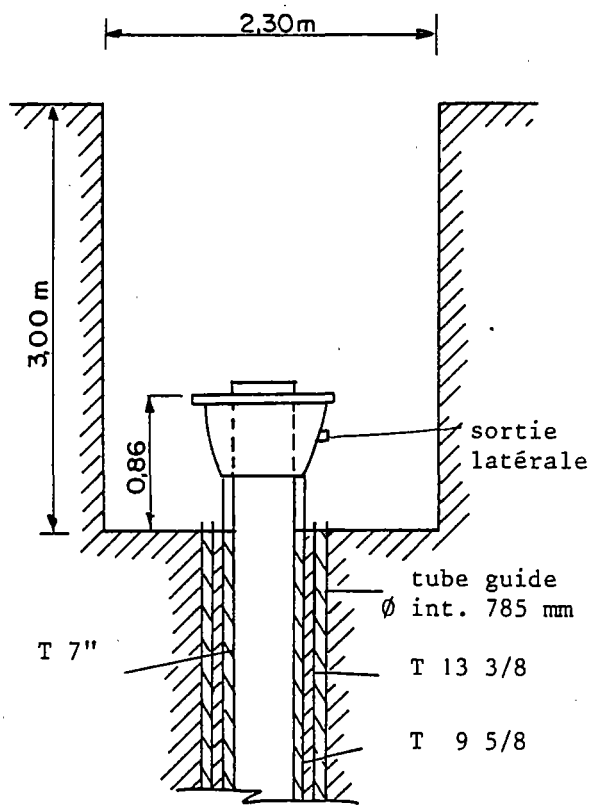
Annexe 3

Forage dévié à partir de 565 m = KOP



COUPE TECHNIQUE

( ). profondeurs déviées



CAVE : tête de puits
en fin de forage
(provisoire)

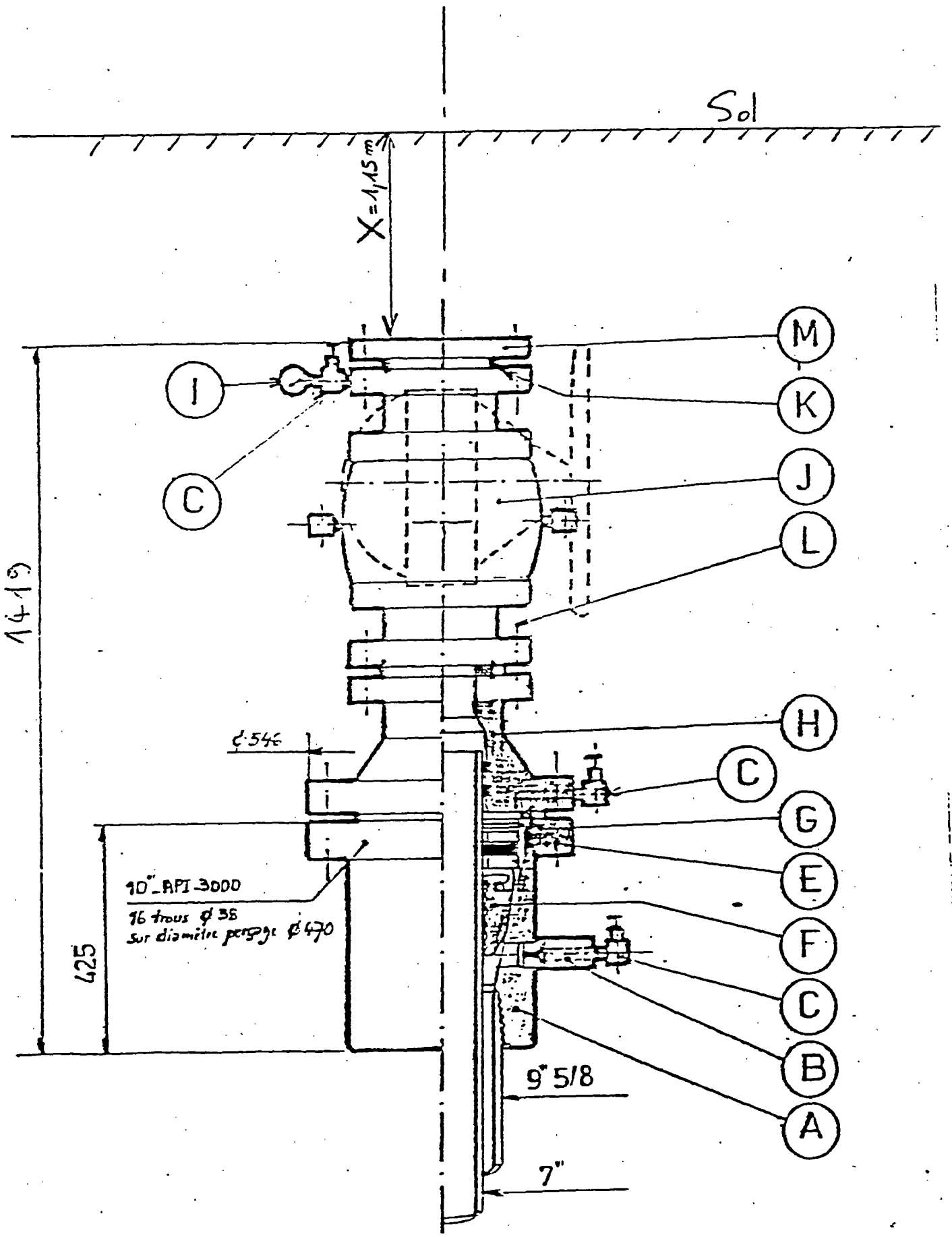
Ecartement GEPE1 - GEPE2 à 1938 m déviés = 889,34 + 10 = 899,34 m

annexe 4

TETE DE PUITS D'INJECTION

ITEM	QUANTITE	DESIGNATION	REMARQUES
A	1	Casing head -partie inférieur 9 5/8 API -bride supérieure 11-3000 munie de 1 sortie latérale 2" LPF et devant permettre de continuer le forage en 121/4	
B	1	Réduction 2" LPM par 1/2 gaz cylindrique femelle	
C	3	-robinet BOURDON RPL 576 à pointeau en acier muni d'un filetage 1/2 gaz	
D	1	bouchon 2" LPM série 3000 tête hexagonale	
E	1	Jeu de tiges filetées et écrous pour brides 11"-3000	
F 2	1	casing hanger monté dans le casing head A et soutenant 1947 m de casing 7" 26 LBS/ FT	
G	2	Joints torés R 53	
H	1	adapteur spacer -bride inférieure 11" ANSI	
H 1	1	3000 RTJ - bride supérieure 8" ANSI 600 RTJ muni d'un piquage 1/2" gaz cylindrique femelle et de joint toriques FMC faisant étanchéité sur une casing 7"	

ITEM	QUANTITE	DESIGNATION	REMARQUES
I	1	manomètre Bourdon mix. diamètre 100 type DO-100 bars 1/2" gaz cylindrique	
J	1	robinet DN 8" ANSI 600 RTJ passage intégral. Le boisseau sphérique, le corps et les passages intérieurs des brides seront nickelés. Le robinet sera muni de brides 8" ANSI 600 RTJ le corps sera équipé de 2 robinets 1/2". Une bride sera munie d'un piquage 1/2" gaz cylindrique femelle	
K	2	joints torés R 49 ovales avec bague de protection	
L	2	jeux de tiges filetées et écrous pour bride 8" 600 RTJ	
M	1	bride pleine 8" ANSI 600 RTJ	


Sol
X=1,15 m
1419
M
I
K
C
J
L
H
ϕ546
C
G
E
F
C
B
A
10"_API-3000
16 trous ϕ38
sur diamètre perçage ϕ470
425
9"5/8
7"

DOWELL SCHLUMBERGER
****
DFR PAU

RESULTS OF SURVEY FOR

WELL: GEPE 2

BRGM

ORLEANS

JOB NUMBER
FIELD EPERNAY
RIG or PLATFORM
DS ENGINEER I.SINCLAIR
REFERENCE NONE
DECLINATION 04.00 W

True bearing from Rotary Table to Target is N 00-00 E

COMMENTS ALL BEARINGS ARE MAGNETIC

DISTANCE from NONE to ROTARY TABLE is 0.00 N 0.00 E

RADIUS OF CURVATURE METHOD

MEASURED DEPTH meter	VERT. DEPTH meter	TARGET SECTION meter	COURSE DEV meter	STATION INCL. deg-min	TRUE BEARING deg-min	from Rotary Table LATITUDE meter	from Rotary Table DEPARTURE meter	DOG LEG SEVERITY deg.dec	from Rotary table DISTANCE meter	from Rotary table BEARING deg-min
546.0	546.00	0.00	0.00	00-00	N 04-00 W	0.00 N	0.00 E	0.00	0.00 at	N 00-00 E
566.0	566.00	0.28	0.35	02-00	N 38-00 W	0.28 N	0.21 W	3.05	0.35 at	N 38-00 W
585.0	584.94	1.45	1.45	06-45	N 33-30 W	1.45 N	1.06 W	7.63	1.80 at	N 36-11 W
604.0	603.71	3.93	2.89	10-45	N 28-00 W	3.93 N	2.54 W	6.55	4.68 at	N 32-50 W
623.0	622.27	7.72	4.06	14-00	N 14-30 W	7.72 N	4.01 W	6.95	8.70 at	N 27-27 W
642.0	640.54	12.78	5.20	17-45	N 12-00 W	12.78 N	5.20 W	6.11	13.79 at	N 22-09 W
684.0	679.93	26.91	14.53	22-45	N 15-00 W	26.91 N	8.59 W	3.70	28.24 at	N 17-43 W
731.0	722.56	46.02	19.77	27-00	N 14-30 W	46.02 N	13.63 W	2.76	47.99 at	N 16-30 W
788.0	771.84	73.67	28.59	33-15	N 15-00 W	73.67 N	20.91 W	3.34	76.58 at	N 15-51 W
864.0	832.28	118.27	45.96	41-15	N 13-00 W	118.27 N	32.03 W	3.24	122.53 at	N 15-09 W
903.0	859.90	144.98	27.50	48-30	N 14-30 W	144.98 N	38.56 W	5.73	150.02 at	N 14-54 W
972.0	906.29	194.53	51.07	47-00	N 13-30 W	194.53 N	50.92 W	0.74	201.09 at	N 14-40 W
1048.0	958.73	248.03	55.01	45-45	N 13-30 W	248.03 N	63.76 W	0.50	256.09 at	N 14-25 W
1114.0	1005.29	293.64	46.77	44-30	N 12-00 W	293.64 N	74.08 W	0.76	302.84 at	N 14-01 W
1142.0	1025.31	312.81	19.58	44-15	N 11-30 W	312.81 N	78.07 W	0.47	322.41 at	N 14-01 W
1153.0	1033.17	320.37	7.69	44-30	N 10-30 W	320.37 N	79.54 W	2.06	330.09 at	N 13-57 W
1162.0	1039.55	326.62	6.35	45-15	N 09-30 W	326.62 N	80.64 W	3.49	336.43 at	N 13-52 W
1181.0	1052.78	340.11	13.64	46-30	N 07-00 W	340.11 N	82.60 W	3.51	350.00 at	N 13-39 W
1200.0	1065.92	353.80	13.72	46-00	N 01-30 W	353.80 N	83.61 W	6.42	363.54 at	N 13-18 W
1210.0	1072.88	360.97	7.18	45-45	N 00-00 E	360.97 N	83.71 W	3.37	370.55 at	N 13-03 W
1258.0	1106.22	395.50	34.53	46-15	N 01-00 E	395.50 N	83.41 W	0.56	404.20 at	N 11-55 W
1315.0	1144.45	437.77	42.27	49-30	N 00-30 E	437.77 N	82.85 W	1.75	445.54 at	N 10-43 W
1353.0	1168.75	466.98	29.22	51-00	N 01-00 E	466.98 N	82.47 W	1.24	474.21 at	N 10-01 W
1437.0	1221.89	532.02	65.05	50-30	N 01-00 E	532.02 N	81.33 W	0.18	538.20 at	N 08-42 W
1542.0	1290.08	611.85	79.84	48-30	N 00-30 E	611.85 N	80.29 W	0.59	617.10 at	N 07-29 W

DISTANCE from NONE to ROTARY TABLE is 0.00 N 0.00 E

RADIUS OF CURVATURE METHOD

MEASURED DEPTH meter	VERT. DEPTH meter	TARGET SECTION meter	COURSE DEV meter	STATION INCL. deg-min	TRUE BEARING deg-min	from Rotary Table LATITUDE meter	from Rotary Table DEPARTURE meter	DOG LEG SEVERITY deg.dec	from Rotary table DISTANCE meter	from Rotary table BEARING deg-min
1628.0	1347.90	675.51	63.66	47-00	N 00-30 W	675.51 N	30.29 W	0.59	680.20 at	N 06-47 W
1761.0	1442.74	768.59	93.16	42-00	N 05-00 E	768.59 N	76.63 W	1.45	772.40 at	N 05-42 W
1824.0	1489.65	810.41	42.05	41-45	N 07-00 E	810.41 N	72.24 W	0.66	813.62 at	N 05-06 W
1938.0	1573.18	887.21	77.56	44-00	N 09-00 E	887.21 N	61.44 W	0.70	889.34 at	N 03-58 W

****

CHAPITRE III

RAPPORT GEOLOGIQUE DU FORAGE DE PRODUCTION GEPE1

III.1 - CONDUITE GEOLOGIQUE DU FORAGE

La surveillance géologique a été effectuée à partir de la phase de forage en diamètre 17"1/2, soit au-delà de 7 mètres de profondeur, base de la colonne 26". Les terrains superficiels avaient été observés lors de la reconnaissance géotechnique effectuée pour l'installation de la plate-forme de forage.

La phase de forage en 17"1/2 a été arrêtée à la profondeur de 547 mètres (cote fixée dans le programme de forage).

Le forage a été poursuivi en diamètre 12"1/4 jusqu'à la profondeur de 894 mètres, soit dans les calcaires compacts du Portlandien supérieur.

Le forage a été continué en diamètre 8"1/2 jusqu'à la profondeur de 1582 m, soit dans les calcaires compacts du Dogger.

Le réservoir du Dogger (Bathonien) a été traversé en diamètre 6" jusqu'à 1772 mètres. Après des tests de production en air lift, le forage a été repris en même diamètre jusque dans les marnes et argiles de l'Aalénien - Toarcien (profondeur finale 1864,80 mètres) afin d'explorer les calcaires du Dogger inférieur (Bajocien).

La surveillance géologique a été effectuée par la Société SAMEGA qui disposait de l'enregistrement en continu de la vitesse d'avancement du forage. La coupe géologique de chantier est présentée sur la planche 1.

Les diagraphies réalisées par Dresser Atlas, qui ont été utilisées pour l'interprétation géologique, sont les suivantes :

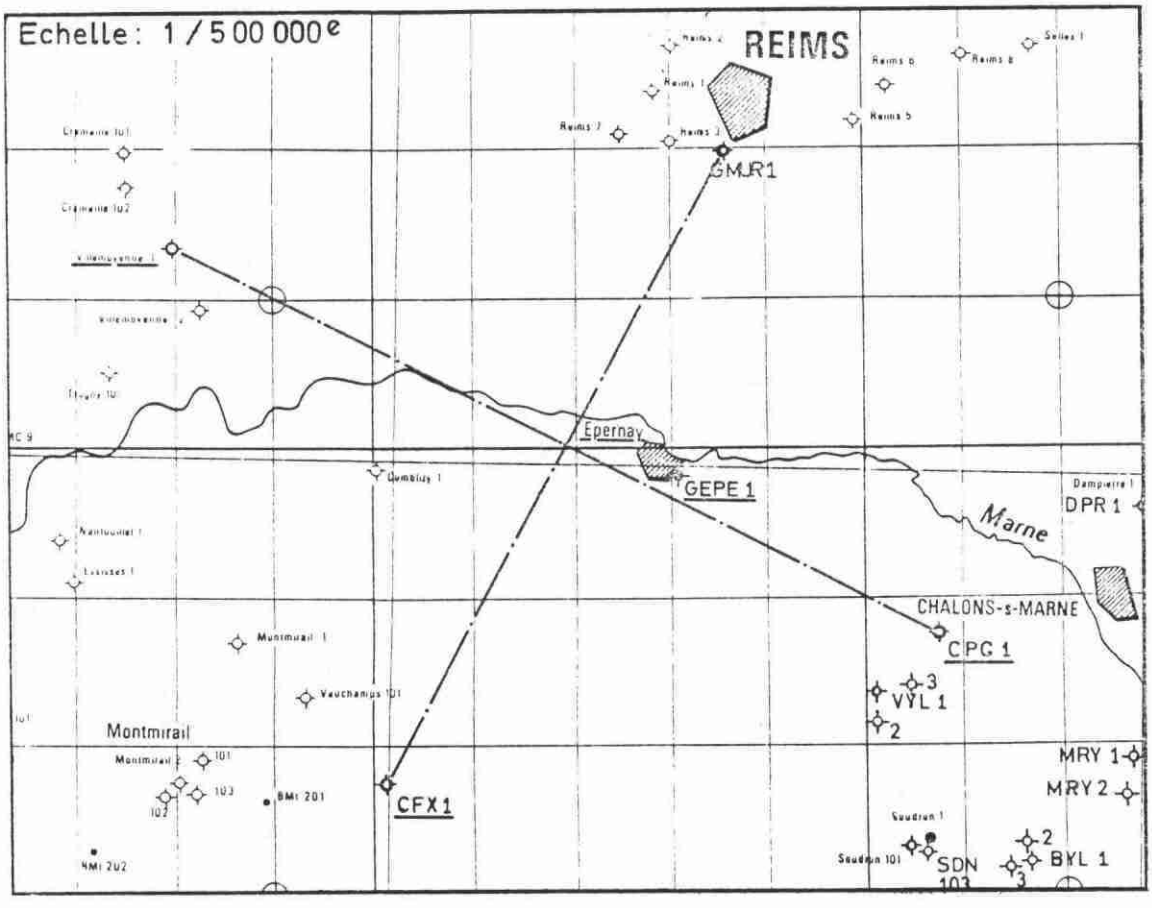
. BHC - GR - BGL : de 889 à 550 mètres
. BHC - GR - BGL : de 1581 à 850 mètres
. CDL - GR - CAL : de 1772 à 1572 mètres

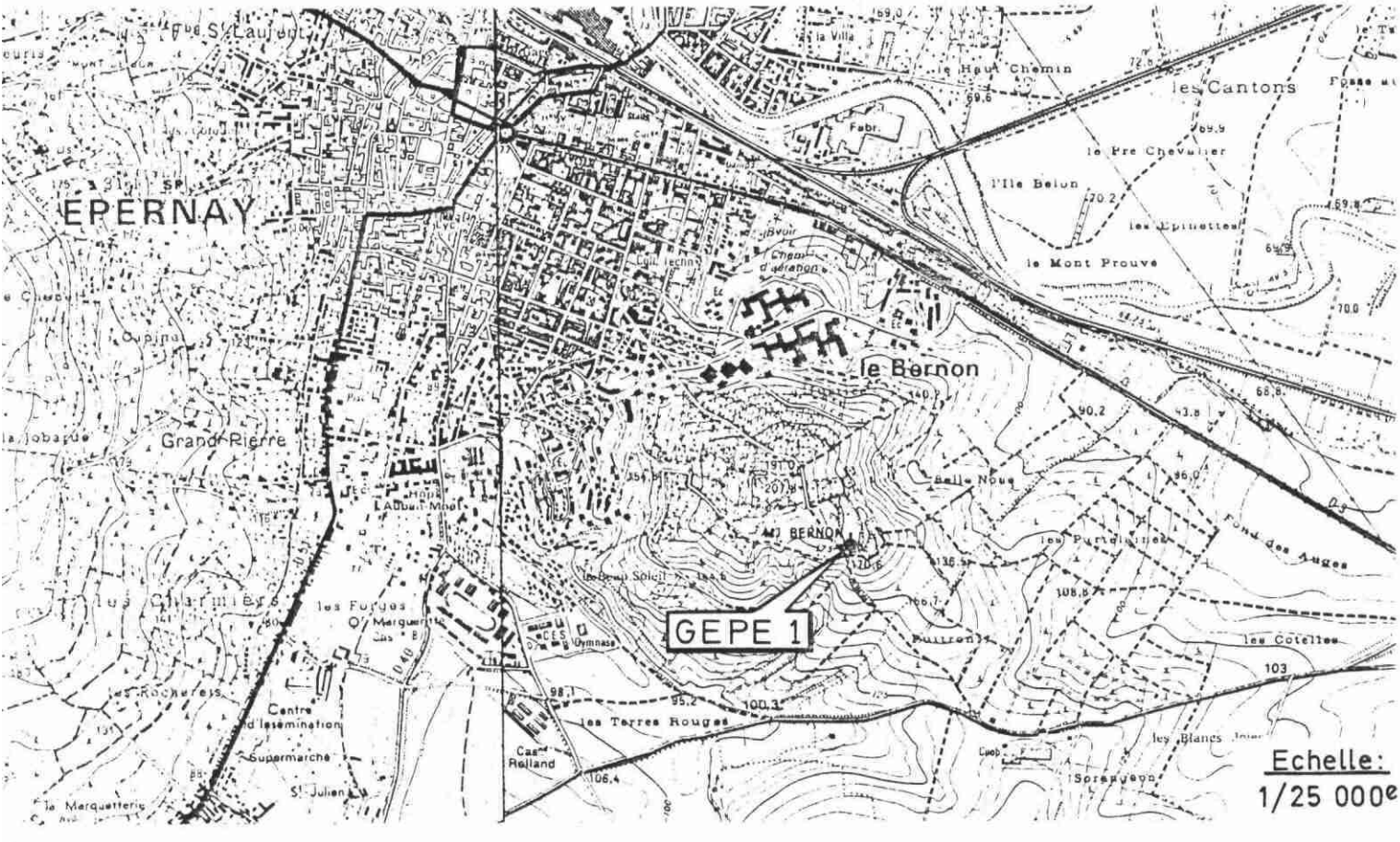
BHC = log acoustique
GR = log de la radioactivité naturelle
BGL = log du volume du forage
CDL = log de densité compensée
CAL = log diamètreur.

Notons qu'après deux descentes infructueuses, les diagraphies du Dogger inférieur n'ont pu être réalisées.

Figure 1

SITUATION DU FORAGE GEOTHERMIQUE GEPE 1





III.2 - RESULTATS GEOLOGIQUES

III.2.1 - COUPE LITHOSTRATIGRAPHIQUE

Remarques préliminaires.

- La cote de référence est le sommet de la dalle bétonnée, équivalent de la cote du sol.
- Les limites stratigraphiques adoptées sont les mêmes que celles retenues pour les forages les plus récents (Velye 1, Champigneul 1, Reims-Murigny 1) afin de faciliter les synthèses régionales (la limite du Turonien - Cénomanien est placée à l'apparition de marne gris-verdâtre glauconieuse dans les "cuttings" en l'absence de diagraphies à ce niveau).

La coupe lithostratigraphique est présentée sur la planche 2. La coupe débute à 450 m de profondeur, soit au sommet de l'enregistrement des diagraphies ; le tableau 1 récapitule les cotes de tous les étages stratigraphiques.

III.2.2 - CORRELATIONS AVEC LES FORAGES VOISINS

Ces corrélations ont été établies avec les forages profonds les plus proches, c'est à dire :

. REIMS-MURIGNY GMUR 1 : 22 km au Nord
. VELYE 1 VLY 1 : 19 km au Sud-Est
. COMBLIZY 1 : 20 km à l'Ouest
. VILLEMOYENNE 1 : 37 km au Nord-Ouest.

Les résultats sont consignés dans le tableau 1. On note un épaississement général des séries d'Est en Ouest, c'est à dire vers le centre du Bassin Parisien sauf au niveau du Dogger où un amincissement de l'ensemble de la formation est à signaler par rapport aux sondages situés au Nord-Est et à l'Est (Cf. figure 2). Cet amincissement est encore plus sensible si l'on considère l'évolution générale des différentes formations marquée par l'épaississement mentionné plus haut.

En outre on observe que les niveaux poreux, perméables sont peu épais à Epernay, conséquence probable de la proximité septentrionale de la bordure de la plateforme interne où se sont déposés des micrites (Cf. GMUR 1).

TABLEAU DES CORRELATIONS AVEC LES FORAGES VOISINS

P = profondeur en m/sol (toit formation).
C = cote NGF.
E = épaisseur en m.

	VILLEMOYENNE 1 + 214,1			COMBLIZY + 229,3			EPERNAY GEP 1 + 173,9			VELVE 1 + 127,4			REIMS - MURIGNY GMUR 1 + 92,5		
	P/tr	C	E	P/sol	C	E	P/tr	C	E	P/sol	C	E	P/tr	C	E
QUATERNAIRE ET TERTIAIRE	264	- 49,9	273	155?	+ 74,3	207	5		489				222	- 129,7	159
SENONIEN	537	- 322,9	169	362	- 132,7	309									
TURONIEN	706	- 491,9	96	671	- 441,7	56	494	320,1	91	375	- 243	19 70	381	- 288,7	59 85
CENOMANIEN SUPERIEUR				727	- 497,7					394	- 262		440	- 347,7	
CENOMANIEN INFERIEUR	802	- 587,9	126	778	- 548,7	51	585	411,1	178,5	445	- 313	51	466	- 373,7	26
ALBIEN SUPERIEUR ET MOYEN						136						175			
ALBIEN-APTIEN				914	- 684,7		763,5	589,6		620	- 448				100
						24			11,5			13			
BARREMIEN	928	- 713,9		938	- 708,7		775	601,1		633	- 501		566	- 473,7	
						23			46			42			13
NEOCOMIEN			100	961	- 731,7		821	647,1		675	- 543		579	- 486,7	
						79			25,5			20			19
PURBECKIEN	1028	- 813,9		1040	- 810,7		846,5	672,6		695	- 563		598	- 505,7	
			40			35			30			19			20
PORTLANDIEN	1068	- 853,9		1075	- 845,7		876,5	702,6		714	- 582		618	- 525,7	
			121			120			110			114			104
KIMMERIDGIEN	1189	- 974,9		1195	- 965,7		986	812,1		828	- 696		722	- 629,7	
			134			129			121			114			92
LUSITANIEN	1323	-1108,9		1324	-1094,7		1107	933,1		942	- 910		814	- 721,7	
			249			294			259,5			269			236
OXFORDIEN	1572	-1357,9		1618	-1388,7		1366,5	1192,6		1211	-1079		1050	- 957,7	
			138			103			114,5			113			135
CALLOVIEN INFERIEUR	1710	-1495,9		1721	-1491,7		1481	1307,1		1324	-1192		1185	-1092,7	
			78			77,5			83			63,5			67
DOGGER CALLOVIEN SUPERIEUR	1788	-1573,9		1798,5	-1559,2		1564	1390,1		1387,5	-1255,5		1252	-1158,7	
			27			21,5			20			15,5			
DOGGER BATHONIEN	1815	-1600,9		1820	-1590,7		1584	1410,1		1403	-1271				
			148	1850 m fin de sondage.					98			117			
DOGGER BAJOCIEN	1963	-1748,9					1682?	1508,1?		1520	-1380		1410	-1317,7	
			129						156			144			125
AALENIEN - TOARCIEN	2092	-1877,9					1838	1664,1		1664	-1352		1535	-1442,7	

TABLEAU 1

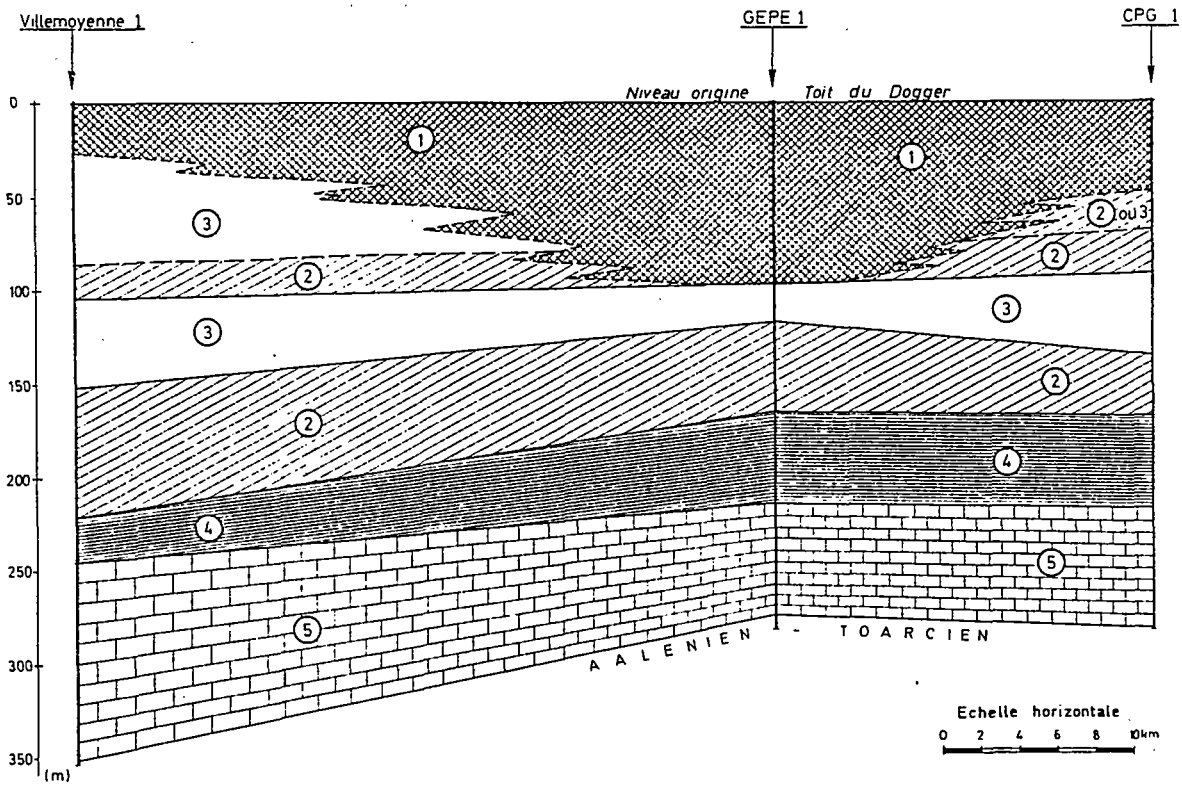
FIGURE 2

CORRELATIONS LITHOLOGIQUES SCHEMATIQUES

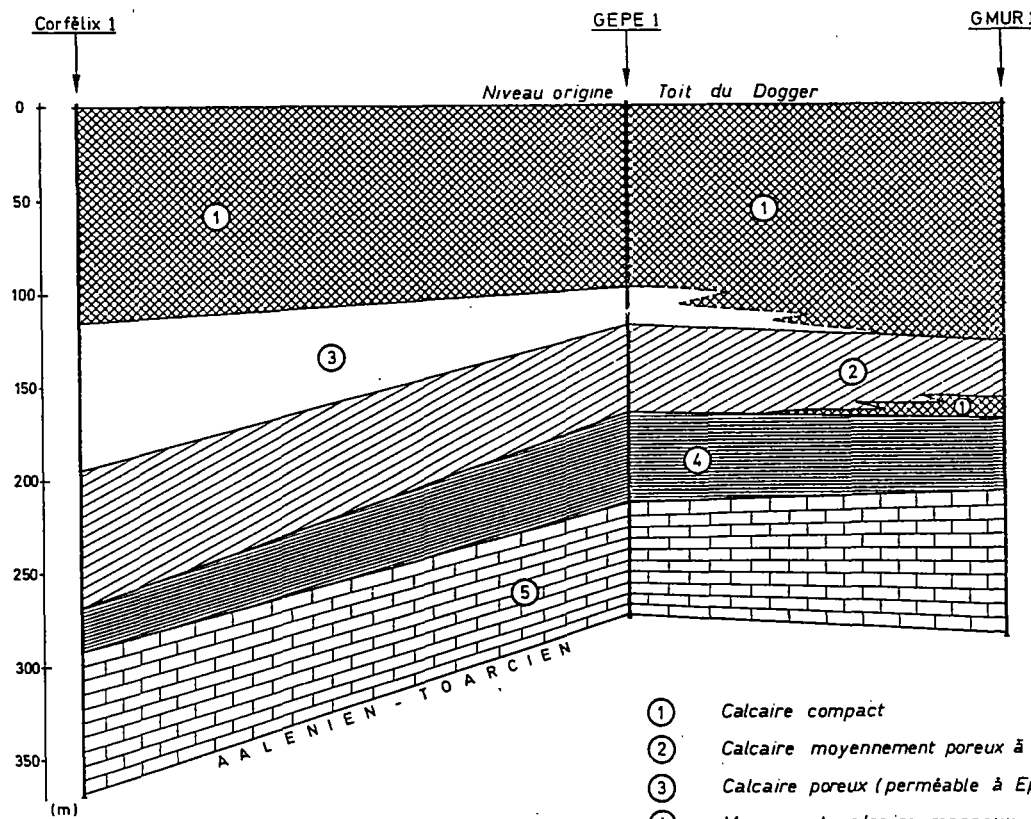
DU DOGGER DANS LA REGION D'EPERNAY

(Marne)

N.W. S.E.



S.SW N.NE



① *Calcaire compact*

② *Calcaire moyennement poreux à compact, pas ou peu perméable*

③ *Calcaire poreux (perméable à Epernay)*

④ *Marnes et calcaire marneux*

⑤ *Calcaire compact silicifié du Bajocien*

III 2.3 - ASPECT STRUCTURAL

Les corrélations établies entre le forage GEPE 1 et les forages VELYE 1, REIMS-MURIGNY 1, COMBLIZY 1 et VILLEMOYENNE 1 montrent que les terrains présents sous Epernay s'inscrivent dans une structure régionale de type monoclinal avec pendage vers le Sud-Ouest (centre du bassin de Paris).

Au toit du Dogger, le pendage est de 1 % entre Reims et Epernay (vers le Sud), 0,7 % entre Velye et Epernay (vers le Nord-Ouest).

Le calcul du pendage le plus fort donne une valeur de l'ordre de 1,2 % à 1,3 % vers le Sud-Ouest.

L'éloignement des forages de référence les uns par rapport aux autres ne permet pas de mettre en évidence de structures locales.

III.2.4 - CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES DES PRINCIPALES FORMATIONS

(Cf. tableau 2 et planche 2).

III.2.4.1 - Craie du Sénonien

Nous remarquerons que la traversée de la craie à partir de 244 m a occasionné des pertes de boue évaluées à 14 m^3/h. Ces pertes se sont maintenues à 12 m^3/h puis 8 m^3/h jusqu'à 547 m de profondeur (sabot 13"3/8).Ces observations confirment l'existence d'un niveau perméable profond dans la craie du Turonien - Sénonien, mis en évidence à Reims - Murigny (GMUR 1).

III. 2.4.2 - Sables verts de l'Albien

Sous quelques bancs gréseux apparus à la profondeur de 701 m, marquant le toit des "sables verts", on trouve 18 m de sable fin à grossier à grains subarrondis, peu argileux surtout dans les 11 premiers mètres, c'est à dire de 732 à 743 mètres.

III. 2.4.3 - Calcaires du Lusitanien

Le Lusitanien semble d'un intérêt géothermique médiocre. Il comprend dans le Séquanien deux niveaux poreux :

- de 1154 à 1158 m
- de 1179 à 1181 m

TABLEAU 2

COUPE GEOLOGIQUE RESUMEE DE GEPE 1

PROFONDEUR en m/SOL	ETAGE GEOLOGIQUE	LITHOLOGIE RESUMEE
0 - 5	TERTIAIRE	Argile lie de vin .
5 - 494	TURONO-SENONIEN	Craie blanche à silex blonds translucides à la base.
494 - 585	CENOMANIEN	Calcaire crayeux blanc et marnes gris-verdâtre glauconieuse.
585 - 763	ALBIEN	Argile calcaire gris-noir et sable vert à la base.
763 - 775	ALBO-APTIEN	Argile vert tendre et grès fin à grossier.
775 - 821	BARREMIEN	Argile bariolée. Calcaire silteux, calcaire dolomitique. Calcaire à oolithes ferrugineuses - lignite (au sommet).
821 - 846	NEOCOMIEN	Grès fin et argile grise.
846 - 876	PURBECKIEN	Calcaire argileux et marne grise.
876 - 986	PORTLANDIEN	Calcaire fin gris à beige et marne gris-foncé (partie inférieure).
986 - 1107	KIMMERIDGIEN	Marne grise à noire feuilletée et calcaire fin argileux.
1107 - 1366	LUSITANIEN	Calcaire beige compact avec quelques niveaux de calcaire oolithique - Calcaire gréseux et marne - Calcaire crayeux localement oolithique.
1366 - 1481	OXFORDIEN	Grès fin et marne sableuse.
1481 - 1564	CALLOVIEN SUPERIEUR	Calcaire à oolithes ferrugineuses (sommet) et argile gris-noir.
1564 - 1584	DOGGER — CALLOVIEN INFERIEUR +	Calcaire fin compact - Calcaire beige à fines oolithes mal cimentées - Calcaire gris à beige et marne crayeuse.
1584 - 1729	BATHONIEN +	Calcaire argilo-gréseux et marne gris-clair légèrement silteuse.
1729 - 1778	BAJOCIEN	Calcaire beige clair compact finement granulaire et calcaire silicifié.
1778 - 1838	AALENIEN-TOARCIEN	Argile silteuse gris-foncé.

Arrêt sondage
1865 m

Ces deux niveaux, caractérisés par un avancement rapide, sont constitués par un calcaire beige à oolithes mal cimentées (certaines oolithes peuvent atteindre un diamètre de 3 mm).

Dans le Rauracien, séparé du Séquanien par de nombreux niveaux argileux, les niveaux poreux sont plus épais (41 m au total) :

- de 1283 à 1288 m
- de 1294 à 1300 m
- de 1308 à 1338 m

Ces niveaux principalement constitués par un calcaire crayeux blanc, tendre, comprennent quelques bancs de calcaire oolithique et bioclastique.

La texture crayeuse de cet ensemble lui confère une perméabilité assez faible comme l'ont montré les tests de production effectués sur le forage de Reims - Murigny.

III.2.4.4 - Calcaires du Dogger

Nous distinguerons au sein du Dogger la partie supérieure représentée par le Callovien inférieur - Bathonien et la partie inférieure représentée par le Bajocien.

Ces deux ensembles calcaires sont séparés par les marnes gréseuses du Bajocien supérieur (équivalent des marnes à "Ostrea acuminata").

- *Dogger supérieur*

L'analyse des cuttings et des diagraphies montrent que cet ensemble est constitué comme suit :

. de 1564 à 1582 m par un calcaire beige à gris à gravelles grises et bioclaltes, compact.

. de 1582 à 1682 m par un calcaire blanc à beige, dur et compact à ciment microcristallin, quelques bancs de calcaire à gravelles à ciment cristallin à microcristallin et quelques minces niveaux de marne feuilletée noire.

. de 1662 à 1684 par un calcaire beige à gravelles et oolithes plus ou moins bien cimentées ; la porosité de ce calcaire oolithique est de l'ordre de 14 %. A noter que dans cet ensemble se trouve un banc de dolomie compacte à cristallisations bien définies.

Les niveaux producteurs sont constitués par ces seuls calcaires oolithiques à Epernay. En effet, la quasi totalité des arrivées d'eau est localisée entre 1680 - 1673 m et 1665 - 1663 m. (Cf. planche 2).

. de 1682 à 1729 m par un calcaire gris à beige, granulaire (présence de bioclastes et oolithes) à ciment micritique, un calcaire crayeux tendre et quelques niveaux de marne gris-noir. Cet ensemble présente une certaine porosité (de l'ordre de 10 à 12 %), mais sa productivité est nulle.

- *Dogger inférieur*

Cet ensemble est constitué :

. de 1729 à 1778 m par un calcaire argilo gréseux gris assez dur et par une marne gris-clair légèrement sableuse.

. de 1778 à 1838 m par un calcaire beige clair, compact, à éléments figurés mal définis, à ciment microcristallin, par un calcaire gris à ciment cristallin à microcristallin et à silicification localement importante et par quelques niveaux argileux.

CHAPITRE IV

RAPPORT GEOLOGIQUE DU FORAGE DE REINJECTION GEPE2

L'examen du contexte géologique de la région d'Epernay a été effectué dans le rapport du premier forage (GEPE 1) à partir des résultats des forages pétroliers de la région.

Le présent rapport porte sur l'établissement de la coupe lithostratigraphique du deuxième forage (GEPE 2) et sur les corrélations lithologiques locales, fondées sur les résultats des deux forages d'Epernay (Cf. plan de situation figure 1).

IV. 1 - CONTEXTE GEOLOGIQUE DU FORAGE

La surveillance géologique a été effectuée à partir de 440 m de profondeur c'est à dire une centaine de mètres avant l'arrêt de la phase de forage en diamètre 17"1/2 (à 547 m).

La phase de forage suivante en 12"1/4 a été arrêtée à la fin de la construction de la déviation, soit dans les calcaires du Purbeckien à 900 m de profondeur.

Le forage en 8"1/2 a été exécuté jusqu'à la base des calcaires du Callovien inférieur, soit à la profondeur de 1947 m.

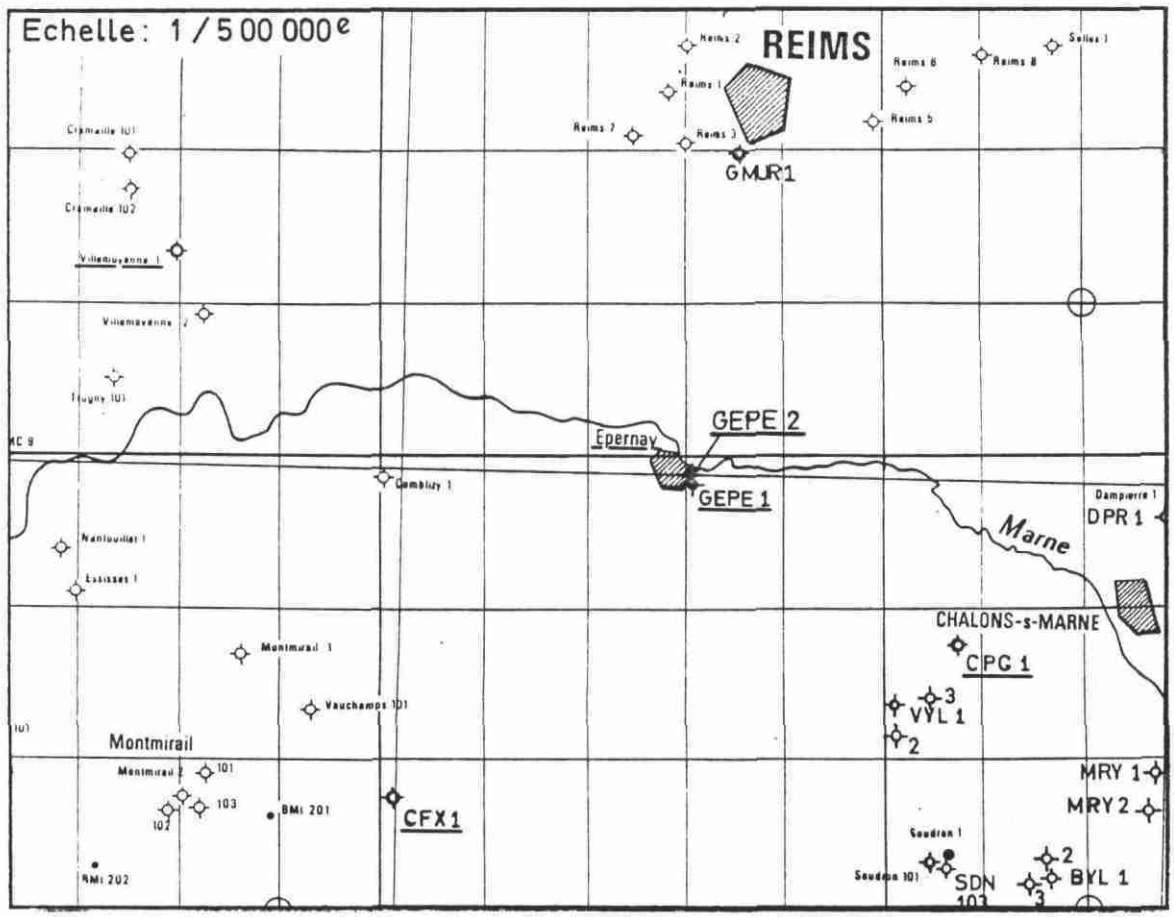
Le réservoir du Dogger (Bathonien) a été traversé en diamètre 6" jusqu'au sommet des calcaires argileux du Bajocien (arrêt du forage à 2140 m de profondeur).

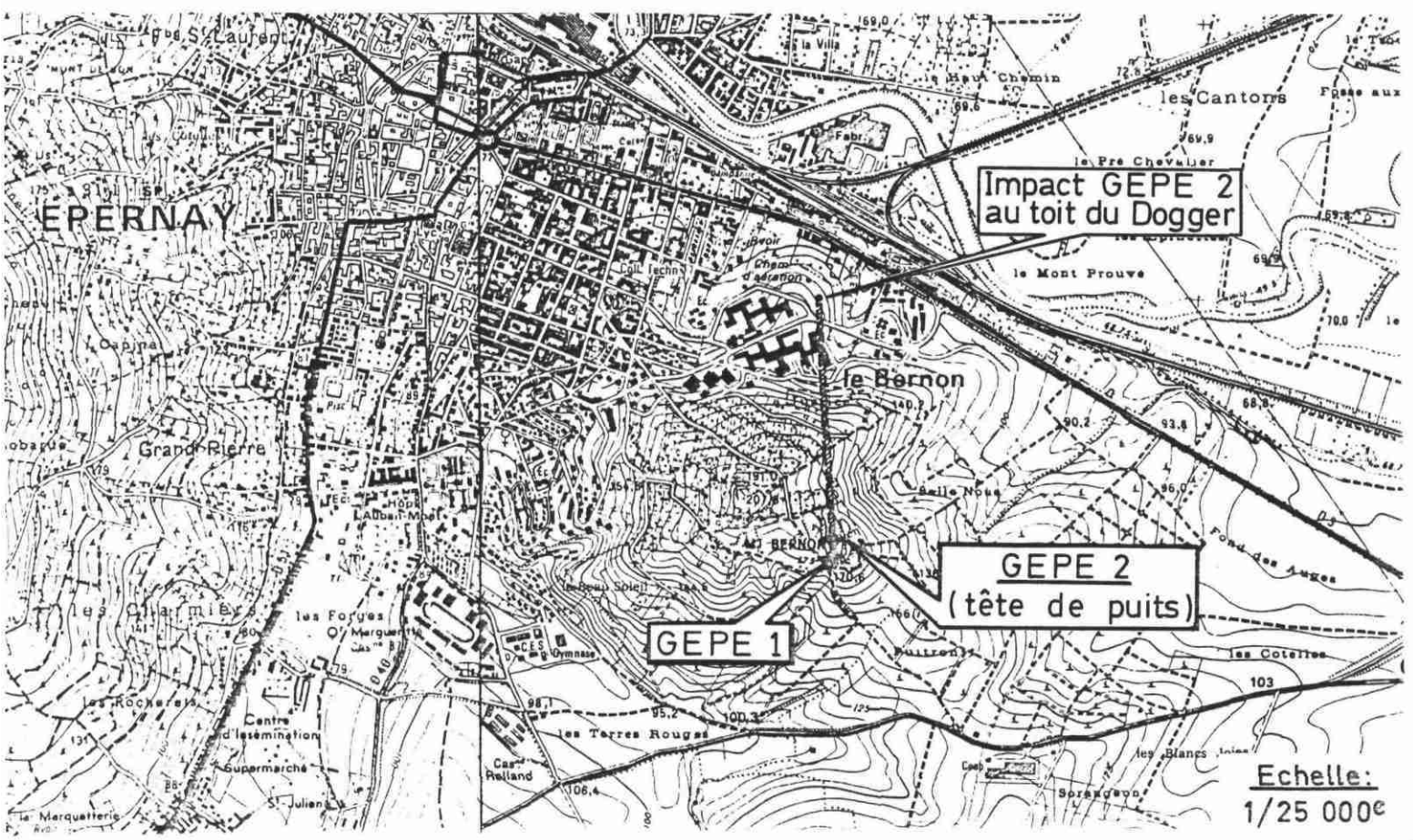
La surveillance géologique a été effectuée par la Société SAMEGA qui disposait de l'enregistrement en continu de la vitesse d'avancement du forage à partir de la phase 12"1/4.

Les diagraphies réalisées par Dresser Atlas, utilisées pour l'interprétation géologique sont :

. GR : de 525 à 2133 m
. CDL : de 1941 à 2132 m

SITUATION DU FORAGE GEOTHERMIQUE GEPE 2





IV. 2 - RESULTATS GEOLOGIQUES

La planche 1 consigne l'ensemble des résultats géologiques acquis sur le forage GEPE 2 et notamment :

- la description lithologique du chantier,
- la vitesse d'avancement,
- la calcimétrie,
- la diagraphie gamma-ray,
- l'interprétation lithologique et stratigraphique.

Une corrélation stratigraphique est établie pour l'ensemble des terrains traversés entre les deux forages (Cf. tableau 1) et une corrélation basée sur les diagraphies (GR et CDL) est présentée en planche 2 pour le réservoir du Dogger.

Ces documents montrent que pour l'ensemble de la série géologique traversée par les forages, les caractères lithologiques sont étroitement semblables. On observe néanmoins une légère réduction d'épaisseur des différents étages pour GEPE 2, état lié à la position plus excentrée (vers le Nord) de GEPE 2 par rapport à GEPE 1 dans le Bassin Parisien.

Au plan structural, cette situation se manifeste par un pendage des couches de GEPE 2 vers GEPE 1, c'est à dire vers le centre du Bassin Parisien. On constate toutefois que ce pendage est variable des terrains jurassiques (de 0,2° : Portlandien à 0,8° : Dogger) aux terrains crétacés(de 1,7° - 2,3° : Néocomien - Barrémien à 1,4° : Albien). Cette variation très nette, bien que faible entre Purbeckien - Néocomien, souligne une discordance sédimentologique au niveau de la reprise des dépôts crétacés.

En ce qui concerne le réservoir Dogger, on constate que le niveau de calcaire oolithique (à oolithes dégagées) de la base du Bathonien est développé de la même façon dans les deux forages :

- 21 m à GEPE 1
- 20 m (épaisseur verticale) à GEPE 2

Les résultats du flowmètre montrent qu'au sein de ces bancs oolithiques se trouvent les niveaux les plus producteurs (100 % du débit à GEPE 1 et 68 % à GEPE 2, mais le deuxième forage se distinguerait du premier par la présence de niveaux producteurs supplémentaires situés au sein des calcaires compacts sus-jacent

CORRELATIONS STRATIGRAPHIQUES
ENTRE LE FORAGE DROIT ET LE FORAGE DEVIE
(GEPE 1-2)

P = profondeur en m/sol (toit formation). C = cote NGF. E = épaisseur en m.	EPERNAY GEPE 1 + 173,9			EPERNAY GEPE 2 + 173,9						DIFFERENCE EPAISSEUR (m)	DIFFERENCE DE COTE	PENDAGE DES TERRAINS ENTRE
	P1	C1	E1	P2	C2	E2	P'2	C'2	E'2	E1 - E'2	C'2 - C1	GEPE E et 1
QUATERNAIRE ET TERTIAIRE	Forage droit			Forage incliné			Valeurs calculées pour forage droit					
	5											
SENONIEN			489									
TURONIEN												
	494	320,1		494	- 320,1							
CENOMANIEN SUPERIEUR			91			91						
CENOMANIEN INFERIEUR	585	411,1		585	- 411,1			- 411,1				
ALBIEN SUPERIEUR ET MOYEN			178,5			193						
	763,5	589,6		778	- 604,1		762,0	- 588,1			+ 1,5	1,4
ALBIEN-APTIEN			11,5			13			10,5	1		
	775	601,1		791	- 617,1		772,5	- 598,6			+ 2,5	2,0
BARREMIEN			46			56			44,5	1,5		
	821	647,1		847	- 673,1		817	- 643,1			+ 4,0	2,3
NEOCOMIEN			25,5			33			25	0,5		
	846,5	672,6		880	- 706,1		842	- 668,1			+ 3,5	1,7
PURBECKIEN			30			47			33	- 3		
	876,5	702,6		927	- 753,1		875	- 701,1			+ 0,5	0,2
PORTLANDIEN			110			159			110	0		
	986	812,1		1086	- 912,1		985	- 811,1			+ 1	0,2
KIMMERIDGIEN			121			170			120	1		
	1107	933,1		1256	-1082,1		1105	- 931,1			+ 2	0,3
LUSITANIEN			259,5			390			255	4,5		
	1366,5	1192,6		1646	-1472,1		1360	-1186,1			+ 5,5	0,5
OXFORDIEN			114,5			157			113	1,5		
	1481	1307,1		1803	-1629,1		1473	-1299,1			+ 8,0	0,6
CALLOVIEN SUPERIEUR			83			108			79	4		
	1564	1390,1		1911	-1737,1		1552	-1378,1			+ 12,0	0,8
DOGGER CALLOVIEN INFERIEUR			20	118								
	1584	1410,1				163			117	1		
DOGGER BATHONIEN			98									
	1682?	1508,1?		2074	-1900,1		1669	-1495,1			+ 13,0	0,8
BAJOCIEN			156									
	1838	1664,1										
AALENIEN - TOARCIEN												
	Arrêt à 1865 m			Arrêt à 2140 m								

TABLEAU 1

Un seul de ces deux niveaux perméables apparait sur l'enregistrement CDL, celui correspondant à la "profondeur diagraphie" 1996 - 1998 m. Il se marque par un banc poreux très net, ce qui n'est pas le cas du niveau situé 20 m plus bas (sans contraste CDL) qui pourrait correspondre à une zone de fracturation ou de dissolution.

En définitive, les résultats géologiques des deux forages sont très semblables et s'inscrivent de manière cohérente dans la géologique du Bassin Parisien (variations d'épaisseur et pendage des couches). Toutefois, un examen détaillé du réservoir bathonien montre que même à faible distance (1 km), des variations peuvent affecter les terrains, ce qui se manifeste notamment par une répartition différente des niveaux producteurs.

CHAPITRE V

RAPPORT D'ESSAIS DU FORAGE DE PRODUCTION GEPE1

V.1 - RESUME ET RAPPEL DES CARACTERISTIQUES.

L'interprétation de l'évolution de la remontée de pression consécutive à l'essai de production par air-lift montre un réservoir de faible transmissivité (de l'ordre de 4 D.m) et un ouvrage développé (facteur de skin négatif).

Rappel des caractéristiques :

Niveaux producteurs	entre 1637 m et 1680 m
Hauteur productrice	h = 11.5 m
Porosité moyenne	ϕ = 13 %
Température stabilisée à 1571 m au débit moyen de 45 m3/h	Tf = 60.1 C
Viscosité moyenne de l'eau	u = 0.47 cp
Salinité moyenne (prévision)	= 8.7 g/l
Compressibilité totale	$Ct = 10^{-4}$ atm^{-1}
Niveau statique (fin de build up)	NS = - 33 m sol
Pression statique extrapolée	Pe = 155.4 kg/cm (a 1571 m)

Paramètres moyens :

Transmissivité relative	kh/u	=	8.4 D.m/cp
Transmissivité intrinsèque	kh	=	3.9 D.m
Perméabilité intrinsèque	k	=	0.34 D
Facteur de skin	S	=	- 4.1

V.2 - INTERPRETATION DE L'ESSAI DU 25/05/1982

Le test de formation a été réalisé le 25/05/82 après les travaux de développement de l'ouvrage. Il se compose d'une période de production à débit constant (air-lift), suivi d'une remontée de pression après fermeture. L'enregistrement utilisé pour l'interprétation concerne cette dernière période, il est obtenu à l'aide d'une sonde de précision positionnée sensiblement au toit du réservoir.

V.2.1 - CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI :

- début du pompage . (25/05/82)..... t = 10. 45. 00
- arrêt du pompage . (25/05/82)..... t = 22. 45. 00
- durée du pompage ..... tp = 12 h
- fin de remontée de pression . (26/05/82).... t = 11. 00. 00
- débit nominal moyen ..... Q = 45 m3/h
- température à 1571 m au débit nominal .... Tf = 60. 1 C
  (température de mélange durant
  la production)
- position de la sonde TP ..... 1571 m
- rayon du forage dans le réservoir ..... 7. 62 cm

V.2.2 - INTERPRETATION DE L'ESSAI :

V.2.2.1 - 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 = 11.5 m
porosité moyenne ϕ = 13 %

V.2.2.2 - Salinité moyenne :

La salinité prévisionnelle est de 8.7 g/l.

V.2.2.3 - Compressiblité totale moyenne :

Les zones productrices étant réparties entre 1637 et 1680 m la compressibilité est évaluée à la profondeur moyenne de 1670 m.

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

$$C_w = 4.14\ 10^{-5}\ atm^{-1}$$

pour une pression de confinement de 167 atm et une température de 60.1 C .

D'après l'abaque de Hall, et pour une porosité de 13 %, la compressibilité effective de la roche vaut :

$$C_r = 6.0\ 10^{-5}\ atm^{-1}$$

d'où la compressibilité totale :

$$C_t = 10.14\ 10^{-5} \# 10^{-4}\ atm^{-1}$$

V.2.2.4 - Viscosité de l'eau de la formation :

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

$$\mu = 0.47\ cp$$

V.2.2.5 – Perméabilité et facteur de skin :

La perméabilité et le facteur de skin sont déterminés à partir de l'enregistrement de la remontée de pression finale avec la sonde TP en place à 1571 m .

Les points expérimentaux sont donnés au tableau I et représentés en graphique log-log et semi-log aux figures 1, 2 et 3 .

a/ – Courbe type (diagramme log-log)

La première estimation des paramètres est effectuée à l'aide de l'abaque Flopetrol (SPE 8205, 1979) et du report des points expérimentaux en graphique bi-log (figure 1).

Point de coincidence des graphiques :

$dP = 1$ kg/cm2 $\qquad Pd = 0.49$

$dt = 1$ h $\qquad tD/CD = 28$

$CD.\exp(2S) = 1000$

Transmissivité :

$$PD = \frac{2.\pi.kh.dP}{Q.u} \qquad d'où \qquad \frac{kh}{u} = \frac{PD.Q}{2\pi.dP}$$

$$\frac{kh}{u} = 1007\ D.cm/cp$$

avec $u = 0.47$ cp $\qquad kh = 4.73$ D.m

et $h = 11.5$ m $\qquad k = 0.41$ D

Facteur de skin :

$$C = 2.\pi \frac{kh}{u} \cdot \frac{dt}{\frac{tD}{CD}} = 8.137\ 10^{5}\ cm3/atm$$

$$CD = \frac{C}{2n.\phi.Ct.h.rw} = 149188$$

et avec $S = 0.5\ Ln\ (CD.\exp(2S)/CD)$

il vient $S = -2.5$

b/ - Méthode de HORNER :

Le report de la figure 2 représente la variation de la pression de fermeture Pws en fonction de la variable (tp+dt)/dt où tp est la durée de production, et dt le temps écoulé depuis l'arrêt ou pompage .

Transmissivité :

La pente moyenne de la droite vaut :

$$m = 2.62 \text{ kg/cm2, décade}$$

d'où

$$\frac{kh}{u} = \frac{0.183\ Q}{m} = 902\ D.cm/cp$$

$$kh = 4.24\ D.m$$

et avec h =11.5 m k = 0.369 D.

Facteur de skin :

Pression extrapolée pour le calcul : P(ih) = 152.54 kg/cm2

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

soit $S = -3.1$

Pression statique extrapolée :

$P^* = 155.4$ kg/cm2 abs. à 1571 m

c/ - Méthode de MILLER-DYES-HUTCHINSON :

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

Transmissivité :

Pente moyenne $m = 2.42$ kg/cm2, décade

d'où $\frac{kh}{u} = 0.183 \frac{Q}{m} = 945$ D. cm/cp

$kh = 4.44$ D. m

$k = 0.386$ D avec $h = 11.5$ m

Facteur de skin :

Pression extrapolée pour le calcul $P(1h) = 152.54$ kg/cm2

il vient :

$S = -3.01$

V.3 - TEST COMPLEMENTAIRE

Apres développements complémentaires, un nouvel essai de production par air-lift a été réalisé au débit de 62 m3/h.

a/ Caractéristiques de l'essai :

- début du pompage . (09/06/82)..... t = 08.00.00
- arrêt du pompage . (09/06/82)..... t = 18.00.00
- durée du pompage ..... tp = 10 h
- fin de remontée de pression . (10/06/82).... t = 09.00.00
- débit nominal moyen ..... Q = 62 m3/h
- position de la sonde TP ..... 1571 m

b/ Résultats de l'interprétation :

L'interprétation des mesures de pression durant la période de fermeture conduit aux valeurs suivantes :

- Transmissivité relative	839	D. cm/cp
- Transmissivité intrinsèque	3.94	D. m
- Perméabilité intrinsèque	0.343	D
- Facteur de skin	- 4.1	

On constate donc une amélioration du facteur de skin de -1 environ.

V.4 - CONCLUSIONS

L'interprétation de l'évolution de la remontée de pression consécutive à l'essai de production (air-lift) montre un réservoir de faible transmissivité (de l'ordre de 4 D.m) et un ouvrage développé (facteur de skin négatif voisin de - 4).

Le test pratiqué après développement complémentaire confirme la faible valeur du paramètre transmissivité, et permet de constater un gain de l'ordre de -1 quant au facteur de skin de l'ouvrage.

TABLEAU RECAPITULATIF

Niveaux producteurs	entre 1637 m et 1680 m
Hauteur productrice	h = 11.5 m
Porosité moyenne	ϕ = 13 %
Température stabilisée à 1571 m au débit de 45 m3/h	Tf = 60.1 C
Viscosité moyenne de l'eau	u = 0.47 cp
Salinité moyenne	= 8.7 g/l
Compressibilité totale	Ct # 10^{-4} atm^{-1}
Niveau statique mesuré	NS = - 33 m sol
Pression statique extrapolée	Pe = 155.4 kg/cm2 abs. (1571 m)

			d'après ESSAI 1		d'après ESSAI 2	
	retenu	Log-Log	Horner	MDH	Horner	
Transmissivité relative	kh/u	8.4	10.07	9.02	9.45	8.39	D. cm/cp
Transmissivité intrinsèque	kh	3.9	4.73	4.24	4.44	3.94	D. m
Perméabilité intrinsèque	k	0.34	0.41	0.37	0.38	0.34	D
Facteur de Skin	S	-4.1	-2.50	-3.10	-3.01	-4.1	

V.5 - ANNEXES

EPERNAY GEPE1

REMONTEE DE PRESSION DU 25/05/82

DUREE DE PRODUCTION = 12.000 Heures

Pwfo ..... = 141.600 Kg/cm2

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
1	22. 47. 7	.00417	.284	2881.703	141.884
2	22. 47. 33	.01139	.595	1054.669	142.195
3	22. 47. 37	.01250	.800	960.941	142.400
4	22. 47. 52	.01667	.990	721.011	142.590
5	22. 48. 7	.02083	1.172	577.035	142.772
6	22. 48. 22	.02500	1.348	481.007	142.948
7	22. 48. 37	.02917	1.521	412.421	143.121
8	22. 48. 52	.03333	1.692	361.005	143.292
9	22. 49. 7	.03750	1.860	320.997	143.460
10	22. 49. 22	.04167	2.022	288.991	143.622
11	22. 49. 37	.04584	2.186	262.806	143.786
12	22. 49. 52	.05000	2.337	240.995	143.937
13	22. 50. 7	.05417	2.490	222.538	144.090
14	22. 50. 22	.05833	2.637	206.711	144.237
15	22. 50. 37	.06250	2.788	192.994	144.388
16	22. 50. 52	.06667	2.925	180.998	144.525
17	22. 51. 7	.07083	3.063	170.412	144.663
18	22. 51. 22	.07500	3.198	160.998	144.798
19	22. 51. 37	.07917	3.334	152.576	144.934
20	22. 51. 52	.08333	3.456	144.999	145.056
21	22. 52. 7	.08750	3.585	138.143	145.185
22	22. 52. 45	.09806	3.772	123.378	145.372
23	22. 53. 15	.10639	4.093	113.793	145.693
24	22. 53. 45	.11472	4.309	105.600	145.909
25	22. 54. 15	.12306	4.515	98.516	146.115
26	22. 54. 45	.13139	4.718	92.331	146.318
27	22. 55. 15	.13972	4.909	86.884	146.509
28	22. 55. 45	.14806	5.076	82.050	146.676
29	22. 56. 15	.15639	5.252	77.732	146.852
30	22. 56. 45	.16472	5.424	73.850	147.024
31	22. 57. 15	.17306	5.581	70.341	147.181
32	22. 57. 45	.18139	5.736	67.156	147.336

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
33	22. 58. 15	. 18972	5. 877	64. 250	147. 477
34	22. 58. 45	. 19806	6. 019	61. 589	147. 619
35	22. 59. 15	. 20639	6. 151	59. 142	147. 751
36	22. 59. 45	. 21472	6. 280	56. 886	147. 880
37	23. 0. 15	. 22306	6. 407	54. 798	148. 007
38	23. 0. 45	. 23139	6. 528	52. 860	148. 128
39	23. 1. 15	. 23972	6. 642	51. 058	148. 242
40	23. 1. 45	. 24806	6. 757	49. 376	148. 357
41	23. 2. 15	. 25639	6. 867	47. 804	148. 467
42	23. 2. 45	. 26472	6. 968	46. 330	148. 568
43	23. 3. 15	. 27306	7. 071	44. 947	148. 671
44	23. 3. 45	. 28139	7. 169	43. 646	148. 769
45	23. 4. 15	. 28972	7. 264	42. 419	148. 864
46	23. 4. 45	. 29806	7. 355	41. 261	148. 955
47	23. 5. 15	. 30639	7. 442	40. 166	149. 042
48	23. 5. 45	. 31472	7. 527	39. 129	149. 127
49	23. 6. 15	. 32306	7. 610	38. 145	149. 210
50	23. 6. 45	. 33139	7. 690	37. 211	149. 290
51	23. 7. 15	. 33972	7. 766	36. 323	149. 366
52	23. 8. 25	. 35917	7. 935	34. 411	149. 535
53	23. 9. 25	. 37583	8. 077	32. 929	149. 677
54	23. 10. 25	. 39250	8. 208	31. 573	149. 808
55	23. 11. 25	. 40917	8. 331	30. 328	149. 931
56	23. 12. 25	. 42583	8. 444	29. 180	150. 044
57	23. 13. 25	. 44250	8. 551	28. 119	150. 151
58	23. 14. 25	. 45917	8. 659	27. 134	150. 259
59	23. 15. 25	. 47583	8. 757	26. 219	150. 357
60	23. 16. 25	. 49250	8. 849	25. 365	150. 449
61	23. 17. 25	. 50917	8. 937	24. 568	150. 537
62	23. 18. 25	. 52583	9. 023	23. 821	150. 623
63	23. 19. 25	. 54250	9. 109	23. 120	150. 709
64	23. 20. 25	. 55917	9. 182	22. 460	150. 782
65	23. 21. 25	. 57583	9. 258	21. 839	150. 858
66	23. 22. 25	. 59250	9. 327	21. 253	150. 927
67	23. 23. 25	. 60917	9. 396	20. 699	150. 996
68	23. 24. 25	. 62583	9. 462	20. 174	151. 062
69	23. 25. 25	. 64250	9. 524	19. 677	151. 124
70	23. 26. 25	. 65917	9. 584	19. 205	151. 184
71	23. 27. 25	. 67583	9. 642	18. 756	151. 242
72	23. 28. 25	. 69250	9. 695	18. 328	151. 295
73	23. 29. 25	. 70917	9. 750	17. 921	151. 350
74	23. 30. 25	. 72583	9. 802	17. 533	151. 402
75	23. 31. 25	. 74250	9. 850	17. 162	151. 450
76	23. 32. 25	. 75917	9. 900	16. 807	151. 500

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
77	23. 33. 25	. 77583	9. 948	16. 467	151. 548
78	23. 34. 25	. 79250	9. 989	16. 142	151. 589
79	23. 35. 25	. 80917	10. 034	15. 830	151. 634
80	23. 36. 25	. 82583	10. 079	15. 531	151. 679
81	23. 37. 25	. 84250	10. 118	15. 243	151. 718
82	23. 38. 25	. 85917	10. 160	14. 967	151. 760
83	23. 39. 25	. 87583	10. 195	14. 701	151. 795
84	23. 40. 25	. 89250	10. 236	14. 445	151. 836
85	23. 42. 25	. 92583	10. 306	13. 961	151. 906
86	23. 44. 25	. 95917	10. 371	13. 511	151. 971
87	23. 46. 25	. 99250	10. 436	13. 091	152. 036
88	23. 48. 25	1. 02583	10. 496	12. 698	152. 096
89	23. 49. 25	1. 04250	10. 525	12. 511	152. 125
90	23. 51. 25	1. 07583	10. 583	12. 154	152. 183
91	23. 53. 25	1. 10917	10. 635	11. 819	152. 235
92	23. 57. 25	1. 17583	10. 730	11. 206	152. 330
93	0. 1. 34	1. 24500	10. 818	10. 639	152. 418
94	0. 5. 34	1. 31167	10. 899	10. 149	152. 499
95	0. 9. 34	1. 37833	10. 979	9. 706	152. 579
96	0. 13. 34	1. 44500	11. 057	9. 304	152. 657
97	0. 17. 34	1. 51167	11. 125	8. 938	152. 725
98	0. 21. 34	1. 57833	11. 190	8. 603	152. 790
99	0. 25. 34	1. 64500	11. 248	8. 295	152. 848
100	0. 29. 34	1. 71167	11. 304	8. 011	152. 904
101	0. 33. 34	1. 77833	11. 354	7. 748	152. 954
102	0. 37. 34	1. 84500	11. 403	7. 504	153. 003
103	0. 41. 34	1. 91167	11. 449	7. 277	153. 049
104	0. 45. 34	1. 97833	11. 494	7. 066	153. 094
105	0. 47. 34	2. 01167	11. 514	6. 965	153. 114
106	0. 53. 34	2. 11167	11. 578	6. 683	153. 178
107	0. 59. 34	2. 21167	11. 635	6. 426	153. 235
108	1. 5. 34	2. 31167	11. 687	6. 191	153. 287
109	1. 11. 34	2. 41167	11. 738	5. 976	153. 338
110	1. 17. 34	2. 51167	11. 787	5. 778	153. 387
111	1. 25. 34	2. 64500	11. 846	5. 537	153. 446
112	1. 33. 34	2. 77833	11. 897	5. 319	153. 497
113	1. 41. 34	2. 91167	11. 950	5. 121	153. 550
114	1. 49. 34	3. 04500	11. 998	4. 941	153. 598
115	1. 57. 34	3. 17833	12. 043	4. 776	153. 643
116	2. 5. 34	3. 31167	12. 087	4. 624	153. 687
117	2. 13. 34	3. 44500	12. 125	4. 483	153. 725
118	2. 21. 34	3. 57833	12. 163	4. 354	153. 763
119	2. 29. 34	3. 71167	12. 201	4. 233	153. 801
120	2. 37. 34	3. 84500	12. 235	4. 121	153. 835

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
121	2. 45. 34	3. 97833	12. 267	4. 016	153. 867
122	2. 53. 34	4. 11167	12. 296	3. 919	153. 896
123	3. 1. 34	4. 24500	12. 325	3. 827	153. 925
124	3. 9. 34	4. 37833	12. 355	3. 741	153. 955
125	3. 17. 34	4. 51167	12. 379	3. 660	153. 979
126	3. 25. 34	4. 64500	12. 409	3. 583	154. 009
127	3. 33. 34	4. 77833	12. 431	3. 511	154. 031
128	3. 43. 34	4. 94500	12. 461	3. 427	154. 061
129	3. 53. 34	5. 11167	12. 490	3. 348	154. 090
130	4. 3. 34	5. 27833	12. 516	3. 273	154. 116
131	4. 13. 34	5. 44500	12. 541	3. 204	154. 141
132	4. 23. 34	5. 61167	12. 566	3. 138	154. 166
133	4. 33. 34	5. 77833	12. 587	3. 077	154. 187
134	4. 43. 34	5. 94500	12. 612	3. 019	154. 212
135	4. 53. 34	6. 11167	12. 635	2. 963	154. 235
136	5. 3. 34	6. 27833	12. 655	2. 911	154. 255
137	5. 13. 34	6. 44500	12. 674	2. 862	154. 274
138	5. 23. 34	6. 61167	12. 695	2. 815	154. 295
139	5. 33. 34	6. 77833	12. 714	2. 770	154. 314
140	5. 43. 34	6. 94500	12. 731	2. 728	154. 331
141	5. 53. 34	7. 11167	12. 748	2. 687	154. 348
142	6. 3. 34	7. 27833	12. 764	2. 649	154. 364
143	6. 13. 34	7. 44500	12. 779	2. 612	154. 379
144	6. 23. 34	7. 61167	12. 796	2. 577	154. 396
145	6. 33. 34	7. 77833	12. 812	2. 543	154. 412
146	6. 43. 34	7. 94500	12. 826	2. 510	154. 426
147	6. 53. 34	8. 11167	12. 840	2. 479	154. 440
148	7. 3. 34	8. 27833	12. 853	2. 450	154. 453
149	7. 13. 34	8. 44500	12. 867	2. 421	154. 467
150	7. 23. 34	8. 61167	12. 880	2. 393	154. 480
151	7. 33. 34	8. 77833	12. 893	2. 367	154. 493
152	7. 43. 34	8. 94500	12. 903	2. 342	154. 503
153	7. 53. 34	9. 11167	12. 916	2. 317	154. 516
154	8. 3. 34	9. 27833	12. 923	2. 293	154. 523
155	8. 13. 34	9. 44500	12. 937	2. 271	154. 537
156	8. 23. 34	9. 61167	12. 947	2. 248	154. 547
157	8. 33. 34	9. 77833	12. 957	2. 227	154. 557
158	8. 43. 34	9. 94500	12. 967	2. 207	154. 567
159	8. 53. 34	10. 11167	12. 976	2. 187	154. 576
160	9. 3. 34	10. 27833	12. 986	2. 168	154. 586
161	9. 13. 34	10. 44500	12. 995	2. 149	154. 595
162	9. 23. 34	10. 61167	13. 002	2. 131	154. 602
163	9. 33. 34	10. 77833	13. 010	2. 113	154. 610
164	9. 43. 34	10. 94500	13. 021	2. 096	154. 621

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
165	9. 53. 34	11. 11167	13. 025	2. 080	154. 625
166	10. 3. 34	11. 27833	13. 035	2. 064	154. 635
167	10. 13. 34	11. 44500	13. 042	2. 048	154. 642
168	10. 23. 34	11. 61167	13. 049	2. 033	154. 649
169	10. 33. 34	11. 77833	13. 057	2. 019	154. 657
170	10. 43. 34	11. 94500	13. 064	2. 005	154. 664
171	10. 53. 34	12. 11167	13. 070	1. 991	154. 670
172	11. 1. 34	12. 24500	13. 076	1. 980	154. 676

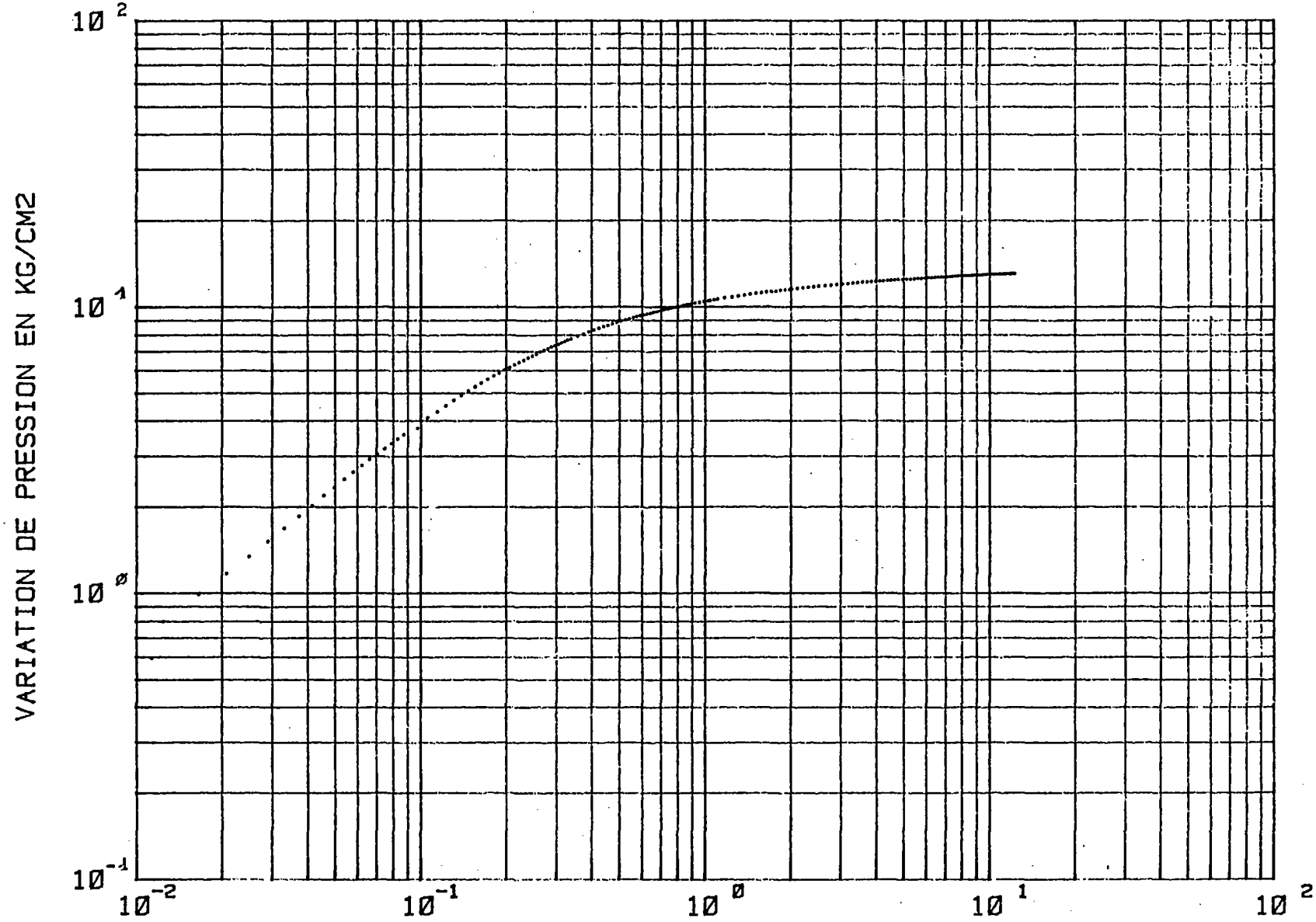


FIGURE 1 - DT EN HEURES
TEST DE FORMATION - EPERNAY GEPE1
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME LOG LOG

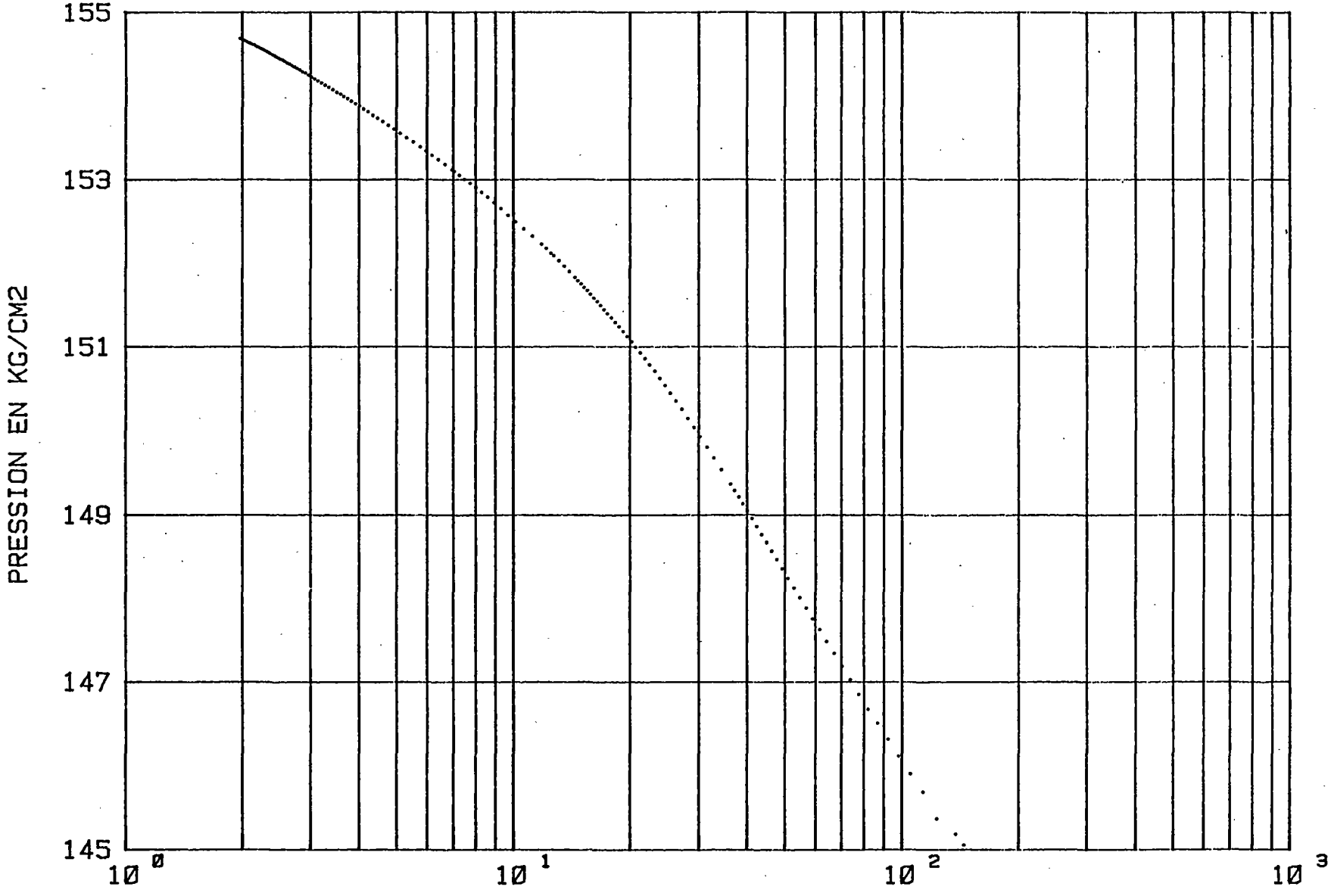


FIGURE 2 - (TP+DT)/DT
TEST DE FORMATION - EPERNAY GEPE1
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME DE HORNER

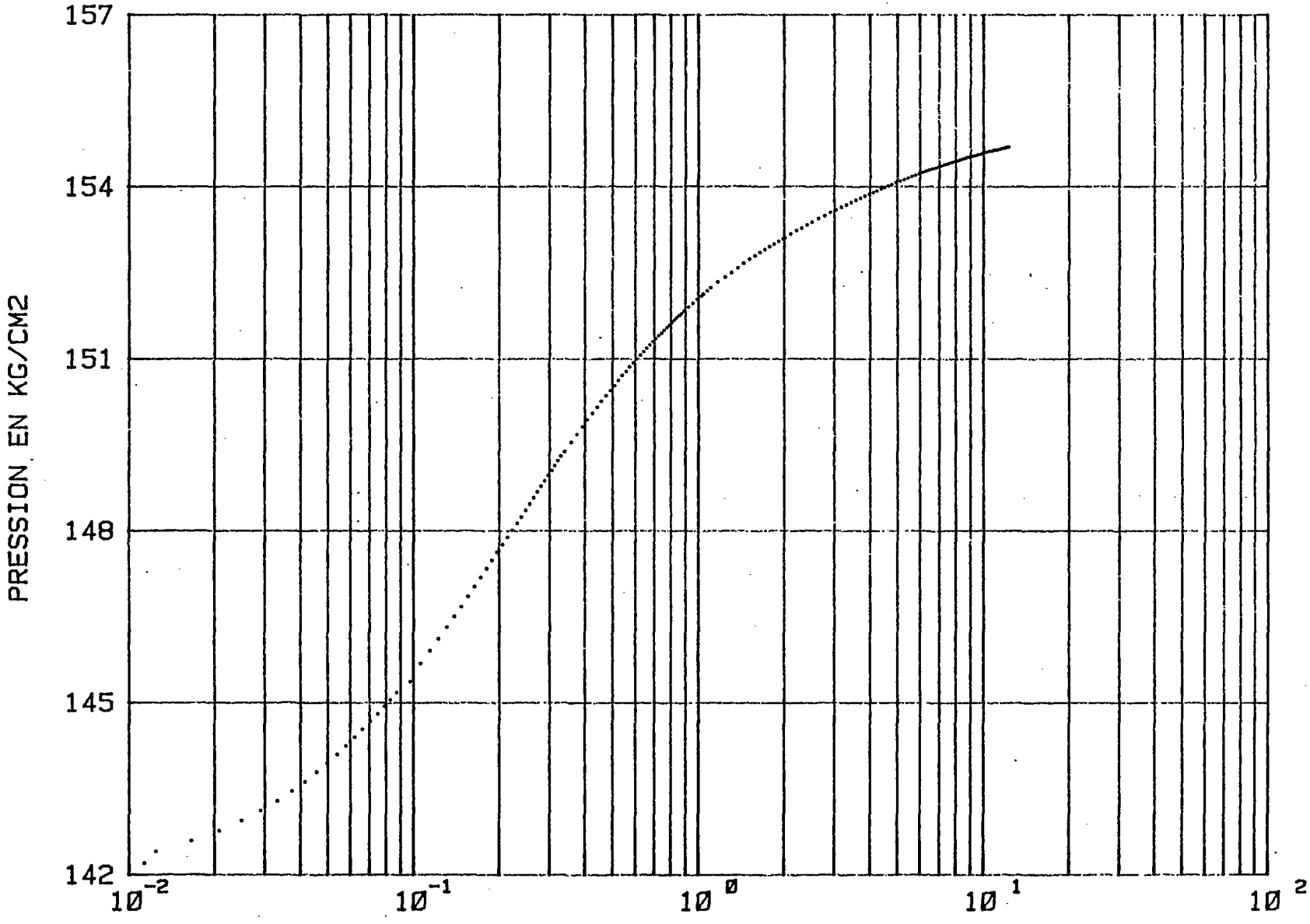


FIGURE 3 - DT EN HEURES
TEST DEE FORMATION - EPERNAY GEPE1
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME MDH

CHAPITRE VI

RAPPORT D'ESSAI DU

FORAGE DE REINJECTION GEPE2

VI.1 - RESUME ET RAPPEL DES CARACTERISTIQUES.

L'interprétation de l'évolution des remontées de pression consécutives aux essais de production par air-lift montre un réservoir de faible transmissivité (de l'ordre de 6 D.m) et un ouvrage développé (facteur de skin négatif).

Rappel des caractéristiques :

Niveaux producteurs	entre 2000 m et 2076 m dév.
Hauteur productrice	h = 13 m déviés (9.35 m vert.)
Porosite moyenne	ϕ = 13 %
Température stabilisée à 1937 m dév. au débit moyen de 75 m3/h	Tf = 60 C
Viscosité moyenne de l'eau	u = 0.47 cp
Salinité moyenne (prévision)	= 9 g/l
Compressibilité totale	Ct = 10^{-4} atm^{-1}
Niveau statique mesuré (fin de build up)	Nsp = - 36 m (potentiel)
Pression statique extrapolée	Pe = 155.45 kg/cm2 (1937 m dév.)

Paramètres moyens :

Transmissivité relative	kh/u	= 12.42 D.m/cp
Transmissivité intrinsèque	kh	= 5.90 D.m
Perméabilité intrinsèque	k	= 0.63 D
Facteur de skin	S	= - 4.9

VI.2 - INTERPRETATION DE L'ESSAI DU 19/07/82

Le test de formation a été réalisé le 19/07/82 après les travaux de développement de l'ouvrage. Il se compose d'une période de production à débit constant (air-lift), suivi d'une remontée de pression après fermeture. L'enregistrement utilisé pour l'interprétation concerne cette dernière période, il est obtenu à l'aide d'une sonde de précision positionnée sensiblement au toit du réservoir.

VI.2.1 - CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI :

- début du pompage . (19/07/82)..... t = 16. 50. 00
- arrêt du pompage . (20/07/82)..... t = 02. 00. 00
- durée du pompage ..... tp = 9. 17 h
- fin de remontée de pression . (20/07/82).... t = 15. 14. 00
- débit nominal moyen ..... Q = 75 m3/h
- température à 1937 m dév. au débit nominal . Tf = 60 C
  (température de mélange durant
  la production)
- position de la sonde TP ..... 1937 m dév.
- rayon du forage dans le réservoir ..... 7. 62 cm

VI.2.2 - INTERPRETATION DE L'ESSAI :

VI.2.2.1 - Hauteur productive et porosité du réservoir :

Ces deux paramètres sont déterminés par l'examen des diagraphies de production. Les valeurs retenues sont les suivantes :

hauteur productive h = 9.35 m vertical
porosité moyenne ϕ = 13 %

VI.2.2.2 - Salinité moyenne :

La salinité prévisionnelle est de 9 g/l.

VI.2.2.3 - Compressiblité totale moyenne :

Les zones productrices étant réparties entre 2000 et 2076 m dév. la compressibilité est évaluée à la profondeur moyenne de 1660 m vert.

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

$$C_w = 4.16\ 10^{-5}\ atm^{-1}$$

pour une pression de confinement de 166 atm et une température de 60 C .

D'après l'abaque de Hall, et pour une porosité de 13 %, la compressibilité effective de la roche vaut :

$$C_r = 6.0\ 10^{-5}\ atm^{-1}$$

d'où la compressibilité totale :

$$C_t = 10.2\ 10^{-5} \# 10^{-4}\ atm^{-1}$$

VI.2..2.4 - Viscosité de l'eau de la formation :

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

$$\mu = 0.475\ cp$$

VI.2.2.5 – Perméabilité et facteur de skin :

La perméabilité et le facteur de skin sont déterminés à partir de l'enregistrement de la remontée de pression finale avec la sonde TP en place à 1937 m dév .
Les points expérimentaux sont donnés au tableau I .

a/ – Courbe type (diagramme log-log)

La première estimation des paramètres est effectuée à l'aide de l'abaque Flopetrol (SPE 8205,1979) et du report des points expérimentaux en graphique bi-log (figure 1).

Point de coincidence des graphiques :

$dP = 1$ kg/cm2 $\qquad Pd = 0.43$
$dt = 1$ h $\qquad tD/CD = 96$
$CD.\exp(2S) = 10$

Transmissivité :

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

$$\frac{kh}{u} = 1473\ D.cm/cp$$

avec $u = 0.47$ cp $\qquad kh = 6.99$ D.m

et $h = 9.35$ m $\qquad k = 0.748$ D

Facteur de skin :

$$C = 2.\pi \frac{kh}{u} \frac{dt}{\frac{tD}{CD}} = 3.471\ 10^{5}\ cm3/atm$$

$$CD = \frac{C}{2\pi . \phi . Ct . h . rw} = 78276$$

et avec $S = 0.5 \, Ln \, (CD . \exp(2S)/CD)$

il vient $S = -4.48$

b/ - Méthode de HORNER :

Le report de la figure 2 représente l'évolution de la pression de fermeture Pws en fonction de la variable (tp+dt)/dt où tp est la durée de production et dt le temps écoulé depuis l'arrêt du pompage.

Transmissivité :

La pente moyenne de la droite vaut :

$$m = 3.66 \text{ kg/cm2, décade}$$

d'où

$$\frac{kh}{\mu} = \frac{0.183 \, Q}{m} = 1119 \text{ D. cm/cp}$$

$$kh = 5.32 \text{ D. m}$$

et avec $h = 9.4$ m $k = 0.569$ D.

Facteur de skin :

Pression extrapolée pour le calcul : P(1h) = 151.63 kg/cm2

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

soit $S = -5.52$

Cette derniere valeur de S traduit l'effet de skin global de l'ouvrage, incluant l'effet de déviation (44 degrés)

Pression statique extrapolée :

$P^* = 155.35$ kg/cm2 abs. à 1937 m dév.

c/ - Méthode de MILLER-DYES-HUTCHINSON :

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

Transmissivité :

Pente moyenne $m = 2.992$ kg/cm2, décade

d'où $\frac{kh}{u} = 0.183 \frac{Q}{m} = 1316$ D. cm/cp

$kh = 6.25$ D. m

$k = 0.669$ D avec $h = 9.35$ m

Facteur de skin :

Pression extrapolée pour le calcul $P(1h) = 152.20$ kg/cm2

il vient :

$S = -4.80$

VI.3 - INTERPRETATION DE L'ESSAI DU 25/07/82

Le second test de formation a été réalisé le 24/07/82 après les travaux d'acidification complémentaires et de dégorgement. Il se compose d'une période de production à débit constant (air-lift) suivi d'une remontée de pression après fermeture.

VI.3. 1 - CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI :

- début du pompage . (24/07/82)..... t = 03. 05. 00
- arrêt du pompage . (24/07/82)..... t = 15. 05. 00
- durée du pompage ..... tp = 12 h
- fin de remontée de pression . (25/07/82).... t = 02. 50. 00
- débit nominal moyen ..... Q = 73 m3/h
- température à 1937 m dév. au débit nominal . Tf = 60 C
  (température de mélange durant
  la production)
- position de la sonde TP ..... 1937 m dév.

VI.3.2 - INTERPRETATION DE L'ESSAI :

VI.3.2.1 - Perméabilité et facteur de skin :

La perméabilité et le facteur de skin sont déterminés à partir de l'enregistrement de la remontée de pression finale avec la sonde TP en place à 1937 m dév .
Les points expérimentaux sont donnés au tableau II .

a/ - Courbe type (diagramme log-log)

La première estimation des paramètres est effectuée à l'aide de l'abaque Flopetrol (SPE 8205,1979) et du report des points expérimentaux en graphique bi-log (figure 1b).

Point de coincidence des graphiques :

dP = 1 kg/cm2 Pd = 0.41
dt = 1 h tD/CD = 115
CD. exp(2S) =5

Transmissivité :

$$PD = \frac{2.\pi.kh.dP}{Q.u} \qquad d'où \qquad \frac{kh}{u} = \frac{PD.Q}{2\pi.dP}$$

$$\frac{kh}{u} = 1367\ D.cm/cp$$

avec u = 0.47 cp kh = 6.49 D.m

et h = 9.35 m k = 0.69 D

Facteur de skin :

$$C = 2.\pi \frac{kh}{u}.\frac{dt}{\frac{tD}{CD}} = 2.689\ 10^{5}\ cm3/atm$$

$$CD = \frac{C}{2\pi . \phi . Ct . h . rw} = 60642$$

et avec $S = 0.5 \, Ln \, (CD . \exp(2S)/CD)$

il vient $S = -4.70$

b/ - Méthode de HORNER :

Le report de la figure 2b représente l'évolution de la pression de fermeture Pws en fonction de la variable (tp+dt)/dt où tp est la durée de production et dt le temps écoulé depuis l'arrêt du pompage.

Transmissivité :

La pente moyenne de la droite vaut :

$$m = 3.04 \text{ kg/cm2, décade}$$

d'où

$$\frac{kh}{u} = \frac{0.183 \, Q}{m} = 1221 \text{ D. cm/cp}$$

$$kh = 5.80 \text{ D. m}$$

et avec $h = 9.4$ m $k = 0.62$ D.

Facteur de skin :

Pression extrapolée pour le calcul : P(1h) = 151.947 kg/cm2

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

soit $S = -5.08$

Cette dernière valeur de S traduit l'effet de skin global de l'ouvrage, incluant l'effet de déviation (44 degrés)

Pression statique extrapolée :

$P^* = 155.453$ kg/cm2 abs. à 1937 m dév.

c/ - Méthode de MILLER-DYES-HUTCHINSON :

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

Transmissivité :

Pente moyenne $m = 3.152$ kg/cm2, décade

d'où $\frac{kh}{u} = 0.183 \frac{Q}{m} = 1216$ D. cm/cp

$kh = 5.78$ D. m

$k = 0.618$ D avec $h = 9.35$ m

Facteur de skin :

Pression extrapolée pour le calcul $P(1h) = 152.20$ kg/cm2

il vient :

$S = -5.11$

VI.4 - TESTS COMPLEMENTAIRES

VI.4.1 - Test d'interférence :

Le test d'interférence réalisé en fonctionnement en boucle permet de controler la continuité hydraulique du réservoir entre les forages. Le débit prélevé en GEPE2 est réinjecté au forage GEPE1. La sonde de pression positionnée dans le forage GEPE2 permet de suivre l'évolution de la pression de fond.

VI.4.1.1 - CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI :

- début du pompage . (20/07/82)..... t = 15.30.00
- début de l'injection (20/07/82)..... t = 15.55.00
- durée du pompage ..... tp = 8.33 h
- débit nominal moyen ..... Q = 78 m3/h
- position de la sonde TP ..... 1937 m dév.

VI.4.1.2 - Paramètres :

Les paramètres déterminés à l'issue de cet essai sont les suivants (figure 4) :

			Interprétation Log Log	MDH
Transmissivité relative	kh/u	(D.m/cp)	12.97	13.84
Transmissivité intrinsèque	kh	(D.m)	6.16	6.57
Perméabilité intrinsèque	k	(D)	0.659	0.703
Facteur de skin	S		-4.37	-4.04

L'interférence positive est visible après 1 h de production environ et permet de conclure à la continuité hydraulique du réservoir.

VI.4.2 - Premier test d'injection

A l'issue du test d'interférence, un premier essai d'injection a été pratiqué en utilisant l'eau géothermale stockée en surface. Compte tenu de la présence de particules fines résiduelles dans le bassin, il a été constaté un colmatage progressif et la séquence d'injection n'a pu être retenue comme représentative; d'où la seconde séquence de tests après acidification et dégorgement.

La chute de pression suivant la fermeture fournit toutefois les paramètres suivants :

$$kh/u = 13.04 \quad D.m/cp$$

$$kh = 5.63 \quad D.m$$

$$k = 0.602 \quad D$$

VI.4.3 - Second test d'injection

Afin de controler la symétrie du comportement du forage et de la formation il a été procédé à un essai complémentaire d'injection.

VI.4.3.1 - CARACTERISTIQUES DE L'ESSAI :

- début de l'injection . (25/07/82)..... t = 02.59.00
- fin d'injection . (26/07/82)..... t = 02.00.00
- durée de l'injection ..... ti = 23 h
- débit nominal moyen ..... Q = 95 m3/h
- température moyenne à 1937 m dév..... Tf = 19 C
- position de la sonde TP ..... 1937 m dév.

VI.4.3.2 - PARAMETRES EN INJECTION

En tenant compte de la variation de viscosité du fluide injecté on obtient les paramètres suivants (figures 4b et 5) :

		Début d'essai u =0.47 Log Log		Fin u = 0.68 MDH
- Transmissivité relative	kh/u (D.m/cp)	13.89	12.63	9.09
- Transmissivité intrinsèque	kh (D.m)	6.59	5.99	6.13
- Perméabilité intrinsèque	k (D)	.705	.641	.656
- Facteur de skin	S	-4.06	-4.56	-4.69

VI.5 - BILAN DES PRESSIONS ET PUISSANCE ELECTRIQUE

VI.5.1.1 - PUITS DE PRODUCTION

Estimations après 120.0 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	14.8	17.8	20.7	23.7	26.6	29.6	32.6	35.5	kg/cm2
dPc	.5	.6	.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	kg/cm2
dPap	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	kg/cm2
Pd	17.1	20.2	23.4	26.5	29.7	33.0	36.2	39.5	kg/cm2
Pe	34.	48.	65.	85.	107.	132.	159.	190.	kW

VI.5.2 - PUITS D"INJECTION

VI.5..2. 1 - Température d"injection : 20.00 C

Viscosité : 1.01 cp

Estimations après .5 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	10.8	13.2	15.6	18.1	20.5	23.0	25.6	28.1	kg/cm2
dPc	.7	.9	1.2	1.5	1.9	2.3	2.7	3.1	kg/cm2
dPap	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	kg/cm2
Pd	7.3	9.9	12.6	15.4	18.2	21.1	24.1	27.1	kg/cm2
Pe	15.	24.	35.	49.	66.	84.	106.	130.	kW

Vi.5.2 .2 - Température d"injection : 20.00 C

Viscosité : 1.01 cp

Estimations après 1.0 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	11.5	14.1	16.6	19.2	21.9	24.5	27.2	29.9	kg/cm2
dPc	.7	.9	1.2	1.5	1.9	2.3	2.7	3.1	kg/cm2
dPap	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	-4.2	kg/cm2
Pd	8.0	10.8	13.6	16.6	19.5	22.6	25.7	28.8	kg/cm2
Pe	16.	26.	38.	53.	70.	90.	113.	138.	kW

VI.5 . 2. 3 - Température d"injection : 20. 00 C

Viscosité : 1. 01 cp

Estimations après 7. 0 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	13. 6	16. 5	19. 5	22. 5	25. 5	28. 6	31. 7	34. 8	kg/cm2
dPc	. 7	. 9	1. 2	1. 5	1. 9	2. 3	2. 7	3. 1	kg/cm2
dPap	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	kg/cm2
Pd	10. 0	13. 2	16. 5	19. 8	23. 2	26. 7	30. 2	33. 7	kg/cm2
Pe	20.	32.	46.	63.	84.	107.	133.	162.	kW

VI.5. 2. 4 - Température d"injection : 20. 00 C

Viscosité : 1. 01 cp

Estimations après 120. 0 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	16. 5	20. 1	23. 6	27. 2	30. 9	34. 5	38. 2	41. 9	kg/cm2
dPc	. 7	. 9	1. 2	1. 5	1. 9	2. 3	2. 7	3. 1	kg/cm2
dPap	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	-4. 2	kg/cm2
Pd	13. 0	16. 8	20. 6	24. 6	28. 5	32. 6	36. 7	40. 8	kg/cm2
Pe	26.	40.	58.	79.	103.	130.	161.	196.	kW

VI.5..2. 5 - Température d"injection : 25.00 C

Viscosité : .90 cp

. Estimations après .5 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	10.3	12.5	14.8	17.1	19.4	21.7	24.1	26.4	kg/cm2
dPc	.6	.9	1.2	1.5	1.8	2.2	2.6	3.1	kg/cm2
dPap	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	kg/cm2
Pd	6.9	9.4	12.0	14.6	17.2	19.9	22.7	25.5	kg/cm2
Pe	14.	23.	33.	47.	62.	80.	100.	122.	kW

VI.5.2.6 - Température d"injection : 25.00 C

Viscosité : .90 cp

Estimations après 1.0 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	10.9	13.2	15.6	18.0	20.4	22.9	25.3	27.8	kg/cm2
dPc	.6	.9	1.2	1.5	1.8	2.2	2.6	3.1	kg/cm2
dPap	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	kg/cm2
Pd	7.5	10.1	12.8	15.5	18.3	21.1	24.0	26.9	kg/cm2
Pe	15.	24.	36.	50.	66.	84.	105.	129.	kW

VI.5.2. 7 - Température d"injection : 25.00 C

Viscosité : .90 cp

Estimations après 7.0 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	12.5	15.2	17.9	20.6	23.3	26.1	28.9	31.7	kg/cm2
dPc	.6	.9	1.2	1.5	1.8	2.2	2.6	3.1	kg/cm2
dPap	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	kg/cm2
Pd	9.1	12.0	15.0	18.1	21.2	24.3	27.5	30.7	kg/cm2
Pe	18.	29.	42.	58.	76.	97.	121.	148.	kW

VI.5.2. 8 - Température d"injection : 25.00 C

Viscosité : .90 cp

Estimations après 120.0 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	14.8	18.0	21.1	24.3	27.5	30.8	34.0	37.3	kg/cm2
dPc	.6	.9	1.2	1.5	1.8	2.2	2.6	3.1	kg/cm2
dPap	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	-4.0	kg/cm2
Pd	11.5	14.8	18.3	21.8	25.4	29.0	32.7	36.4	kg/cm2
Pe	23.	36.	51.	70.	91.	116.	144.	175.	kW

VI.5..2. 9 - Température d"injection :30.00 C

Viscosité : .81 cp

Estimations après .5 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	9.9	12.0	14.1	16.3	18.4	20.6	22.8	25.0	kg/cm2
dPc	.6	.9	1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	kg/cm2
dPap	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	kg/cm2
Pd	6.7	9.1	11.5	14.0	16.5	19.0	21.6	24.3	kg/cm2
Pe	13.	22.	32.	45.	59.	76.	95.	116.	kW

VI.5.2.10 - Température d"injection : 30.00 C

Viscosité : .81 cp

Estimations après 1.0 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	10.3	12.5	14.7	17.0	19.2	21.5	23.8	26.1	kg/cm2
dPc	.6	.9	1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	kg/cm2
dPap	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	kg/cm2
Pd	7.2	9.6	12.1	14.7	17.3	19.9	22.6	25.3	kg/cm2
Pe	14.	23.	34.	47.	62.	80.	99.	122.	kW

VI.5..2.11 - Température d'injection : 30.00 C

Viscosité : .81 cp

Estimations après 7.0 mois d'exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	11.6	14.0	16.5	19.0	21.5	24.0	26.6	29.1	kg/cm2
dPc	.6	.9	1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	kg/cm2
dPap	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	kg/cm2
Pd	8.4	11.1	13.9	16.7	19.5	22.4	25.4	28.4	kg/cm2
Pe	17.	27.	39.	53.	70.	90.	112.	136.	kW

VI.5.2.12 - Température d"injection : 30.00 C

Viscosité : .81 cp

Estimations après 120.0 mois d"exploitation à débit constant.

Q	50.	60.	70.	80.	90.	100.	110.	120.	m3/h
dPh	13.4	16.2	19.1	21.9	24.8	27.7	30.6	33.5	kg/cm2
dPc	.6	.9	1.1	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	kg/cm2
dPap	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	kg/cm2
Pd	10.3	13.3	16.5	19.6	22.8	26.1	29.4	32.8	kg/cm2
Pe	21.	32.	46.	63.	82.	104.	129.	157.	kW

VI.6 – CONCLUSIONS

L'interprétation de l'évolution de la remontée de pression consécutive à l'essai de production par air lift montre un réservoir de faible transmissivité (de l'ordre de 6 D.m) et un ouvrage développé (facteur de skin négatif voisin de – 5).

L'essai d'injection effectué ne met pas en évidence de disymétrie quant au comportement hydraulique de l'ouvrage.

TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS D'ESSAIS

Niveaux producteurs	entre 2000 m et 2076 m dév.
Hauteur productrice	h = 13 m dév. soit 9.35 vert.
Porosité moyenne	ø = 13 %
Température stabilisée à 1937 m au débit de 75 m3/h	Tf = 60 C
Viscosité moyenne de l'eau	u = 0.47 cp
Salinité moyenne	= 9 g/l
Compressibilité totale	Ct # 10^{-4} atm^{-1}
Niveau statique mesuré	Nsp = - 36 m (potentiel)
Pression statique extrapolée	Pe = 155.45 kg/cm2 abs. (1937 m) (déviés)

Paramètres moyens :

Transmissivité relative	kh/u	= 12.42 D.m/cp
Transmissivité intrinsèque	kh	= 5.90 D.m
Perméabilité intrinsèque	k	= 0.63 D
Facteur de skin	S	= - 4.9

PREMIERS TESTS DE FORMATION

	Production – Build up			Interférence		Fall off
	Log Log	MDH	Horner	Log Log	MDH	MDH
Transmissivité relative kh/u (D. m/cp)	14. 73	13. 16	11. 19	12. 97	13. 84	11. 85
Transmissivité intrinsèque kh (D. m)	6. 99	6. 25	5. 32	6. 16	6. 57	5. 63
Perméabilité intrinsèque k (D)	0. 748	0. 669	0. 569	0. 659	0. 703	0. 602
Facteur de Skin S	-4. 48	-4. 80	-5. 52	-4. 37	-4. 04	-

SECONDS TESTS DE FORMATION

	Production – Build up				Injection	
	Log Log	MDH	Horner	Log Log	MDHI	MDHF
Transmissivité relative kh/u (D. m/cp)	13. 67	12. 16	12. 21	13. 89	12. 63	9. 09
Transmissivité intrinsèque kh (D. m)	6. 49	5. 78	5. 80	6. 59	5. 99	6. 13
Perméabilité intrinsèque k (D)	0. 690	0. 618	0. 620	0. 705	0. 641	0. 656
Facteur de Skin S	-4. 70	-5. 11	-5. 08	-4. 06	-4. 56	-4. 69

VI.7 - ANNEXES

EPERNAY GEPE2

REMONTEE DE PRESSION DU 20/07/82

DUREE DE PRODUCTION = 7.167 Heures

Pwfo ..... = 143.200 Kg/cm2

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
1	2. 2.32	.03333	.599	216.000	143.799
2	2. 2.47	.03750	1.430	192.112	144.630
3	2. 3. 2	.04167	2.135	173.001	145.335
4	2. 3.17	.04583	2.720	157.364	145.920
5	2. 3.32	.05000	3.282	144.333	146.482
6	2. 3.47	.05417	3.656	133.308	146.856
7	2. 4. 2	.05833	3.933	123.858	147.133
8	2. 4.17	.06250	4.168	115.667	147.368
9	2. 4.57	.07361	4.697	98.359	147.897
10	2. 5.12	.07778	4.851	93.143	148.051
11	2. 5.27	.08194	4.991	88.458	148.191
12	2. 5.42	.08611	5.117	84.226	148.317
13	2. 5.57	.09028	5.232	80.385	148.432
14	2. 6.12	.09444	5.317	76.882	148.517
15	2. 6.27	.09861	5.457	73.676	148.657
16	2. 6.42	.10278	5.570	70.730	148.770
17	2. 6.57	.10694	5.669	68.013	148.869
18	2. 7.12	.11111	5.734	65.500	148.934
19	2. 7.27	.11528	5.804	63.169	149.004
20	2. 7.42	.11944	5.878	61.000	149.078
21	2. 7.57	.12361	5.949	58.978	149.149
22	2. 8.12	.12778	6.011	57.087	149.211
23	2. 8.27	.13194	6.074	55.316	149.274
24	2. 8.42	.13611	6.132	53.653	149.332
25	2. 8.57	.14028	6.190	52.089	149.390
26	2. 9.12	.14444	6.236	50.615	149.436
27	2. 9.27	.14861	6.283	49.224	149.483
28	2. 9.42	.15278	6.327	47.909	149.527
29	2. 9.57	.15694	6.370	46.664	149.570
30	2.10.12	.16111	6.396	45.483	149.596
31	2.10.27	.16528	6.424	44.361	149.624
32	2.10.42	.16944	6.411	43.295	149.611

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
33	2. 10. 57	. 17361	6. 368	42. 280	149. 568
34	2. 11. 12	. 17778	6. 638	41. 312	149. 838
35	2. 11. 27	. 18194	6. 742	40. 389	149. 942
36	2. 11. 42	. 18611	6. 723	39. 507	149. 923
37	2. 11. 57	. 19028	6. 735	38. 664	149. 935
38	2. 12. 12	. 19444	6. 764	37. 857	149. 964
39	2. 12. 27	. 19861	6. 803	37. 084	150. 003
40	2. 12. 42	. 20278	6. 881	36. 342	150. 081
41	2. 13. 12	. 21111	6. 938	34. 947	150. 138
42	2. 13. 42	. 21944	6. 982	33. 658	150. 182
43	2. 14. 12	. 22778	7. 033	32. 463	150. 233
44	2. 14. 42	. 23611	7. 084	31. 353	150. 284
45	2. 15. 12	. 24444	7. 139	30. 318	150. 339
46	2. 15. 42	. 25278	7. 188	29. 352	150. 388
47	2. 16. 12	. 26111	7. 220	28. 447	150. 420
48	2. 16. 42	. 26944	7. 235	27. 598	150. 435
49	2. 17. 12	. 27778	7. 360	26. 800	150. 560
50	2. 17. 42	. 28611	7. 362	26. 049	150. 562
51	2. 18. 12	. 29444	7. 408	25. 340	150. 608
52	2. 18. 42	. 30278	7. 476	24. 670	150. 676
53	2. 19. 12	. 31111	7. 494	24. 036	150. 694
54	2. 19. 42	. 31944	7. 532	23. 435	150. 732
55	2. 20. 12	. 32778	7. 565	22. 864	150. 765
56	2. 20. 42	. 33611	7. 596	22. 322	150. 796
57	2. 21. 12	. 34444	7. 633	21. 806	150. 833
58	2. 21. 42	. 35278	7. 653	21. 315	150. 853
59	2. 22. 12	. 36111	7. 700	20. 846	150. 900
60	2. 22. 42	. 36944	7. 726	20. 398	150. 926
61	2. 23. 12	. 37778	7. 759	19. 971	150. 959
62	2. 23. 42	. 38611	7. 787	19. 561	150. 987
63	2. 24. 12	. 39444	7. 817	19. 169	151. 017
64	2. 24. 42	. 40278	7. 844	18. 793	151. 044
65	2. 25. 12	. 41111	7. 876	18. 432	151. 076
66	2. 25. 42	. 41944	7. 900	18. 086	151. 100
67	2. 26. 12	. 42778	7. 926	17. 753	151. 126
68	2. 26. 42	. 43611	7. 951	17. 433	151. 151
69	2. 27. 12	. 44444	7. 976	17. 125	151. 176
70	2. 27. 42	. 45278	7. 999	16. 828	151. 199
71	2. 28. 42	. 46944	8. 047	16. 266	151. 247
72	2. 29. 42	. 48611	8. 089	15. 743	151. 289
73	2. 30. 42	. 50278	8. 134	15. 254	151. 334
74	2. 31. 42	. 51944	8. 175	14. 797	151. 375
75	2. 32. 42	. 53611	8. 214	14. 368	151. 414
76	2. 33. 42	. 55278	8. 254	13. 965	151. 454

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	$\frac{tp+dt}{dt}$	p (kg/cm2)
77	2. 34. 42	. 56944	8. 292	13. 585	151. 492
78	2. 35. 42	. 58611	8. 326	13. 227	151. 526
79	2. 36. 42	. 60278	8. 360	12. 889	151. 560
80	2. 37. 42	. 61944	8. 396	12. 570	151. 596
81	2. 38. 42	. 63611	8. 427	12. 266	151. 627
82	2. 39. 42	. 65278	8. 459	11. 979	151. 659
83	2. 40. 42	. 66944	8. 489	11. 705	151. 689
84	2. 41. 42	. 68611	8. 518	11. 445	151. 718
85	2. 42. 42	. 70278	8. 548	11. 198	151. 748
86	2. 43. 42	. 71944	8. 580	10. 961	151. 780
87	2. 44. 42	. 73611	8. 605	10. 736	151. 805
88	2. 45. 42	. 75278	8. 634	10. 520	151. 834
89	2. 46. 42	. 76944	8. 660	10. 314	151. 860
90	2. 47. 42	. 78611	8. 686	10. 117	151. 886
91	2. 48. 42	. 80278	8. 709	9. 927	151. 909
92	2. 49. 42	. 81944	8. 734	9. 746	151. 934
93	2. 50. 42	. 83611	8. 760	9. 571	151. 960
94	2. 51. 42	. 85278	8. 784	9. 404	151. 984
95	2. 52. 42	. 86944	8. 810	9. 243	152. 010
96	2. 53. 42	. 88611	8. 831	9. 088	152. 031
97	2. 54. 42	. 90278	8. 850	8. 938	152. 050
98	2. 55. 42	. 91944	8. 872	8. 795	152. 072
99	2. 56. 42	. 93611	8. 895	8. 656	152. 095
100	2. 57. 42	. 95278	8. 916	8. 522	152. 116
101	2. 58. 42	. 96944	8. 937	8. 393	152. 137
102	2. 59. 42	. 98611	8. 955	8. 268	152. 155
103	3. 0. 42	1. 00278	8. 974	8. 147	152. 174
104	3. 2. 42	1. 03611	9. 012	7. 917	152. 212
105	3. 4. 42	1. 06944	9. 051	7. 701	152. 251
106	3. 6. 42	1. 10278	9. 086	7. 499	152. 286
107	3. 8. 42	1. 13611	9. 121	7. 308	152. 321
108	3. 10. 42	1. 16944	9. 155	7. 128	152. 355
109	3. 12. 42	1. 20278	9. 187	6. 958	152. 387
110	3. 14. 42	1. 23611	9. 218	6. 798	152. 418
111	3. 16. 42	1. 26944	9. 249	6. 646	152. 449
112	3. 18. 42	1. 30278	9. 280	6. 501	152. 480
113	3. 20. 42	1. 33611	9. 310	6. 364	152. 510
114	3. 22. 42	1. 36944	9. 337	6. 233	152. 537
115	3. 24. 42	1. 40278	9. 365	6. 109	152. 565
116	3. 26. 42	1. 43611	9. 390	5. 990	152. 590
117	3. 28. 42	1. 46944	9. 418	5. 877	152. 618
118	3. 30. 42	1. 50278	9. 441	5. 769	152. 641
119	3. 32. 42	1. 53611	9. 469	5. 665	152. 669
120	3. 34. 42	1. 56944	9. 493	5. 566	152. 693

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
121	3. 36. 42	1. 60278	9. 516	5. 471	152. 716
122	3. 38. 42	1. 63611	9. 540	5. 380	152. 740
123	3. 40. 42	1. 66944	9. 562	5. 293	152. 762
124	3. 42. 42	1. 70278	9. 583	5. 209	152. 783
125	3. 44. 42	1. 73611	9. 604	5. 128	152. 804
126	3. 46. 42	1. 76944	9. 626	5. 050	152. 826
127	3. 48. 42	1. 80278	9. 647	4. 975	152. 847
128	3. 50. 42	1. 83611	9. 667	4. 903	152. 867
129	3. 52. 42	1. 86944	9. 688	4. 834	152. 888
130	3. 54. 42	1. 90278	9. 706	4. 766	152. 906
131	3. 56. 42	1. 93611	9. 727	4. 702	152. 927
132	3. 58. 42	1. 96944	9. 747	4. 639	152. 947
133	4. 0. 42	2. 00278	9. 763	4. 578	152. 963
134	4. 4. 42	2. 06944	9. 800	4. 463	153. 000
135	4. 8. 42	2. 13611	9. 833	4. 355	153. 033
136	4. 12. 42	2. 20278	9. 869	4. 253	153. 069
137	4. 16. 42	2. 26944	9. 900	4. 158	153. 100
138	4. 20. 42	2. 33611	9. 932	4. 068	153. 132
139	4. 24. 42	2. 40278	9. 962	3. 983	153. 162
140	4. 28. 42	2. 46944	9. 994	3. 902	153. 194
141	4. 32. 42	2. 53611	10. 020	3. 826	153. 220
142	4. 36. 42	2. 60278	10. 047	3. 753	153. 247
143	4. 40. 42	2. 66944	10. 075	3. 685	153. 275
144	4. 44. 42	2. 73611	10. 101	3. 619	153. 301
145	4. 48. 42	2. 80278	10. 127	3. 557	153. 327
146	4. 52. 42	2. 86944	10. 151	3. 498	153. 351
147	4. 56. 42	2. 93611	10. 175	3. 441	153. 375
148	5. 0. 42	3. 00278	10. 199	3. 387	153. 399
149	5. 6. 42	3. 10278	10. 232	3. 310	153. 432
150	5. 12. 42	3. 20278	10. 265	3. 238	153. 465
151	5. 18. 42	3. 30278	10. 295	3. 170	153. 495
152	5. 24. 42	3. 40278	10. 328	3. 106	153. 528
153	5. 30. 42	3. 50278	10. 357	3. 046	153. 557
154	5. 36. 42	3. 60278	10. 385	2. 989	153. 585
155	5. 42. 42	3. 70278	10. 413	2. 935	153. 613
156	5. 48. 42	3. 80278	10. 441	2. 885	153. 641
157	5. 54. 42	3. 90278	10. 466	2. 836	153. 666
158	6. 0. 42	4. 00278	10. 492	2. 790	153. 692
159	6. 6. 42	4. 10278	10. 513	2. 747	153. 713
160	6. 12. 42	4. 20278	10. 538	2. 705	153. 738
161	6. 18. 42	4. 30278	10. 561	2. 666	153. 761
162	6. 24. 42	4. 40278	10. 580	2. 628	153. 780
163	6. 30. 42	4. 50278	10. 604	2. 592	153. 804
164	6. 36. 42	4. 60278	10. 628	2. 557	153. 828

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
165	6. 42. 42	4. 70278	10. 650	2. 524	153. 850
166	6. 48. 42	4. 80278	10. 670	2. 492	153. 870
167	6. 54. 42	4. 90278	10. 690	2. 462	153. 890
168	7. 0. 42	5. 00278	10. 707	2. 433	153. 907
169	7. 10. 42	5. 16944	10. 738	2. 386	153. 938
170	7. 20. 42	5. 33611	10. 766	2. 343	153. 966
171	7. 30. 42	5. 50278	10. 794	2. 302	153. 994
172	7. 40. 42	5. 66944	10. 815	2. 264	154. 015
173	7. 50. 42	5. 83611	10. 845	2. 228	154. 045
174	8. 0. 42	6. 00278	10. 870	2. 194	154. 070
175	8. 10. 42	6. 16944	10. 892	2. 162	154. 092
176	8. 20. 42	6. 33611	10. 916	2. 131	154. 116
177	8. 30. 42	6. 50278	10. 937	2. 102	154. 137
178	8. 40. 42	6. 66944	10. 958	2. 075	154. 158
179	8. 50. 42	6. 83611	10. 979	2. 048	154. 179
180	9. 0. 42	7. 00278	10. 998	2. 023	154. 198
181	9. 10. 42	7. 16944	11. 017	2. 000	154. 217
182	9. 20. 42	7. 33611	11. 036	1. 977	154. 236
183	9. 30. 42	7. 50278	11. 053	1. 955	154. 253
184	9. 40. 42	7. 66944	11. 071	1. 934	154. 271
185	9. 50. 42	7. 83611	11. 088	1. 915	154. 288
186	10. 0. 42	8. 00278	11. 103	1. 896	154. 303
187	10. 10. 42	8. 16944	11. 119	1. 877	154. 319
188	10. 20. 42	8. 33611	11. 134	1. 860	154. 334
189	10. 30. 42	8. 50278	11. 150	1. 843	154. 350
190	10. 40. 42	8. 66944	11. 164	1. 827	154. 364
191	10. 50. 42	8. 83611	11. 178	1. 811	154. 378
192	11. 0. 42	9. 00278	11. 191	1. 796	154. 391
193	11. 10. 42	9. 16944	11. 206	1. 782	154. 406
194	11. 20. 42	9. 33611	11. 219	1. 768	154. 419
195	11. 30. 42	9. 50278	11. 230	1. 754	154. 430
196	11. 40. 42	9. 66944	11. 243	1. 741	154. 443
197	11. 50. 42	9. 83611	11. 255	1. 729	154. 455
198	12. 0. 42	10. 00278	11. 267	1. 716	154. 467
199	12. 10. 42	10. 16944	11. 278	1. 705	154. 478
200	12. 20. 42	10. 33611	11. 290	1. 693	154. 490
201	12. 30. 42	10. 50278	11. 302	1. 682	154. 502
202	12. 40. 42	10. 66944	11. 311	1. 672	154. 511
203	12. 50. 42	10. 83611	11. 323	1. 661	154. 523
204	13. 0. 42	11. 00278	11. 334	1. 651	154. 534
205	13. 10. 42	11. 16944	11. 341	1. 642	154. 541
206	13. 20. 42	11. 33611	11. 353	1. 632	154. 553
207	13. 30. 42	11. 50278	11. 363	1. 623	154. 563
208	13. 40. 42	11. 66944	11. 372	1. 614	154. 572

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
209	13. 50. 42	11. 83611	11. 381	1. 605	154. 581
210	14. 0. 42	12. 00278	11. 391	1. 597	154. 591
211	14. 10. 42	12. 16944	11. 400	1. 589	154. 600
212	14. 20. 42	12. 33611	11. 409	1. 581	154. 609
213	14. 30. 42	12. 50278	11. 417	1. 573	154. 617
214	14. 40. 42	12. 66944	11. 425	1. 566	154. 625
215	14. 50. 42	12. 83611	11. 434	1. 558	154. 634
216	15. 0. 42	13. 00278	11. 442	1. 551	154. 642
217	15. 10. 42	13. 16944	11. 450	1. 544	154. 650
218	15. 14. 42	13. 23611	11. 454	1. 541	154. 654

EPERNAY GEPE2

REMONTEE DE PRESSION DU 24/07/82

DUREE DE PRODUCTION = 12.000 Heures

Pwfo ..... = 143.708 Kg/cm2

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
1	15. 6.37	.01250	.165	960.941	143.873
2	15. 6.52	.01667	.880	720.970	144.588
3	15. 7. 7	.02083	1.547	576.982	145.255
4	15. 7.22	.02500	2.129	480.989	145.837
5	15. 7.35	.02861	2.662	420.416	146.370
6	15. 8. 8	.03778	3.438	318.646	147.146
7	15. 8.23	.04194	3.661	287.092	147.369
8	15. 8.38	.04611	3.863	261.241	147.571
9	15. 8.53	.05028	4.054	239.674	147.762
10	15. 9. 8	.05444	4.214	221.409	147.922
11	15. 9.23	.05861	4.354	205.740	148.062
12	15. 9.38	.06278	4.509	192.151	148.217
13	15. 9.53	.06694	4.646	180.254	148.354
14	15.10. 8	.07111	4.627	169.749	148.335
15	15.10.23	.07528	4.555	160.409	148.263
16	15.10.38	.07944	4.549	152.048	148.257
17	15.10.53	.08361	4.570	144.521	148.278
18	15.11. 8	.08778	4.594	137.708	148.302
19	15.11.23	.09194	4.593	131.513	148.301
20	15.11.38	.09611	4.690	125.855	148.398
21	15.11.53	.10028	4.740	120.667	148.448
22	15.12. 8	.10444	4.796	115.894	148.504
23	15.12.23	.10861	4.795	111.486	148.503
24	15.12.38	.11278	4.864	107.404	148.572
25	15.12.53	.11694	4.996	103.613	148.704
26	15.13. 8	.12111	5.046	100.083	148.754
27	15.13.23	.12528	5.084	96.787	148.792
28	15.13.53	.13361	5.214	90.813	148.922
29	15.14.23	.14194	5.357	85.540	149.065
30	15.14.53	.15028	5.501	80.852	149.209
31	15.15.23	.15861	5.633	76.657	149.341
32	15.15.53	.16694	5.784	72.880	149.492

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
33	15. 16. 23	. 17528	5. 921	69. 463	149. 629
34	15. 16. 53	. 18361	6. 040	66. 356	149. 748
35	15. 17. 23	. 19195	6. 124	63. 518	149. 832
36	15. 17. 53	. 20028	6. 205	60. 917	149. 913
37	15. 18. 23	. 20861	6. 282	58. 523	149. 990
38	15. 18. 53	. 21694	6. 347	56. 314	150. 055
39	15. 19. 23	. 22528	6. 409	54. 268	150. 117
40	15. 19. 53	. 23361	6. 474	52. 367	150. 182
41	15. 20. 23	. 24194	6. 527	50. 598	150. 235
42	15. 20. 53	. 25028	6. 580	48. 947	150. 288
43	15. 21. 23	. 25861	6. 627	47. 402	150. 335
44	15. 21. 53	. 26694	6. 677	45. 953	150. 385
45	15. 22. 23	. 27528	6. 721	44. 592	150. 429
46	15. 22. 53	. 28361	6. 764	43. 311	150. 472
47	15. 23. 23	. 29194	6. 804	42. 104	150. 512
48	15. 23. 53	. 30028	6. 845	40. 963	150. 553
49	15. 24. 23	. 30861	6. 883	39. 884	150. 591
50	15. 24. 53	. 31694	6. 920	38. 862	150. 628
51	15. 25. 23	. 32528	6. 956	37. 891	150. 664
52	15. 25. 53	. 33361	6. 990	36. 970	150. 698
53	15. 26. 23	. 34194	7. 023	36. 093	150. 731
54	15. 26. 53	. 35028	7. 055	35. 259	150. 763
55	15. 27. 23	. 35861	7. 087	34. 462	150. 795
56	15. 27. 53	. 36694	7. 118	33. 703	150. 826
57	15. 28. 23	. 37528	7. 148	32. 976	150. 856
58	15. 28. 53	. 38361	7. 177	32. 282	150. 885
59	15. 29. 23	. 39194	7. 205	31. 617	150. 913
60	15. 29. 53	. 40028	7. 230	30. 979	150. 938
61	15. 30. 23	. 40861	7. 259	30. 368	150. 967
62	15. 30. 53	. 41694	7. 284	29. 781	150. 992
63	15. 31. 23	. 42528	7. 310	29. 217	151. 018
64	15. 32. 23	. 44195	7. 359	28. 153	151. 067
65	15. 33. 23	. 45861	7. 406	27. 166	151. 114
66	15. 34. 23	. 47528	7. 454	26. 248	151. 162
67	15. 35. 23	. 49194	7. 495	25. 393	151. 203
68	15. 36. 23	. 50861	7. 535	24. 594	151. 243
69	15. 37. 23	. 52528	7. 574	23. 845	151. 282
70	15. 38. 23	. 54194	7. 612	23. 142	151. 320
71	15. 39. 23	. 55861	7. 649	22. 482	151. 357
72	15. 40. 23	. 57528	7. 684	21. 859	151. 392
73	15. 41. 23	. 59194	7. 720	21. 272	151. 428
74	15. 42. 23	. 60861	7. 754	20. 717	151. 462
75	15. 43. 23	. 62528	7. 786	20. 191	151. 494
76	15. 44. 23	. 64194	7. 818	19. 693	151. 526

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
77	15. 45. 23	. 65861	7. 848	19. 220	151. 556
78	15. 46. 23	. 67528	7. 877	18. 770	151. 585
79	15. 47. 23	. 69195	7. 907	18. 342	151. 615
80	15. 48. 23	. 70861	7. 936	17. 935	151. 644
81	15. 49. 23	. 72528	7. 964	17. 545	151. 672
82	15. 50. 23	. 74194	7. 990	17. 174	151. 698
83	15. 51. 23	. 75861	8. 017	16. 818	151. 725
84	15. 52. 23	. 77528	8. 042	16. 478	151. 750
85	15. 53. 23	. 79194	8. 067	16. 153	151. 775
86	15. 54. 23	. 80861	8. 092	15. 840	151. 800
87	15. 55. 23	. 82528	8. 117	15. 541	151. 825
88	15. 56. 23	. 84194	8. 139	15. 253	151. 847
89	15. 57. 23	. 85861	8. 164	14. 976	151. 872
90	15. 58. 23	. 87528	8. 186	14. 710	151. 894
91	15. 59. 23	. 89194	8. 207	14. 454	151. 915
92	16. 0. 23	. 90861	8. 229	14. 207	151. 937
93	16. 2. 23	. 94195	8. 271	13. 740	151. 979
94	16. 4. 23	. 97528	8. 312	13. 304	152. 020
95	16. 6. 23	1. 00861	8. 350	12. 898	152. 058
96	16. 10. 23	1. 07528	8. 425	12. 160	152. 133
97	16. 14. 23	1. 14195	8. 496	11. 508	152. 204
98	16. 16. 23	1. 17528	8. 528	11. 210	152. 236
99	16. 18. 23	1. 20861	8. 560	10. 929	152. 268
100	16. 20. 23	1. 24195	8. 591	10. 662	152. 299
101	16. 22. 23	1. 27528	8. 621	10. 410	152. 329
102	16. 24. 23	1. 30861	8. 651	10. 170	152. 359
103	16. 26. 23	1. 34194	8. 680	9. 942	152. 388
104	16. 28. 23	1. 37528	8. 708	9. 725	152. 416
105	16. 30. 23	1. 40861	8. 735	9. 519	152. 443
106	16. 32. 23	1. 44195	8. 762	9. 322	152. 470
107	16. 34. 23	1. 47528	8. 787	9. 134	152. 495
108	16. 36. 23	1. 50861	8. 813	8. 954	152. 521
109	16. 40. 23	1. 57528	8. 863	8. 618	152. 571
110	16. 44. 23	1. 64195	8. 909	8. 308	152. 617
111	16. 48. 23	1. 70861	8. 955	8. 023	152. 663
112	16. 52. 23	1. 77528	8. 996	7. 760	152. 704
113	16. 56. 23	1. 84194	9. 038	7. 515	152. 746
114	17. 0. 23	1. 90861	9. 079	7. 287	152. 787
115	17. 4. 23	1. 97528	9. 115	7. 075	152. 823
116	17. 8. 23	2. 04195	9. 153	6. 877	152. 861
117	17. 12. 23	2. 10861	9. 187	6. 691	152. 895
118	17. 16. 23	2. 17528	9. 221	6. 517	152. 929
119	17. 20. 23	2. 24195	9. 256	6. 352	152. 964
120	17. 24. 23	2. 30861	9. 288	6. 198	152. 996

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
121	17. 28. 23	2. 37528	9. 317	6. 052	153. 025
122	17. 32. 23	2. 44195	9. 347	5. 914	153. 055
123	17. 36. 23	2. 50861	9. 375	5. 784	153. 083
124	17. 40. 23	2. 57528	9. 403	5. 660	153. 111
125	17. 44. 23	2. 64195	9. 432	5. 542	153. 140
126	17. 48. 23	2. 70861	9. 460	5. 430	153. 168
127	17. 52. 23	2. 77528	9. 485	5. 324	153. 193
128	17. 56. 23	2. 84194	9. 511	5. 222	153. 219
129	18. 0. 23	2. 90861	9. 534	5. 126	153. 242
130	18. 4. 23	2. 97528	9. 558	5. 033	153. 266
131	18. 8. 23	3. 04195	9. 581	4. 945	153. 289
132	18. 12. 23	3. 10861	9. 605	4. 860	153. 313
133	18. 16. 23	3. 17528	9. 627	4. 779	153. 335
134	18. 20. 23	3. 24195	9. 647	4. 701	153. 355
135	18. 24. 23	3. 30861	9. 669	4. 627	153. 377
136	18. 28. 23	3. 37528	9. 690	4. 555	153. 398
137	18. 32. 23	3. 44195	9. 709	4. 486	153. 417
138	18. 36. 23	3. 50861	9. 730	4. 420	153. 438
139	18. 40. 23	3. 57528	9. 748	4. 356	153. 456
140	18. 44. 23	3. 64195	9. 767	4. 295	153. 475
141	18. 48. 23	3. 70861	9. 786	4. 236	153. 494
142	18. 52. 23	3. 77528	9. 805	4. 179	153. 513
143	18. 56. 23	3. 84194	9. 821	4. 123	153. 529
144	19. 0. 23	3. 90861	9. 838	4. 070	153. 546
145	19. 4. 23	3. 97528	9. 856	4. 019	153. 564
146	19. 8. 23	4. 04195	9. 872	3. 969	153. 580
147	19. 12. 23	4. 10861	9. 889	3. 921	153. 597
148	19. 16. 23	4. 17528	9. 904	3. 874	153. 612
149	19. 20. 23	4. 24195	9. 920	3. 829	153. 628
150	19. 26. 23	4. 34194	9. 943	3. 764	153. 651
151	19. 32. 23	4. 44195	9. 966	3. 702	153. 674
152	19. 38. 23	4. 54195	9. 988	3. 642	153. 696
153	19. 44. 23	4. 64195	10. 008	3. 585	153. 716
154	19. 50. 23	4. 74195	10. 029	3. 531	153. 737
155	19. 56. 23	4. 84194	10. 049	3. 478	153. 757
156	20. 0. 23	4. 90861	10. 062	3. 445	153. 770
157	20. 10. 23	5. 07528	10. 093	3. 364	153. 801
158	20. 20. 23	5. 24195	10. 124	3. 289	153. 832
159	20. 30. 23	5. 40861	10. 153	3. 219	153. 861
160	20. 40. 23	5. 57528	10. 181	3. 152	153. 889
161	20. 50. 23	5. 74195	10. 209	3. 090	153. 917
162	21. 0. 23	5. 90861	10. 235	3. 031	153. 943
163	21. 10. 23	6. 07528	10. 260	2. 975	153. 968
164	21. 20. 23	6. 24195	10. 284	2. 922	153. 992

no du point	t (heures)	dt (heures)	dp (kg/cm2)	tp+dt / dt	p (kg/cm2)
165	21. 30. 23	6. 40861	10. 307	2. 872	154. 015
166	21. 40. 23	6. 57528	10. 332	2. 825	154. 040
167	21. 50. 23	6. 74195	10. 353	2. 780	154. 061
168	22. 0. 23	6. 90861	10. 374	2. 737	154. 082
169	22. 10. 23	7. 07528	10. 394	2. 696	154. 102
170	22. 20. 23	7. 24195	10. 414	2. 657	154. 122
171	22. 30. 23	7. 40861	10. 433	2. 620	154. 141
172	22. 40. 23	7. 57528	10. 452	2. 584	154. 160
173	22. 50. 23	7. 74195	10. 470	2. 550	154. 178
174	23. 0. 23	7. 90861	10. 488	2. 517	154. 196
175	23. 10. 23	8. 07528	10. 505	2. 486	154. 213
176	23. 20. 23	8. 24195	10. 521	2. 456	154. 229
177	23. 30. 23	8. 40861	10. 538	2. 427	154. 246
178	23. 40. 23	8. 57528	10. 553	2. 399	154. 261
179	23. 50. 23	8. 74195	10. 569	2. 373	154. 277
180	0. 0. 23	8. 90861	10. 584	2. 347	154. 292
181	0. 10. 23	9. 07528	10. 598	2. 322	154. 306
182	0. 20. 23	9. 24194	10. 612	2. 298	154. 320
183	0. 30. 23	9. 40861	10. 625	2. 275	154. 333
184	0. 40. 23	9. 57528	10. 641	2. 253	154. 349
185	0. 50. 23	9. 74194	10. 652	2. 232	154. 360
186	1. 0. 23	9. 90861	10. 665	2. 211	154. 373
187	1. 10. 23	10. 07528	10. 678	2. 191	154. 386
188	1. 20. 23	10. 24194	10. 691	2. 172	154. 399
189	1. 30. 23	10. 40861	10. 703	2. 153	154. 411
190	1. 40. 23	10. 57528	10. 713	2. 135	154. 421
191	1. 50. 23	10. 74194	10. 724	2. 117	154. 432
192	2. 0. 23	10. 90861	10. 736	2. 100	154. 444
193	2. 10. 23	11. 07528	10. 746	2. 083	154. 454
194	2. 20. 23	11. 24194	10. 759	2. 067	154. 467
195	2. 30. 23	11. 40861	10. 769	2. 052	154. 477
196	2. 40. 23	11. 57528	10. 779	2. 037	154. 487
197	2. 50. 23	11. 74194	10. 788	2. 022	154. 496

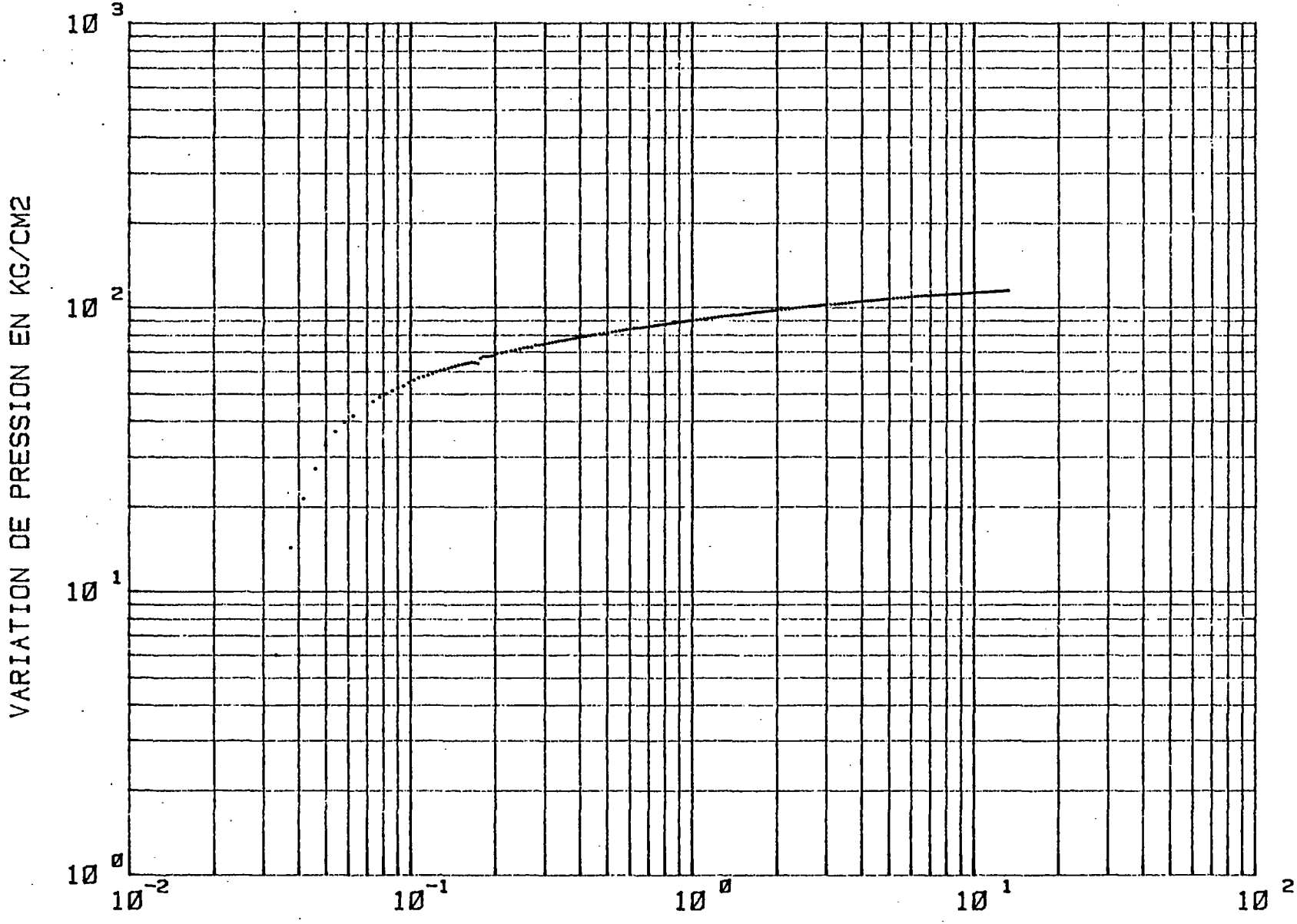


FIGURE 1 - DT EN HEURES
TEST DE FORMATION - EPERNAY GEPE2
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME LOG LOG

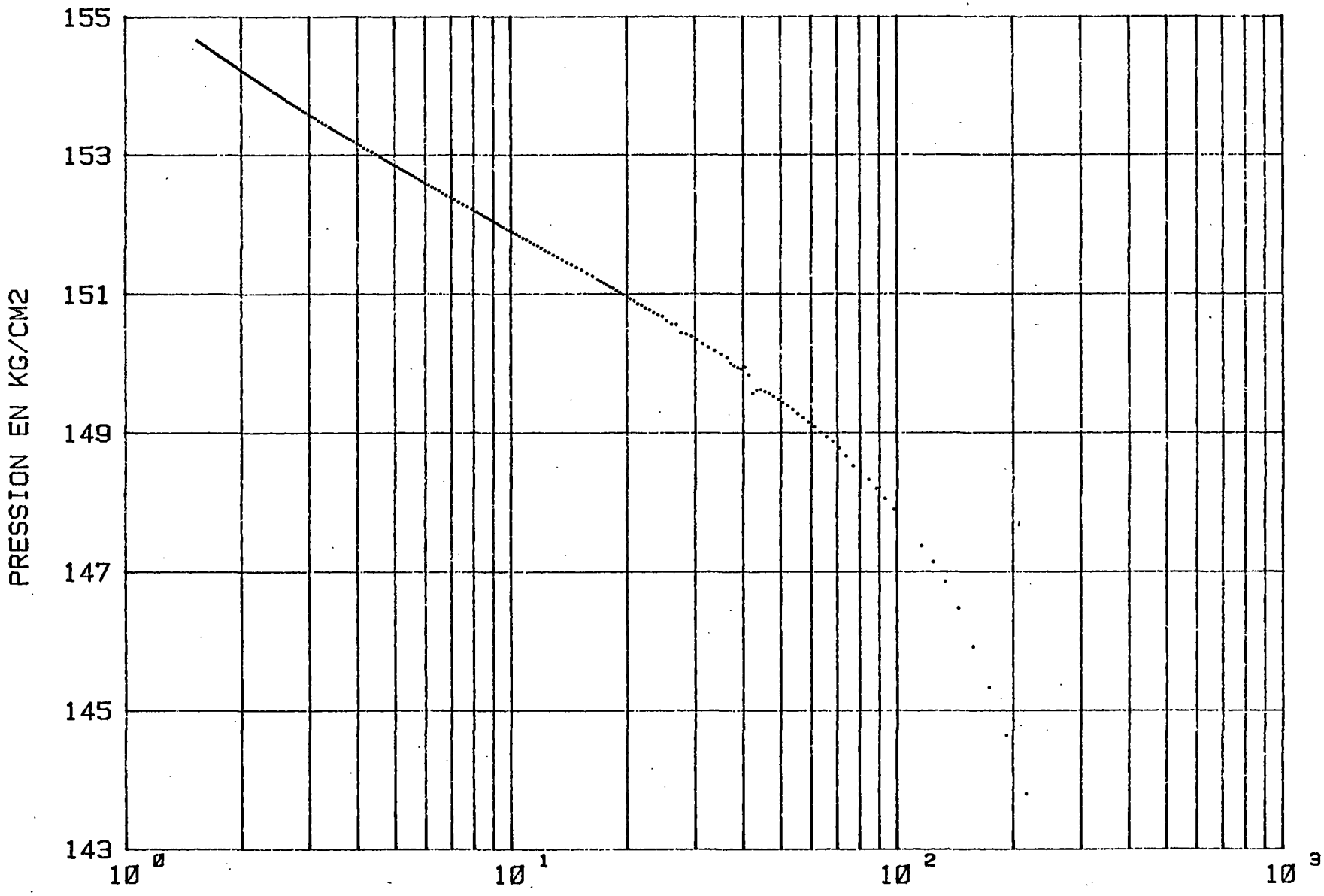


FIGURE 2 - (TP+DT)/DT
TEST DE FORMATION - EPERNAY GEPE2
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME DE HORNER

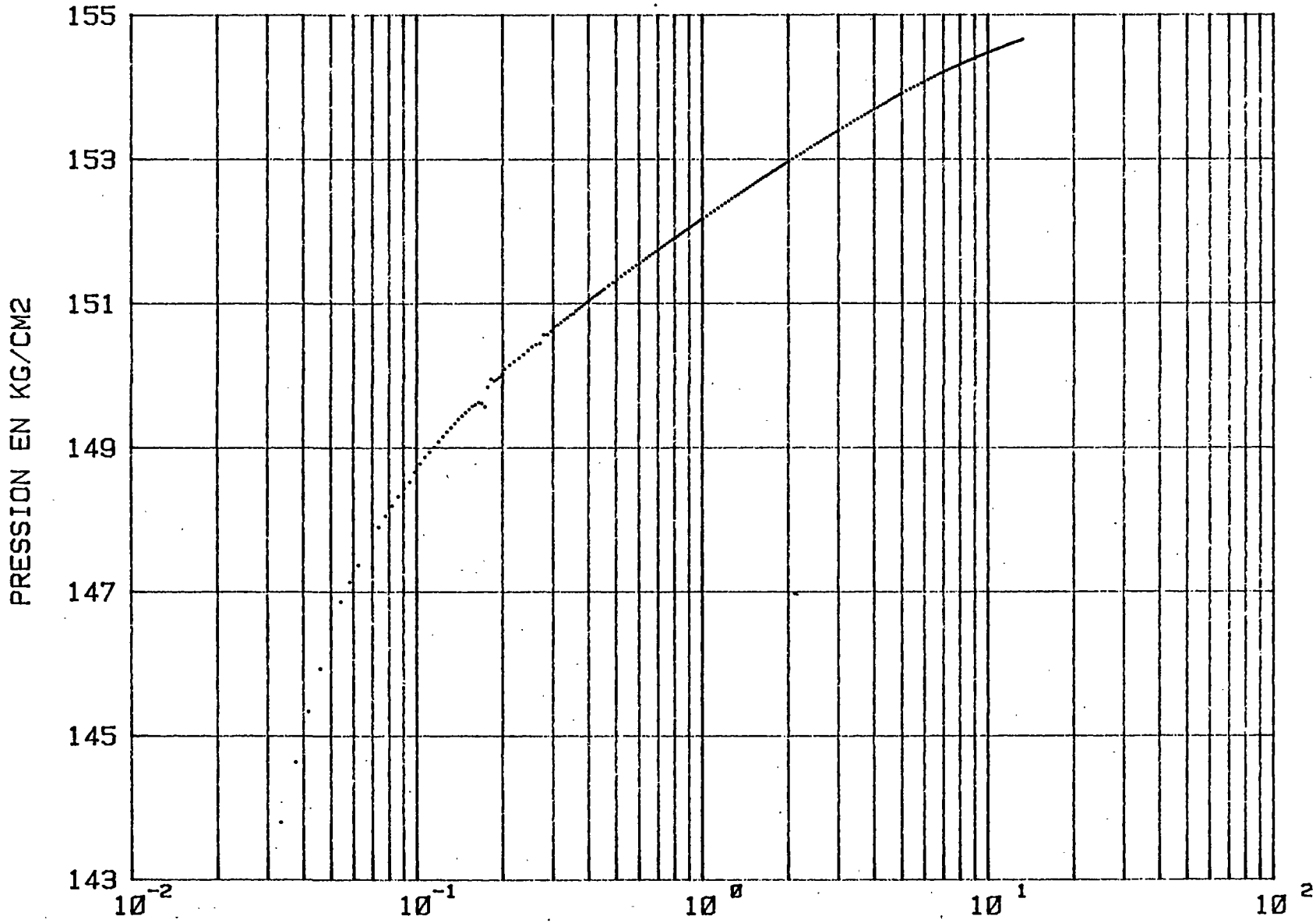


FIGURE 3 - DT EN HEURES
TEST DE FORMATION - EPERNAY GEPE2
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME SEMI LOG

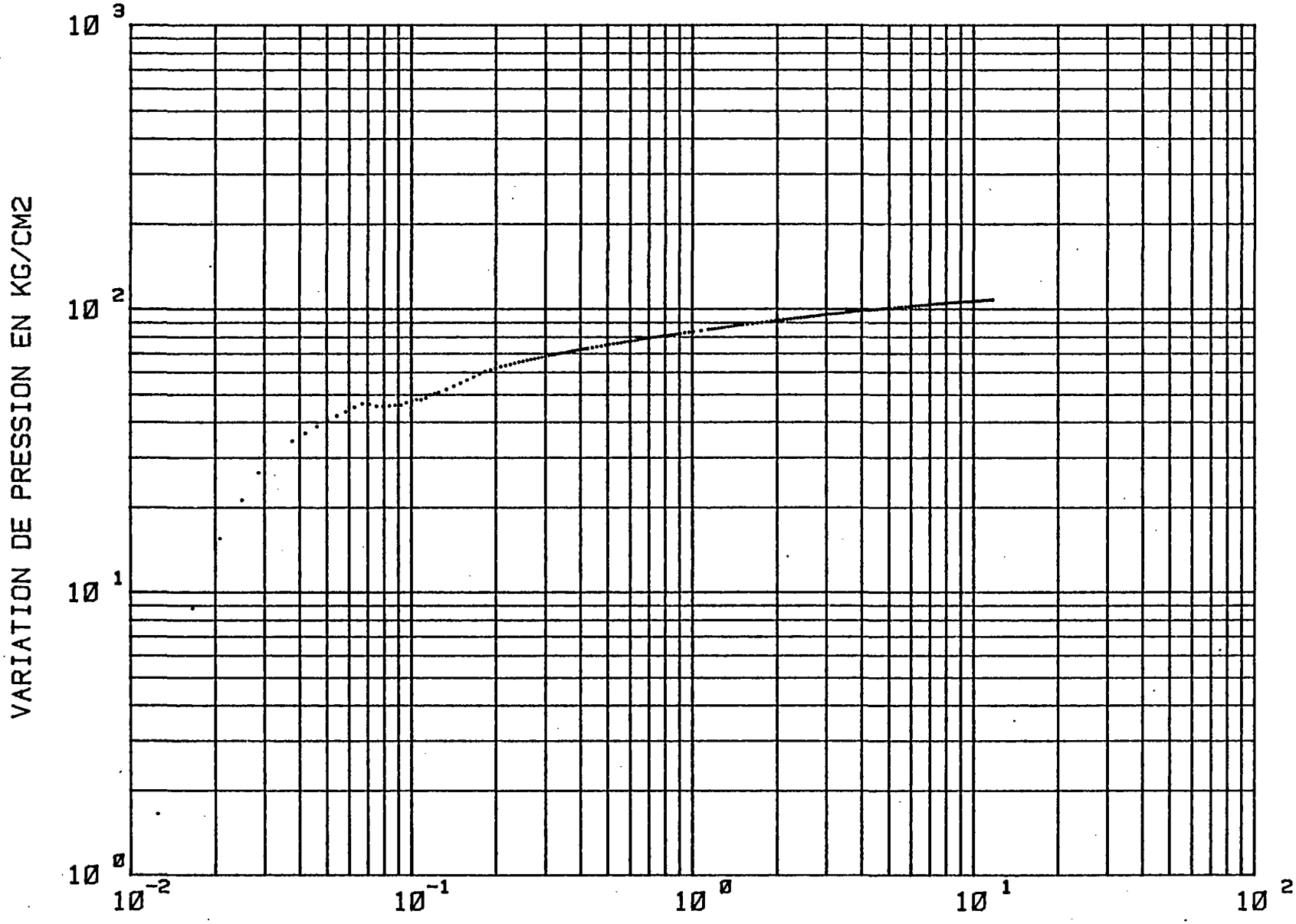


FIGURE 1b - DT EN HEURES
TEST DE FORMATION - EPERNAY GEPE2
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME LOG LOG

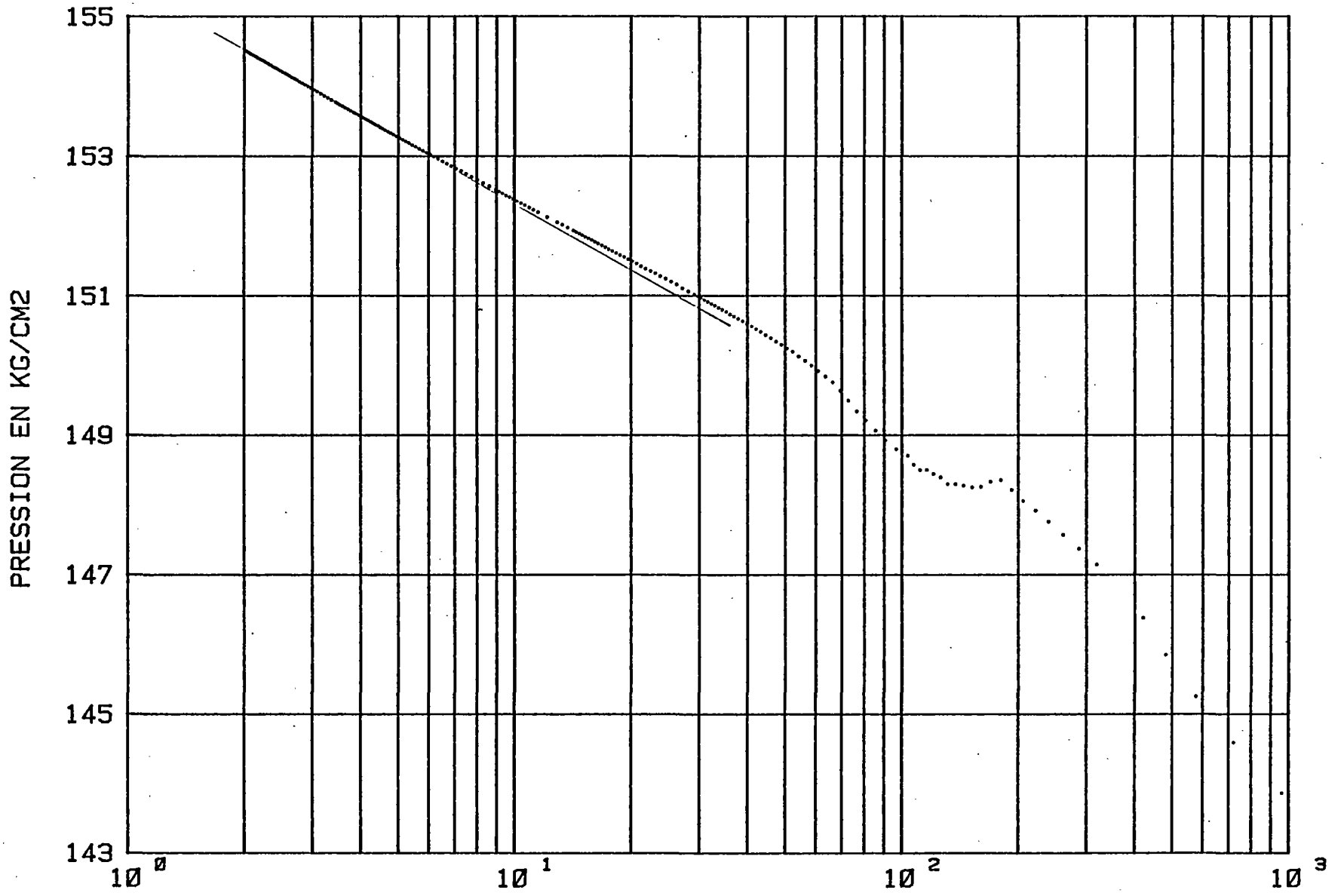


FIGURE 2b - (TP+DT)/DT
TEST DE FORMATION - EPERNAY GEPE2
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME DE HORNER

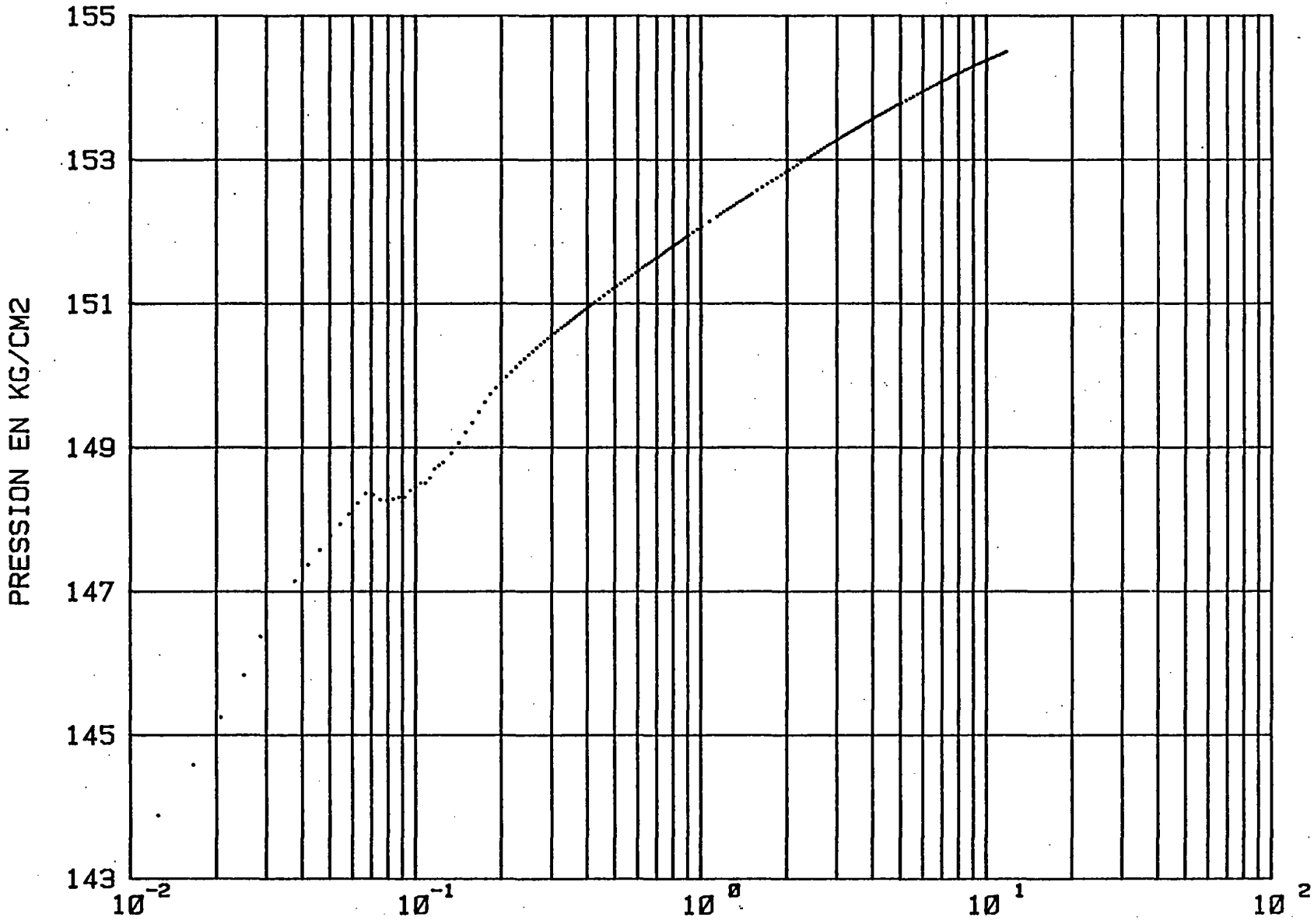


FIGURE 3b - DT EN HEURES
TEST DE FORMATION - EPERNAY GEPE2
REMONTEE DE PRESSION APRES FERMETURE-DIAGRAMME SEMI LOG

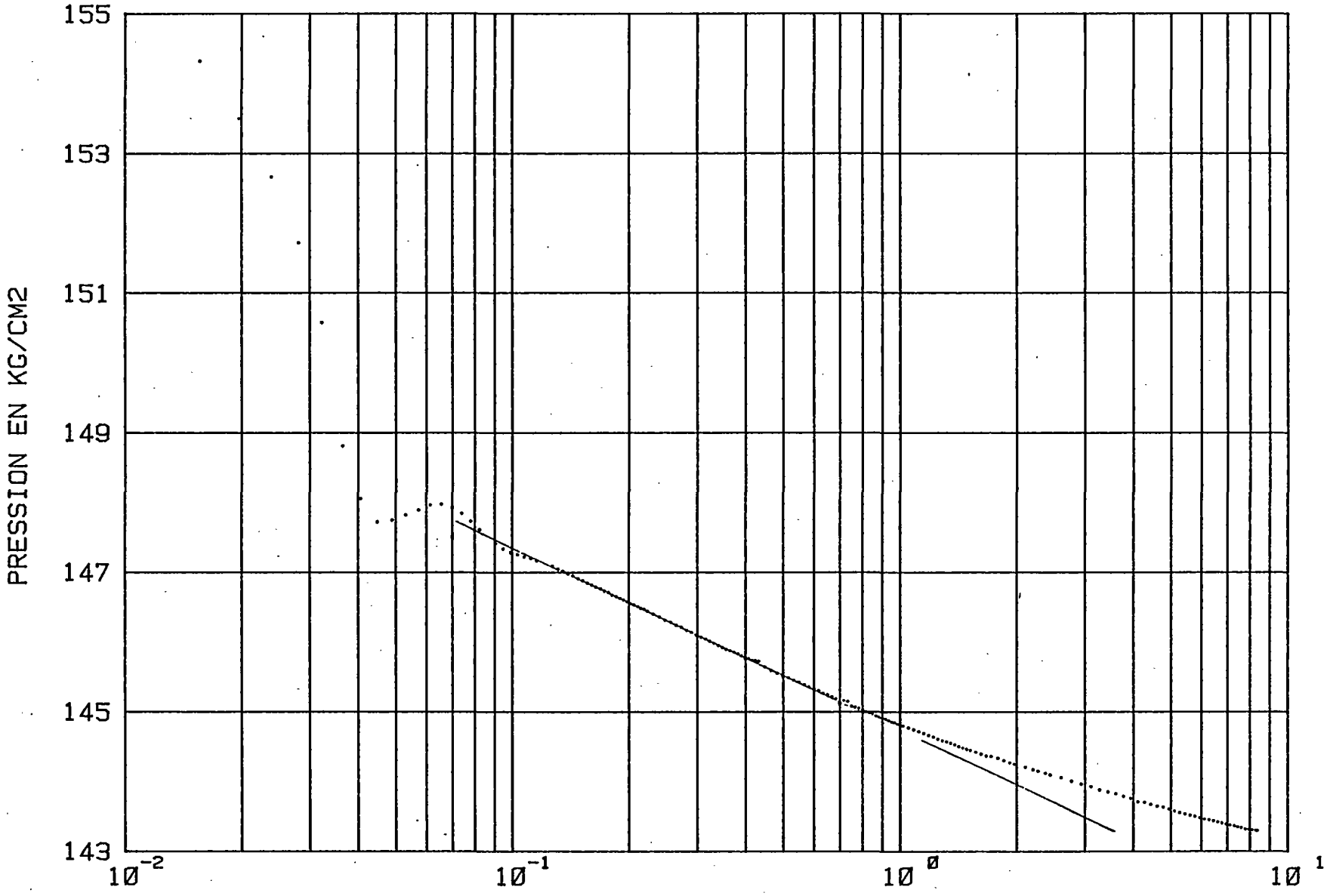


FIGURE 4 - DT EN HEURES
TEST D'INTERFERENCE EN GEPE2
PRODUCTION EN GEPE2 ; INJECTION EN GEPE1

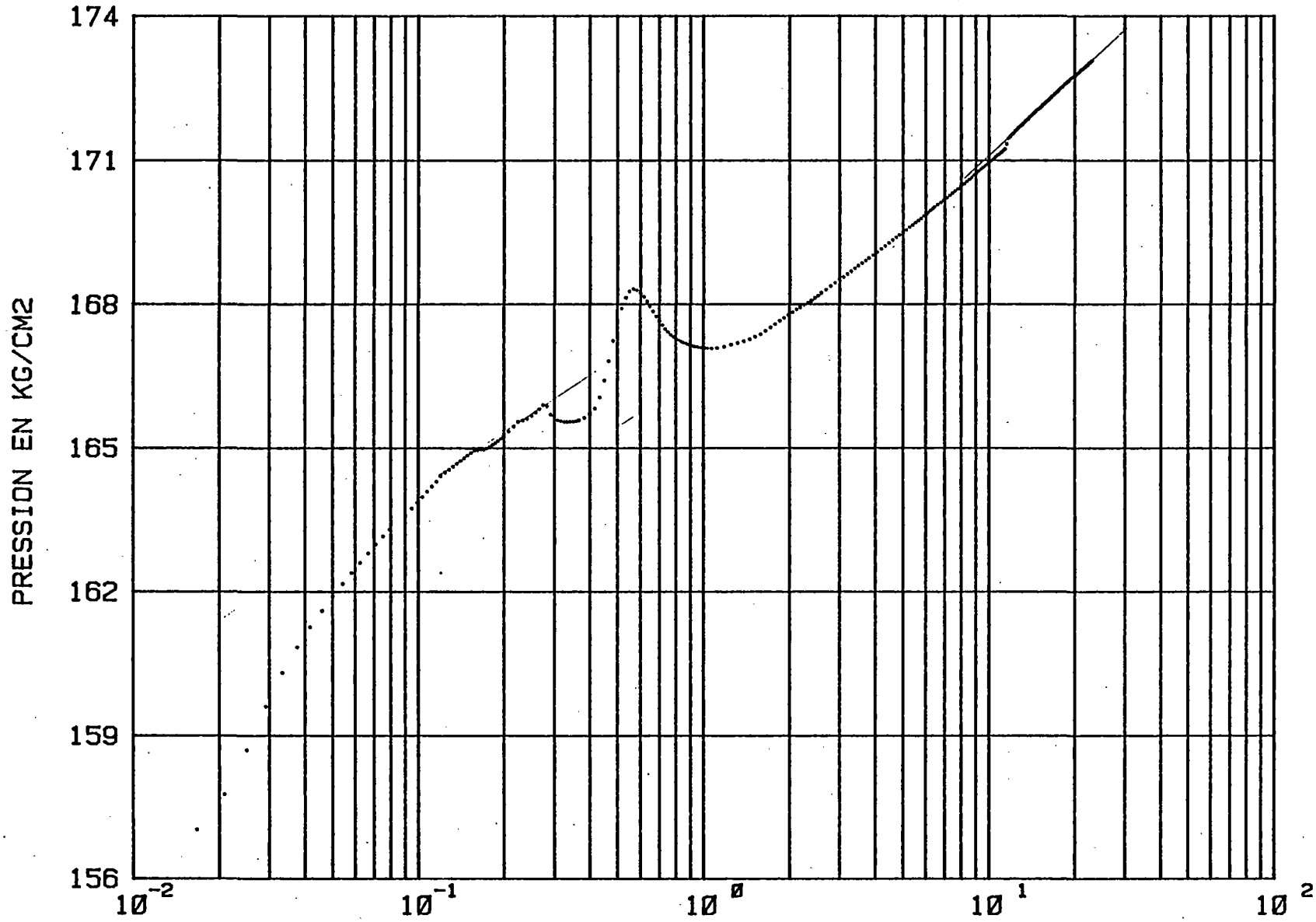


FIGURE 4b- DT EN HEURES
TEST D'INJECTION - EPERNAY GEPE2
DIAGRAMME SEMI LOG

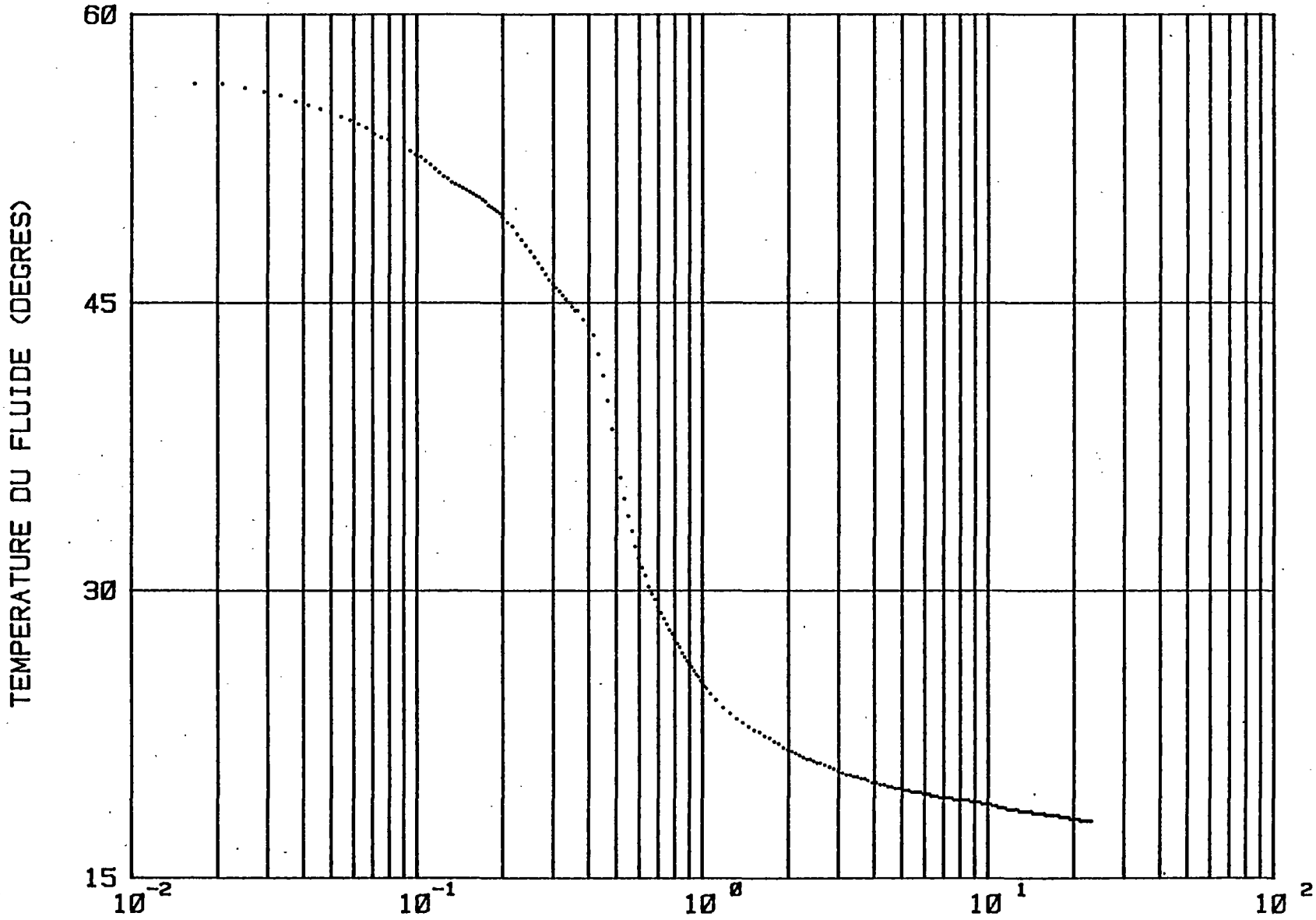


FIGURE 5 - DT EN HEURES
TEST D'INJECTION - EPERNAY GEPE2
TEMPERATURE DU FLUIDE INJECTE EN FOND DE PUITS

CHAPITRE VII

RAPPORT GEOCHIMIQUE

EPERNAY

RAPPORT GÉOCHIMIQUE

Un prélèvement du fluide géothermique du fond de puits a été réalisé sur GEPE 1.

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

Les analyses chimiques de GEPE 2 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 GEPE 1 et généralisées à l'ensemble du réservoir du Dogger au droit d'Epernay.

VII. I - CHIMIE DE L'EAU GEOTHERMALE

VII.I.1. Prélèvements

Les prélèvements de surface pour analyse détaillée ont été effectués le 04/06/1982 pour GEPE 1 et le 19/07/1982 pour GEPE 2, chaque puits produisant alors en air lift (débit non artésien). La température de fond est de 60° C.

L'eau géothermique a été conditionnée de façon spécifique en fonction des types d'analyse à effectuer :

- anions : HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}
- cations : Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+
- éléments trace : Ba, Li, Rb, Fe, F, Mn, B.
- silice
- gaz produits à température de fond de puits et 1 atmosphère par dégazage de l'échantillon de fond
- gaz analysés : CO_2, Ar, O_2, N_2, CH_4, C_2H_6, H_2S.

Par ailleurs, la mesure de pH a été faite sur le lieu-même du forage.

FORAGE D'EPERNAY

ANALYSE CHIMIQUE DE L'EAU GEOTHERMALE (FORAGE : GEPE 1-2)

Juin - Juillet 1982

- PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

T. de fond : 60° C pH : 7,5 Résistivité : (Ohm/cm) : /

Salinité totale (g/l) : 10,54 Hydrocarbures totaux : /

- ELEMENTS MAJEURS (Concentrations en mg/l)

Cations :	Ca : 576	Mg : 124	Na : 2920	K : 48,1
Anions :	HCO_3 : 397	Cl : 6035	SO_4 : 400	NH_4 : 12,2
Complexes :	SiO_2 : 28			

- ELEMENTS EN TRACE (Concentration en mg/l)

Ba : /	Li : /	Rb : /	Sr : /	B : /
Fe : $\leqslant$ 0,10	F : /	Mn : /	Sulfures totaux : non analysé	

- GAZ PRODUITS à T = 58°C et 1 Atm PAR DEGAZAGE DE L'ECHANTILLON DE FOND (pourcentage molaire)

CO_2 : 57,74	Ar : /	O_2 : /	N_2 : 19,03	CH_4 : 4,87
C_2H_6 : 1,15		H_2S : 16,67	H_2 : /	

- DONNEES CONCERNANT L'ECHANTILLON DE FOND

HCO_3^- : 641 mg/l ; teneur en H_2S de l'eau résiduelle : 43 mg/l

soufre total dans l'échantillon : 108 mg/l

- RAPPORT PHASE GAZEUSE/PHASE LIQUIDE = 0,043

Le prélèvement de fond réalisé a permis l'analyse chimique qualitative du fluide au toit du réservoir. Cette analyse porte sur six points distincts :

- les relations pression-volume du fluide géothermique à température de réinjection
- les relations pression-volume du fluide géothermique à température de production avec contrôle du point de bulle sur un second échantillon
- test de séparation phase liquide - phase gazeuse pour deux échantillons. Ce test fournira des données sur la pression au fond du puits, les proportions d'eau et de gaz (GLR) et la composition de l'eau résiduelle
- analyse du gaz libéré au cours de la séparation
- analyse bactériologique (ferro-bactéries, bactéries sulfato-réductrices)
- analyse chimique

VII.I.2. Description de l'eau et des gaz

L'eau produite en surface était de couleur grisâtre comme celle prélevée au fond. De plus, l'échantillon de fond présentait des dépôts de particules noires et des traces de corps gras. L'odeur fétide était marquée.

Les caractéristiques physiques de cette eau sont donc conformes à celles rencontrées dans la nappe du Dogger dans la partie est du Bassin Parisien.

L'analyse chimique (planche 1) montre une eau peu chargée (10,54 g/l) de type chloruré sodique. Les autres espèces dominantes sont le calcium, les carbonates, les sulfates.

La phase gazeuse est essentiellement constituée de gaz carbonique, d'azote et d'hydrogène sulfuré.

VII.I.3. 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 proviennent du lessivage de formations sédimentaires évaporitiques composées en majeure partie par des sels minéraux(NaCl, KCl).

- les sulfates proviennent du lessivage de formations évaporitiques composées par du gypse et de l'anhydrite - tous deux sulfates de calcium minéraux

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

- le calcium, le magnésium et le strontium proviennent du lessivage de minéraux carbonatés tels que calcite, dolomite, strontianite.

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

VII. 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.

VII. 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_2S)

Au cours du forage du réservoir d'Epernay, l'odeur caractéristique d'H_2S 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_2S dégazé par l'échantillon de fond : 16,67 % molaire ; teneur en H_2S de l'eau résiduelle : 43 mg/l

. concentration en soufre total dans l'échantillon de fond : 108 mg/l

Ces teneurs sont globalement conformes avec celles trouvées dans les eaux de la nappe de Dogger dans la partie Est du Bassin Parisien

b) Dioxyde de carbone (CO_2)

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_2 se fait principalement sentir à la réinjection, un abaissement de température favorisant une redissolution du gaz, la concentration de CO_2 obtenue par dégazage de l'échantillon de fond (57,74 % molaire) est du même ordre de grandeur que celle rencontrée dans les autres doublets exploitant le Dogger.

Conclusion Parmi les gaz présents dans le fluide géothermique d'Epernay, l'hydrogène sulfuré et le gaz carbonique, assez abondants par rapport à la moyenne des concentrations classiquement observées, 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 époxy et d'échangeurs en 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+ et Cl^- responsables, en liaison avec la teneur en oxygène, des phénomènes de corrosion localisée par piqûres. Une comparaison de la concentration relevée à Epernay (Dogger) montre que les eaux d'Epernay ont des teneurs en Na^+ et Cl^- très inférieures aux teneurs moyennes.
Les phénomènes de corrosion liés à la salinité seront donc vraisemblablement beaucoup moins importants que ceux des autres doublets géothermiques.

RESERVOIR	DOGGER	
SITE	EPERNAY	MOYENNE
- Salinité totale (g/l)	10,54	26
- Na^+ (mg/l)	2920	-
- Cl^- (mg/l)	6035	-
- Salinité NaCl (mg/l)	8955	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 2.1.3.)
Comme précédemment, si nous effectuons une comparaison des concentrations, nous pouvons prévoir que ce phénomène ne devrait avoir guère plus d'ampleur à Epernay que dans les autres doublets exploitant le Dogger.

RESERVOIR	DOGGER	
SITE	EPERNAY	MOYENNE
. SO_4^{--} (mg/l)	400	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 Epernay : $\leqslant$ 0,10 mg/l) et provenant de la corrosion de surfaces métalliques (tubage 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 fin de 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.
La teneur en sulfures totaux n'a pas été analysée, la détermination de cette concentration étant en effet difficilement fiable, à partir d'un prélèvement effectué en air lift. Seul, l'échantillon de fond a donné des valeurs fiables (voir II.1.1.a).

VII.II.1.2. LA CORROSION MECANIQUE

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.).

VII. II.1.3. LA CORROSION BACTERIENNE

Les résultats actuels sont résumés dans le tableau suivant :

a) LIEUX DE PRELEVEMENT		GEPE 1 - FOND DE PUITS		
DATE D'ANALYSE		24 h	8 j	24 j
Type de bactéries	T° C			
Bactéries sulfato-réductrices	35	++	++	+
	55	++	+	+-
Ferro-bactéries	35	++	++	+
	55	++	+	+-

LEGENDE : +- Présence peu importante
+ Présence importante
++ Présence très importante

Remarquons que les analyses exécutées uniquement sur les prélèvements de fond ne peuvent être généralisées sans contrôle ; ces résultats devront être précisés ultérieurement. En effet, pour des raisons liées au déroulement des travaux d'essais, les prélèvements de surface effectués en phase d'air lift n'ont pas été analysés, du fait de la pollution probable par l'oxygène.

Le tableau précédent montre cependant de toute évidence un affaiblissement de l'activité bactérienne vraisemblablement dû à un appauvrissement volontaire du milieu de culture non renouvelé en cours d'analyse.

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°. 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.

Cependant le seuil supérieur habituel de température pour la présence de bactéries est de 55° C. Les résultats obtenus à Epernay ne sont pas anormaux, mais devront être confirmés lors d'analyses ultérieures.

Pour mémoire, précisons 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 $SO4^-$ 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.

VII. II.2. Les dépôts

La température de l'eau de 60° C au fond, sera comprise après passage dans l'échangeur entre 40° et 30° C.

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 7,5, nous pouvons considérer que l'eau est saturée en calcite et en quartz.

. la calcite et les carbonates

Dans la mesure où on ne procèdera pas au dégazage de l'eau, dégazage qui amènerait une sursaturation de l'eau en calcite 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 d'Epernay (28 g/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 calcédoine). 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.

VII. II.3. 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 suivants, la température de production en surface étant de 58° C, la température de réinjection de 35° C.

- le niveau du point de bulle est d'environ 3,3 bars (pression absolue) à 35° C et 3,8 bars (pression absolue) à 58° C.

COMPAGNIE : S. E. D. M. A.

PUITS : GEPE-1

RELATION-PRESSION-VOLUME DU FLUIDE DE GISEMENT A 58° C

	Pression (bars rel.)	Volume relatif (V/VPb-m3/m3)	Coefficient compressibilité (bat-1 x 10-5)
	276,7	0,9918	
	207,3	0,9930	1,75
Pf =	182,9	0,9934	1,93
	138,1	0,9944	2,12
	69,2	0,9962	2,63
	34,9	0,9975	3,63
	14,0	0,9986	5,32
	4,4	0,9995	9,69
Pb =	2,8	1,0000	30,22
	2,4	1,0012	
	1,8	1,0042	
	1,3	1,0117	
	0,9	1,0283	
	0,6	1,0627	
	0,5	1,1067	
	0,3	1,1944	

Coefficient de dilatation thermique (°C-1) = $0,460 \times 10^{-3}$

(entre 24,8 et 58° C)

COMPAGNIE : S. E. D. M. A.

PUITS : GEPE-1

CONTROLE DU POINT DE BULLE DE L'ECHANTILLON No 2 A 58°C

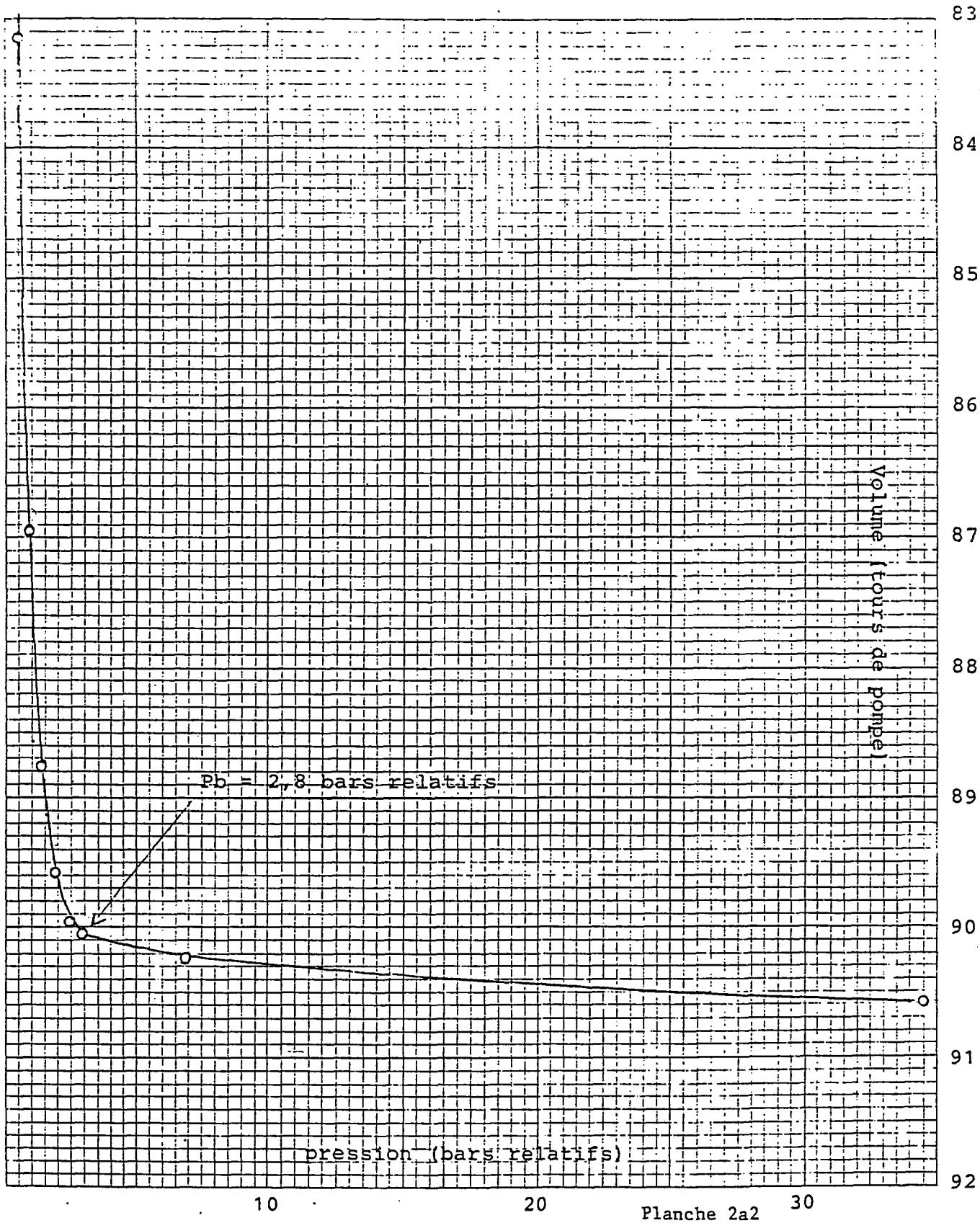


Planche 2a2

COMPAGNIE : S. E. D. M. A.
PUITS : GEPE-1

RELATION-PRESSION-VOLUME DU FLUIDE DE GISEMENT A 58°C

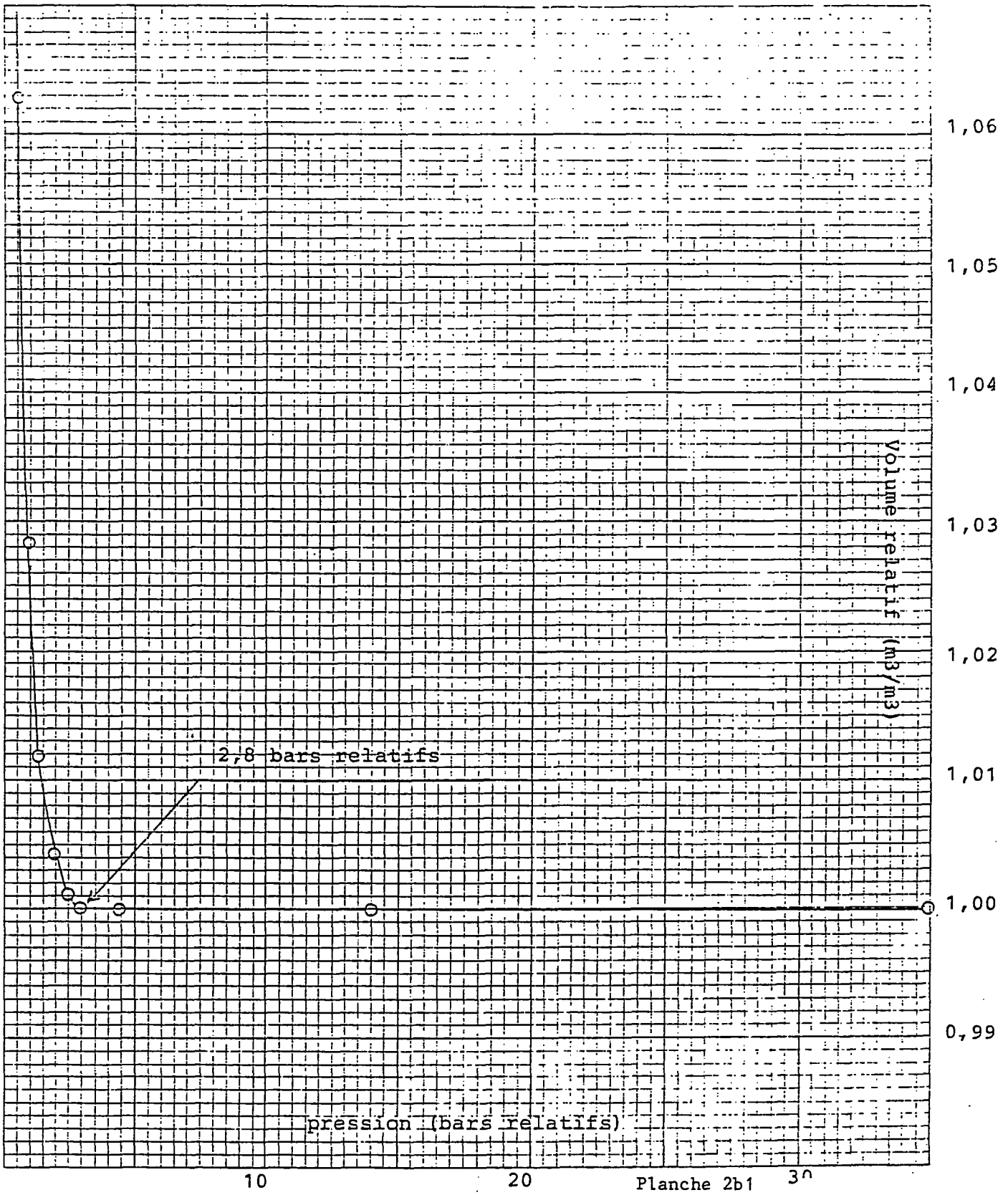


Planche 2b1

COMPAGNIE : S. E. D. M. A.

PUITS : GEPE-1

CONTROLE DU POINT DE BULLE DE L'ECHANTILLON N° 2 A 58° C

Pression (bars rel.)	Volume (tours de pompe)
255,1	92,39
206,9	91,98
137,9	91,44
69	90,87
34,5	90,59
6,9	90,21
Pb = 2,8	90,05
2,4	89,93
1,8	89,59
1,3	88,76
0,9	86,93
0,6	83,14
0,5	78,29
0,3	68,62

COMPAGNIE : S. E. D. M. A.

PUITS : GEPE-1

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

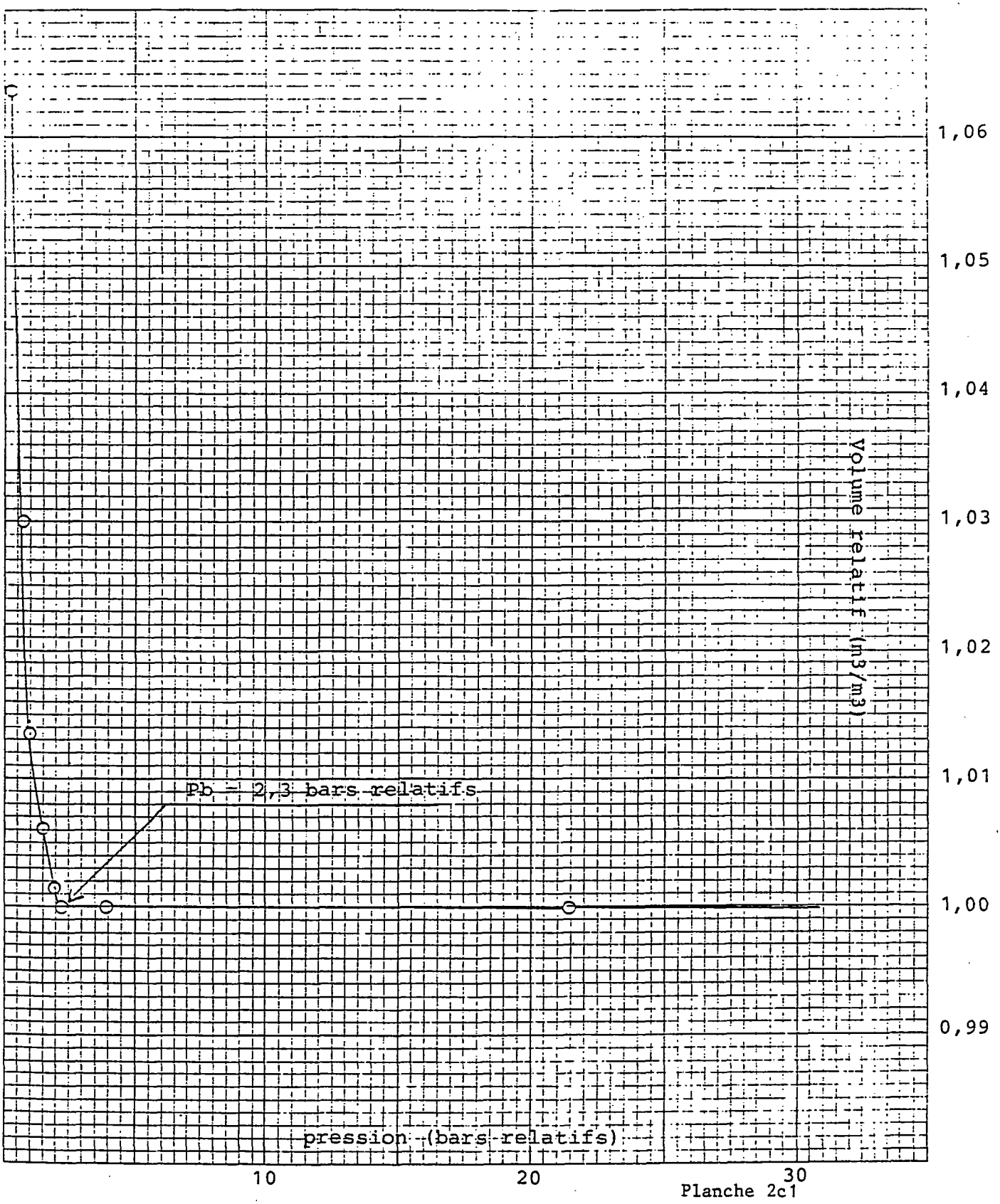


Planche 2c1

COMPAGNIE : S. E. D. M. A.

PUITS : GEPE-1

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

Pression (bars rel.)	Volume relatif V/Vpb-m3/m3)	Coefficient de compressibilité (bar-1 x 10-5)
267,7	0,9938	
208,2	0,9953	2,21
Pf = 182,9	0,9958	2,21
138,9	0,9969	2,23
69,7	0,9984	2,26
21,4	0,9995	2,32
10,3	0,9998	2,38
3,8	0,9999	2,45
Pb = 2,3	1,0000	2,60
1,9	1,0014	
1,4	1,0061	
1,0	1,0135	
0,7	1,0300	
0,3	1,0637	
0,2	1,1141	

Coefficient de dilatation thermique (°C-1) = 0.355×10^{-3}

(entre 24,8 et 35° C)

Planche 2c2

LOG GEOLOGIQUE DE CHANTIER

Partie : GEOTHERMIE — COPIE 1

MAITRE D'OUVRAGE
Commune de CHEVIGNY
S.E.D.E.

MAITRE D'ŒUVRE
BRGM, DEPARTEMENT GEOTHERMIE

Département : MARNE
Commune : CHEVIGNY
Arrt. stratigraphique : 36

Coordonnées :
X : 3°45'00.00 ouest - sud
Y : 48°45'00.00
Z/x : 174,00 (valeur des extrémités)
Z/y : 181,47

Appareil de forage : DELCO 3000
Entreprise de forage : DELCO FORAGE
Ingénieur de chantier : Guy DUCHENES
Nombre d'outils : 2 (1 à 3 pointes)

Début du sondage : 4 / 5 / 82
Début du forage : 26 / 5 / 82
Fin du forage : 28 / 5 / 82
Profondeur finale : 1201,00 m / 1196,53 NGF
Fin du sondage

Profondeur finale sondage : 1201,0
Profondeur finale traversé Infra : —

Pluviométrie : 1 point = 1 mm

Pluviométrie générale : 1 point = 1 mm

Pluviométrie générale : 1 point = 1 mm

Pluviométrie générale

LOG GEOLOGIQUE DE SYNTHESE

PUITS : **GEOTHERMIE GEPE 1**

MAITRE D'OUVRAGE : Ville d'EPERNAY — S.E.M.A.

MAITRE D'OEUVRE : BRGM DEPARTEMENT GEOTHERMIE

Département : Marne
Commune : **EPERNAY**
Lieu dit : Mont Bernon
Ass. Minéralogique : Craie Champagne-Ardenne

Coordonnées : Lambert (Zone nord)
X : 710172,133 m
Y : 1410356,650 m
Z(sol) Altitude/rapport au profondeur

Profondeur finale sondeur : 1855 m
Profondeur Finale/ Dresser Atlas : 1774 m
Niveau d'eau : Karstique / Fracturé

Surveillance géologique : S.A.M.E.G.A.
Supervision géologique : B.R.G.M. S.G.R/CHA D.Rambaud

Echelle: 1/500

GR AVEC Calliper — GAMMA RAY — DEPTH — SPECIFIC ACOUSTIC TIME — CALIPER — LITHOLOGIE

Principaux niveaux productifs

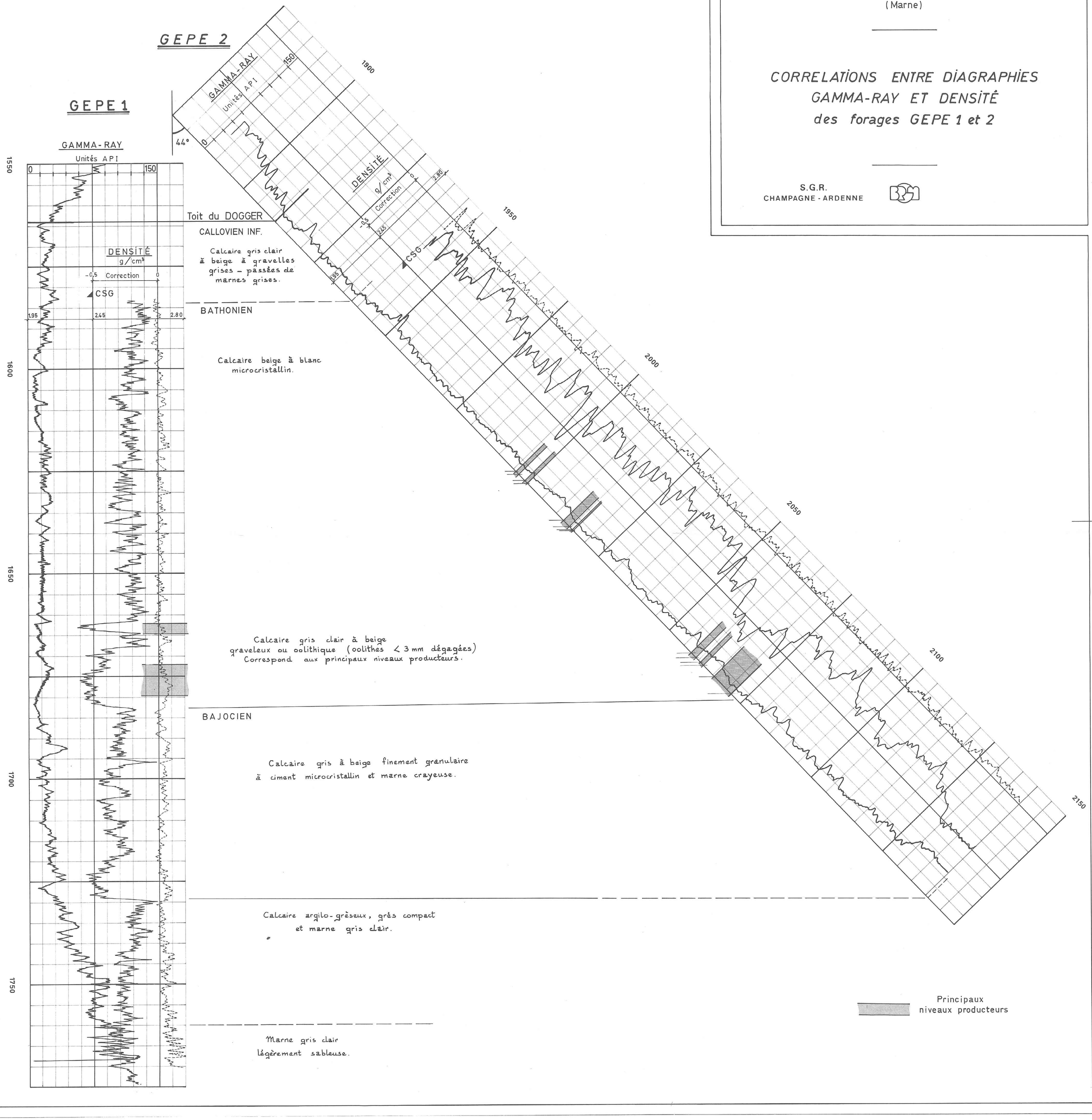
GEOTHERMIE

EPERNAY - Mont Bernon

(Marne)

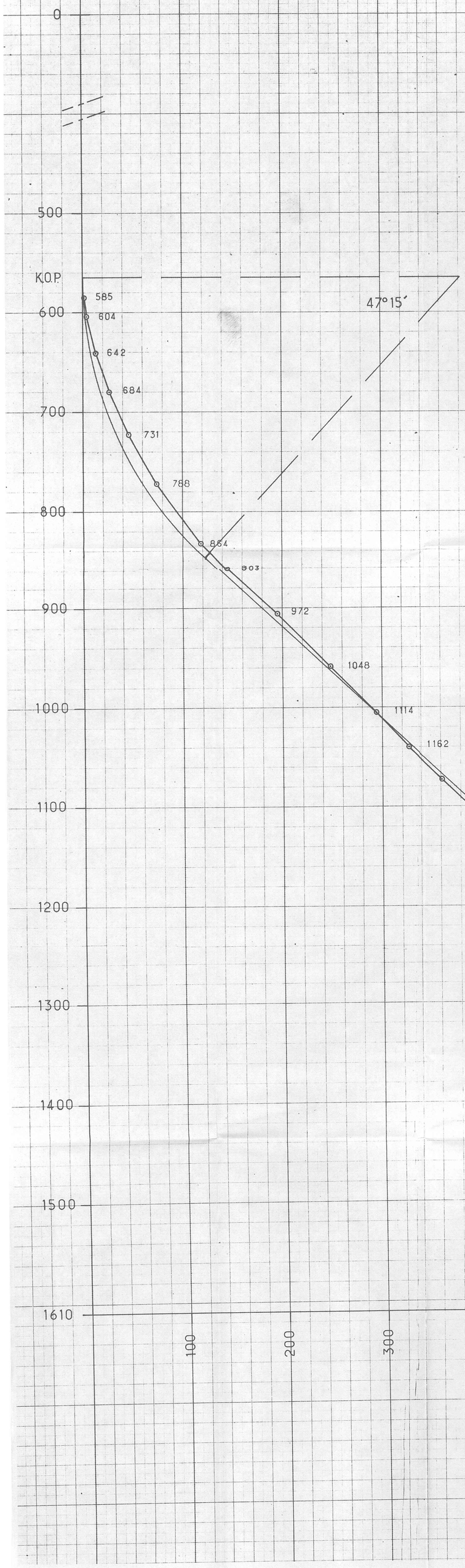
CORRELATIONS ENTRE DIAGRAPHIES GAMMA-RAY ET DENSITÉ des forages GEPE 1 et 2

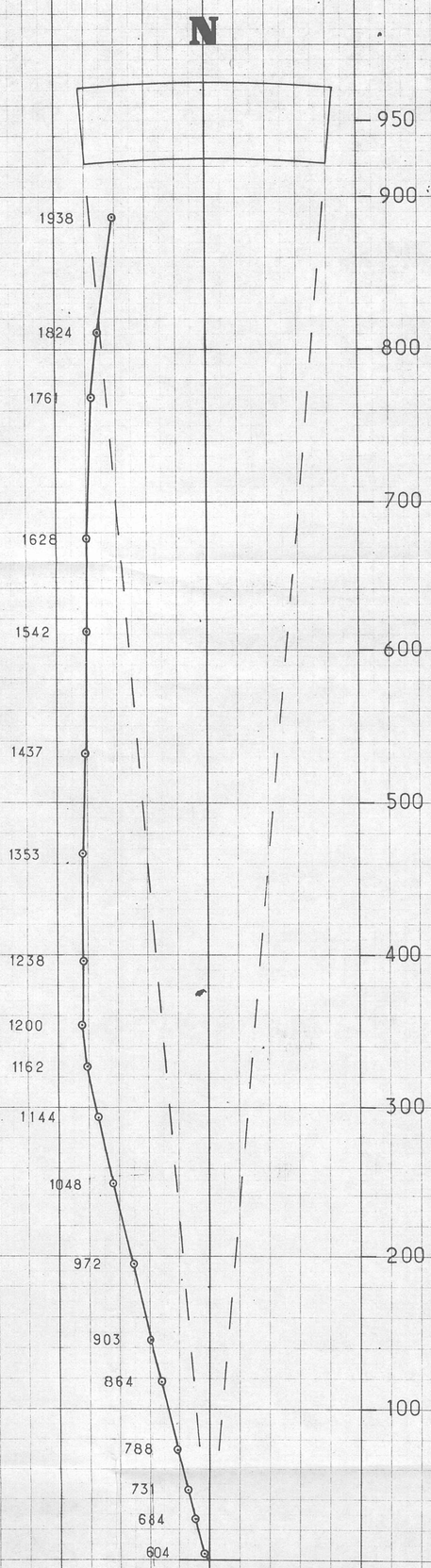
S.G.R.
CHAMPAGNE - ARDENNE



BRGM

GEPE 2





T.D: 2007m

LOG DE FIN DE SONDAGE

Ouvrage : Forage
Commune : Chaumont-sur-Tharonne (41)
Lieu-dit : Le Bois de la Motte

Maître d'ouvrage : Conseil départemental du Loiret
Maître d'œuvre : BRGM

Coordonnées : Lambert 93
X : 579 564 m
Y : 6 676 842 m
Z : 132,5 m NGF
Méthode : GPS différentiel
Précision : ± 0,5 m

Date de forage : 14 au 16 mars 2023
Date de fin de sondage : 17 mars 2023
Profondeur atteinte : 218,5 m
Profondeur stabilisée : 214,2 m
Diamètre : 220 mm → 165 mm → 125 mm
Méthode : Rotation à marteau fond de trou (MFT) avec circulation directe
Fluide de forage : Eau claire
Tubage : 0 à 42 m (acier, 220 mm) ; 42 à 118 m (acier, 165 mm)
Crépines : 95 à 118 m (fente 1,5 mm) ; 150 à 178 m (fente 1,5 mm)
Massif filtrant : Gravier siliceux roulé 2/6 mm
Cimentation : 0 à 42 m (coulis de ciment)
Niveau statique : 12,4 m (17/03/2023)
Débit d'exploitation : 18 m³/h (pompage d'essai 72 h)
Rabattement : 3,1 m
Température de l'eau : 12,6 °C
Conductivité : 412 µS/cm
pH : 7,3
Nitrates : 4,2 mg/L
Fer total : < 0,05 mg/L
Turbidité : 0,8 NFU
Observations : Arrêt du pompage d'essai à 72 h ; remontée complète en 6 h.

Échelle : 1 : 1000

Log stratigraphique	Coupe technique	Lithologie	Cotes
0 à 2 m : Terre végétale brune, limon argileux, racines, humide.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Terre végétale brune, limon argileux, racines, humide.	132,5 à 130,5 m NGF
2 à 9 m : Argile limoneuse brune à grise, plastique, quelques graviers de silex.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Argile limoneuse brune à grise, plastique, quelques graviers de silex.	130,5 à 123,5 m NGF
9 à 14 m : Argile grise à gris-vert, compacte, passées de marne blanche.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Argile grise à gris-vert, compacte, passées de marne blanche.	123,5 à 118,5 m NGF
14 à 18 m : Marne blanche à blanc-beige, tendre, fragments de craie.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Marne blanche à blanc-beige, tendre, fragments de craie.	118,5 à 114,5 m NGF
18 à 22 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex.	114,5 à 110,5 m NGF
22 à 26 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, légèrement plus dure.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, légèrement plus dure.	110,5 à 106,5 m NGF
26 à 30 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	106,5 à 102,5 m NGF
30 à 34 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	102,5 à 98,5 m NGF
34 à 38 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	98,5 à 94,5 m NGF
38 à 42 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 220 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	94,5 à 90,5 m NGF
42 à 46 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	90,5 à 86,5 m NGF
46 à 50 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	86,5 à 82,5 m NGF
50 à 54 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	82,5 à 78,5 m NGF
54 à 58 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	78,5 à 74,5 m NGF
58 à 62 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	74,5 à 70,5 m NGF
62 à 66 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	70,5 à 66,5 m NGF
66 à 70 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	66,5 à 62,5 m NGF
70 à 74 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	62,5 à 58,5 m NGF
74 à 78 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	58,5 à 54,5 m NGF
78 à 82 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	54,5 à 50,5 m NGF
82 à 86 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	50,5 à 46,5 m NGF
86 à 90 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	46,5 à 42,5 m NGF
90 à 94 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	42,5 à 38,5 m NGF
94 à 98 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	38,5 à 34,5 m NGF
98 à 102 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	34,5 à 30,5 m NGF
102 à 106 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	30,5 à 26,5 m NGF
106 à 110 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	26,5 à 22,5 m NGF
110 à 114 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	22,5 à 18,5 m NGF
114 à 118 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Tubage acier 165 mm, cimenté.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	18,5 à 14,5 m NGF
118 à 122 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	14,5 à 10,5 m NGF
122 à 126 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	10,5 à 6,5 m NGF
126 à 130 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	6,5 à 2,5 m NGF
130 à 134 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	2,5 à -1,5 m NGF
134 à 138 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-1,5 à -5,5 m NGF
138 à 142 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-5,5 à -9,5 m NGF
142 à 146 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-9,5 à -13,5 m NGF
146 à 150 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-13,5 à -17,5 m NGF
150 à 154 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-17,5 à -21,5 m NGF
154 à 158 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-21,5 à -25,5 m NGF
158 à 162 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-25,5 à -29,5 m NGF
162 à 166 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-29,5 à -33,5 m NGF
166 à 170 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-33,5 à -37,5 m NGF
170 à 174 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-37,5 à -41,5 m NGF
174 à 178 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-41,5 à -45,5 m NGF
178 à 182 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-45,5 à -49,5 m NGF
182 à 186 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-49,5 à -53,5 m NGF
186 à 190 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-53,5 à -57,5 m NGF
190 à 194 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-57,5 à -61,5 m NGF
194 à 198 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-61,5 à -65,5 m NGF
198 à 202 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-65,5 à -69,5 m NGF
202 à 206 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-69,5 à -73,5 m NGF
206 à 210 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-73,5 à -77,5 m NGF
210 à 214 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-77,5 à -81,5 m NGF
214 à 218,5 m : Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	Crépine inox 165 mm, fente 1,5 mm, massif filtrant gravier 2/6 mm.	Craie blanche à blanc-beige, altérée, fragments de silex, passées de craie grise.	-81,5 à -86,0 m NGF
Fin du forage à 218,5 m.	Fond de forage.	Fin du forage à 218,5 m.	Fond de forage à -86,0 m NGF