

34
MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE

Direction de l'infrastructure de l'air

BASE AÉRIENNE 106 MÉRIGNAC (Gironde)

Opération Géothermique (affaire 84 034)
Recherche - Étude - Forage et Ingénierie

Compte rendu de travaux du forage GMC 1 et des essais de production

Maître d'œuvre :

Service Spécial des Bases Aériennes
de la Gironde

Assistant au maître d'œuvre :



BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Service Géologique Régional Aquitaine

BRGM 86 SGN 523 AQI

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE NATIONALE

Direction de l'infrastructure de l'air

BASE AÉRIENNE 106 MÉRIGNAC (Gironde)

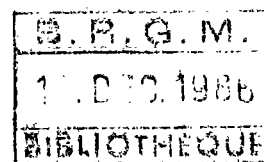
Opération Géothermique (affaire 84 034) Recherche - Étude - Forage et Ingénierie

Compte rendu de travaux du forage GMC 1 et des essais de production

par

B. SOURISSEAU

Collaboration : J.-P. PLATEL et J.-Y. CHERBONNIER



Maître d'œuvre :

Service Spécial des Bases Aériennes
de la Gironde

175, Boulevard Wilson - 33021 BORDEAUX

BRGM 86 SGN 523 AQI

Assistant au maître d'œuvre :



**BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Service Géologique Régional Aquitaine
Avenue du Docteur-Albert-Schweitzer
33600 PESSAC

Tél. 56 80 69 00 - Télex 540030 OGETEL - REF 12

- R E S U M E -

FICHE RECAPITULATIVE DES RESULTATS DU FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1
DE LA BASE AERIENNE 106 A MERIGNAC (33)

Commune : MERIGNAC Coordonnées : X = 358,93872
Y = 284,24160
Z = + 49,80 NGF

Département : GIRONDE

N° d'inventaire code minier : 827-1-255

Maître d'ouvrage : Direction de l'Infrastructure de l'Air.

Maître d'ouvrage délégué : S.N.E.A.P. - ELF

Maître d'oeuvre : Service Spécial des Bases Aériennes de la Gironde.

Assistance technique : B.R.G.M. - S.G.R./AQUITAINE

But du forage : Mise en production des eaux chaudes contenues dans les assises du Cénomano-Turonien pour le chauffage des bâtiments de la Base Aérienne 106 à Mérignac-Beutre.

Appareil : National 110 M de la COSIFOR

Profondeur atteinte : 1 169 m

Aquifère : Cénomanién inférieur et Wealdien capté de 1 068,80 à 1 139,86 mètres.

Pompages d'essai : Niveau piézométrique le 25/09/86 : 17,02 m/ tête de puits, soit + 32,78 NGF

Débit : 240 m³/h pour un niveau dynamique d'exploitation préconisé vers 76 mètres.

Rabattement : 58,95 m

Transmissivité hydraulique : $3 \cdot 10^{-3}$ m²/s

Ip : 40,7

Température en tête de puits : 51°8C

Minéralisation : Eau douce à 0,360 mg/l

Equipement : Pompe GUINARD ALTA à arbre long 841-237 type F10 - 220 T11 (11 étages)
· moteur Leroy Somer 280 M de 160 Kw à 71 HZ
· variateur de fréquence Jeumont Schneider type JIS 610 - 260 KVA monté en armoire IP 21.

OBJET.

Dans le cadre du contrat d'assistance technique du S.G.R./AQI du B.R.G.M. au Service Spécial des Bases Aériennes de la Gironde, convention n° 83.99.016.00.471.33.87 et ses avenants n° 01 et 02, le présent rapport relate des travaux réalisés par la Société Nationale ELF-AQUITAINE (SNEA) consécutivement à l'étude de faisabilité effectuée par le B.R.G.M. et la Compagnie Générale de Chauffe (C.G.C), puis de la mise en production du forage réalisé.

Il présente pour chaque phase de travaux :

- Réalisation du forage et des tests par S.N.E.A.P.
- Mise en place de la pompe d'exploitation par GUINARD
- Réhabilitation du forage par S.N.E.A.P.
- Essais de pompages par B.R.G.M.
- Analyse de l'eau géothermale par B.R.G.M. - Cie Française de Géothermie.

Les déroulements des opérations, les résultats obtenus, les descriptions des matériels et matériaux mis en place, les synthèses des données acquises avalisent les résultats avancés par ELF-AQUITAINE.

GMC1 (géothermie, Mèrignac n° 1) constitue le cinquième forage géothermique à la nappe du Crétacé inférieur - Cénomanién réalisé dans l'agglomération bordelaise, à la suite de : (figure 1).

- Lormont Génicart (inexploité)
- GBdx1 - Mériadeck - exploité
- GBdx2 - Benauges - exploité
- GBdx3 - Pessac Saige-Formanoir - exploité

Un sixième forage a été réalisé au Grand Parc Gbdx4 (inexploité actuellement).

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
RESUME.....	I
SOMMAIRE.....	III
LISTE DES FIGURES.....	V

PHASE 1 - COMPTE RENDU DE REALISATION DU FORAGE

1.1 - Compte rendu n° 1 d'exécution de l'avant-trou du forage géothermique GMC1 de la Base Aérienne 106 à Mérignac	1
1.2 - Compte rendu n° 2 d'exécution de la phase 26" et tubage 20" du forage géothermique GMC1 de la Base Aérienne 106 à Mérignac.....	3
1.3 - Compte rendu n° 3 d'exécution de la phase 17" 1/2 et tubage 13"3/8 du forage géothermique GMC1 de la Base Aérienne 106 à Mérignac.....	8
1.4 - Compte rendu n° 4 d'exécution de la phase 12" 1/4 et tubage 9" 5/8 du forage géothermique GMC1 de la Base Aérienne 106 à Mérignac.....	14
1.5 - Compte rendu n° 5 d'exécution de la phase 8" 1/2 et équipement de captage du forage géothermique GMC1 de la Base Aérienne 106 à Mérignac.....	19
1.6 - Compte rendu n° 6 : Essais par injection d'air et coupe du tubage 9" 5/8 pour constitution d'une chambre de pompage 13" 3/8.....	23
1.7 - Récapitulatif des travaux du forage géothermique GMC1 BA 106.....	26

PHASE 2 - MISE EN PLACE DE LA POMPE D'EXPLOITATION

2.1 - Compte rendu n° 7 de mise en place de la pompe d'exploitation du forage géothermique GMC1 de la Base Aérienne 106 à Mérignac.....	30
--	----

PHASE 3 - REHABILITATION DU FORAGE GMC1

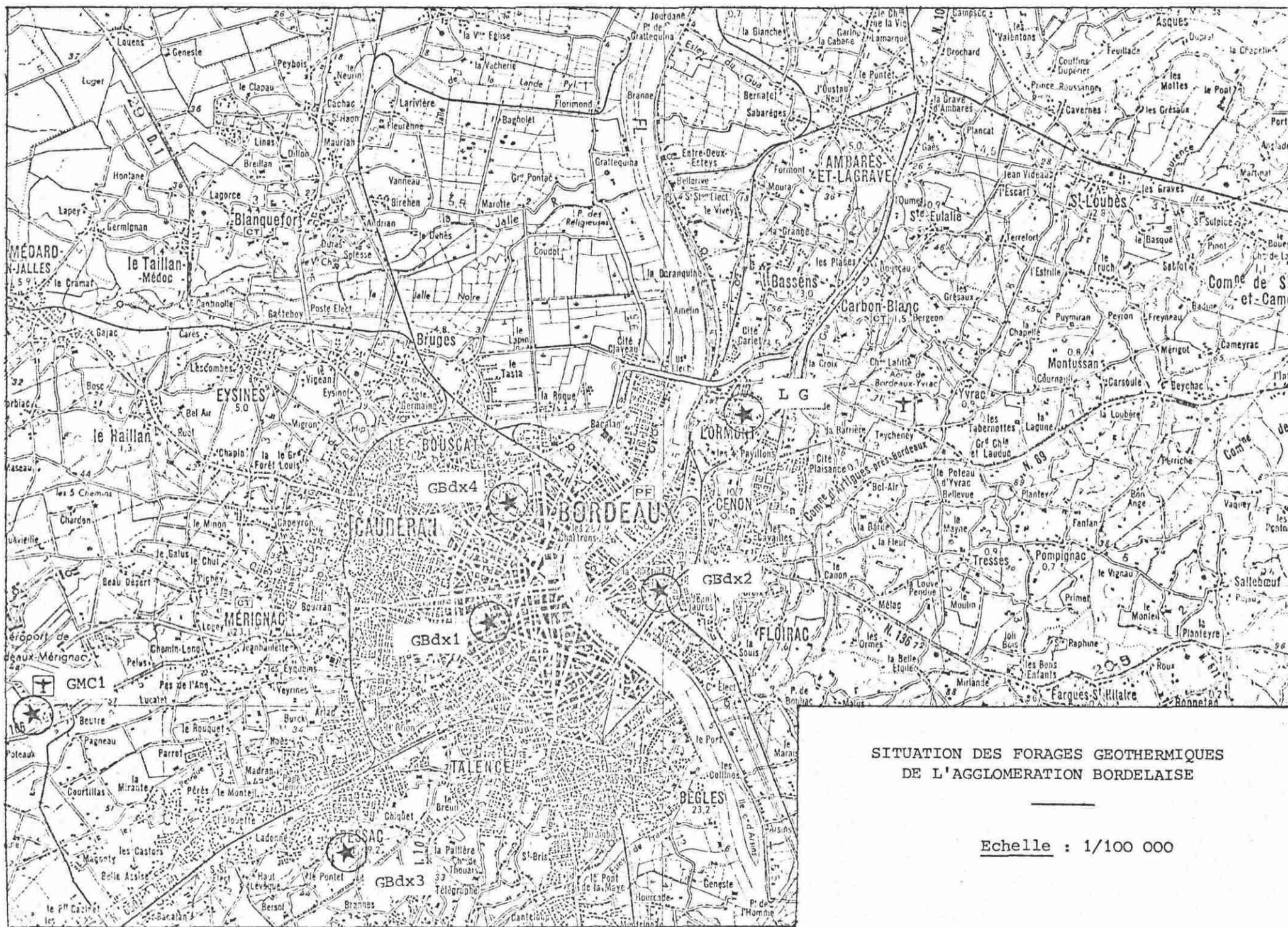
3.1 - Compte rendu n° 8 : Réhabilitation du forage géothermique GMC1 de la Base Aérienne 106 à Mérignac.....	39
---	----

	<u>Pages</u>
<u>PHASE 4 - ESSAIS DE PRODUCTION</u>	
4 - Compte rendu n° 9 : Essais de pompage.....	43
4.1 - Contrôle du débit du puits et du fonctionnement des installations.....	43
4.2 - Contrôle de productivité de l'aquifère.....	44
4.3 - Paramètres physico-chimiques mesurés au cours des tests.....	45
4.4 - Courbe succès/échec.....	46
4.5 - Tests des installations de pompage.....	46
4.6 - Interférences entre ouvrages.....	50
 <u>PHASE 5 - ANALYSE DE L'EAU GEOTHERMALE</u>	
5 - Analyse des eaux géothermales.....	57
5.1 - Procédures.....	58
5.2 - Résultats.....	59
5.3 - Interprétation des résultats.....	64
 CONCLUSIONS.....	 68

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Situation des forages géothermiques de l'agglomération bordelaise.
- Figure 2 : Coupe géologique et technique - Exécution avant-trou.
- Figure 3 : Coupe géologique et technique - Phase 17" 1/2 - Tubage 13"3/8.
- Figure 4 : Coupe géologique et technique - Phase 12" 1/4- Tubage 9" 5/8.
- Figure 5 : Coupe géologique et technique - Phase 8" 1/2.
- Figure 6 : Représentation du liner-hanger pour mise en place du gravel-pack.
- Figure 7 : Complétion de la pompe d'exhaure.
- Figure 8 : Dispositif de mesure.
- Figure 9 : Détail du tube de Pitot.
- Figure 10 : Courbe caractéristique (rabattements corrigés en F (P, T° C)).
- Figure 11 : Ajustement linéaire.
- Figure 12 : Evolution des pertes de charge.
- Figure 13 : Ajustement quadratique.
- Figure 14 : Essai de pompage de longue durée - Descente - Rabattement.
- Figure 15 : Essai de pompage longue durée - Descente - Niveau dynamique.
- Figure 16 : Essai de pompage longue durée - Remontée - Niveau dynamique.
- Figure 17 : Essai de pompage longue durée - Remontée - Rabattement.
- Figure 18 : Essai de pompage longue durée - Indice de productivité - Courbe $IP = f(\log t)$.
- Figure 19 : Essai de pompage longue durée - Température de l'eau .
- Figure 20 : Essai de pompage longue durée - Evolution des paramètres : température, conductivité électrique ramenée à 25° C, pH.
- Figure 21 : Courbe succès - échec.

- Figure 22 : Diagramme Fréquence - Débit - Position du variateur de vitesse pour différentes pressions de service.
- Figure 23 : Courbe consommation - Débit - Pression en tête.
- Figure 24 : Graphe multi-axial des caractéristiques électriques d'obtention de la pression de sortie pour un débit de 240 m³/h.
- Figure 25 : Fluctuations du niveau piézométrique enregistré à LORMONT-GENICART pendant les essais de longue durée à BA 106 - GMC1.
- Figure 26 : Diagramme d'analyse d'eau.
- Figure 27 : Courbe de point de bulle.
- Figure 28 : Courbe de filtrabilité.
- Figure 29 : " " "
- Figure 30 : Courbe de saturation suivant la température.
- Figure 31 : Courbe des effets de corrosion.



SITUATION DES FORAGES GEOTHERMIQUES
DE L'AGGLOMERATION BORDELAISE

Echelle : 1/100 000

PHASE 1

COMPTE RENDU DE REALISATION DU FORAGE

NOTA : Ces comptes rendus sont établis en complément d'information au rapport de fin de travaux de la S.N.E.A.P.

1.1 - COMPTE RENDU N°1 D'EXECUTION DE L'AVANT-TROU DU FORAGE GEOTHERMIQUE
DE LA BASE AERIENNE 106 A MERIGNAC (33)

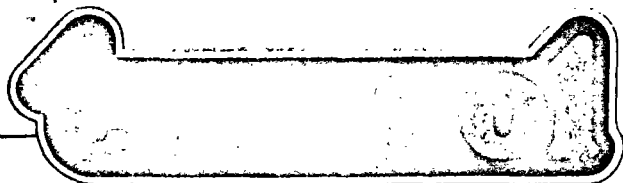
1/ Réalisation d'un forage de reconnaissance à 5 m au Sud du puits par TEMSOL AQUITAINE, jusqu'à 31 mètres de profondeur. Toit des calcaires à 13 mètres - Niveau d'eau à 2,90 puis 1,5 m du sol.

2/ Confection de l'avant-trou :

- Mise en place de la grue de l'entreprise BALINEAU des Chantiers Modernes
- Le 30 octobre 1984 : Virolle $\varnothing$ 1500 acier de + 0,20 à 7,30 m, provisoire mise en place à la tarière.
- Le 31 octobre 1984, foration : au godet Bucked : $\varnothing$ 1400 à 1 450 mm jusqu'à, - 23,30 m/sol terminé le 31.10.1984 à 9h 30 à la bentonite.
- Tubage : mise en place $\varnothing$ 711 mm ext. épaisseur 11 mm tube de 24 m coupé à - 80 cm, du sommet en deux éléments de 12 mètres soudés.
Sommet du tubage $\varnothing$ 711 mm - 0,10 à 49,70 m NGF
Sabot du tubage $\varnothing$ 711 mm : : 23,30 m à 26,50 m NGF
- Phase de cimentation du sabot : 12 h 30 2 m³ béton à 400 kg
attente : 4 h 30
- Phase de cimentation du reste de l'espace annulaire :
17 h à 19h 23,5 m³ béton à 300 kg
à - 2,5 environ
- Volume théorique de l'espace annulaire total (23,3 m) : 26,50 m³
- Volume théorique de l'espace annulaire pour 20,70 m : 23,65 m³
car la cimentation est laissée à - 2,50 m pour confection d'une cave de puits.
- Un volume de ciment légèrement supérieur à celui théorique, a été mis en place, l'espace annulaire doit être correctement cimenté. Lors de la mise en place du tubage, la verticalité a été obtenue par gravité et contrôle au niveau à bulles (pour plus de sureté, il aurait pu être utile de disposer de centreur, en particulier au sabot du tubage $\varnothing$ 711 S.N.E.A. l'a jugé inutile)
- Retrait de la virolle à 19 h et fermeture du tubage $\varnothing$ 711 en attente de découpe à 49,70 NGF.

L'entreprise BALINEAU doit exécuter le "Rat hole" (7 m) et le "Mouse hole" (2,5 m) le 5 novembre 1984.

Selon le représentant sur place de S.N.E.A., M. LABERDESQUE, la plateforme sera livrée le 15 novembre, l'arrivée de l'atelier de forage pourrait être retardée de quelques jours en raison de difficultés actuelles sur un forage en cours.



S. A. AU CAPITAL DE 4.600.000 F

SONDAGES FORAGES PIEUX FORÉS
INJECTIONS TIRANTS MICROPIEUX
CONSOLIDATION D'OUVRAGES D'ART
ÉQUIPEMENTS ROUTIERS

SIÈGE SOCIAL :
Zone Industrielle du Phare
B.P. 104 - Avenue du Truc
33704 MÉRIGNAC CEDEX
TELEX TEMSOL 550 067 F
SIRET 459 202 628000 10 - APE 5520

BEUTRE
B.A. 106

RECONNAISSANCE DE SOL POUR
FORAGES GEOTHERMIQUES

Tél. (56) 34.32.90 +

MÉRIGNAC, LE 18 OCTOBRE 1984

REPERE:  + 49,60 NGF

0,00 - 1,00	:	Sables, gravillons et petits graviers gris-clair concassés
1,00 - 2,00	:	Sables, gravillons et petits graviers roulés très légèrement argileux jaunâtres
2,00 - 3,00	:	Sables et petits gravillons roulés légèrement argileux gris clair
3,00 - 7,00	:	Sables et petits gravillons roulés plus grossiers légèrement argileux gris clair
7,00 - 9,00	:	Sables et petits gravillons siliceux grossiers gris clair
9,00 - 10,00	:	Sables grossiers et petits gravillons siliceux roulés très légèrement argileux verdâtres
10,00 - 13,00	:	Sables grossiers et petits gravillons siliceux roulés à petits nodules de calcaire jaunâtre
13,00 - 17,00	:	Calcaire en sable jaunâtre avec quelques gravillons siliceux roulés en tête
17,00 - 20,00	:	Calcaire beige jaunâtre à petits fossiles
20,00 - 24,00	:	Calcaire fin gris-beige
24,00 - 26,00	:	Calcaire beige à jaunâtre plus grossier (présence de nummulites ?)
26,00 - 31,00	:	Calcaire beige à jaunâtre plus fin

Niveau d'eau fin sondage à - 2,90 du repère

1.2 - COMPTE RENDU N°2 D'EXECUTION DE LA PHASE 26" ET TUBAGE 20" DU FORAGE
GEOOTHERMIQUE DE LA BASE AERIENNE 106 A MERIGNAC

La mise en place de l'Atelier National 110 ME de la COSIFOR en remplacement du National 80 ME de la FOREX, initialement prévu, a été achevée le 23 novembre 1984.

1/ PHASE DE FORAGE EN 26"

Elle a été arrêtée à la profondeur de 150 mètres/table, sur décision de Monsieur J.P. PLATEL, géologue, qui estimait être entré dans des calcaires marneux depuis 133 mètres, le 25 novembre 1984 au matin. La boue qui a été utilisée, faite au Clarsol avec adjonction de soude, avait les paramètres suivants : densité : 1,11 ; viscosité : 44 :

Aucune perte de boue notable n'a été constatée, compte tenu de l'incertitude sur le diamètre réel du trou qui peut être très supérieur à l'outil de 26" et à celui des stabylos utilisés.

2/ PHASE DE DESCENTE DE LA COLONNE 20" LE 25.11.1984 DE 9 à 14 heures

Elle est composée de 11 tubes de 12,13 à 18,71 mètres chacun, totalisant 145 mètres, en K55, de 129 lbs, Vetco type L (qualité supérieure à celle initialement prévue : 129 livres au mètre au lieu de 94). Le diamètre intérieur, supérieur à 17" 1/2 a été contrôlé. La composition exacte de cette colonne est annexée. Le premier tube était pourvu de deux centreurs, dont l'un cassé, est tombé dans le forage, sans danger pour la suite des opérations, un centreur a été fixé sur l'avant-dernier tubage descendu (celui du haut). La base du premier tube était munie d'un sabot de cimentation C 33 04 507 anneau 20" X 0,625" X 52, Vetco L.R.H.P. muni d'une bille anti-retour. Chaque tube a été serré à 2 000 kg.m avec mise en place d'un joint torrique (Ø 508 - 471,9 mm).

3/ CIMENTATION DE LA COLONNE 20"

Après circulation de boue légère pendant environ 45 minutes, la cimentation du tubage 20", a été faite sous pression par descente des tiges au travers d'une tête ébranche. Cinquante six (56) tonnes de ciment CPA 55 de densité égale à 1,85 (soit 460 litres d'eau par tonne de ciment) avec 1,5 % de chlorure de calcium comme accélérateur de prise, ont été nécessaires pour une remontée au jour du ciment (temps d'injection : 50 minutes environ ; prise théorique 2h 30). Ce qui constitue 30,27 m³ de laitier, dont : 1,3 m³ de la colonne entre le fond de la cave et la sortie de goulotte ont dû être purgés. Le volume théorique de l'espace annulaire est de l'ordre de 20,8 m³. La différence de volume de 8 m³ environ est peu importante compte tenu des augmentations probables du diamètre du forage (fin de l'opération à 18 heures le 25.11.1984).

4/ PROTECTION DU FORAGE D'A.E.P.

L'absence de perte de boue, et une faible surconsommation de ciment, laissent prévoir que l'aquifère des calcaires de l'Oligocène capté par le forage d'alimentation de la base n'aura pas pu être colmaté, (les caractéristiques hydrodynamiques de cet ouvrage pourront être contrôlées si nécessaire).

Cet ouvrage a été volontairement inexploité pendant toute la durée de cette phase de travaux.

.../...

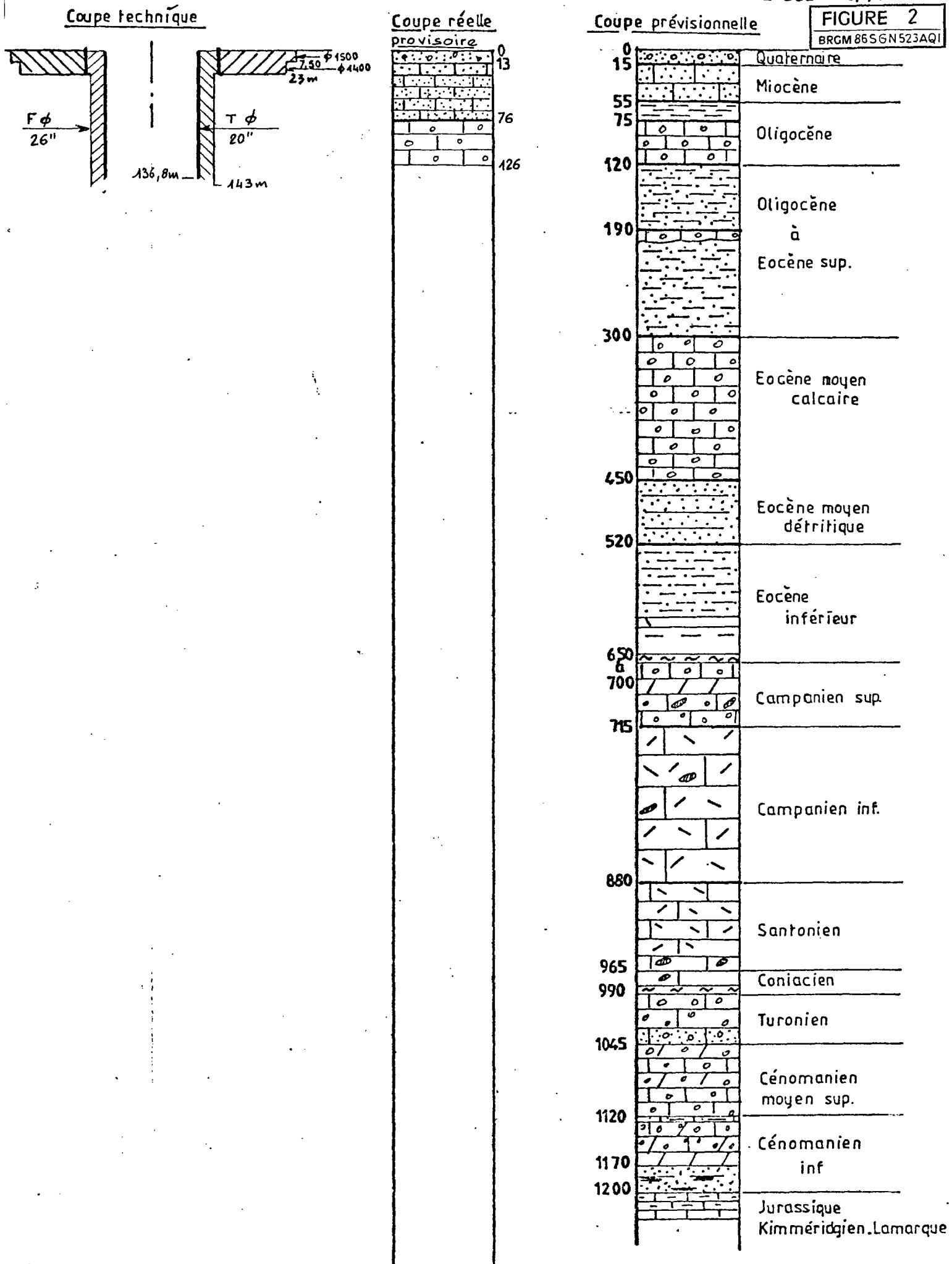
5/ REPRISE DE LA FORATION

Après une purge du ciment contenu dans les tiges, le test de la colonne en fin de déplacement à 50 bars, prévu par S.N.E.A. n'a pas été fait.

Le tubage Ø 20" a été coupé en fond de cave (6,70 m de la table, + 1,50 m en fond de cave, + 1,50 m dépassant de la table). La colonne en place a 135,30 mètres environ de longueur, elle descend à - 136,80 mètre par rapport au sol. Ces cotes doivent être précisées par S.N.E.A.

Après quatre heures d'attente de prise de ciment, la foration a repris en 17" 1/2 avec reforage du sabot et du bouchon de ciment et poursuite des travaux le 26 novembre 1984.

Le casing 13" 3/8 a été approvisionné en K55 VAM 61 lbs, conforme à celui proposé. Sa mise en place est prévue pour mercredi 28.11.1984.



COMPOSITION DETAILLEE DE COLONNE

F 5 / 3 70

Chantier		G.M.C.A.		Diametre du Tubage		20"		H. tube / sol ML		6.70		Prof. sabot		145--	
N° des tubes	Habillage		Poids unit., grade et filetage des tubes	Autres Equipements	Longueur Unitaire	Longueur Cumulée	N° des tubes	Habillage		Poids unit., grade et filetage des tubes	Autres Equipements	Longueur Unitaire	Longueur Cumulée		
	centres	gratteurs						centres	gratteurs						
1					7.05										
2					12.32	19.37									
3					12.50	31.87									
4	1				12.28	44.15									
5					12.23	56.37									
6					12.31	68.69									
7					12.59	81.29									
8	1				12.79	94.07									
9					12.60	106.67									
10					12.60	119.27									
11					12.22	131.59									
12	2		Sabot américain		13.46	145.00									

LA COMPOSITION DETAILLEE DE LA COLONNE SERA DONNEE AU CHOIX :

- SOIT en commençant par le tube supérieur (dernier tube introduit) pour lequel ne sera comptée que la longueur sous table. Le cumul donnera ainsi la profondeur au bas de chaque tube
- SOIT en commençant par le sabot et le premier tube introduit. Dans ce cas, la profondeur au bas de chaque tube sera la différence entre la profondeur du sabot et la longueur cumulée pour le tube considéré. La composition de l'extension est à détailler.

F5 11-77

[illegible]

Mode de vissage des tubes: Casale 7
 Type de graisse utilisée pour filetages: Dalergasol
 Couple moyen de blocage des joints: 18.000 lbs ft m kg
 Fréquence de remplissage des tubes: Tous les tubes
 Circulations intermédiaires (Durée, profondeur): _____
 Temps total de descente (avec circulations): 7 h Cadence moyenne: 1,7 tubes/h
 Incidents en cours de descente: _____
 Circulation au fond: Durée 60' Débit 1200 Pression 0
 Manœuvre colonne: Durée _____ Cadence _____ Amplitude _____
 Indications au M. D. après arrêt de circulation au fond: Colonne posée
 Observations: _____

Opérateur: S.A.P.S Débit fabrication laitier: 15" 20 h.
 Pompe mixage: S.A.P.S Fin d'injection du laitier: 17" 20 h.
 Pompe injection laitier: S.A.P.S Fin de chasse: 17" 30 h.
 Pompe (s) chasse: S.A.P.S Pression relâchée dans tubage: _____ h.

NATURE OU CLASSE DES CEMENTS	SACS OU VRAC	% MAJORATION CIMENT	EAUX EMPLOYEES	ADDITIFS EMPLOYES	TONNAGES UTILISES
1 <u>CPA 55</u>	<u>✓</u>	<u>100%</u>	<u>Douce</u>	<u>2.7% CASAL</u>	<u>56</u>
2					
3					

CARACTERISTIQUES DES LAITIERS	d	v.p.	y.v.	Lectures Viscosimètres en fonction R.P.M.							
				600	300						
1	<u>1.95</u>										
2											
3											
Bouchons de Tête											
1											
2											

Débit d'injection du laitier: 750' 70 Débit de chasse: 150' 70

Nature du liquide de chasse: Acier Volume pompe: 18.5 m³
 Pression en début de chasse: 100 Psi à la fin: 100 Psi à 15 coups
 Pertes estimées: _____
 Mise en pression de la colonne à: _____ Résultat: _____
 Pression résiduelle (éventuelle) après purge: _____

Indication M. D. en fin de chasse: Colonne posée
 Indication M. D. après prise ciment: _____ Fonction en pose ou après: _____
 Colonne posée sur spool: _____ h. après la fin de la chasse.
 Spool: Marque _____ Dimensions _____ Série _____
 Type de suspension et d'étanchéité: _____
 Étanchéité supplémentaire (type - dimensions): _____
 Distance " dessus du spool - dessus table de rotation: _____
 Tubage coupé: _____ cm au dessus du spool.

Thermométrie après: _____ h. de prise
 Log de cimentation zones: _____ h. de prise
 Résultat de ces logs (ou joindre une reproduction): _____

Essai Entaille - Bop fermeture totale et sur (après) Procédure d'essai: _____
 Position du packer: _____
 Remarque de l'essai: _____

1.3 - COMPTE RENDU N 3 D'EXECUTION DE LA PHASE 17" 1/2 ET TUBAGE 13" 3/8
DU FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 DE LA BASE AERIEENNE 106
A MERIGNAC (33)

La phase 26" et tubage 20" a été terminée le dimanche 25.11.1984.

1/ PHASE DE FORAGE 17" 1/2

Elle a été arrêtée à la profondeur de 605 mètres/table, sur décision de Monsieur PLATEL, géologue de chantier, le 27.11.1984, à 16h 30, dans la base de l'Eocène inférieur, avant les couches du Crétacé supérieur qui présentent des risques importants de pertes de boue. Le contrôle de trou a nécessité plusieurs passes de reforage avec deux stabilos en 17" 1/2 jusqu'au 28.11.1984 à 6h 30.

Au cours de ces opérations les paramètres de boue étaient les suivants : densité : 1,13, viscosité : 44. Aucune perte de boue notable n'a été signalée ce qui s'explique par la faible densité de la boue et la rapidité d'exécution.

Les éléments géologiques provisoires sont les suivants :

126 à 180 m : calcaires marneux de la base de l'Oligocène.

180 m : banc repère calcaire.

180 à 250 m : Eocène supérieur calcaréo-marneux.

250 à 384 m : Eocène moyen calcaire.

384 à 483 m : Eocène moyen détritique.

483 à 605 m : Eocène inférieur et Paléocène à argiles calcarifères plus ou moins sableuses.

(avant recalage sur diagraphie).

2/ DIAGRAPHIES (Le 28.11.1984 - 9h 30 à 10h 30)

Après une circulation de boue légère, les diagraphies ont été réalisées par SCHLUMBERGER de 604,5 m à 150 m. Elles comportaient :

- un gamma-ray (GR) permettant de localiser les bancs d'argile et de repréciser les limites géologiques.

- un calibrage et diamétrage dans deux directions du trou $\varnothing$ 17" 1/2, au cours duquel, outre la visualisation du trou sur toute sa hauteur, son volume est calculé numériquement. Le volume total est de 77,1522 m³, correspondant avec la colonne 13" 3/8 prévue à un espace annulaire à cimenter de 35,4605 m³ (théorique) (BGT).

Aucun retrécissement n'est observé. Des mesures d'inclinaison, non prévues, indiquent 0,37° à 200 mètres - 0,95° à 300 m, avec un maximum de 1,13°. Ceci confirme les mesures de verticalité du trou faites par S.N.E.A. au topco.

La cote du sabot de la colonne 20" est confirmée à 145 mètres.

3/ PHASE DE DESCENTE DE LA COLONNE 13" 3/8

Ce tubage a été descendu le 28.11.1984 à 13h 30. Elle est composée de 51 tubes de 11 à 13 mètres, totalisant 599,70 mètres, en caising K55 - VAM de 61 lbs par pied (qualité supérieure à celle initialement prévue 61 au lieu de 54,5 lbs/ft) - diamètre intérieur : 313,9mm contrôlé par S.N.E.A., avec un calibre (résistance à l'écrasement 106 bars, à l'éclatement : 214 bars).

La composition exacte de la colonne sera confirmée par S.N.E.A., elle est constituée de :

. 1 sabot à bille pour la cimentation sur le premier tube de 12,33 mètres, muni de deux centreurs, vissé à 9 500 lbs/ft, graissé au "Baker-Lock".

. 1 second tube de 12,08 mètres équipé d'un centreur, surmonté d'un anneau à bille pour la cimentation, vissé à 9 500 lbs/ft au "Baker-Lock".

. Les autres tubes ont été vissés à la graisse "Baker-Seal", serrés à 12 000 lbs/ft, à la clef hydraulique par la Société FRANK.

COMPOSITION DE LA COLONNE

N° DU TUBE (du bas vers le haut):	LONGUEUR UNITAIRE	CUMULEE : du bas vers le haut	CENTREUR
1 + sabot à bille	12,33	12,33	2
2 + anneau	12,68	25,01	1
3	11,76	36,77	1
4	12,47	49,24	1
5	12,15	61,39	1
6	12,20	73,59	1
7	12,31	85,90	1
8	11,86	97,76	1
9	11,85	109,61	1
10	11,80	121,41	1
11	11,94	133,35	1
12	12,03	145,38	1
13	11,88	157,26	1
14	12,05	169,31	-
15	11,32	180,63	-
16	11,87	192,50	-
17	12,31	204,81	-
18	12,12	216,93	-
19	12,20	229,13	-
20	11,99	241,12	-
21	12,32	253,44	-
22	12,05	265,49	-

.../...

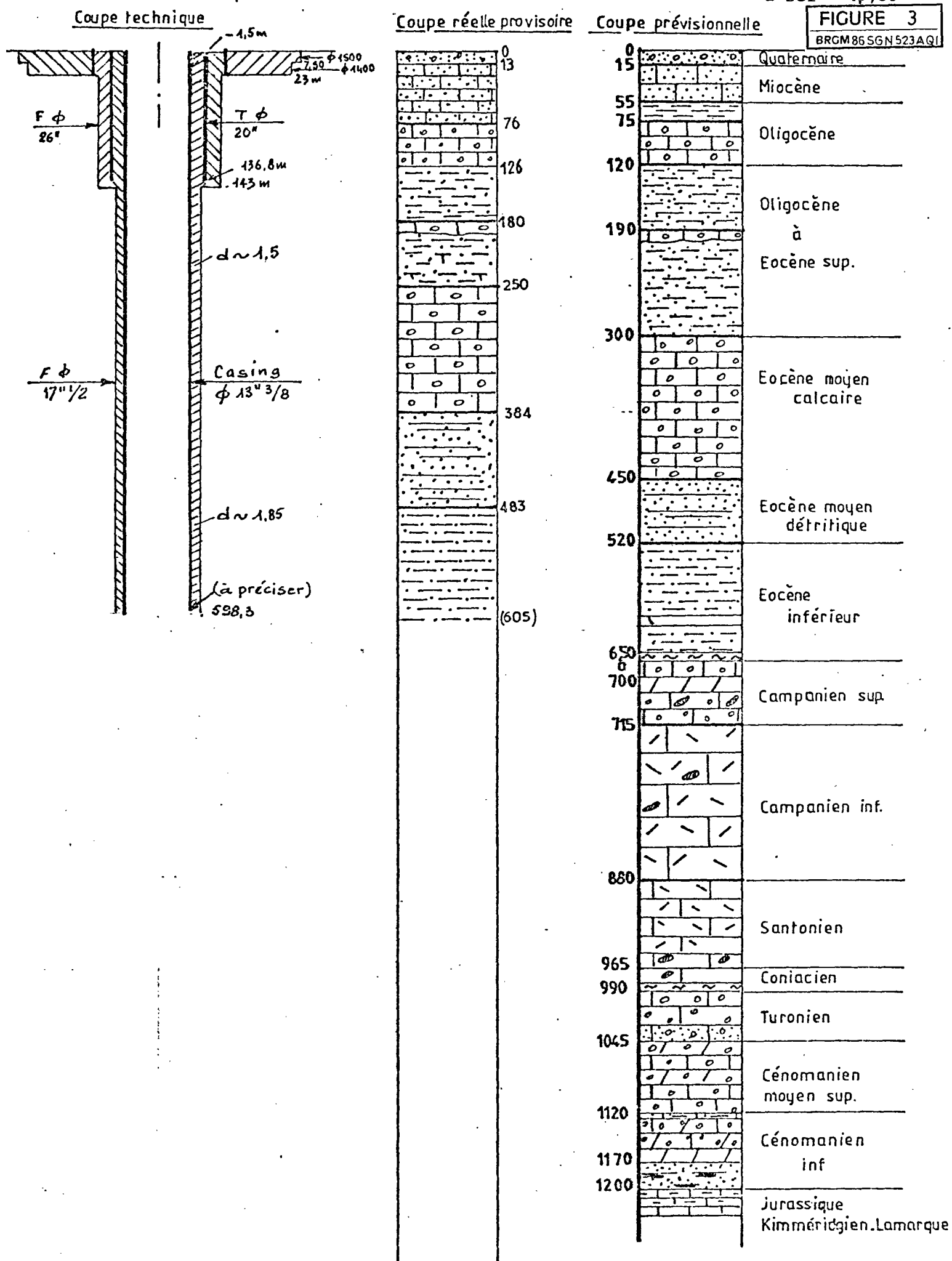
:	:	:	:	:	:
:	23	:	12,05	:	277,54
:	24	:	11,90	:	289,44
:	25	:	11,81	:	301,25
:	26	:	12,16	:	313,41
:	27	:	12,30	:	325,71
:	28	:	11,95	:	337,66
:	29	:	12,24	:	349,90
:	30	:	12,14	:	362,04
:	31	:	11,95	:	373,95
:	32	:	12,02	:	386,01
:	33	:	11,98	:	397,99
:	34	:	12	:	409,99
:	35	:	12,35	:	422,34
:	36	:	12	:	434,34
:	37	:	12	:	446,34
:	38	:	11,43	:	457,77
:	39	:	12,18	:	469,95
:	40	:	12,43	:	482,38
:	41	:	12,03	:	494,41
:	42	:	12,28	:	506,69
:	43	:	11,90	:	518,59
:	44	:	12,28	:	530,87
:	45	:	11,82	:	542,69
:	46	:	12,30	:	554,99
:	47	:	12,48	:	567,47
:	48	:	12,15	:	579,62
:	49	:	12,03	:	591,65
:	50	:	12,18	:	603,83
:	51	:	11,99	:	615,82
:	:	:	:	:	(ajusté à 8,12m)
:	:	:	:	:	(599,70m)
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

Le dernier tube dépassant de la table, sera ultérieurement dévissé au niveau du sol pour permettre la mise en place des dispositifs de sécurité, anti-éruption. La cote exacte du sabot du tube 13" 3/8, vers 604/605 mètres/table, sera précisée par S.N.E.A.

4/ CIMENTATION DE LA COLONNE 13" 3/8 (28.11.84 de 22 h au 29.11.84 à 0h 30)

Après circulation de boue légère pendant environ une heure, la cimentation de la colonne 13" 3/8, a été faite par une tête de cimentation avec intercalation de plugs. Environ 58 tonnes de ciment CPA 55 ont été injectés sous pression avec une densité de 1,50 (1,4 à 1,70) soient 1 000 litres d'eau par tonne de ciment pour les trois cents premiers mètres (comprenant l'inter-colonne 20" - 13" 3/8), puis de densité 1,85 (480 litres d'eau par tonne) pour l'annulaire entre 300 et 600 m, sans accélérateur de prise, ce qui constitue 60 à 65 m³ de laitier, injecté dans la colonne 13" 3/8 par la société SAPS avec une unité de cimentation.

La chasse du ciment dans l'annulaire, a été faite à la pompe à boue avec deux plugs, en trente minutes environ, le laitier est monté au jour, dont les premiers mètres cubes ont été rejetés. A l'arrivée du plug sur l'anneau à bille, le ciment, au jour, avait une densité de 1,50. La colonne a été alors mise en pression à 2 000 psi (140 bars) et vidange du tube fontaine. La réussite de cette opération permet de supposer une bonne cimentation derrière la colonne 13" 3/8, et une bonne étanchéité de cette dernière. La cimentation et les positions des manchons seront contrôlées ultérieurement par les diagraphies (CBL) après la phase 12" 1/4.



COMPOSITION DETAILLEE DE COLONNE

F 5 c / 3.70

Chantier		Diamètre du Tuba		H. table / sol		Prof. sabot					
G.M.C.A.		13 3/4		6.70		599,7.					
N° des tubes	Habillage		Poids unit., grade et filetage des tubes	Longueur Unitaire	Longueur Cumulée	N° des tubes	Habillage		Poids unit., grade et filetage des tubes	Longueur Unitaire	Longueur Cumulée
	centres	gratours					centres	gratours			
1			61 ² K55	8.12		43	1		61 ² K55	11.56	513.58
2			VAM	12.11	20.30	44	1		VAM	12.31	525.89
3				12.03	32.33	45	1			12.29	538.18
4				12.15	44.48	46	1			12.15	550.43
5				12.48	56.96	47	1			12.47	562.93
6				12.30	69.26	48	1			11.76	574.69
7				11.85	81.11	Armeuse			Baker	0.50	575.19
8				12.28	93.39	49	1			12.08	587.27
9				11.90	105.29	50	2			11.93	599.20
10				12.23	117.52	Sabot			Baker	0.50	599.70
11				12.43	129.95						
12				12.18	142.13						
13				11.43	153.56						
14	1			12.00	165.56						
15				12.00	177.56						
16				12.35	189.91						
17				12.00	201.91						
18				11.98	213.89						
19	1			12.00	225.89						
20				11.95	237.84						
21				12.14	249.98						
22				12.24	262.22						
23				11.95	274.17						
24				11.30	285.47						
25				12.15	297.62						
26				11.81	309.43						
27				11.90	321.33						
28				12.05	333.38						
29	1			12.05	345.43						
30				12.32	357.75						
31				11.99	369.74						
32				12.20	381.94						
33				12.12	394.06						
34				12.31	406.37						
35				11.87	418.24						
36				11.35	429.59						
37				12.05	441.64						
38				11.88	453.52						
39	1			12.03	465.55						
40	1			11.94	477.49						
41	1			11.80	489.29						
42	1			11.85	501.14						

LA COMPOSITION DETAILLEE DE LA COLONNE SERA DONNEE, AU CHOIX :

- SOIT en commençant par le tube supérieur (dernier tube introduit) pour lequel ne sera comptée que la longueur sous table. Le cumul donnera ainsi la profondeur au bas de chaque tube.
- SOIT en commençant par le sabot et le premier tube introduit. Dans ce cas, la profondeur au bas de chaque tube sera la différence entre la profondeur du sabot et la longueur cumulée pour le tube considéré. La composition de l'extension est à compléter.

F5. 11-7

Diamètre du découvert : 17 1/2 Inclinaison : Maxi 0° 15' Mini 604 m. Mini °
 Causes importantes (Position, Diamètre moyen ...) _____
 Pertes pendant le forage (niveaux, importance) _____
 Presses d'acier effectuées Forage Stabilisé Alésure à 19 mm m. de l'
 Précédent tubage : Diamètre 20" Sabot à 145
 Obturateurs sur puits pendant la descente (Type, équipement, pression de l'essai) : _____

[illegible]

[illegible]

3 HABITAGE DE LA COLONNE

Mode de vissage des tubes Che 12 ans.
 Type de graisse utilisée pour filetages Balkenal.
 Couple moyen de blocage des joints 1400 kg
 Fréquence de remplissage des tubes Tous les tubes
 Circulations intermédiaires (Durée, profondeur)
 Temps total de descente (avec circulations) 6 h 30 Cadence moyenne 7,9 tubes/h.
 Incidents en cours de descente
 Circulation au fond Durée 1 h 00 Débit 2000 l/m Pression 300 kg
 Manœuvre colonne : Durée Cadence Amplitude
 Indications au M. D après arrêt de circulation au fond : 53 T
 Observations

Opérateur S.A.P.S Début fabrication laitier à 22^h 00 h.
 Pompe mixing S.A.P.S Fin d'injection du laitier à 23^h 25 h.
 Pompe injection laitier S.A.P.S Fin de chasse à 04^h 10 h.
 Pompe (s) chasse B.P.V. chantier Pression relâchée dans tubage à 04^h 15 h.

NATURE OU CLASSE DES CEMENTS	SACS OU VRAC	% MAJORATION CIMENT	EAUX EMPLOYEES	ADDITIFS EMPLOYES	TONNAGES UTILISES
1 CPASS	✓	20	Bactériologique 2,5%	1% Bactériocide	9,3
2 CPASS	✓	20	Douce	1% Bactériocide	3,5
3					

CARACTERISTIQUES DES LAITIERS	d	v.p.	y.v.	Lectures Viscosimètres en fonction R.P.M.					
				600	300				
1 CPASS allégé	1.53								
2 CPASS P22	1.85								
3									
Bouchons de Tête									
1									
2									

Débit d'injection du laitier 650 l/m Débit de chasse 1500 l/m

Nature du liquide de chasse Poudre Volume pompe 45.9 cm³
 Pression en début de chasse 10 kg à la fin 4 kg à l'a-coup 6 kg
 Pertes estimées
 Mise en pression de la colonne à 130 kg Résultat Bon
 Pression résiduelle (éventuelle) après purge

Indication M. D. en fin de chasse
 Indication M. D. après prise ciment Yoncler de pare sur spool
 Colonne posée sur spool h. après la fin de la chasse.
 Spool : Marque Dimensions Série
 Type de suspension et d'étanchéité
 Etanchéité supplémentaire (type - dimensions)
 Distance "dessus du spool - dessus table de rotation"
 Tubage coupé cm au dessus du spool.

Thermométrie après h. de prise
 Log de cimentation après h. de prise Profondeur top ciment envahisseur
 Résultat de ces logs (ou joindre une reproduction)

Essai Colonne - Dop (fermeture totale et sur tiges) Résultat d'essai
 Position du packer
 Résultat de l'essai

1.4 - COMPTE RENDU N 4 D'EXECUTION DE LA PHASE 12" 1/4 ET TUBAGE 9" 5/8

DU FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 DE LA BASE AERIENNE 106

A MERIGNAC (33)

La phase 12" 1/4 et tubage 9" 5/8 a été terminée le 4 décembre 1984, au soir.

1 - PHASE DE FORAGE 12" 1/4 - Du 29.11.84 au 3.12.84

Elle a été arrêtée à la profondeur de 1 067 mètres/table, sur décision de Monsieur PLATEL, géologue de chantier, le 3.12.84 à 18h 30 dans un niveau repère de la base du Cénomanién calcaire, à moins de cinquante mètres des couches de Cénomanién détritique qui représentent l'objectif d'eau chaude, géothermique. Trois outils en $\varnothing$ 12" 1/4 ont été utilisés, surmontés de deux stabilos. Le contrôle du trou n'a pas été nécessaire en raison de la libre circulation de la garniture et des remontées précédentes rendues nécessaires lors de fuites dues à des cassures partielles de deux drill-collars et d'une tige renforcée. Les mesures de déviation indiquent moins de 1°.

Au cours des opérations les paramètres de boue étaient les suivants :

- densité : 1,05 et
- viscosité : 45

En fin de forage :

- densité : 1,05 et,
- viscosité : 46 ;
- pH : 10,5
- filtre : 10cc.

Aucune perte de boue n'a pu être identifiée.

Les éléments géologiques provisoires sont les suivants (avant calage sur diagraphies). Ces séries sont plus hautes d'au moins 50 mètres par rapport aux prévisions :

605 à 650 m : Eocène inférieur calcaire jusqu'à 609 m et détritique
650 à 716 m : Campanien supérieur calcaire
716 à 860 m : Campanien inférieur calcaréo-marneux
860 à 938 m : Santonien et Coniacien calcaréo-marneux
938 à 1065m : Turonien et Cénomanién calcaire.

2 - DIAGRAPHIES (le 4.12.84 - Oh à 9 h)

Après deux heures de circulation, les diagraphies ont été réalisées par SCHLUMBERGER. Elle comportaient les enregistrements suivants :

2.1 - Un double latérolog (DLL) associé au potentiel spontané (PS) et au rayonnement gamma-ray naturel (GR) de 1 062,7 à 599 mètres, réalisés de Oh 30 à 4h 30.

Ces enregistrements identifient des possibilités aquifères dans le Turonien et le Cénomanién calcaire entre 965 et 1 015 mètres de profondeur, pouvant constituer une éventuelle ressource géothermique complémentaire, ainsi que des possibilités aquifères dans le sommet du Campanien, sans intérêt géothermique pour cet ouvrage.

La température en fond de trou (1 066,20 mètres a été mesurée à 45° C).

2.2 - Une litho-densité (LDL) de 1 065,5 à 925 mètres, dont l'interprétation permettra de focaliser d'éventuelles perforations du tubage 9" 5/8 au droit du Turonien et du Cénomanién calcaire, s'il est nécessaire de faire appel à des ressources complémentaires (de 4h 30 à 6h 30).

2.3 - Une géométrie du sondage (double diamètre) BGT de 1 066 mètres à 598 mètres (cote diagraphie du sabot du casing 13" 3/8). La visualisation du trou indique des diamètres très supérieurs à 12" 1/4 nominal (jusqu'à 20"). Le calcul numérique du volume total du trou est de 49,56 m³ (volume théorique en 12" 1/4 de 35,6 m³) et un espace annulaire compte tenu du casing 9" 5/8, 36 lbs, de 27,62 m³. C'est le volume à cimenter (6h 30 à 7h 30).

2.4 - Diagraphie sonique de contrôle de cimentation CBL - VDL du casing 13" 3/8 à partir du sabot à 598 m jusqu'à - 17 mètres de la table, correspondant au niveau de boue dans la colonne 13" 3/8.

Cet enregistrement permettra de contrôler les positions exactes des manchons de tubages de la colonne, en outre elle indique une adhérence relativement faible entre le ciment et le casing 13" 3/8 en particulier entre 125 et 17 m de profondeur (7h 30 - à 9h).

3 - PHASE DE MISE EN PLACE DE LA COLONNE 9" 5/8

Ce casing a été descendu le 4.12.84 de 10h à 18h. Il est composé de 82 tubes de 8,65 à 13,88 mètres de longueur, totalisant 1 063,46 m en casing K 55 BUT, de 36lbs par pied (qualité conforme à celle prévue) diamètre intérieur : 222,4 mm, contrôlé par SNEA avec un calibre de 220 mm (résistance à l'écrasement 139 bars). Quelques tubes ont été éliminés à la suite du calibrage et de la vérification des pas de vis.

La composition exacte de la colonne sera confirmée par SNEA et vérifiée par diagraphie CBL. Elle est constituée par :

- . Un sabot à bille baker, pour la cimentation, fixé à la base du premier tube de 13,01 mètres, muni de trois centreurs, vissé à 16 000 lbs/pied, graissé au baker-lock, puis soudé par points électriquement.

- . Un second tube de 13,10 mètres, muni de 3 centreurs, surmonté d'un anneau à bille pour la cimentation vissé à 16 000 lbs/ft au Baker-Lock puis soudés par points.

- . Les autres tubes ont été vissés au Baker-Seal serrés à 7 000 lbs/ft à la clef hydraulique de la société Frank.

- . Une DV stage Baker a été intercalée entre les 42 et 43ème tubes vers 502 mètres pour écrêter la cimentation.

N° TUBES (de bas en haut)	LONGUEUR UNITAIRE	LONGUEUR CUMULEE (de bas en haut)	CENTREUR
<u>Sabot à bille</u>			
<u>Baker</u>	0,50	0,50	-
1	13,01	13,51	3 centreurs
2	13,10	26,61	3 "
<u>Anneau à bille</u>			
<u>Baker</u>	0,50	27,11	-
3	13,13	40,24	1
4	12,75	52,99	1
5	13,32	66,31	1
6	13,88	80,19	1
7	12,33	92,52	1
8	13,48	106	1
9	12,88	118,88	1
10	13,28	132,06	1
11	12,33	144,39	1
12	13,37	157,76	1
13	12,86	170,62	1
14	13,38	184,00	-
15	10,88	194,88	-
16	12,85	207,73	-
17	12,28	220,01	-
18	13,26	233,27	-
19	12,80	246,07	-
20	13,15	259,22	-
21	12,65	271,87	-
22	12,67	284,54	-
23	10,98	295,52	-
24	12,85	308,37	-
25	12,91	321,28	-
26	12,43	333,71	-
27	13,33	347,04	-
28	13,30	360,34	-
29	13,11	373,45	-
30	13,20	386,65	-
31	13,25	399,90	-
32	13,01	412,91	-
33	12,90	425,81	-
34	13,26	439,07	-
35	12,78	451,85	-
36	13,30	465,15	-
37	13,19	478,34	-
38	12,79	491,13	-
39	12,98	504,11	-
40	13,01	517,12	-
41	12,73	529,85	1
42	13,40	543,25	

.../...

D.V. Stage Baker	O,70 environ (à repréciser)	543,95	-
43	12,40	556,35	-
44	13,16	569,51	-
45	12,31	581,82	-
46	13,41	595,23	-
47	13,12	608,35	-
48	13,38	621,73	-
49	12,61	634,34	-
50	13,31	647,65	-
51	13,29	660,94	-
52	13,05	673,99	-
53	13,12	687,11	-
54	13,38	700,49	-
55	13,40	713,89	-
56	13,60	727,49	-
57	13,20	740,69	-
58	12,80	753,49	-
59	13,20	766,69	-
60	13,38	780,07	-
61	13,49	793,56	-
62	12,93	806,49	-
63	13,28	819,77	-
64	13,25	833,02	-
65	12,72	845,74	-
66	12,88	858,62	-
67	13,03	871,65	-
68	13,30	884,95	-
69	13,13	898,08	-
70	12,78	910,86	-
71	12,81	923,67	-
72	12,94	936,61	-
73	12,57	949,18	-
74	13,26	962,44	-
75	13,13	975,57	-
76	13,25	988,82	-
77	13,32	1002,14	-
78	13,02	1015,16	-
79	13,25	1028,41	-
80	13,05	1041,46	-
81	13,35	1054,81	-
82	8,65	1063,46	-

4 - CIMENTATION DE LA COLONNE 9" 5/8 LE 4.12.84 de 18 h à 22 h

Après circulation de boue pendant environ 45 minutes, la cimentation de la colonne 9" 5/8 a été faite avec une tête de cimentation et utilisation de plugs.

Environ 45 tonnes de ciment CPA 55, avec 1 % de bactéricide mis dans l'eau ont été injectés sous pression avec une densité de 1,53 (environ 1 040 litres d'eau par tonne de ciment) pour les 250 premiers mètres (entre la DV à - 502 mètres et 750 mètres environ) et de 1,85 (environ 480 litres d'eau par tonne de ciment) pour les 300 derniers mètres (750 à 1 068 m environ par la SAPS, avec son unité de cimentation).

Le volume calculé pour l'espace annulaire, donné par la diagraphie BGL : 27,62 m³ + 5 % de majoration, le volume de la colonne entre l'anneau et le sabot ~~≠~~ 1,05 m³, 100 mètres entre les colonnes 13" 3/8 - 9" 5/8 soit 3,25 m³ et 2,5 m³ de chasse.

Après envoi d'un Trip-Plug passant par la DV, la chasse du ciment a été faite à la pompe à boue. A l'arrivée du Trip Plug sur l'anneau à bille, l'étanchéité de la colonne a été testée pendant 15 minutes à 110 bars.

Après envoi d'une bombe et remise en pression à la boue, l'ouverture de la DV s'est faite à 50 bars, la circulation entre la DV 502, et le sol a été aussitôt rétablie et le ciment excédentaire de densité 1,53 est remonté au jour en 15 minutes ; la circulation a été maintenue jusqu'à élimination des traces de ciment. La DV a été refermée par l'envoi d'un "closing plug" testé à 70 bars (fin des opérations).

La réussite de cette opération, avec la montée au jour du ciment permet de supposer une cimentation totale de la colonne 9" 5/8 entre le sabot et la DV. La quantité importante de ciment venue au jour, laisse penser que le laitier n'occupe pas le fond des "caves" observées par le BGL. Cette cimentation sera contrôlée par diagraphie CBL, après la phase 8" 1/2.

Selon S.N.E.A., la DV, est située à 502 mètres/table et le sabot du casing 9" 5/8 à 1058,80 mètres /table. Ces cotes seront reprécisées par SNEA et contrôlées par les diagraphies.

Le dernier tube de 8,65 mètres dépassant la table, sera ultérieurement dévissé pour permettre la fermeture de l'espace 13" 3/8 X 9" 5/8 (par un spool) et la remise en place des dispositifs de sécurité (BOP).

NOTA : Lors de leur mise en place, l'ordre de descente de quelques uns tubes, a pu être inversée.

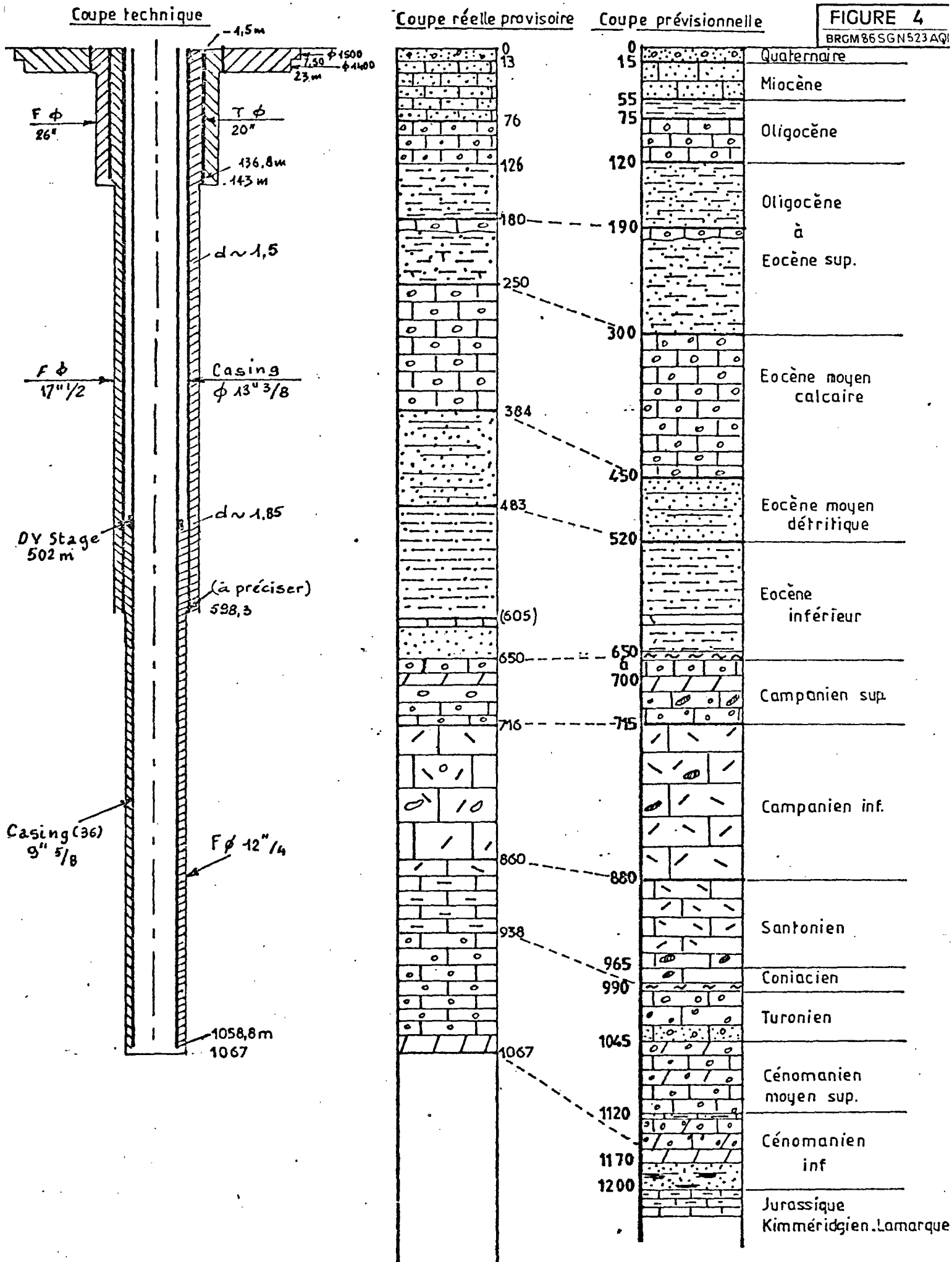
5 - POURSUITE DU PROGRAMME (le 5.12.84 au matin)

Après 8 heures de prise du ciment, la colonne 9" 5/8 sera relâchée, les montages de tête de puits et les tests de mise en pression effectués.

La reconnaissance des réservoirs géothermiques sera entreprise en 8" 1/2 après reforage de l'intérieur de la DV, de l'anneau, du ciment et du sabot.

FIGURE 4

BRGM 86 SGN 523 A QI



1.5 - COMPTE RENDU N°5 D'EXECUTION DE LA PHASE 8" 1/2 ET EQUIPEMENT
DE CAPTAGE DU FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 DE LA
BASE 106 A MERIGNAC (33)

La phase 8" 1/2 et l'équipement de captage ont été terminés le 8 décembre 1984 (06 h).

1 - PHASE DE FORAGE 8" 1/2 du 5.12.1984 au 6.12.1984

Elle a été arrêtée à la profondeur de 1 169 m/table, sur décision de Monsieur PLATEL, géologue de chantier, le 6.12.84 à 16h 45, probablement dans des niveaux calcaires et marneux du Jurassique supérieur (marno-calcaires de Lamarque) traversés depuis environ 1 144 mètres, ayant montré comme prévu par le B.R.G.M., l'absence de Dolomie de Mano.

Deux outils étaient nécessaires, dont l'un pour le forage de la DV, de l'anneau à bille, du bouchon de ciment et du sabot. Une boue au "Cellobond-BP", hydroxy-éthyl polymère, biodégradable (en quatre jours) a été utilisée pour forer le réservoir, avec les paramètres suivants : d = 1,01 - VM = 50 - filtrat = 9,5 - pH = 10 à 10,5.

Après quelques pertes partielles, une perte totale de boue a été constatée à 1 088 mètres, après plusieurs tentatives de mise en circulation, le forage a été poursuivi à l'eau claire. L'envoi de bouchons de boue, a permis la restitution de circulations partielles et de recueillir quelques échantillons de sables, à 1 135 m/table, bouillant dans le forage. Pour ces raisons, S.N.E.A. a renoncé à essayer de prendre une carotte dans le Jurassique.

L'enregistrement des vitesses d'avancement permet d'établir les limites géologiques suivantes (avant calage sur diagraphies).

938 à 1 102 m/sol : Turonien et Cénomaniens calcaire, fissuré au-delà de 1 080 m environ.

1 102 à 1 137 m/sol : Cénomaniens détritiques

1 137 à 1 162 m/sol : Jurassique calcaréo-marneux.

Les échantillons du Jurassique recueillis dans le "basket" au-dessus de l'outil ont permis de confirmer l'absence totale de Dolomie de Mano par observation des faciès et calcimétrie.

En fin de forage, un bouchon visqueux a été envoyé afin de tenir les terrains ; l'inclinaison du trou est de l'ordre de 1° (mesure au Topco) à partir de 800 mètres.

2 - DIAGRAPHS Le 6.12.1984 à 20 heures au 7.12.1984 à 7h 30

Après l'envoi du bouchon de boue, les diagraphies ont été réalisées par SCHLUMBERGER. Elles comportaient les enregistrements suivants : cote SPE du fond de l'ouvrage : 1 169 mètres.

2.1 - Diagraphies électriques

Un double latérolog (DLL) associé au potentiel spontané (PS) et au rayonnement gamma-ray naturel GRL et caliper de 1 165 mètres à 1 060 mètres de 20 à 24 heures.

Ces enregistrements indiquent des possibilités aquifères aux niveaux suivants (cote/table) :

- 1 073 à 1 098 m : Cénomanién calcaire fissuré
- 1 110 à 1 144 m : Cénomanién détritique (avec un niveau préférentiel entre 1 137 et 1 144 m)

Le toit du Jurassique est à 1 144/table. Ses paramètres électriques confirment la présence des terrains marneux de type Lamarque inférieur à la Dolomie de Mano (les corrélations électriques avec le Jurassique marneux de Pessac-Saige sont parfaites). Le volume de l'espace annulaire à gravillonner est de 2,5 m³ (caliper) - température du fond : 40°.

2.2 - Diagraphies nucléaires - Litho-densité (LDL) - Neutron compensé - CNL et gamma-ray (GRL) de 1 168 à 1 060 m de 0 h à 0 h 45

Ces enregistrements indiquent des possibilités de faible porosité en-dessous de 1 083 m (Cénomanién calcaire) et 32 mètres de Cénomanién détritique poreux de 1 112 à 1 144 mètres. Température de fond 44°.

2.3 - Diagraphies soniques et sismiques - Sonique (BHC) - Enregistrement des formes d'ondes (WFT) et gamma-ray (GRL) de 1 168 à 1 060 m de 02h à 02h 40.

L'enregistrement sonique indique des vitesses inférieures entre 1 083 et 1 093 m pouvant indiquer un calcaire fissuré dans le Cénomanién. Le WFT enregistré numériquement nécessitera un traitement ultérieur de la bande, Température de fond : 45°.

2.4 - Diagraphies soniques - Contrôle de cimentation CBL - Densité variable VD - Contrôle des tubages 9" 5/8 CCL de 1 060 à 500 mètres de 03h 30 à 05h.
Le sabot du casing 9" 5/8 se situe vers 1 060 mètres/table.

Ces enregistrements montrent les positions des manchons du casing 9"5/8 en outre, ils indiquent une faible adhérence entre le casing 9" 5/8 et la cimentation. Température de fond : 45°.

2.5 - Diagraphie auxiliaire - Inspection de l'épaisseur du tubage 9" 5/8 (ETT) de 1 060 à 500 mètres de 06h 15 à 7h 30.

Cet enregistrement servira d'état initial des tubages 9" 5/8 pour apprécier éventuellement des corrosions ou des incrustations ultérieures. Température de fond : 45°.

Au vu de ces diagraphies, le plan d'équipement a été arrêté. Compte-tenu du caliper, indiquant un trou de l'ordre de 9" à 10", il a été décidé, en raison des dangers d'éboulement, de supprimer la phase d'alésage en 10".

3 - COLONNE DE CAPTAGE

Le plan suivant a été arrêté :

- 1 169,00 à 1 150,98 m : Bouchon de gravier du trou 8" 1/2.
- 1 150,98 à 1 145,00 m : Tube plein de décantation en 6" 5/8 de 5,78 m avec un bouchon de pied 'Bull Plug' de 0,20 m, Johnson - inox AISI 304 L avec 1 centreur sur le manchon entre ce tube et la première crépine.

- 1 145,00 à 1 109,00 m : Crépines Johnson $\varnothing$ 6" 5/8, inox 304 L, type super renforcée "superweld", slot 20 (5,08 mm) en six éléments de 6 mètres, à manchons vissés, avec un centreur sur le manchon entre les crépines 5 et 6.
- 1 109,00 à 1 097,32 m : Deux tubes pleins $\varnothing$ 6" 5/8 Johnson inox 304 de 5,84 m chacun avec deux centreurs, l'un à la base, l'autre au sommet.
- 1 097,32 à 1 073,32 m : Crépines Johnson $\varnothing$ 6" 5/8 -inox AISI 304 L, type "superweld", slot 20, en quatre éléments de 6 mètres avec un centreur sur le manchon entre le 2ème et le 3ème élément.
- 1 073,32 à 1 050,32 m : Quatre éléments de tubes pleins Johnson $\varnothing$ 6" 5/8 inox 304, avec un centreur au sommet.
- 1 050,32 à 1 048,32 m : Crépine Johnson $\varnothing$ 6" 5/8 de deux mètres, slot 20, inox 304, constituant le tell-tale (témoin de gravillonnage).
- 1 048,32 à 1 036,28 m : Deux éléments Johnson $\varnothing$ 6" 5/8 plein.
- 1 036,28 à 1 025,49 m : Liner-Hanger. Un mauvais usinage des pas de vis a rendu difficile le vissage des éléments, qui ont été vissés incomplètement à la clef à air, terminés à la clef à chaîne.

NOTA : Le liner et les centreurs sont en acier

4 - MISE EN PLACE DU GRAVEL-PACK (massif de graviers)

Le 7.12.1984 à 16h 30 : Insertion du dispositif de mise en place du gravel pack par la société FORAID comprenant 114,5 mètres de washing pipe en $\varnothing$ 2", descendus provisoirement dans la colonne de captage et du "cross-over tool" de 3,87 m surmontant la colonne entre 1 036,28 et 1 032,41 mètres.

Le 7.12.1984 de 20h à 23 h : Descente de la colonne de captage par 1 032,41 m de tiges 5" 1/2, à la cote 1 150,98 mètres. Celle-ci est descendue, sans poser avec seulement quelques frottements constatés au Martin-Decker, au droit du Cénomanién détritique.

Le gravier a été choisi par Monsieur PLATEL, géologue de chantier au vu de la granulométrie des sables du Cénomanién dont la médiane d 50 était de 0,170 mm.

Le gravier utilisé est le BSX, 1 000 de Silaq, Marcheprime, de granulométrie 0,8 - 1,4 mm (médiane 0,85 mm - densité 1,7 environ).

Le volume théorique a été calculé à 3,7 m³ (soit environ 6 tonnes).

Le gravier a été descendu par circulation inverse sous faible pression de 0 heure à 6 heures le 8.12.84, 3 590 litres (environ 5,75 tonnes) de graviers ont été injectés, avec remontée en pression au niveau du tell-tale, et retour au jour de la circulation en fin d'opération, ce qui permet de supposer une bonne mise en place du "gravel-pack".

Après tour à gauche pour ouvrir les crochets du "liner-hanger", le packer a été mis en pression, et le cross-over-tool dévissé en mettant le point neutre sur le pas de vis. La partie laissée en place, packer et liner-hanger positionnent le top de la colonne de captage à 1 032,19 mètres.

5 - CONSTITUTION DE LA COLONNE DE CAPTAGE 6" 5/8 AISI 304

N° DE L'ELEMENT:	DESCRIPTION	LONGUEUR UNITAIRE	LONGUEUR CUMULEE	CENTREUR
1	Sabot inox (Bull nose)	0,20	0,20	-
2	Blank plein	5,78	5,98	-
-	-	-	-	1 centreur
3	Crépine	6,00	11,98	-
4	"	6,00	17,98	-
5	"	6,00	23,98	-
6	"	6,00	29,98	-
7	"	6,00	35,98	-
-	-	-	-	1 centreur
8	"	6,00	41,98	-
-	-	-	-	1 centreur
9	Plein (Blank)	5,84	53,66	-
10	Plein	5,84	53,66	-
-	-	-	-	1 centreur
11	Crépine	6,00	71,66	-
12	"	6,00	65,66	-
-	-	-	-	1 centreur
13	Crépine	6,00	71,66	-
14	"	6,00	77,66	-
15	Plein (Blank)	5,79	83,45	-
16	Plein	5,80	89,25	-
17	Plein	5,84	95,09	-
18	Plein	5,57	100,66	-
-	-	-	-	1 centreur
19	Tell-tale (crépiné)	2	102,66	-
20	Plein	6,02	108,68	-
21	Plein	6,02	114,70	-
22	Cross-over-tool	3,87	118,57	-
22 bis	(Dévissé)	-0,22m	(118,35)	-

Les cotes exactes seront précisées par S.N.E.A.P.

BRGM865GN523AQI

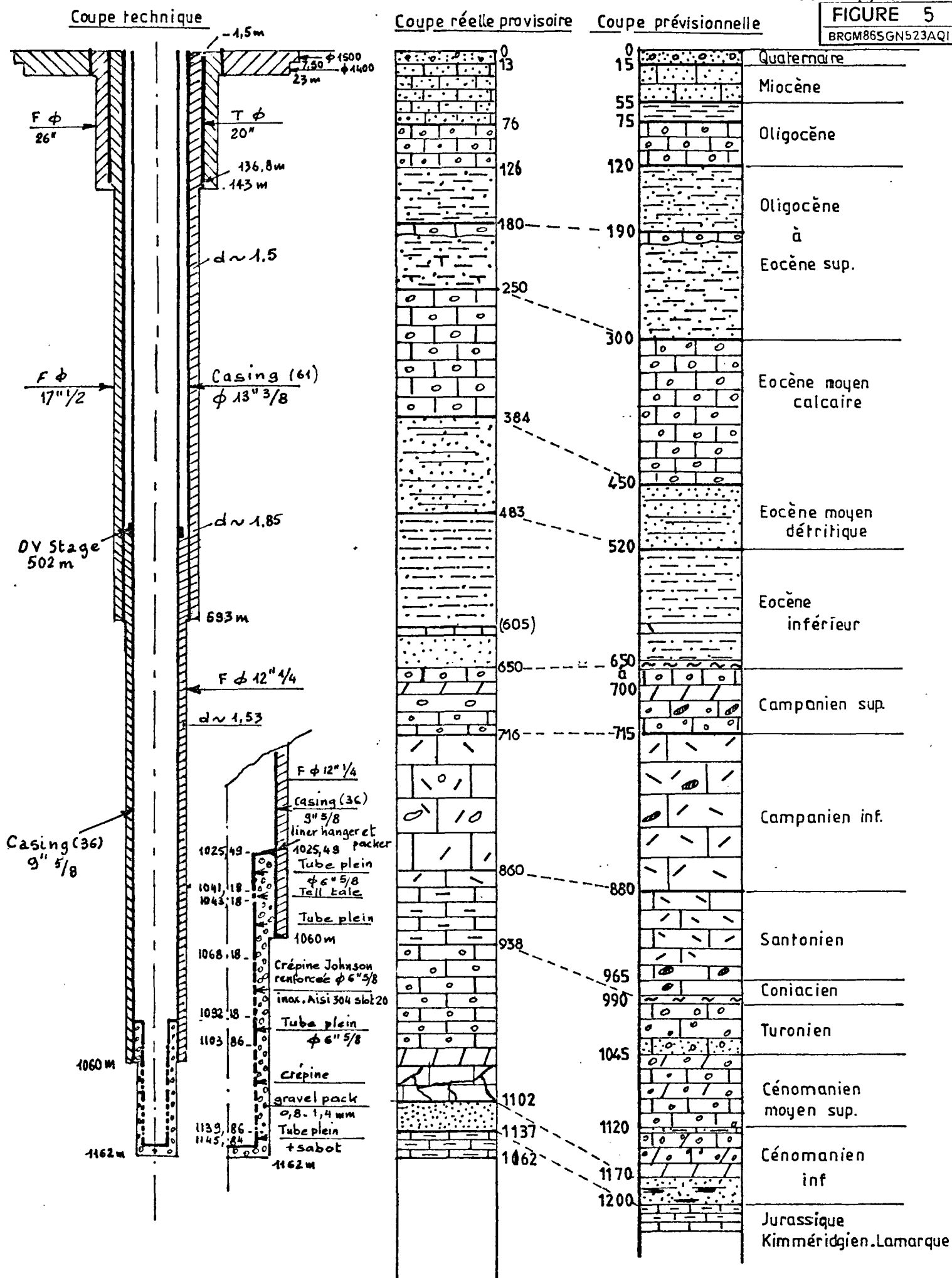


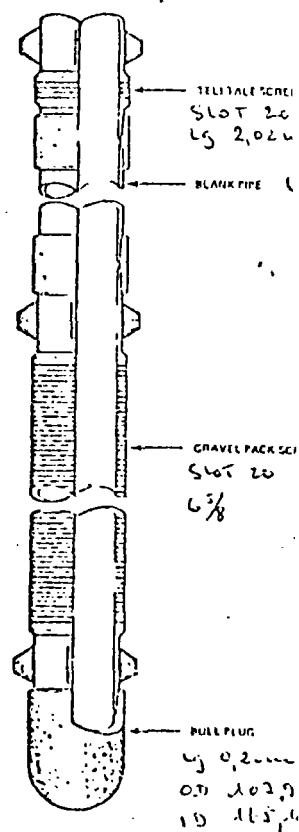
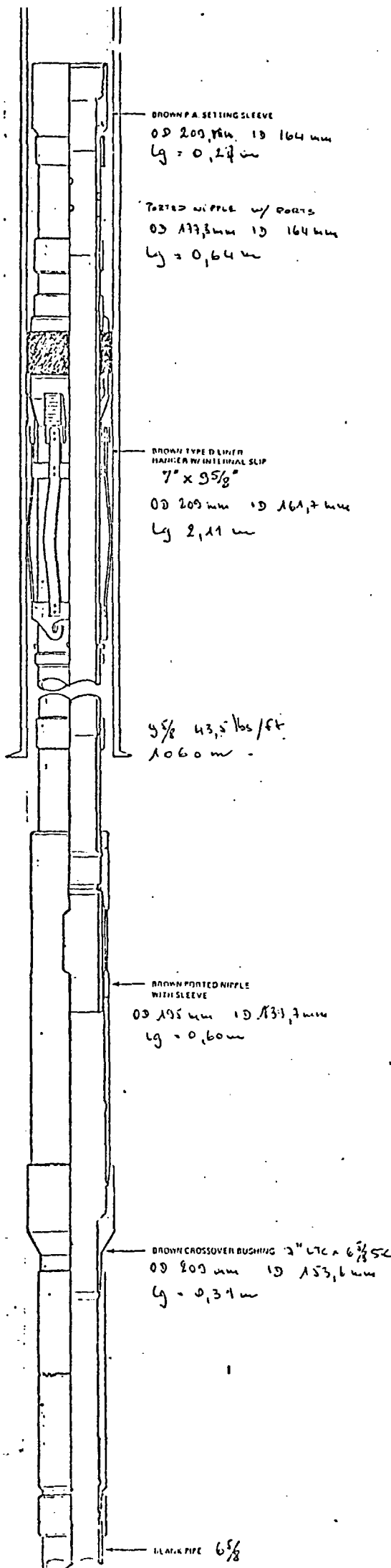
FIGURE 6
BRCM86SGN523AQ1

TYPE 'D' LINER HANGER GRAVEL PACK with Full Opening I.D. and Ported Nipple with Sleeve

THIS DRAWING ILLUSTRATES A TRUE TRIP GRAVEL PACK COMPLETION WITH THE FOLLOWING BENEFITS:

1. FULL OPENING IN FULL SCREEN
2. GRAVEL PUMPED DOWN THE TUBING
3. ONE-TRIP OPERATION

THE GRAVEL PACK PORTS ARE POSITIONED BELOW THE HANGER AND PACKER SO THAT THE HANGER AND PACKER MAY BE SET BEFORE PUMPING GRAVEL. AFTER THE PACKER IS SET, THE TUBING STRING IS ROTATED TO THE RIGHT TO RELEASE FROM THE SETTING SLEEVE. GRAVEL IS THEN PUMPED DOWN THE TUBING, OUT THE PORTED NIPPLE WITH RELEASING COILING THRU THE SCREEN, UP THE WASHPIPE, AROUND THE CROSSOVER, AND UP THE CASING/TUBING ANNULUS. WHEN THE PACK IS COMPLETE, THE LINE IS MOVED UPWARD TO CLOSE THE SLEEVE IN THE PORTED NIPPLE. SINCE THE SLEEVE IS CLOSED, THE TOOL IS REMOVED FROM THE WELL.



Composition Liner hanger

Bore nose	0,20 m
1 Blank	5,78 m
6 Gravel slot 20	36,00 m
2 Blank	11,68 m
4 Gravel	24,00 m
4 Blank	23,20 m
1 Tell Tale	2,02 m
2 Blank	12,04 m
1 Release 6 5/8 x 7"	0,31 m
1 Ported nipple	0,60 m
1 Hanger packer	3,02 m

Volume gravel utilized
3,590 m³

Profondeur	1085	1088	1090	1095	1100	1105	1110	1115	1120	1125	1130	1135	1140
Température	49°1	48°6	48°5	48°4	48°1	47°7	47°5	48°	49°6	50°	50°3	50°5	50°8

Après trente minutes de stabilisation à 1130 m, la température s'établit à 50° 6. Il semble qu'au droit du Cénomanien calcaire, il y ait production d'eau d'environ 2° de moins par rapport au Cénomanien détritique.

En fin de pompage (après 15 h de pompage) le 9.12.1984 à 10 h la température à 1130 m est de 53° 8.

2.2 - Débitmètre (flowmètre)

Le pompage à l'air lift, a été redémarré vers 19h 05, le 8.12.84. La sonde mesure à 1130mètres une température de 50° 6 et une pression de 111,40 bars. Au bout d'une heure, la température en surface était de 49° 2, le débit de 160 m3/h, et dans le forage à 1130 m, température 53° 8 et pression de 108,9 bars.

Une première interprétation du flowmètre donne les résultats suivants qui seront précisés par S.N.E.A..

INTERVALLE DE PROFONDEUR m/table	GEOLOGIE	DEBIT PRODUIT m3/h	% DU DEBIT PRODUIT
1 137,5 à 1 145,5 m	Cénomanien détritique (base)	120 m3/h	77 %
1 133 à 1 129 m	Cénomanien détritique (milieu)	16 m3/h	10 %
1 121 à 1 117 m	Cénomanien détritique (sommet)	15 m3/h	10 %
1 078 à 1 077 m	Cénomanien calcaire fissuré	4 m3/h	3 %
TOTAL		155 m3/h	100 %

- 97 % du débit provient du Cénomanien sableux et gréseux et les 3/4 des huit (8) derniers mètres.

- Seulement 3 % du débit provient du Cénomanien calcaire, dont la principale fissure productive serait située entre 1 077 et 1 078 m/table.

2.3 - Mesures de pressions

Au démarrage la pression à 1 130 m était de 111,40 bars, ce qui situe le niveau statique très approximativement vers 1 140 m - 10 m (pression atmosphérique) - 6,70 m (hauteur table) - 1130 m = 19,39 m/sol. Ce calcul très sommaire ne prend pas en compte, la dilatation de l'eau due à sa température, ni l'inclinaison du forage estimée à 1° environ.

Après 15 heures de pompage, la pression à 1 130 mètres était de 108,49 bars, pour une température de 53° 8 soit un rabattement de l'ordre de 29,10 mètres (niveau dynamique vers : 48,40 mètres/sol).

Après 15 Heures de pompage, le débit au sol était de 137 à 160 m3/h (difficulté de mesurer au bac et au déversoir), la température au sol de 50°, et la pression au compresseur de 7,2 bars, soit un niveau dynamique vers 72,3 m (mesure très imprécise). L'eau pompée était très légèrement opalessante, totalement exempte de sable en suspension. La remontée du niveau a été enregistrée pendant 13h le 9.12.84 jusqu'à 23h, la pression résiduelle à 1 130 m était de 111,35 bars (moins cinquante centimètres non restitués) et la température de fond était de 51° le 10.12.84 à 8h 45. Le niveau statique en trou ouvert était à 19,79 m de la table.

3 - COUPE DU TUBE 9" 5/8 le 11.12.84

Après une tentative infructueuse le 10.12.84 la coupe du casing 9" 5/8 a été refaite à 489,18 m/table et 38 tubes de casing 9" 5/8 ont été extraits malgré une prise de cimentation au-dessus de la DV (traction à 150 tonnes).

1.7 - RECAPITULATIF DES TRAVAUX DU FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 BA 106 (COTE SOL)

DATE	OPERATION	PREVISION	CONVENTION SNEA	REALISATION	OBSERVATION
15/10 26/10	Préparation	Site parking BCC	Convention p.3 site parking Forfait Annexe 1 (site soute)	Site route des soutes	Appareil d'emprise supérieure à celui initialement prévu par S.N.E.A..
18/10 au 16/12	Génie Civil Plateforme et remise en état	30 mètres Ø 700	Ø 700 à 5 m	Forage de recon- naissance TEMSOL : à 31 m. Construc- tion plateforme et dépendances CHAMPAGNAC Avant-trou : Chantiers Modernes Ø 711 à 23,30 m 2 m ³ de ciment à 400 kg 23,5 m ³ de ciment à 300 kg	(18.10.84) 18.10.au 16.11.84 sable:2600 m ³ calcaires:1400m ³ 25/10 au 6/11
17/11 au 16/12	Amenée - Repli	-	-	-	S.N.E.A. Le 17.12.84 bourbier non entiè- rement vidé
23/11 au 25/11	Forage 26" Tubage 20"	60 m	Non prévu à convention 60 m en annexe 1	Forage de 23m à Ø 26":143,3/sol tube Ø20":136,8m: 56 tonnes de ci- ment - d : 1,85	Casing 20" de 159 lbs/ft au lieu de 94. Arrêt du forage AEP base du 23.11 à 16h au 26.11 à 9 h
26/11 au 30/11	Forage à 550m et colonne 13" 3/8 Diagraphies	Forage 17"1/2 à 500 m Tubage 13"3/8 à 500 m BHC - GR - CAL	Forage 17"1/2 à 550 m Tubage 13"3/8 à 550 m Annexe 1	Forage Ø17" 1/2 de 143,3 à 598m. Tubage 13"3/8 de 0 à 593m. Ciment : 23 t à d : 1,53 35 t à d : 1,85 GR de 150 à 604,5 table et CAL	Casing 13"3/8 de 61 lbs/ft au lieu de 54,4. GR derrière Ø20" et BHC non effec- tués.

.../...

30/11 au 5/12	Forage jusqu'à 1 000 m (12" 1/4)	Forage à 1000m en 12" 1/4 et tubage en 9"5/8 de 0 à 1000m. Cimenté de 500 à 1000 m.	Forage 12" 1/4 jusqu'à 1000 m Tubage 9" 5/8 Cimenté de 500 à 1 000 m	Forage 12" 1/4 à 1060 m. Tubage 9" 5/8 à 1053 m. Cimentation 1053 m à 502 m avec 45 t. à 1,53 et 1,85 de densité.	DV de cimentati à - 502 m.
	Diagraphie	BHC - GR - CAL	Annexe 1	GR -PS et DLL de 1062,7 à 599m. LDL de 1065,5 à 965 m BGL de 1066 à 598 m CBL- VDL de 598 à 17.	BHC non effectué remplacé par CBL- VDL et CAL remplacé par BGL DLL et LDL, comma dé en supplément avec accord SSBA
5/12	Forage 8" 1/2 et colonne de captage 6"5/8	1250/1400 m en 8" 1/2	2 cas prévus 1250 m 1400 m	8" 1/2 à 1162 m	Pas de dolomie de Mano.
6/12	Carottage éventuel Diagraphies	Carottage BHC/GR/FDC/CNL DST/PS + CBL du 8" 5/8 et BGL du décou- vert	Carottage Annexe 1	Non réalisé DLL+GRL+PS+Cali- per du 1168,5 à 1060m. BHC + WFT de 1168 à 1060m. CBL+VDL de 1060 à 500 m. ETT de 1060 à 500 m.	BGL du découvert non réalisé car non commandé à SP par SNEA.
7/12	Colonne de captage Gravel pack	Alésage en 15" Crépine 5" 1/2 ou 6" 5/8 longueur non précisée (Schéma de 100m)	Annexe 1 Annexe 1 (5" 1/2 ou 6" 5/8) (Schéma de 100m)	Non réalisé 62 m de crépines: Johnson Ø 6"5/8 en inox 304 L slot 20 52,50m de tube plein 6"5/8 inox: Johnson. 0,20m sabot inox:	
		non précisé	non précisé	Liner hanger et 3,59m3 de graviers 0,8 - 1,4 mm	
8/12	Test de produc- tion	non précisé	non précisé	Air lift -net- toyage 3h Air lift pompage: de 19h à 10h le 9/12 pendant 15 h	135m3/h à 48°5 eau trouble 140 à 160 m3/h à 50° - Eau propre

.../...

PHASE 2

MISE EN PLACE DE LA POMPE D'EXPLOITATION

Suite à la réunion tenue le 15 mars 1985 à la D.I.A., il a été décidé, par avenant à la convention Etat/S.N.E.A. du 26 juillet 1984, compte tenu du franc succès obtenu lors des tests, de décharger S.N.E.A., à sa demande, des essais de pompage de longue durée au moyen d'une pompe provisoire, et d'effectuer ceux-ci avec une pompe définitive de surface, à variateur de vitesse permettant d'explorer les capacités réelles de production à l'intérieur d'une plage de débit très élargie allant de 80 à 250 m³/h.

Par avenant n° 01 à sa convention, le B.R.G.M. a assisté le S.S.B.A. de la Gironde dans la conception et l'installation de ce matériel.

oooooo

2.1 - COMPTE RENDU N 7 DE MISE EN PLACE DE LA POMPE D'EXPLOITATION
DU FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 DE LA BASE AERIENNE 106 A MERIGNAC(33)

Intervenants : Sous directives du S.S.B.A. de la Gironde.

GUINARD - Fournisseur et installateur du matériel
Responsable : M. LUNETEAU - Agence de Bordeaux -
Benauges - 56.32.47.32
+ 2 techniciens et un conducteur de grue

JEUMONT SCHNEIDER : Agence de Bordeaux - 56.02.22.23

B.R.G.M. : Suivi de l'opération de descente de pompe -
MM. JENN - MAZURIER - SOURISSEAU

04.07.86 : Livraison de la pompe du moteur et des tubes d'exhaure
sur le site

07.07.86 : Arrivée sur le site de l'équipe GUINARD (M. LUNETEAU) et
du B.R.G.M. (MM. COMBE et JENN)
9 h

Préparation du matériel à installer - Contrôle de conformité

Attente livraison du tuyau pour la ligne d'air

Ouverture du puits

Mesure du niveau d'eau = 6,55 m sur casing head

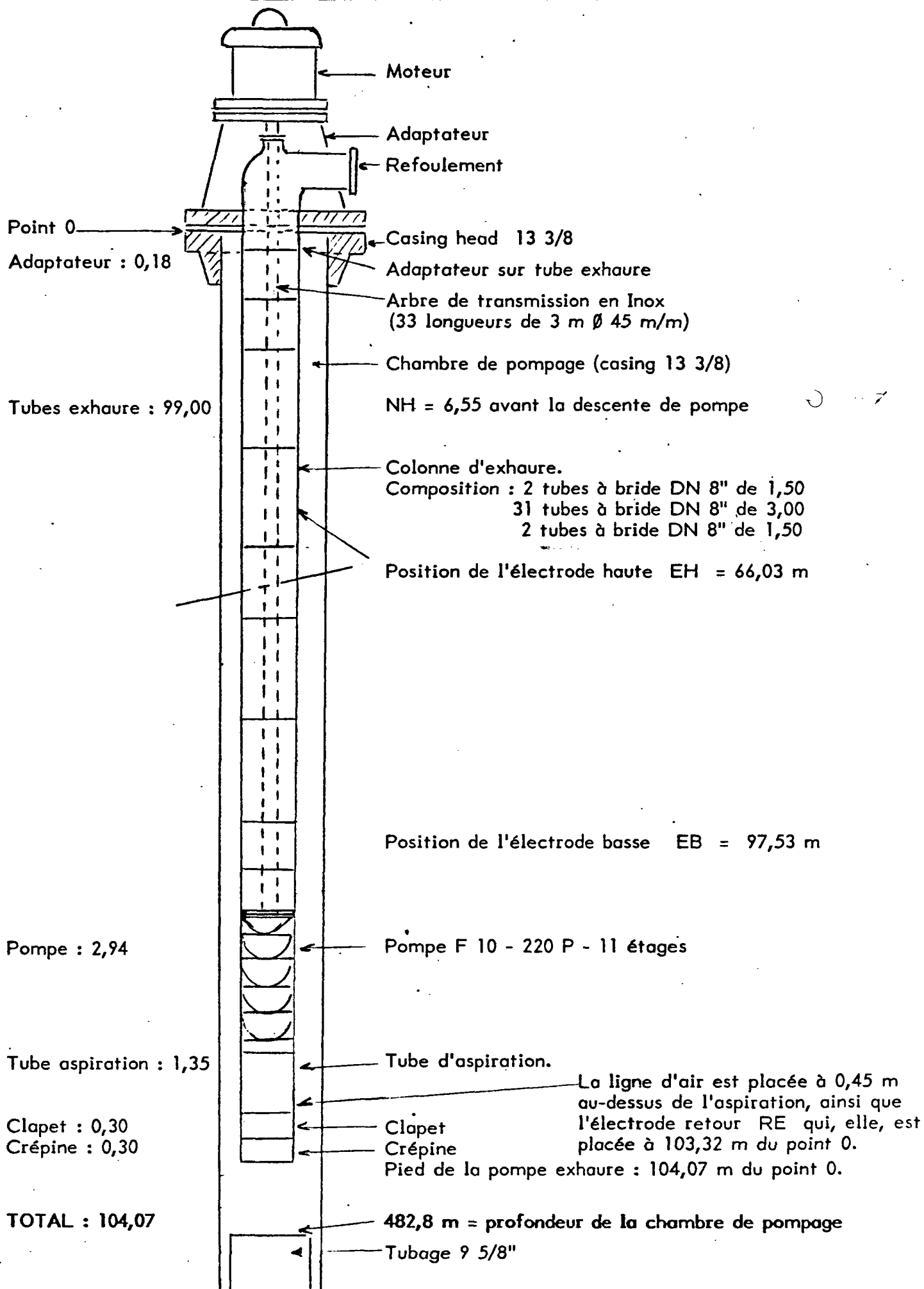
18 h : Arrêt - Le tuyau pour la ligne d'air n'est toujours pas livré

08.07.86 : Livraison sur site du tuyau de la ligne d'air

10 h : Commencement de la descente de la pompe

18 h : Arrêt - Descente de 11 tubes : 9 de 3 mètres et 2 de 1,50 m
+ crépines, clapet, tube d'aspiration et les 11 étages de
pompe et électrode de retour, positionnement ligne d'air à
103,32 m/casing head 13" 3/8 et positionnement électrode
basse à 97,53 m (voir schéma).

COMPLETION DE LA POMPE D'EXHAURE



- 09.07.86 : Tubes sondes assemblés par colliers plastiques, puis solidarisés à la colonne par collier inox 316 - TECSO avec élastomère de protection
 8 h : Suite descente de pompe - électrode haute placée à 66,03 m
- 11 h : Visite sur chantier de Monsieur ROUX - S.S.B.A. de la Gironde pour déterminer la position de refoulement de la pompe d'exhaure.
- 14 h 30 : Visite sur chantier de Monsieur HOGRAINDLEUR - S.S.B.A. de la Gironde pour explication des différents risques du variateur dans le local provisoire.
- 15 h : Décision de mettre le refoulement de la pompe dans l'axe du regard (décision de M. FAZOLLI)
- 17 h 30 : Niveau statique : NS = 0,10 m/bride refermée
- 18 h 30 : 2 tubes de la colonne d'exhaure déformés (ovalisés) près de la bride (4/10 et 6/10 mm). Les paliers ne s'emboîtent pas sur les tubes de la colonne.
- 19 h 10 : Arrêt chantier - reste à descendre 18 m : 5 tubes de 3 m et 2 tubes de 1,50 m

10.07.86

- 8 h 30 : NS = 1,50 m - suite descente colonne
- 10 h 15 : Attente minage des 2 tubes défectueux
 NS = 0,30 m

11.07.86

- 9 h 30 : NS = 0,40 m
- 10 h 00 : Reprise de la descente des tubes : 2 x 3 m et 2 x 1,50 m
- 15 h 50 : Mise en place d'un bac (B.R.G.M.)
- 15 h 55 : Montage de la partie basse de la pompe - vissage de la tête de refoulement sur le casing head 13" 3/8
- 16 h 40 : Mise en place du bloc moteur - vissage du bloc sur la partie basse de la pompe (tête de refoulement)
- 17 h 00 : Fin d'installation de la pompe
 Réglage du jeu vertical (arbre de transmission)
 total du jeu vertical : 50 mm
 20 mm de jeu en haut
 30 mm de jeu en bas
- 18 h 00 : Fin des opérations dès descente de la pompe.

NOTA : Le local provisoire de l'emplacement du variateur de fréquence et du transformateur, a été aménagé et ventilé, de manière à assurer la préservation des matériels électroniques.

Semaine du 15 au 18 juillet :

Branchements électriques divers et fin des installations de refoulement provisoire et de mesures.

21.07.86 : Branchements du variateur de vitesse

22.07.86

10 h 30 : Démarrage à 1 200 tours/mn et vidange en quelques minutes de la colonne, arrêt volontaire à 4 bars, puis 1,1 bars de colonne d'eau sur l'aspiration (vers 92 mètres). Eau très sale, boueuse. Pas de remontée constatée.

(Plage de fonctionnement du curseur vitesse 0 = 1 200 tours
100 = 2 500 tours)

23.07.86 : Pas de remontée dans la nuit (enregistrée)

Remplissage par les pompiers de la colonne 13" 3/8 et contrôle du démarrage sur ordre de l'électrode haute, vidange d'eau propre jusqu'à 0,7 bar et arrêt sur électrode basse.

Les deux électrodes de contrôle fonctionnent, mais le puits ne débite pas. Malgré 6 cycles de pompage, avec augmentation de la vitesse, le puits ne démarre pas.

Il est "tué", soit par une surdensité du fluide qui équilibre celle du réservoir, soit par un colmatage qu'il conviendra d'identifier.

REFERENCES DES EQUIPEMENTS DE L'EXHAURE

MOTEUR : LEROY SOMMER (16004 - Angoulême)
Vertical Hollow Shaft

N° série	86 22 4107	Extra High Thrust
FRAME	445 TP	Type VHS 280 M
HP	250	Volts 312 - 540
RPM	2 100	Amp 439 - 254
HZ	71	
Phase	3	
Class	F	
AMB	40° C	

POMPE : ALTA GUINARD (Châteauroux)

N° série 125594
Type VF 193/45 F 10.220 T.11
Ø corps
Ø roue 194/163,8
Q 250 m³/h
HMT 146,2
Vitesse pompe - 2 075
Puissance abs - 139,1 KW

Les éléments d'arbre de transmission sont en INOX - longueur 3 m Ø 45

COLONNE D'EXHAURE (en acier sans revêtement spécial)

31 tubes à bride DN 8" PN 25	longueur 3,00 m	= 93 m
4 tubes à bride DN 8" PN 25	longueur 1,50 m	= 6 m
	total	= 99 m

Les boulons de serrage des brides de la colonne d'exhaure sont en INOX 16 M x 80 réf.

LIGNE D'AIR :

SAE 100 R1 3/8 "1446" - 110 m

COLLIER DE FIXATION de la ligne d'air et des câbles des électrodes en INOX

316 L d'une dimension de 3/4".

Les trois fils des électrodes sont fixés contre la ligne d'air (Ø 3/8") par des colliers Rilsan.

Joint d'étanchéité entre les tubes à bride de la colonne d'exhaure
INSTAJOINT Loctite distribué par FRAMET (Senlis)
Joint en pâte semi-liquide

REFERENCES DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

TRANSFORMATEUR : MERLIN GERIN

Triphasé 50 Hz

N° 72 4520

Année 1972.

Conforme à C 12 - 112 et HN 52 - S - 20 Référence.

Puissance 250 KVA

Couplage D Y n 11

Tension :

Primaire

Secondaire

1 - 15 750 V

400 V - 231 V

2 - 15 000 V

position 3 - 14 250 V

Courants : 9,62

A - 361 A - 469 A

Tension de court circuit - 4 - 3,5 %

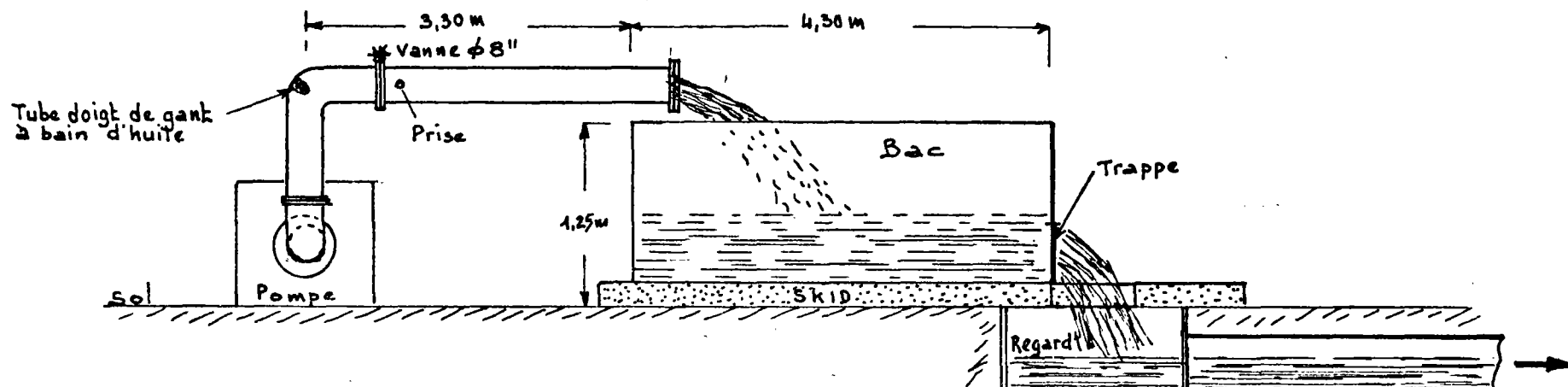
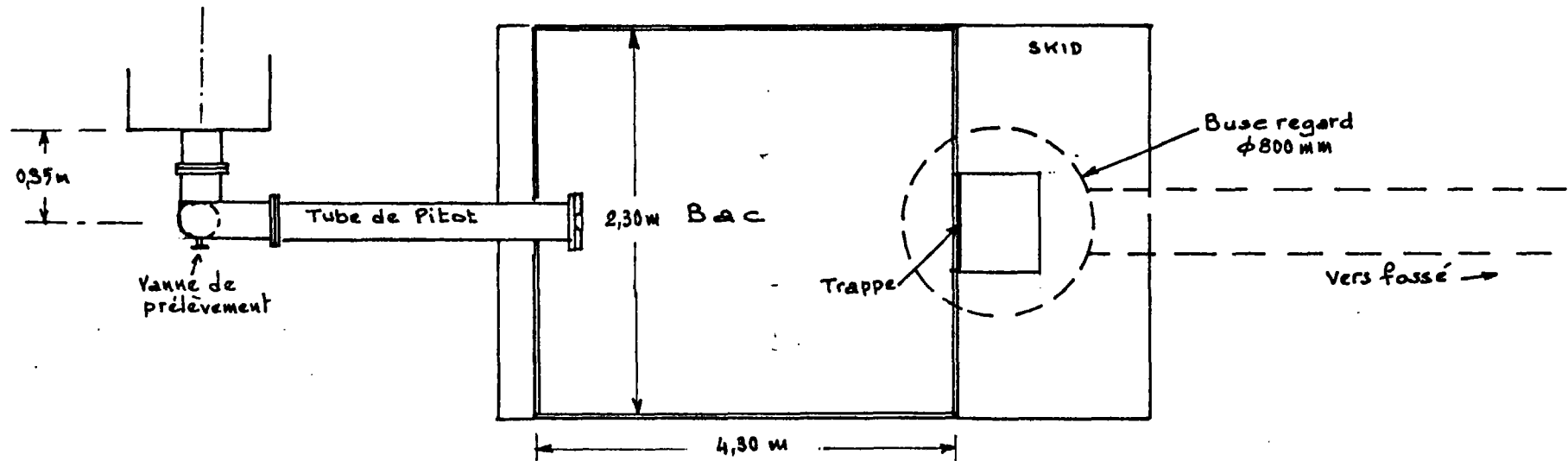
Masse totale - 1265 kg

Masse pyralène - 403 kg

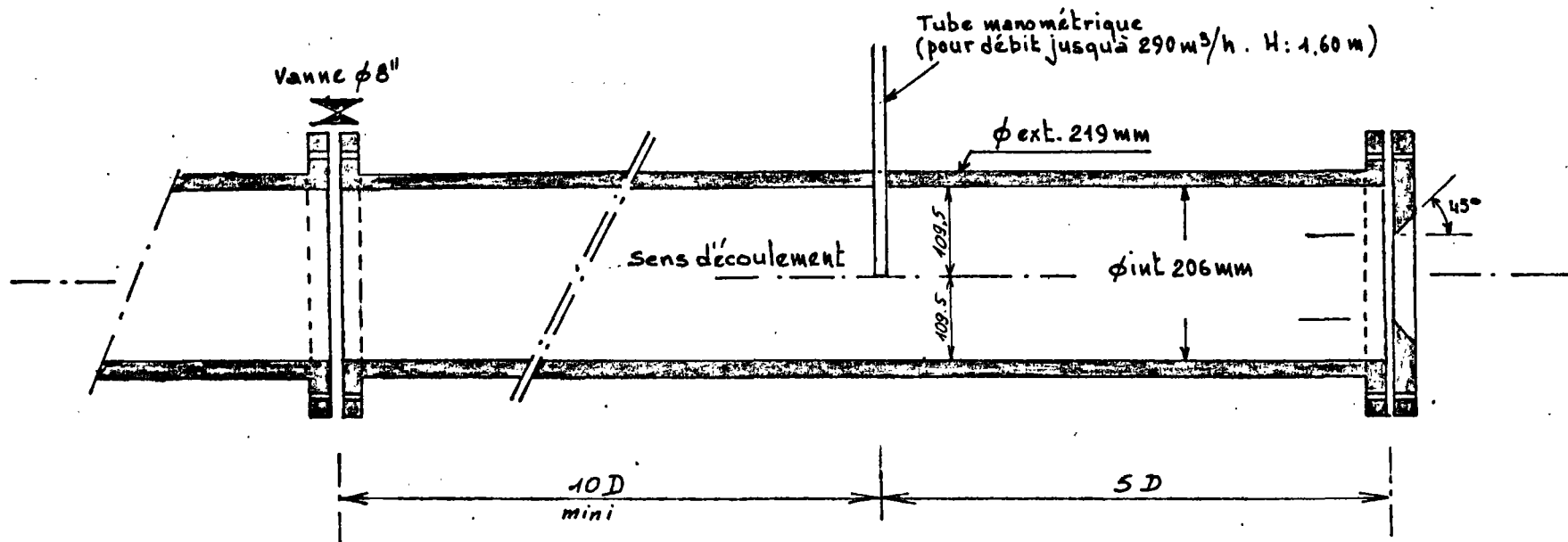
VARIATEUR DE FREQUENCE : JEUMONT SCHNEIDER

Type : JS 610

DISPOSITIF DE MESURE



DETAIL DU TUBE DE PITOT



ESSAIS DE DEMARRAGE DU PUIT
PAR INJECTIONS D'EAU ET POMPAGE

Mercredi 23/07/86

- . Arrivé chantier 8h 30
- . La pression de la colonne d'eau est restée constante ~~à~~ 1,1 bar
- . Injection d'eau dans la colonne afin d'effectuer un cycle injection - pompage
- . La pression étant remontée à 4,2 bars environ, on a effectué un pompage

Vitesse minimum $V_{\min} = 1\ 200\ \text{tr/mn}$ puis après quelques secondes à
 $V = + 20\ \%$ par rapport à la vitesse minimale.

La pompe a débuté jusqu'à atteindre l'électrode basse (EB) c'est-à-dire
environ 0,7 (pression lue sur le manomètre)

10h 48 : début d'un second cycle, injection - pompage
P = 0,7 bar

11h 35 : P ~~à~~ 8,3 bars
. bref pompage P ~~à~~ 7,2 bars
puis pompage à $V = + 50\ \%$ t = 20 s P ~~à~~ 2,9 bars

Réinjection à partir de 12h 06 P ~~à~~ 2,9 bars

13h 53 : Arrêt injection : l'eau injectée jaillit au niveau de la bride/
Niveau 0)
P ~~à~~ 10,1 bars
V ~~à~~ + 20 %

Début du 3ème cycle de pompage

1ère partie { P ~~à~~ 10 bars
 { t = 50 s
 { V = + 20 %
 { P = + 4,6 bars 4,8 5,2 bars

Observation de l'équilibrage de la pression.

2ème palier { P ~~≠~~ 5,2 bars
 { t = 15 s
 { V = + 20 %
 { P = 4,8 bars

3ème palier { P ~~≠~~ 4,8 bars
 { t = 40 s
 { V = + 20 %
 { P ~~≠~~ 3,6 bars

4ème palier { P = 3,6 bars
 { t = 20 s
 { V départ = + 50 % : quelques secondes : V = + 20 %
 { P final 0,5 bar Réinjection

A 15 h : Fin de réinjection

Début 4ème cycle de pompage

1er palier { P ~~≠~~ 10 bars
 { t = 15 s
 { V = + 50 % puis + 20 %
 { P = 9,2 bars

2ème palier { P = 9,2 bars
 { T = 5 s
 { V = + 20 %
 { P = 8,8 bars

3ème palier { P = 8,8 bars
 { t = 1 mn 20 s
 { V = + 20 %
 { P = 0,6 bars

A 15h 19 : Début réinjection

A 15h 55 : Fin réinjection - Début 5ème cycle

1 seul
palier

{ P = 9,5 bars
{ t = 2 mn 01 s
{ V = + 20 %
{ P = 0,6 bars

A 17h 10 : Fin réinjection début 6ème cycle

1 seul
palier

{ P = 10 bars
{ V ~~≠~~ + 20% .
{ t = 2 mn 20 s
{ P = 0,6 à 0,7 bars

24/ 07/86

9h 30 P ~~≠~~ 0,8 bar

Cette augmentation minime de pression n'est pas significative.

PHASE 3

REHABILITATION DU FORAGE GMC1

Le programme de travaux a été arrêté lors de la réunion du 1er août 1986, entre le S.S.B.A. de la Gironde, S.N.E.A.P., et le B.R.G.M., après recherche du diagnostic des causes du colmatage du puits.

Il a été attribué à la chute dans le forage des débris de ciment et à la boue qui ont subsisté dans l'espace annulaire entre les casings 13"3/8 et 9" 5/8 . Ils ont été libérés lors de la coupe du tubage 9" 5/8 qui a été retiré jusqu'à la profondeur de 489,18 mètres/table. Rappelons que cette extraction très difficile avait nécessité de tirer à 150 tonnes.

ooooo

3.1 - COMPTE RENDU N 8 : REHABILITATION DU FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1

DE LA BASE AERIENNE 106 A MERIGNAC (GIRONDE)

Le programme proposé lors de la réunion du S.S.B.A. Gironde du 1er août 1986, a été mis en oeuvre, sous le contrôle des agents du S.S.B.A. Gironde et la supervision du B.R.G.M.

31 juillet et 1er août 1986 :

Démontage et stockage de la pompe par GUINARD.

05 et 06 août 1986 :

Mise en place par ELF-AQUITAINE, de la Société FLOPETROL-JOHNSTON ATA - SCHLUMBERGER, intendant de forage M. CASIMIR - ELF-AQUITAINE.

Atelier KREMCO - K200, comprenant :

- . 1 treuil de 3 000 ml de câble
- . 1 tête hydraulique
- . 1 hydrill de 13" 5/8 (BOP)
- . 1 crochet de 50 tonnes
- . 1 300 ml de tubing 2" 7/8 et 3" 1/2
- . 8 drill-collars 3" 1/2 et 5"
- . 2 pompes triplex GARDNER-DENVER
- . 3 bacs (25 m³)
- . 1 groupe électrogène
- . outillages

07 août 1986 :

- Contrôle au câble : pose à - 430 mètres
- Contrôle de trou avec un outil Ø 12" 1/4, libre descente jusqu'à 410 mètres, surforage à l'eau claire sur 2 mètres. Diagnostic : eau colorée grise, cimentation partielle du casing 13" 3/8
- Nouvelle pose à 433 mètres, trou fermé, surforage de boue et de ciment sur 4 mètres, à l'eau claire, remontée d'eau sale, grise, chargée en ciment
- Nouvelle pose à 456 mètres, trou fermé, surforage à l'eau claire, remontée alternative de boue et de ciment avec quelques grains de sable (échantillons recueillis à 456 et 477 mètres)
- Fin du surforage du casing 13" 3/8 et top de la coupe du Ø 9" 5/8 à 482,20 m (cote initiale mentionnée à 482,48 m)
- Nettoyage par circulation d'eau claire pendant 1 heure
- Fin de la phase 1 à 21 h 30

08 août 1986 :

- Reconnaissance du casing $\varnothing$ 9" 5/8, en trou libre, pas de difficulté au passage 13" 3/8 - 9" 5/8
- Surforage à partir de 8 mètres au-dessus du liner-hanger des crépines, dont le top est noté à 1 025,30 m (au lieu de 1 025,49 m). Importantes pertes d'eau d'injection lors de cette opération : 2,20 m³ sur 20 mètres, puis 8 m³ au cours du surforage, remontée d'eau grise.
- Diagnostic : 1 - ciment, sables et boues (échantillon recueilli dans la cave et sur l'outil 8" 1/2 à sa remontée)
2 - crépines décolmatées illustrées par les phénomènes de pertes, absorptions
- Circulation d'eau claire pendant 1 heure 45 minutes, pertes de l'ordre de 20 m³, puis lavage de la cave et des bacs.
- Fin de la phase 2 à 14 h 50.

08 août 1986 (suite) :

- Descente dans la colonne de captage $\varnothing$ intérieur de 5,92 inches, d'un outil $\varnothing$ 4" 3/4 sur 3 drill-collars de 3" 3/8, pose à 3,5 m au-dessus du porte-crépine, indiquant une décantation des sédiments, d'où envoi d'une boue visqueuse, 25 m³ au natrosol + soude caustique de densité $d = 1,01$.
- Entrée libre dans le liner-hanger
- Descente libre, mais pose à chaque changement de tige, indiquant la présence de sédiments dans les crépines.
- Vers 1 100 mètres, envoi d'un second bouchon de boue visqueuse, de 10 m³.
- Descente libre, avec quelques mises en rotation. Arrêt volontaire à 1 mètre au-dessus du sabot des crépines, soit à 1 144 mètres.
- Envoi de 6 m³ de boue visqueuse (Natrosol + soude $d = 1,01$) et circulation, sans pertes, pendant 2 h 30 de 23 heures à 1 h 30.
- Remontée d'eau opalescente contenant des sables blancs quartzeux fins (prise d'échantillon dans la cave).
- Remontée des tubings jusqu'au liner, sans à-coups, au poids apparent de 10 à 12 tonnes.
- Sortie du liner à 2 h 05 le 09 août 1986.

09 août 1986 :

- Outil 4" 3/4 au jour à 5 heures du matin - Fin de l'opération 3.
- Installation de l'air lift, ligne d'air en $\varnothing$ 3" 1/2 avec sabot à 300 mètres et souffleur à 190 m - compresseur : PNS 1 200 de M. MASSE.
- Démarrage à 8 heures
- Pompage de dégorgeage à 75 m³/h (débit limité par les deux sorties en $\varnothing$ 2" à la base du BOP).
- Température initiale 43° 2 ; pH 9,68 (bacs sales) ; conductivité = 490 micro-Siemens/cm
- 11 h 15 - arrêt pour modification colonne, extraction du souffleur et remise en place vers 213 mètres.
- Remise en route à 12 h 15 : $Q = 79,2 \text{ m}^3/\text{h}$; $t = 43^\circ 3$; conductivité = 505 $\mu\text{s.cm}$; pH 8,45₃
- Pompage jusqu'à 18 h : $Q = 77,23 \text{ m}^3/\text{h}$; $t = 47^\circ 2$; conductivité = 510 $\mu\text{s.cm}$; pH 8,24.

- Arrêt du pompage de dégorgeage (total air lift : 9 heures)
(Eau claire avec quelques éléments de ciment et de sable fin)
- Fin de l'opération n° 4.
- Arrivée COPCO et installation.

10 août 1986 :

- Démarrage air lift à 01 heure - Débit au bac : $84 \text{ m}^3/\text{h}$ - $t = 47^\circ$
- Sonde HP placée à 1 123 m/sol - *Pression initiale* $111,24 \text{ kg/cm}^2$
Température : $51^\circ 9$ (fond 52° C)
- Débit au flowmètre $74 \text{ m}^3/\text{h}$ dans le liner-hanger
- Arrêt à 10 h 15 - fin air lift (total air lift 9 h 15)
Pression résiduelle : $109,52 \text{ kg/cm}^2$ - $t = 51^\circ 9$ à 1 123 m.

En surface $t = 48^\circ 2$; $c = 555 \text{ } \mu\text{s.cm}$; $\text{pH} = 8,5$.

Eau très claire, odeur d' H_2S , mais nombreux grains de sable (tache de 5 à 6 mm par litre) (échantillons recueillis d'eau et de sédiments sableux dans la cave).

$$\text{Indice de productivité : } IP = \frac{74}{111,24 - 109,52} = 43,02 \text{ m}^3/\text{h/kg.cm}^2$$

- L'enregistrement du flowmètre est parfaitement superposable à celui initial. Les productivités des différents horizons restent les mêmes. Ceci confirme l'absence de tout colmatage.
- Observation de la remontée jusqu'à 20 heures - pression restituée : $111,285$ - $t = 50^\circ 9$ à 1 123 mètres, soit une pression à 0,041 bars supérieure à celle initiale. Il n'y a aucun épuisement de l'aquifère après exploitation de 23 fois le volume du puits.
- Le niveau statique est mesuré à 12,90 m du sol.
- Fin de l'opération n° 4.

Conclusion :

L'opération a démontré que l'ouvrage était obstrué par les sédiments et morceaux de ciments libérés à la suite de la coupe du casing 9" 5/8.

Il semble qu'il y ait eu sédimentation de sables fins dans la colonne de captage.

L'indice de productivité est supérieur à celui initial ≈ 43 . Ceci doit être dû à des pertes de charge inférieures, liées au débit de $74 \text{ m}^3/\text{h}$.

La température plus faible : $51^\circ 9$ au lieu de 53° est liée au débit.

Recommandation importante :

Compte tenu de la présence de sables indiquant que le développement et le tassement du gravel-pack ne sont pas terminés, nous recommandons de mettre progressivement le puits en production au cours des essais par paliers.

NOTA :

Les enregistrements suivants ont été effectués par COPGO-HUNTING :

- . floumètre*
- . thermométrie*
- . suivi descente (pression et température)*
- . suivi remontée (pression et température)*

Un compte rendu complet des travaux a été établi par S.N.E.A.P.

PHASE 4

ESSAIS DE PRODUCTION

A. - COMPTE RENDU N°9 : ESSAIS DE POMPAGE

4.1 - CONTROLE DU DEBIT DU PUIT ET DU FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS

Dans le double objectif de :

- 1 - Terminer le développement de l'ouvrage et de mettre en place par tassement et granoclassement naturel le "gravel-pack",
- 2 - Tester les capacités réelles de productivité du forage,

des pompages à débits croissants ont été mis en oeuvre.

Du 25 août au 29 août 1986, l'ouvrage a été pompé à 146 m³/h; 190 m³/h ; 238 m³/h ; 288 m³/h.

Au cours de la journée du 29 août, après réglage définitif du variateur de fréquence, par la société JEUMONT-SCHNEIDER, un palier à 91,5 m³/h a pu être effectué. Entre chaque palier, la remontée du niveau a été contrôlée. Le tableau 9.1 relate des résultats hydrodynamiques et électriques de ces pompages.

En fin d'essai de longue durée (16 septembre 1986) des tests complémentaires de mises en pression ont permis d'effectuer des pompages à débit plus faible, 50 m³/h ; 100 m³/h et de préciser le début de la courbe caractéristique figure 10.

NOTA : Les niveaux dynamiques sont corrigés des effets de la température et de la pression sur la densité réelle de l'eau pompée. (cf. tableau 2).

La courbe caractéristique obtenue par ces paliers indique une croissance exponentielle du rabattement en fonction du débit de pompage.

Deux types d'ajustements ont été opérés :

- 1 - Un ajustement linéaire du débit spécifique en fonction du débit, avec une équation (figure 11).

$$S = 0,0935 Q + 0,000635 Q^2, \text{ avec une résolution de } 0,963$$

Il permet la répartition entre les pertes de charge linéaires et quadratiques (figure 12).

- 2 - Un ajustement exponentiel du rabattement en fonction du débit de la forme :

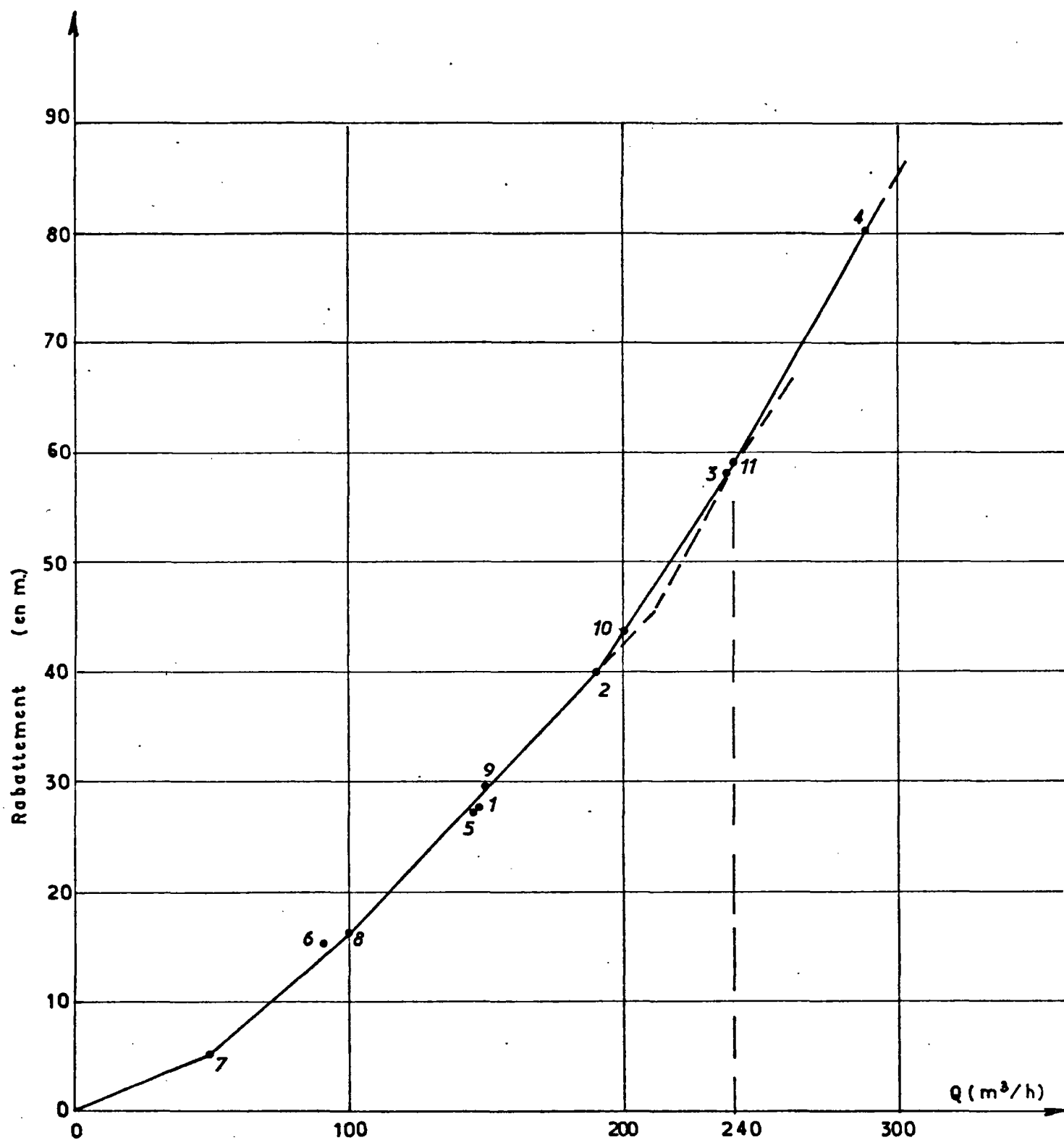
$$S = 0,0161 \times Q^{1,496} \text{ avec une résolution de } 0,996$$

(figure 13)

FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 - BA 106

COURBE CARACTERISTIQUE

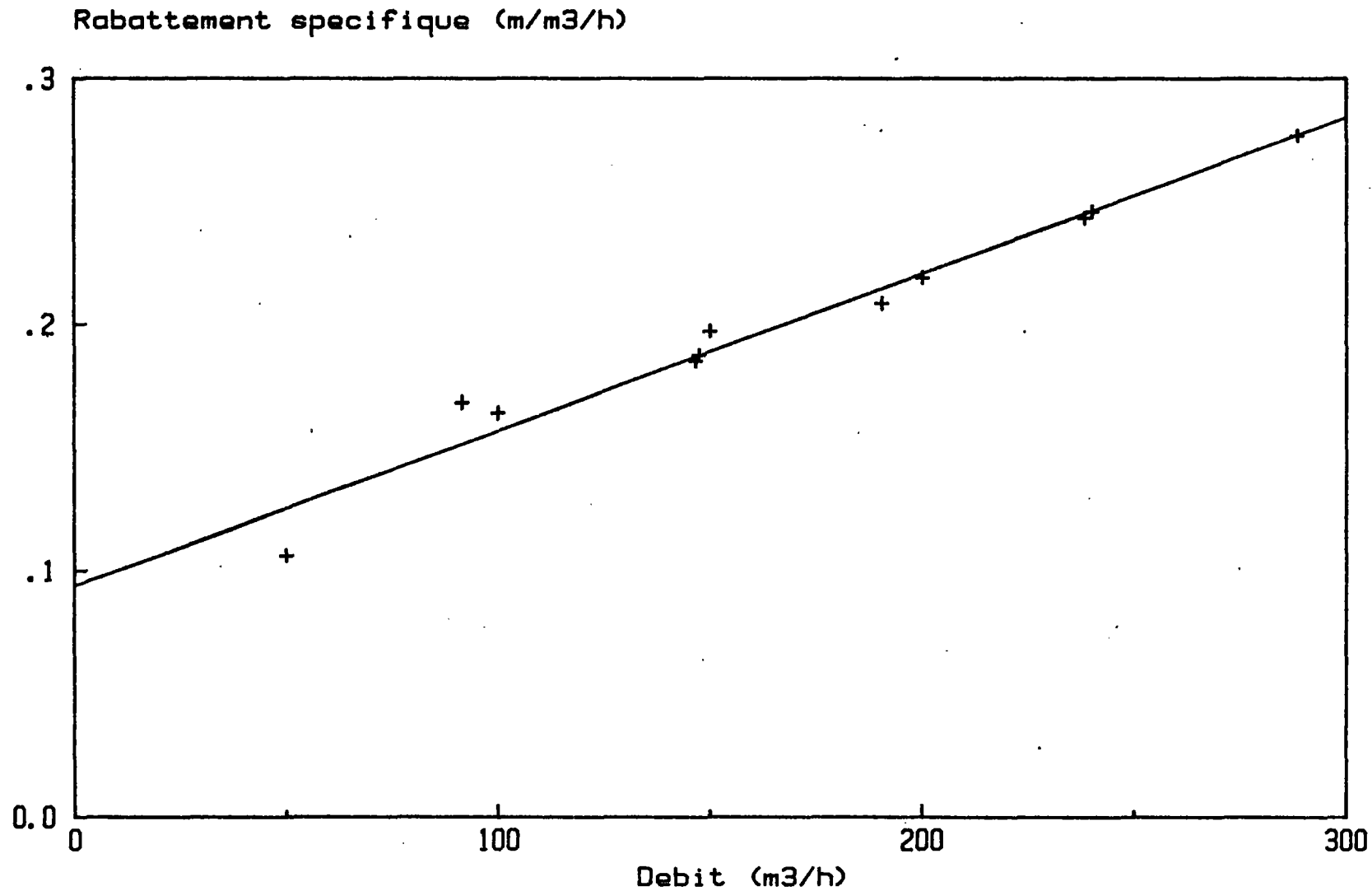
Rabattements corrigés en F (P, t°C)



FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1-BA106

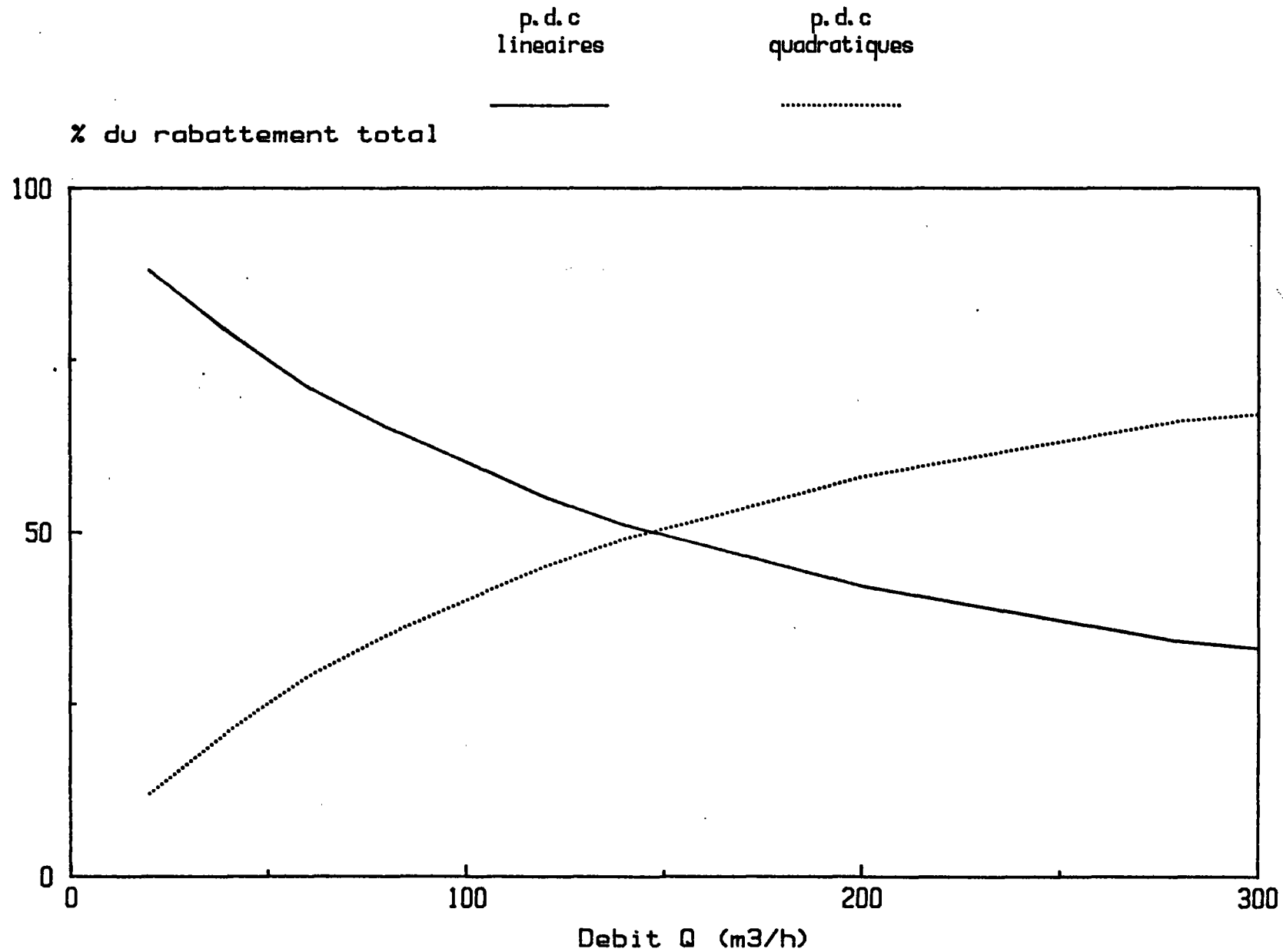
$s/Q = f(Q)$: Ajustement lineaire

Regression
lineaire



FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1-BA106

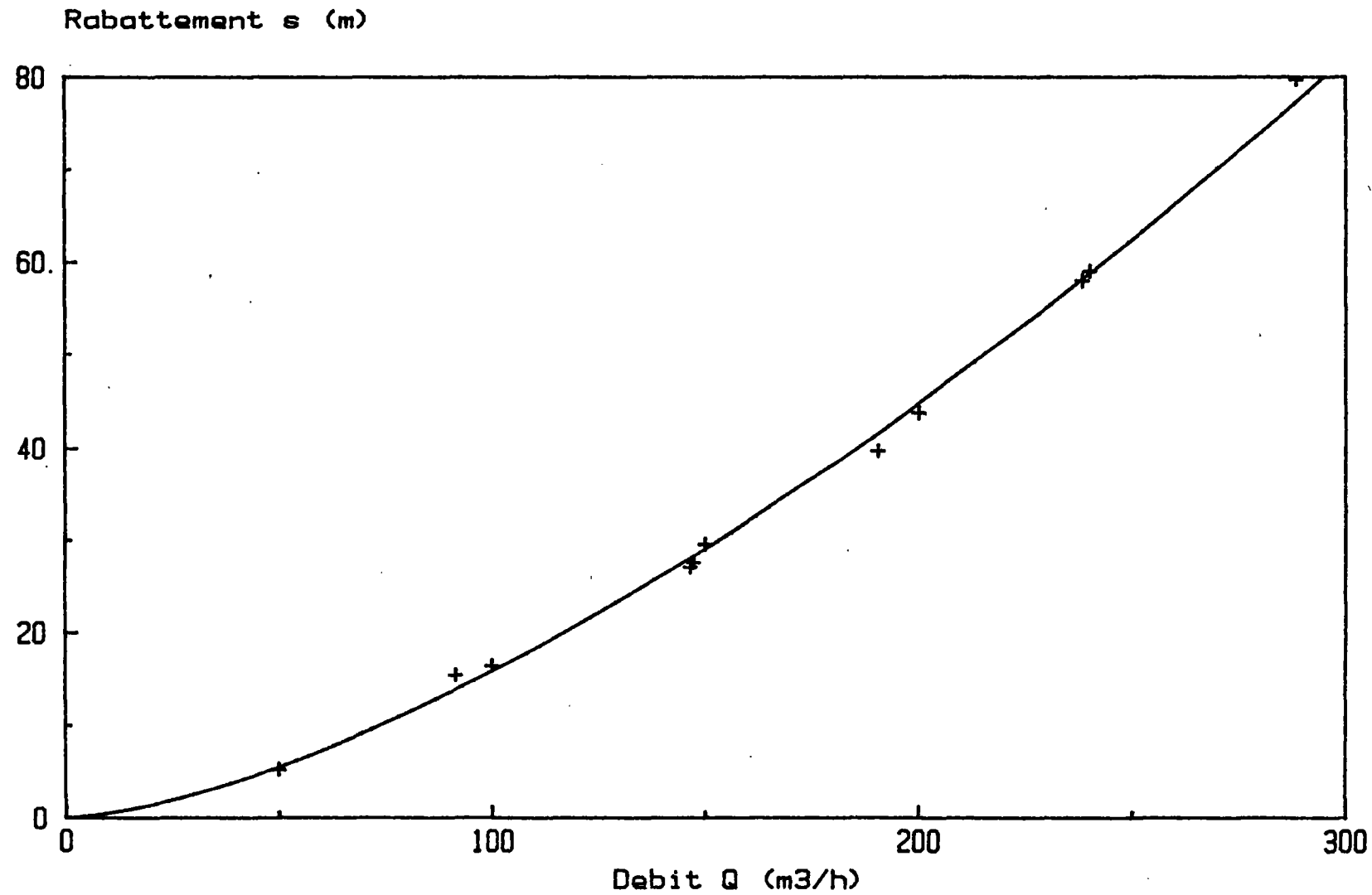
EVOLUTION DES PERTES DE CHARGES



FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1-BA106

$s=f(Q)$: AJUSTEMENT QUADRATIQUE

Regression
puiss.



Il montre une augmentation des pertes de charge au-delà de 240 m³/h. (Le point 288 m³/h passe au-dessus de la courbe). En outre, avec un débit de 288 m³/h, pendant 8h 30, il ne subsistait que 0,80 mètres d'eau au-dessus de l'électrode basse positionnée à 97,53 m du sol.

Le débit d'exploitation ne doit pas dépasser 240 m³/h, le niveau dynamique correspondant sera de 76 mètres. Il ne comprend pas les fluctuations de la nappe et les interférences dues aux autres forages.

Au début de ces paliers, le forage donnait 4 à 5 grains de sable par litre d'eau. Il s'est très rapidement développé. En deux jours, l'eau était parfaitement translucide sans aucune venue de sable ou élément quelconque, même au débit maximum.

4.2 - CONTROLE DE PRODUCTIVITE DE L'AQUIFERE -

La productivité à long terme de l'aquifère a été testée par un essai de pompage de longue durée : 312 heures au débit constant maximum de 240 m³/h (figures 14 et 15).

Le graphe d'évolution du rabattement en fonction du temps indique plusieurs régimes successifs au cours de la première journée de pompage.

- 1 - Au cours de la première minute, inertie de la pompe.
- 2 - Au cours des cinq minutes suivantes, mise en mouvement de l'eau dans le puits.
- 3 - Au cours des deux premières heures, mise en évidence d'un premier régime transitoire de transmissivité moyenne égale à :

$$T = 1,5.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

- 4 - Au cours des 20 heures suivantes, effet de limite alimentée de meilleure transmissivité :

$$T = 3.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

- 5 - Au-delà, établissement d'un régime permanent par apport d'eau, de drainance du fait d'une limite alimentée, (permanente et constante de type schéma HANTUSH).

Au terme de 312 heures de pompage, l'établissement d'un régime permanent parfait, sans aucune évolution du rabattement en plus de 12 jours permet d'affirmer que la nappe sera en mesure de fournir le débit sollicité fixé à 240 m³/h.

L'observation de la remontée des niveaux après arrêt du pompage est illustrée par les figures 16 et 17.

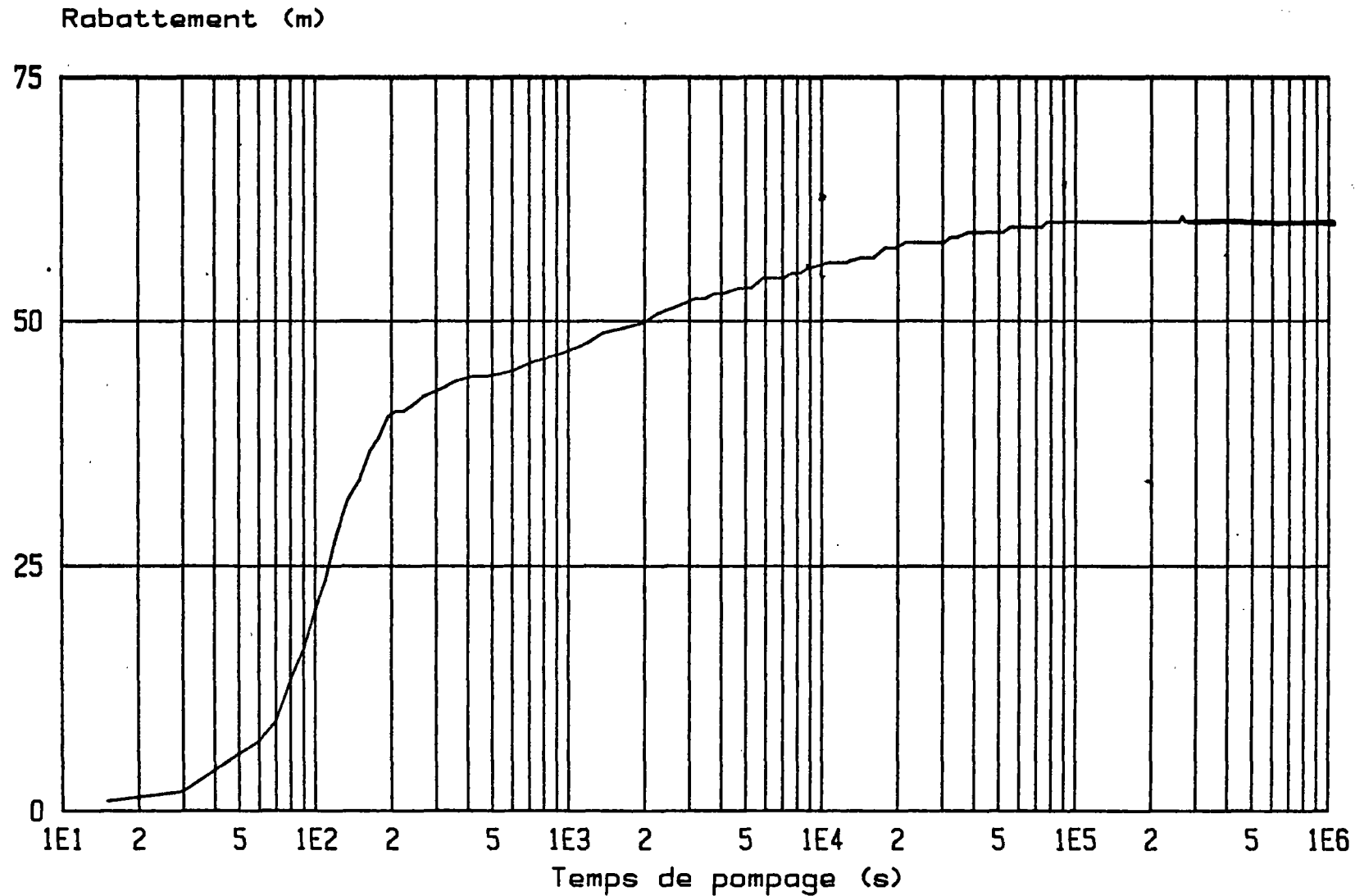
Le calcul des transmissivités confirme l'existence de deux transmissivités assez proches des valeurs calculées pour :

$$\begin{array}{ll} \text{la descente initiale} & : 1,3.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \\ \text{avec drainance} & : 2,6.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \end{array}$$

FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1-BA106

Essai de pompage longue duree

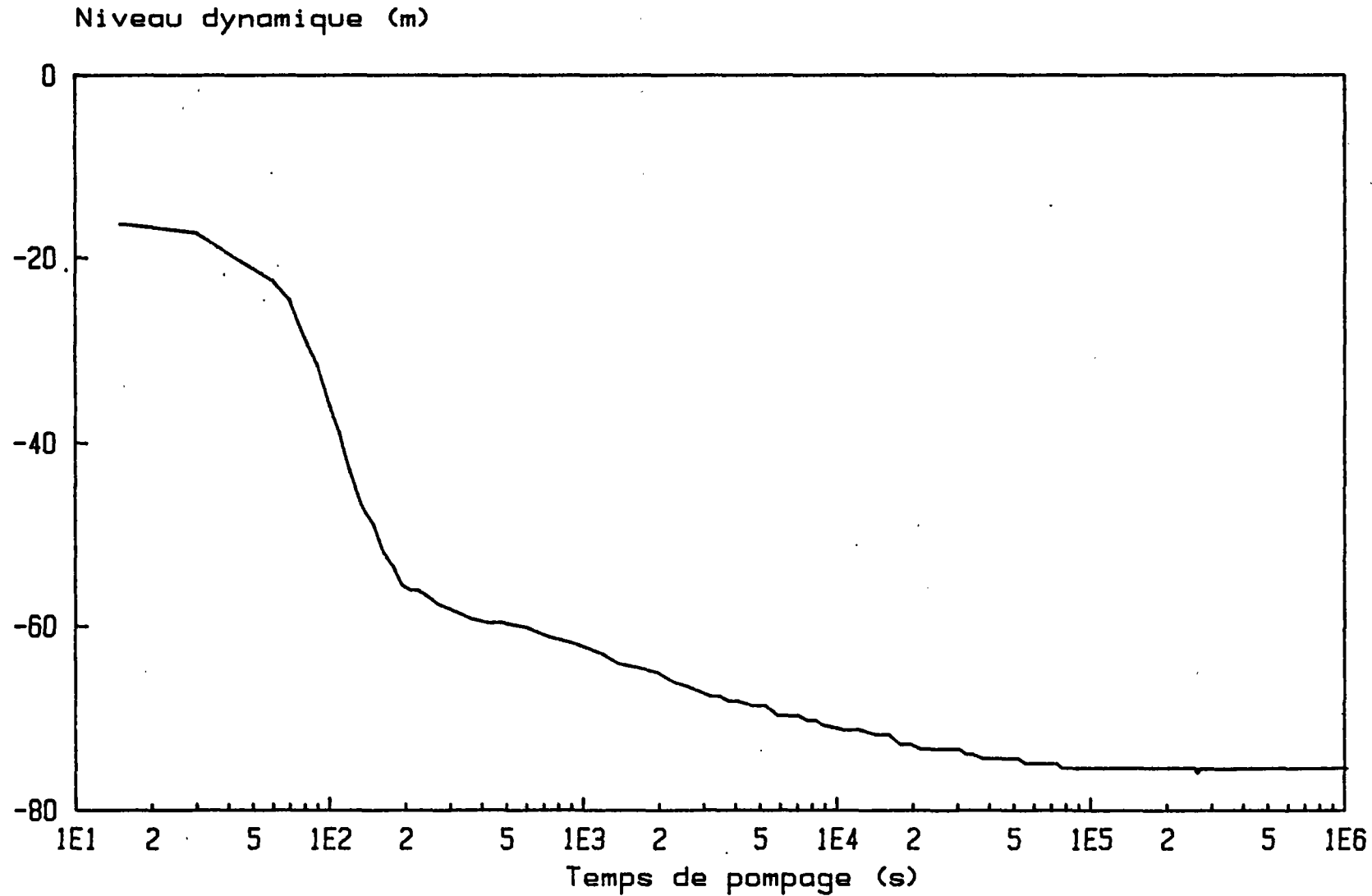
Rabatement
 $s=f(\log(t))$



FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1-BA106

Essai de pompage longue duree

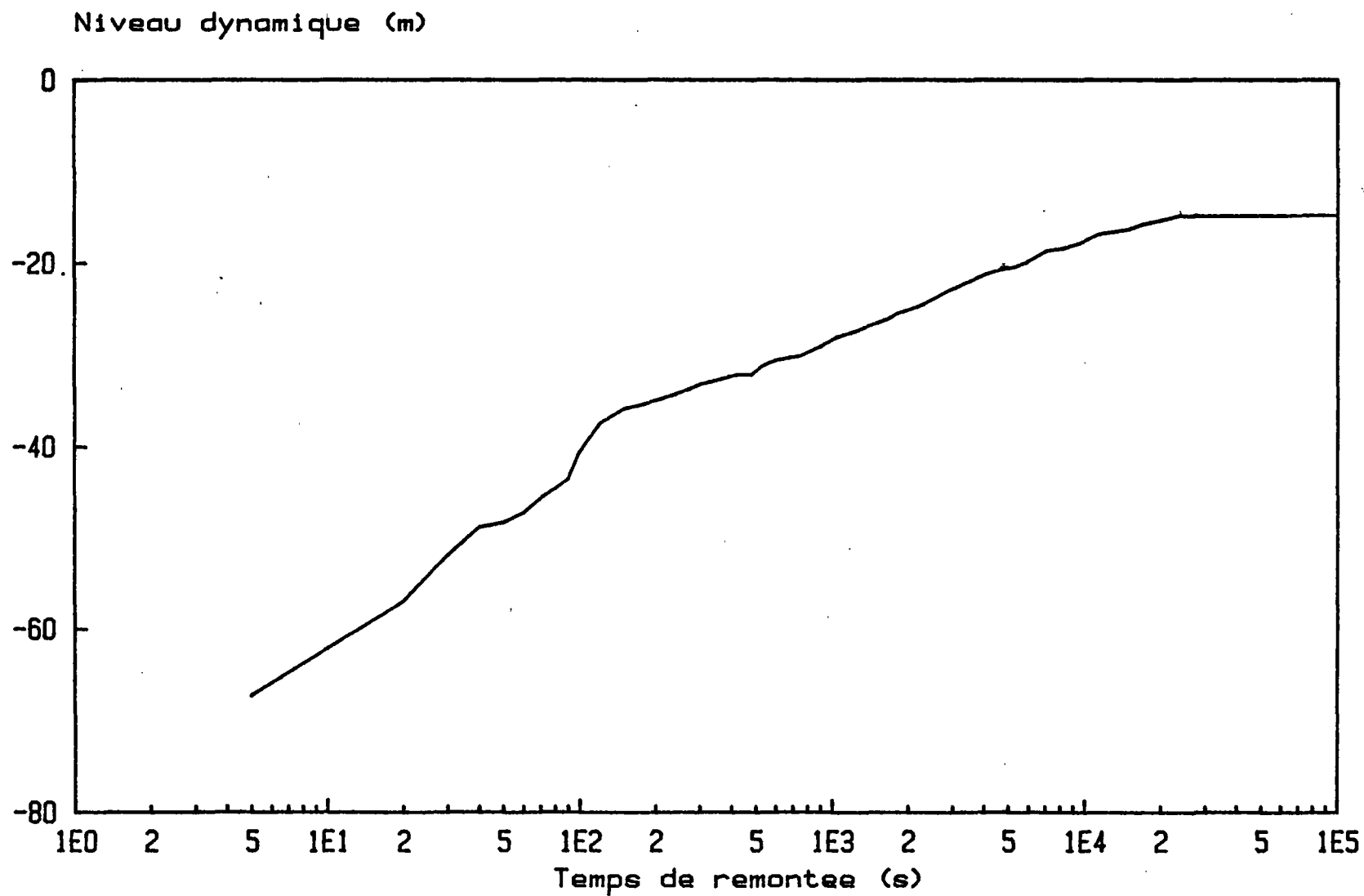
Descente
piezom.



FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1-BA106

Essai de pompage de longue duree

Remontee
niveau

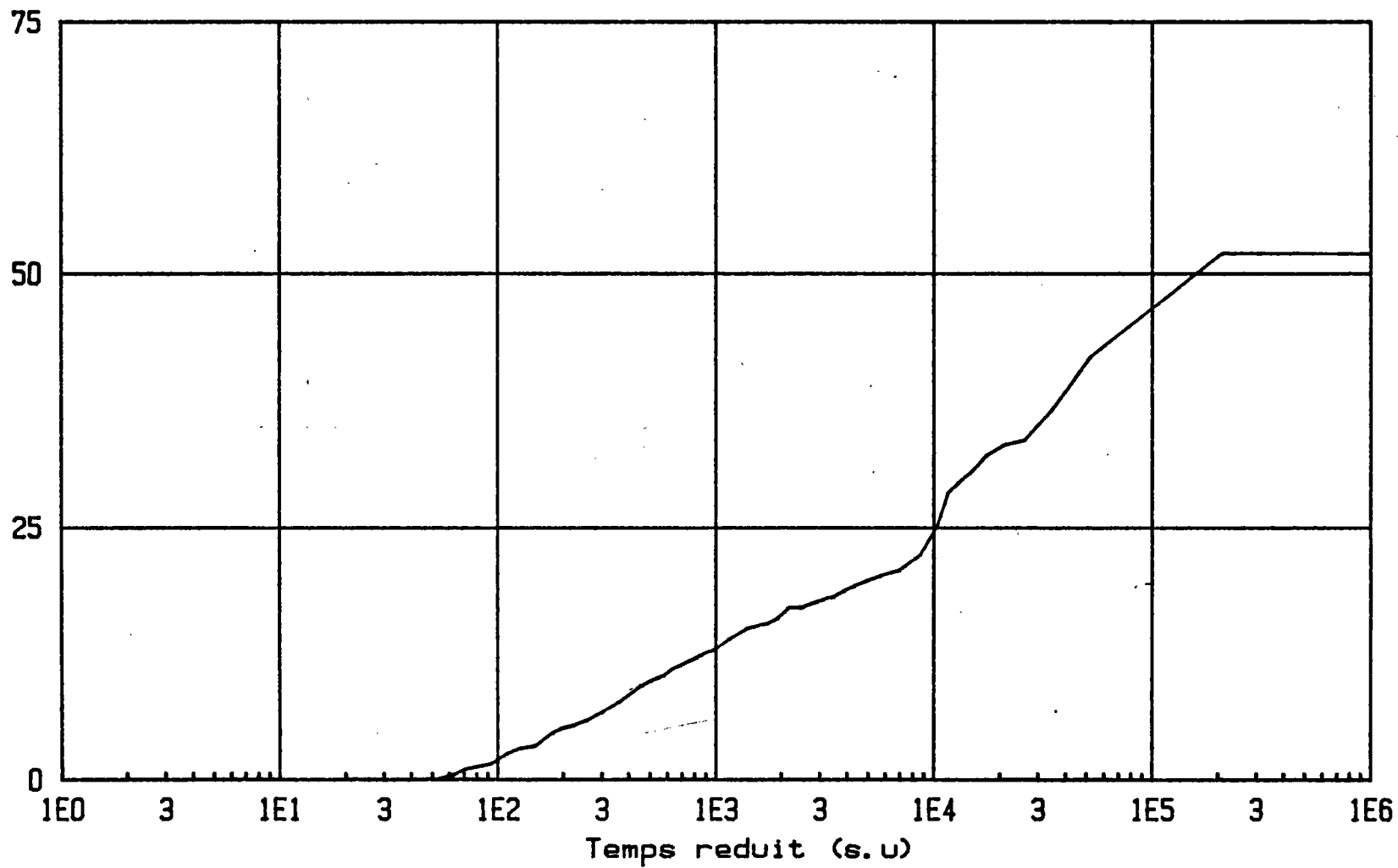


FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1-BA106

Essai de pompage longue duree

Remontee
niveau

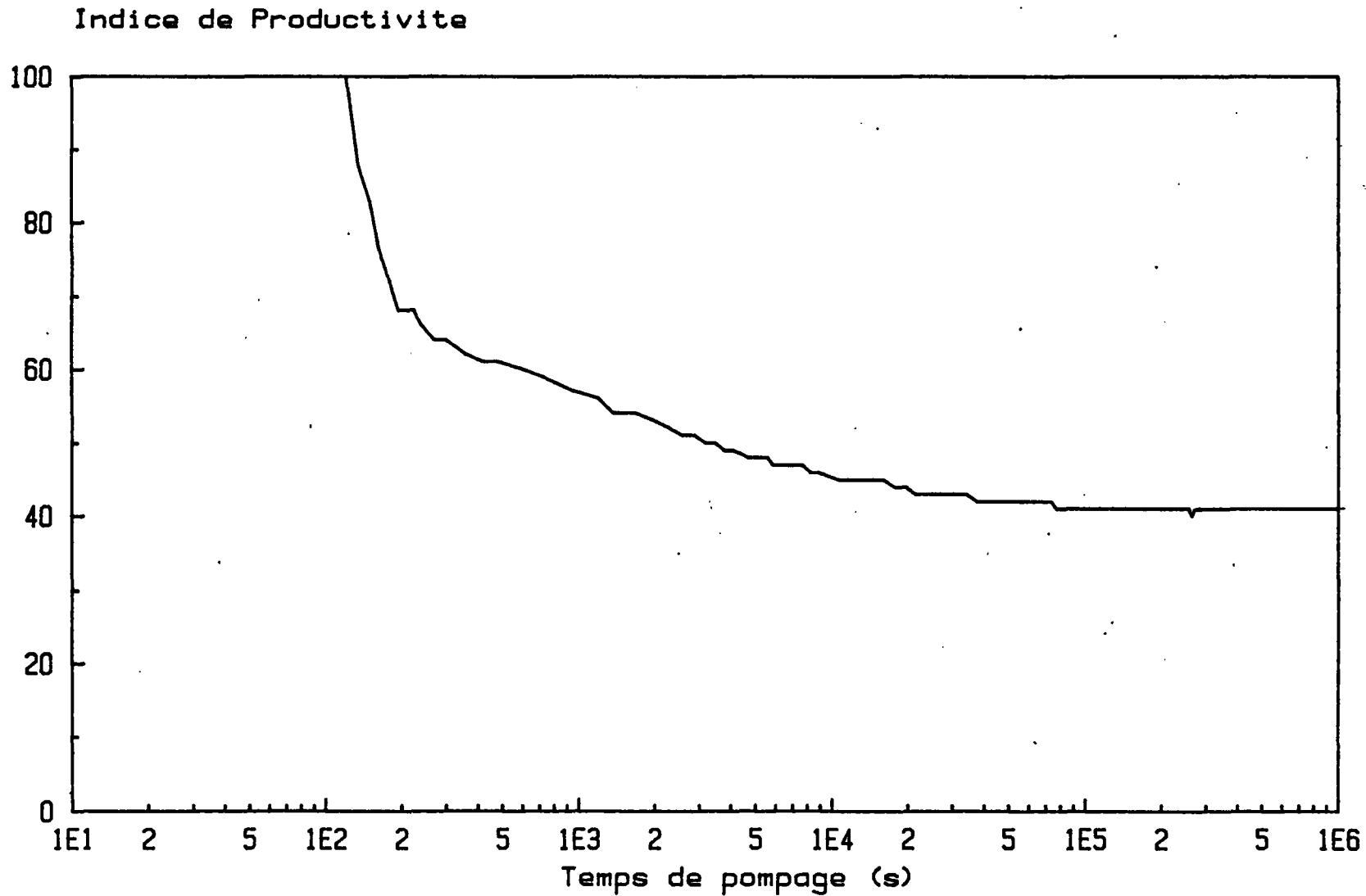
Rabatement residuel (m)



FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1-BA106

Essai de pompage longue duree

Courbe
 $IP=f(\log(t))$



Après 7 heures de remontée, le niveau piézométrique initial est totalement restitué. Les réserves de l'aquifère sont importantes et n'ont pas été mises en jeu par 13 jours de pompage à 240 m³/h.

Ces essais confirment l'importance du système aquifère profond du Cénomanién sous l'agglomération bordelaise dont les potentialités sont renforcées par des phénomènes d'apports par drainance d'eau de température et de qualité constante.

La figure 18 indique un indice de productivité de $IP = 40,7 \text{ m}^3/\text{h}$ par bar de dépression.

4.3 - PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES MESURES AU COURS DES TESTS -

Au cours des essais par paliers et de longue durée ont été mesuré :

- 1 - La température de l'eau, avec un thermomètre positionné dans un tube doigt de gant, dans le coude d'exhaure de sortie de la pompe (dispositif agréé par les Services de Métrologie). Une seconde mesure était effectuée par une thermosonde, couplée à un enregistreur, mise dans un bac en sortie du tube de Pitot.
- 2 - La mesure de la conductivité était prise sur échantillons d'eau et par une sonde couplée à un enregistreur, mise dans le bac.
- 3 - Le pH était mesuré sur des échantillons d'eau pris à chaque mesure.

Le tableau 2 comprend entre autres les valeurs de température pendant les paliers de courte durée au cours desquels l'équilibre thermique de la colonne de refoulement n'a pas été totalement atteint.

Les valeurs ont varié de 50,1°C à 50 m³/h à 51,7°C à 288,4 m³/h.

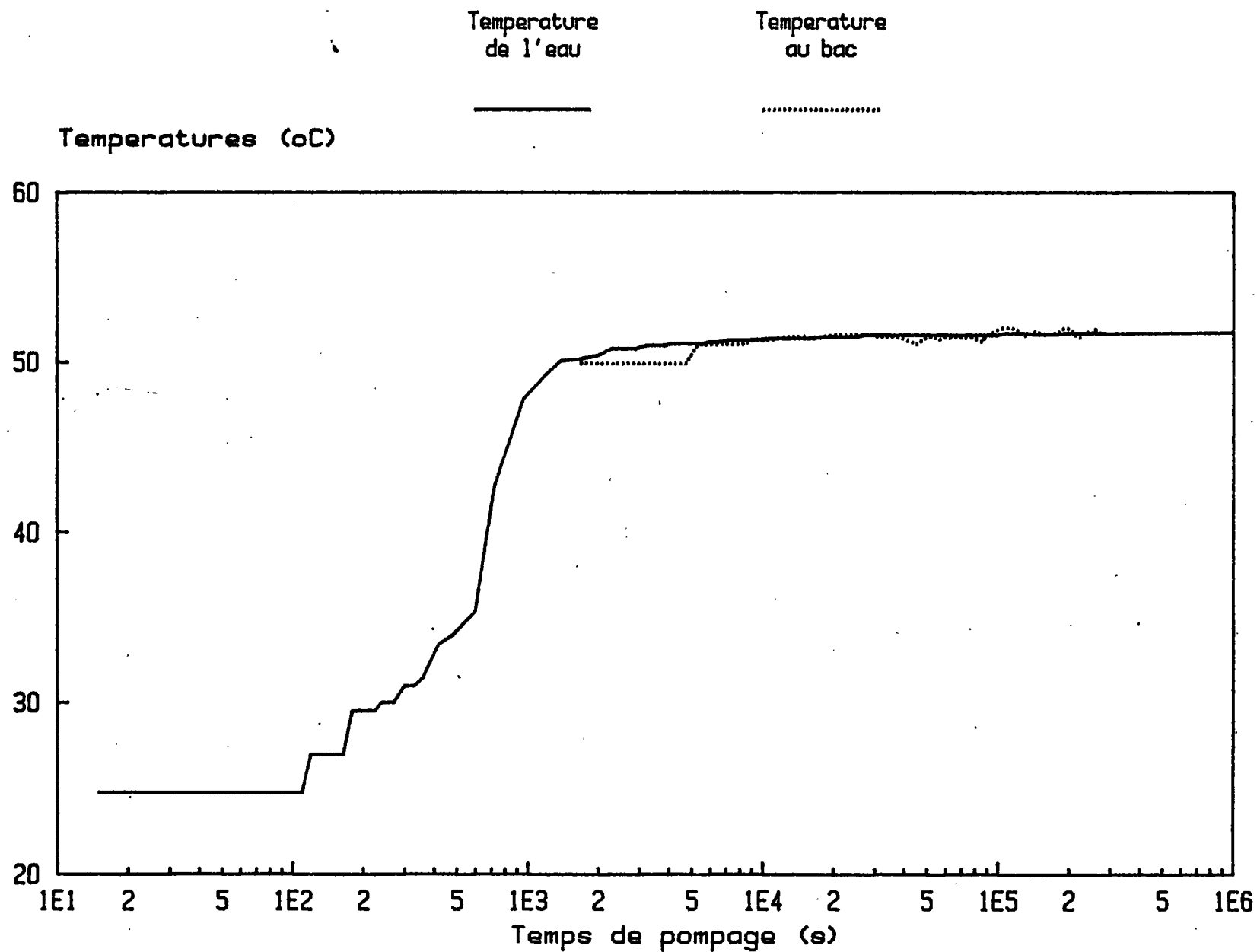
Le pompage de longue durée (figure 19) indique un réchauffement rapide jusqu'à 50,8°C en trente minutes, puis une augmentation progressive en 7 heures jusqu'à 51,6°C. La température maximale est atteinte au bout de 30 heures et se maintient entre 51,7 et 51,8°C.

La figure 20 indique des fluctuations de la conductivité électrique liées à l'augmentation de la température puis une pseudo-stabilisation autour de 560 $\mu \text{ S/cm}$. Les valeurs du pH fluctuent entre 7,6 et 7,8 correspondant à des eaux très légèrement basiques.

L'enregistrement a montré qu'il n'y avait pas d'évolution de la minéralisation totale de l'eau au cours du pompage. Un seul système hydro-chimique souterrain alimente le forage.

FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1-BA106

Essai de pompage longue duree



FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 - BA 106 MERIGNAC

ESSAI DE LONGUE DUREE

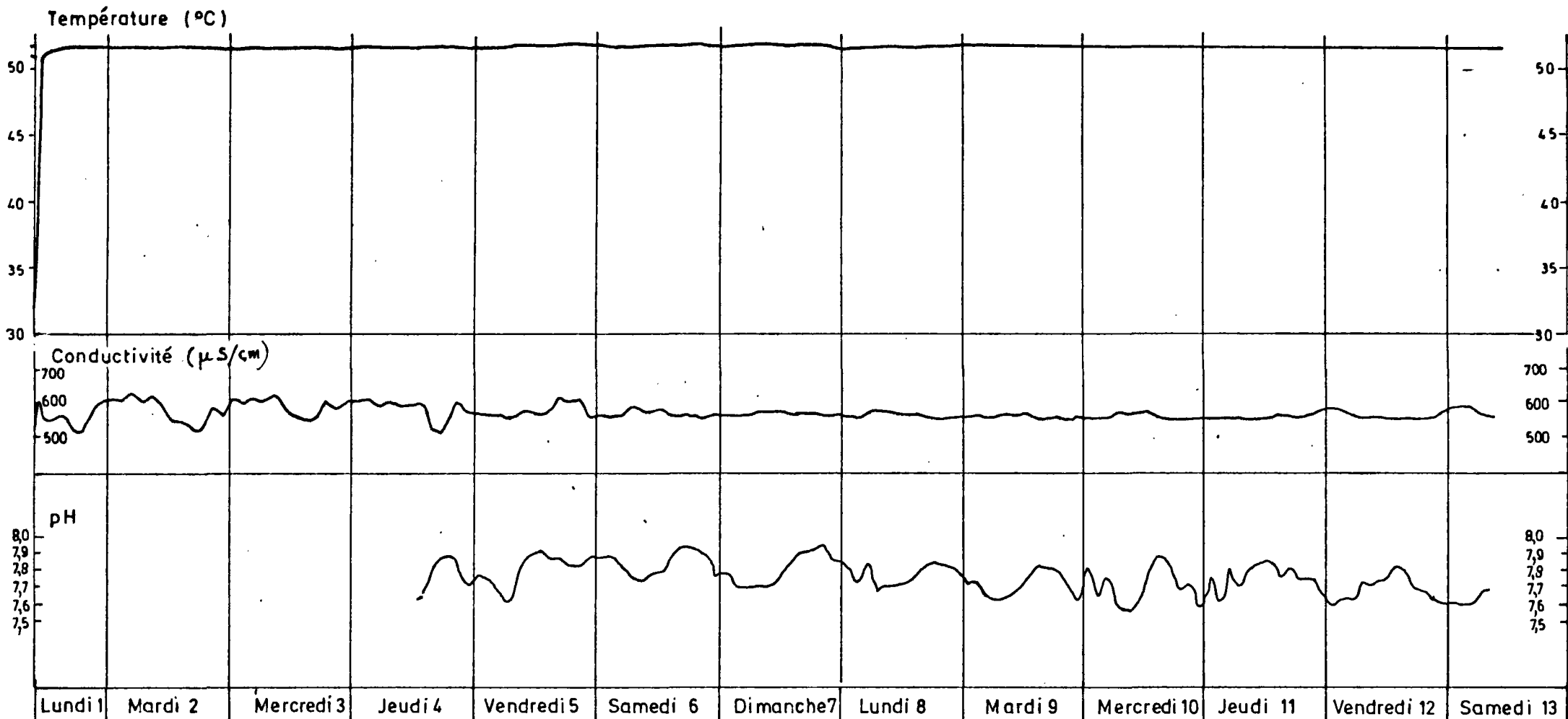
FIGURE 20

BRGM86SGN523AQI

EVOLUTION DES PARAMETRES : .TEMPERATURE

.CONDUCTIVITE ELECTRIQUE RAMENEE A 25° C

-pH



Les paramètres physico-chimiques sont semblables à ceux mesurés dans les autres forages de la région bordelaise qui captent le même aquifère. Une certaine augmentation de la minéralisation peut exister d'Ouest en Est.

:	:	:	:	:	:	:
:	:	GMC1	: GBdx 1	: PESSAC-	: GBdx2	: GRAND-
:	:	MERIGNAC	: MERIADECK	: SAIGE	: BENAUGE	: PARC
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
:	t°C	51°8	: 53°	: 48°4	: 44°1	: 49°
:	de surface	:	:	:	:	:
:	pH	7,7	: 7,6	: 7,4	: 7,12	: 7,56
:	C	560	: 612	: 520	: 882	: 705
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:

NOTA : La température en fond avait été mesurée à 53°C pour 130 m³/h en décembre 1984 et à 51°9 pour 80 m³/h en Août 1986.

La dispersion thermique est de 0,107° par 100 mètres de refoulement.

4.4 - COURBE SUCCES/ECHEC

Les données précédentes placent le point 240 m³/h pour 51°8 (fig. 21 dans le domaine de "SUCCES" en un point très supérieur à l'hypothèse principale n° 4 et à toutes les autres hypothèses.

4.5 - TESTS DES INSTALLATIONS DE POMPAGE

Le tableau 3 récapitule les observations électro-mécaniques faites au cours des tests. L'incorporation d'une vanne a permis, en jouant sur son ouverture et par réglages du variateur de vitesse, de contrôler les paramètres suivants :

- Débit de pompage
- Niveau dynamique
- Pression de refoulement en tête de puits
- Fréquence électrique
- Position de réglage du variateur de fréquence en % (0 à 100)
- Puissance
- Tension
- Ampérage
- Consommation électrique

La planche I récapitule ces données au cours du test de pompage de longue durée.

La figure 22 indique pour chaque pression en sortie de pompe, le débit obtenu en fonction de la fréquence introduite.

FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 - BA 106 MERIGNAC

COURBE SUCCES - ECHEC

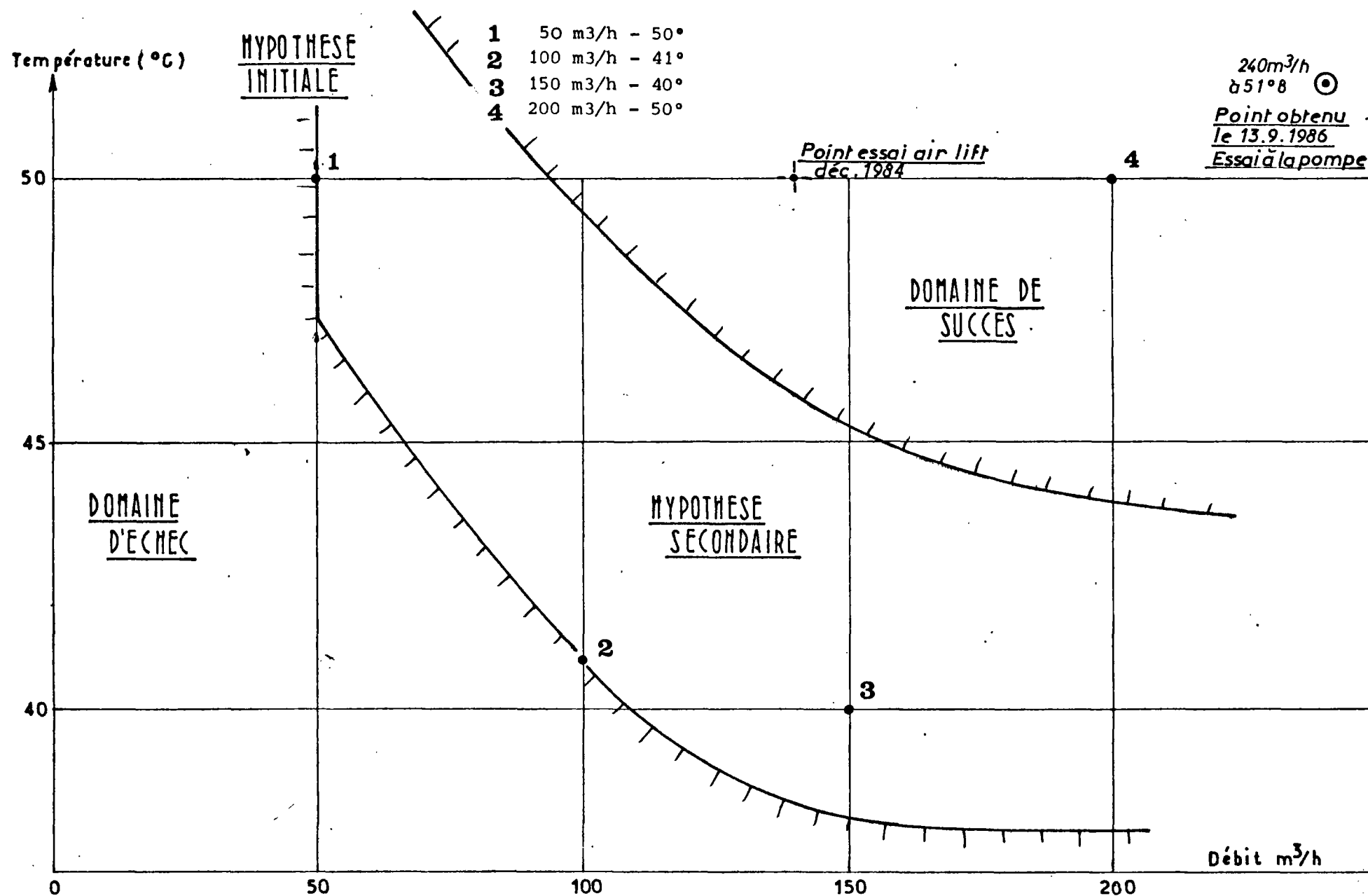


TABLEAU RECAPITULATIF DES ESSAIS PAR PALIERS

DEBIT en m3/h	N°	PRESSION EN TETE	N.D. EN FIN D'ESSAI	Freq. Hz	* % VAR. O à 100	PUIS. Kw	TENSION V	INTENSI. A	CONSUM. Kwh	TEMP. °C	DUREE h	OBSERVATIONS
91,5	6	0,017	32,42	29	0	65	150	140	23	50,7	3 h	
146,5	5	0,043	44,07	39	24	70	185	175	41	51,1	4h 10	1 palier par j.
147,3	1	0,044	44,58	39	24	70	180	170	39	50,6	5h 30	dans
190,5	2	0,074	56,73	49	47,5	70	225	215	62	51,4	7h 35	l'ordre des n°
238,3	3	0,115	74,95	60	71	70	270	275	107	51,7	8h 10	(6 et 5 le m j.)
288,4	4	0,168	96,73	71	100	52	320	360	162	51,7	8h 35	

ESSAI LONGUE DUREE

238,8	LD	0,117	75,97	60	71	72	280	285	117	51,8	24h *	* dernier palier
												vanne ouverte

* Les positions de % du variateur sont celles obtenues après réglage définitif du 29 août 1986.

CALCUL DES RABATTEMENTS CORRIGES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Q	N°	P bars	Densité ρ en fonction de t°	T $^\circ\text{C}$	P m. d'eau 3/4	$\Delta \rho / \rho$	ρ (fp, tc) (4-7) %	Hauteur d'eau 3/8	N.D. (m) n.d - 9	Rabattem. S (m.) 10 n.s.
0		8,6	0,99695	24,8	86	0,03907	0,98656	86,30	NS = 17,02	0
50	7	8	0,9881	50,1	81	0,03542	0,98775	80,99	22,33	5,31
100	8	6,9	0,98761	51,1	71	0,03106	0,98730	69,89	33,43	16,41
150	9	5,6	0,98712	51,4	57	0,02495	0,98687	56,75	46,57	29,55
200	10	4,2		51,7	43	0,01884	0,98695	42,55	60,77	43,75
240	11	2,7		51,8	27	0,01186	0,9870	27,35	75,97	58,95
91,5	6	7	0,98761	50,7	71	0,03106	0,98730	70,90	32,42	15,40
146,5	5	5,85		51,1	59	0,02582	0,98736	59,25	44,07	27,05
147,3	1	5,8		50,6	59	0,02582	0,98736	58,74	44,58	27,56
190,5	2	4,6		51,4	47	0,02059	0,98741	46,59	56,73	39,71
238,3	3	2,8	0,98712	51,7	28	0,01229	0,9870	28,37	74,95	57,93
288,4	4	0,65		51,7	7	0,00308	0,98709	6,59	96,73	79,71
238,8	LD	2,7	0,98712	51,8	27	0,01186	0,9870	27,35	75,97	58,95

NOTA : Les débits sont mesurés par double mesure au tube de Pitot $\varnothing 8'' - \varnothing 6''$ et contrôles dans un bac de 10 m^3 .

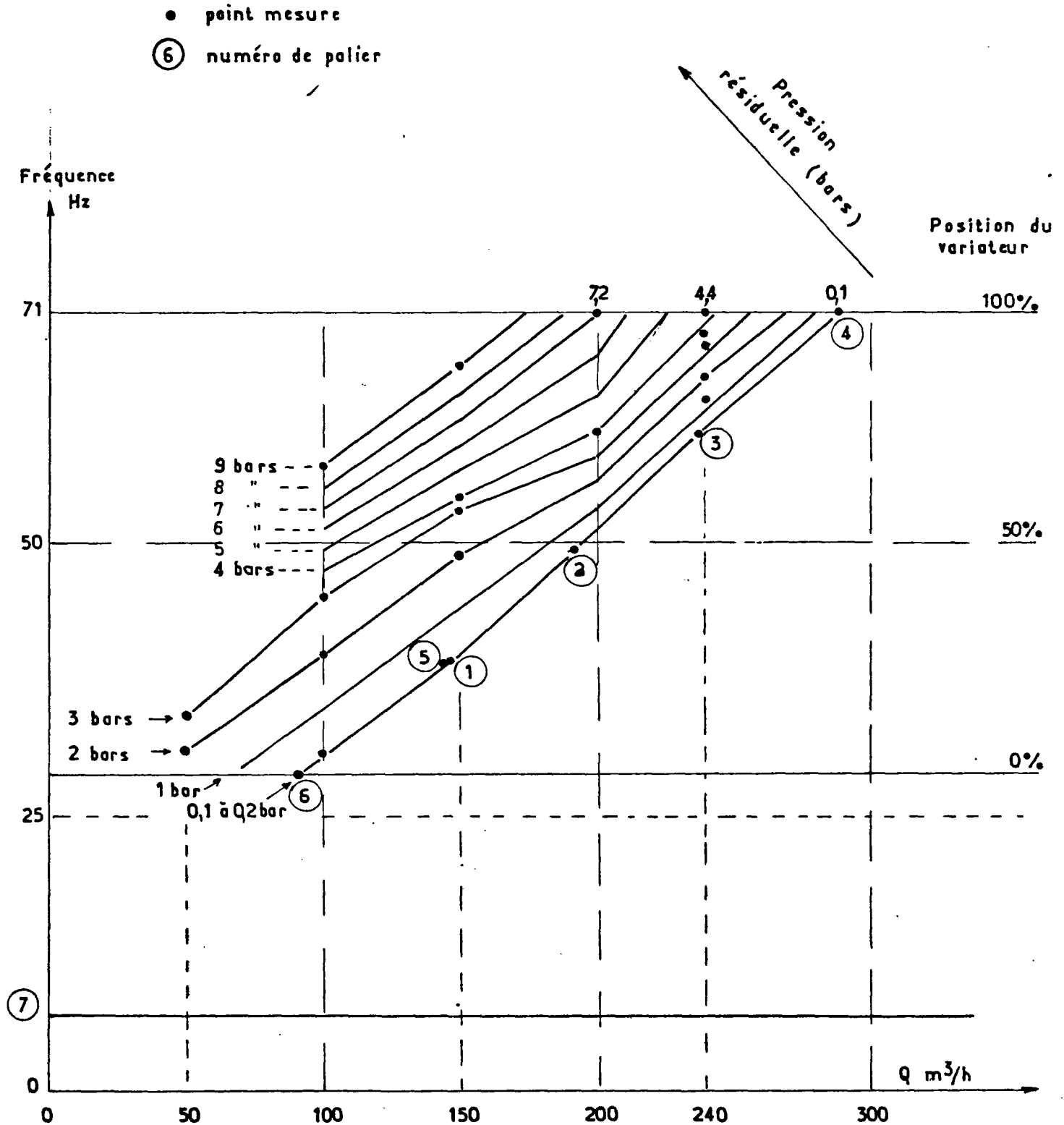
TABLEAU RECAPITULATIF DES TESTS DE POMPE

Q moy. m3/h	N°	Pression: en tête	N.D. en fin	Fréq. HZ	% Var. 0 à 100	Puis. Kw	Tension: V	Inten. A	Cons. Kwh	Temp. °C	Durée h	Observations
50		2		31	9	65	150	140	24	49°	1	Essai après 3h30 d'arrêt
50	7	3	22,33	34	14	67	170	150	28	50°1	1	Enchaîné au précédent
100		2		40	23,5	68	185	165	39	50°8	3	Après 49h30 d'arrêt
100		3		45	35	65	205	175	45	51°	3	Enchaîné au précédent
100	8	9	33,43	57	63	68	260	240	108	51°1	1	Enchaîné au n° 7
150		2		49	43	70	260	205	60	51°3	3	Enchaîné au 100 m3/3h
150		3		53	52	70	240	240	71	51°4	1	Enchaîné au n° 9
150	9	9	46,57	66	85	65	300	290	136	51°4	1	Enchaîné au n° 8
200		2		56	61,5	74	260	255	88	51°6	4	Enchaîné au 105 m3/3h
200		3		60	71	73	280	275	101	51°6	4	Enchaîné au précédent
200		4		60	71	71	275	270	113	51°6	1	Enchaîné au précédent
200	10	7,2	60,77	71	100	57	315	330	144	51°7	1	Enchaîné au précédent
240		1,1		63	77	65	290	300	125	51°7	24	Isolé dans essai longue durée
240		2		65	82	65	300	315	132	51°7	24	Enchaîné au précédent
240		3,2		68	89	60	310	335	146	51°8	24	Enchaîné au précédent
240		3,8		70	95	52	320	345	155,7	51°8	24	Enchaîné au précédent
240	11	4,4	75,97	71	100	55	320	345	156,2	51°8	24	Isolé dans essai longue durée

FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 - BA 106 MERIGNAC

DIAGRAMME FREQUENCE - DEBIT

POSITION DU VARIATEUR DE VITESSE
POUR DIFFERENTES PRESSIONS DE SERVICE



La figure 23 indique les consommations électriques pour chacune des courbes de la figure 22.

La figure 24 synthétise les valeurs des divers paramètres pour divers scénarios d'exploitation au débit préconisé à 240 m³/h.

NOTA : Les éléments du tableau 3 et des figures 11 à 17 permettent de positionner les résultats sur les courbes de données du constructeur de la pompe GUINARD - 841237.

4.6 - INTERFERENCES ENTRE OUVRAGES

Le forage GMC1 pourra être exploité à 240 m³/h avec un niveau dynamique situé à 76 m du sol.

Pendant les 13 jours de pompage, les ouvrages captant le même aquifère ont été observés : Mériadeck ; Benauges ; Lormont - Génicart. Les forages du Grand-Parc et de Pessac-Saige ne sont pas mesurables.

MERIADECK : 803-6-948

:	:	:	:	:	:	:	:	:	:					
:	DATE	:	29.8.86	:	1/9	:	3/9	:	5/9	:	8/9	:	15/9	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	PRESSION EN TETE	:	1,45	:	1,70	:	1,60	:	1,50	:	1,55	:	1,70	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

Durant cette période un débit artésien de 25 à 26 m³/h était exploité.

BENAUGES : 803-6-954

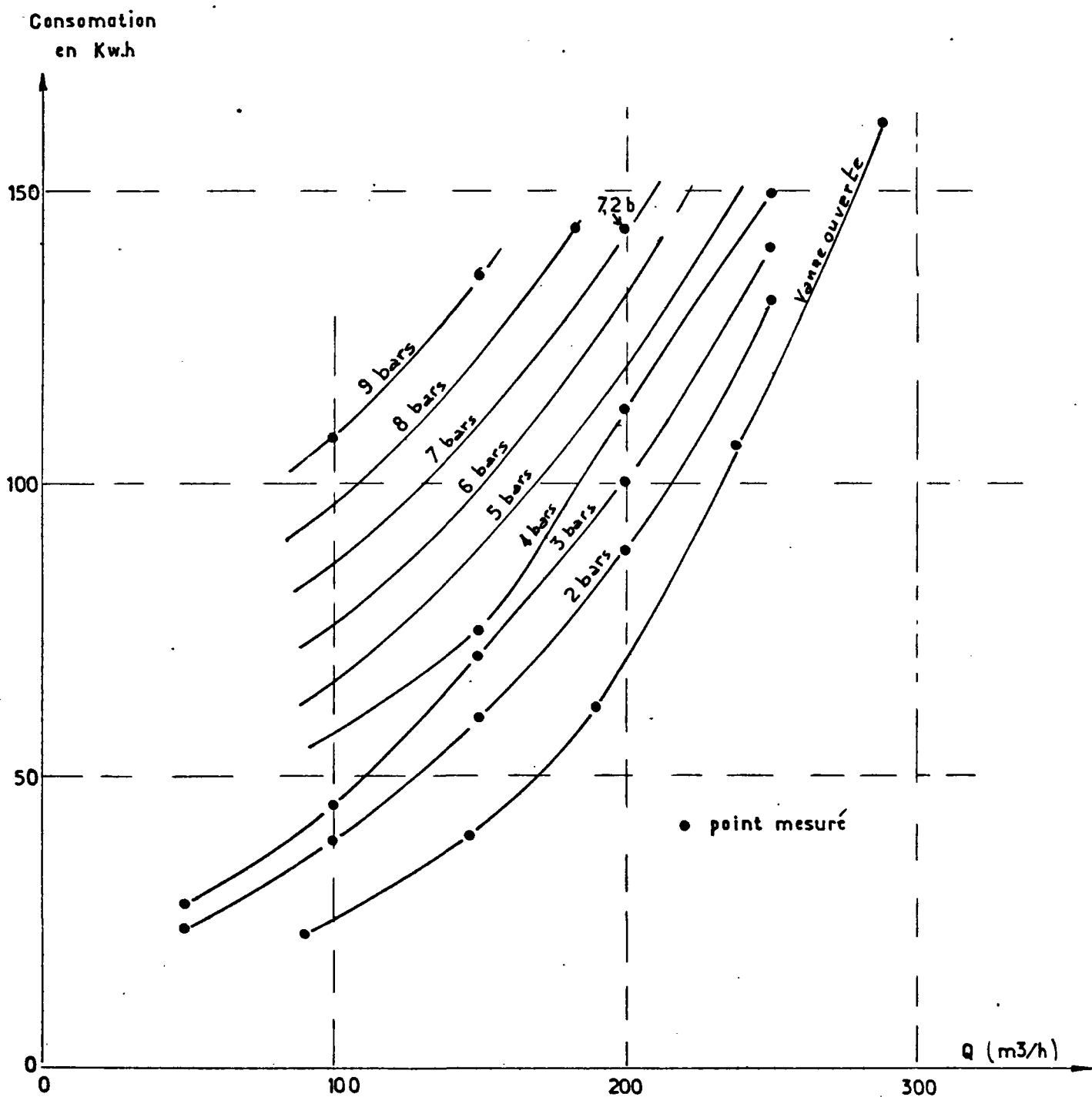
:	:	:	:	:	:	:	:			
:	DATE	:	1/9	:	3/9	:	5/9	:	15/9	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	PRESSION EN TETE	:	2,55	:	2,55	:	2,6	:	2,8	:
:	=====	:	=====	:	=====	:	=====	:	=====	:

Durant cette période le forage débitait à 2 m³/h.

LORMONT-GENICART (non exploité)

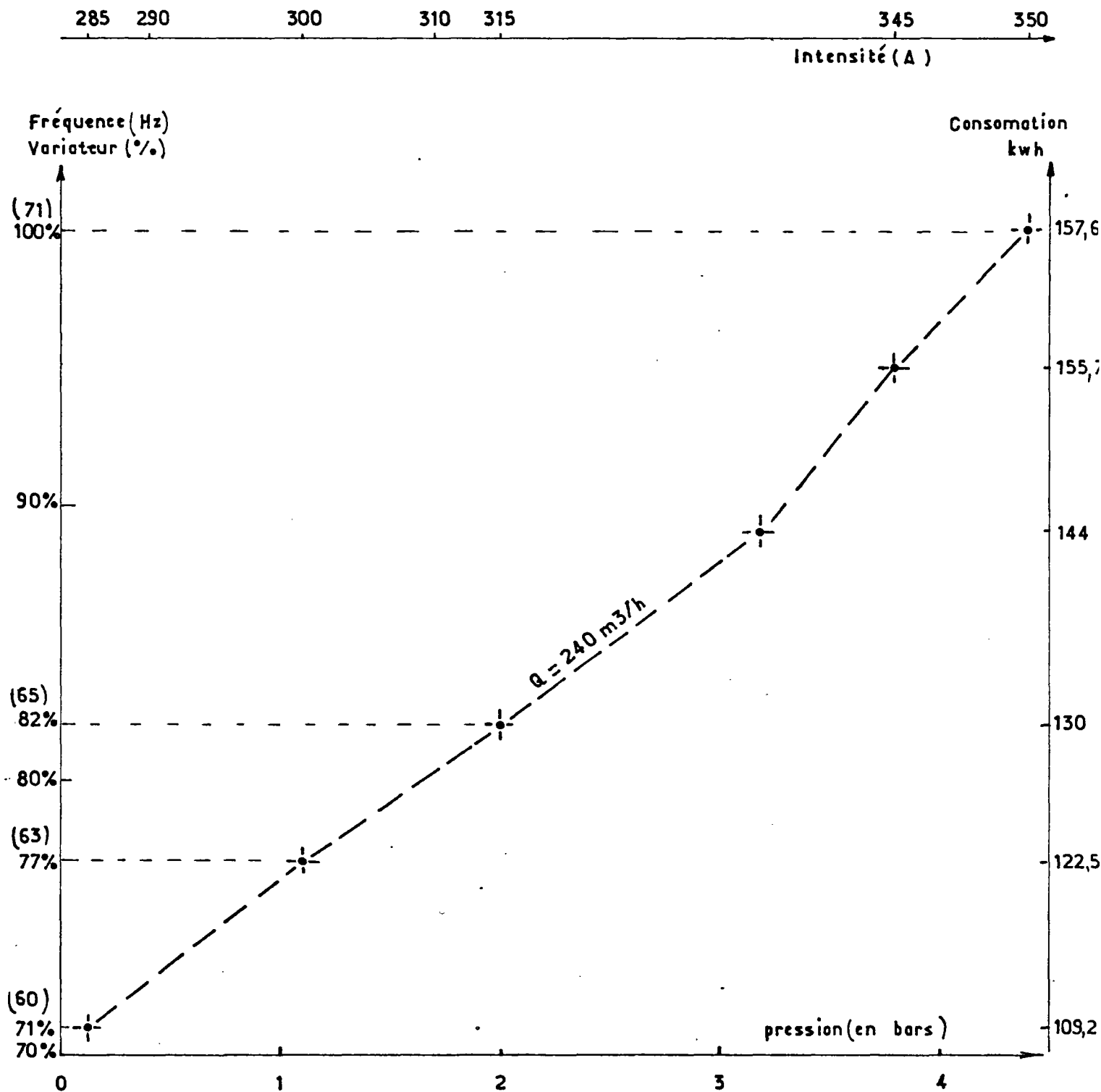
Un enregistrement (figure 25) entre le 20/8/86 et le 22.9.86, outre les fluctuations dues aux marées en Garonne, montre une lente remontée des niveaux jusqu'au 16/9/1986 (+ 0,20 m), puis une faible descente jusqu'au 18/9/86 (- 0,16 m). Du fait des coefficients de marées, il est difficile d'identifier une interférence certaine des pompes de Mériadeck sur celui de Lormont.

FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 - BA 106 MERIGNAC
COURBE CONSOMMATION DEBIT - PRESSION EN TETE

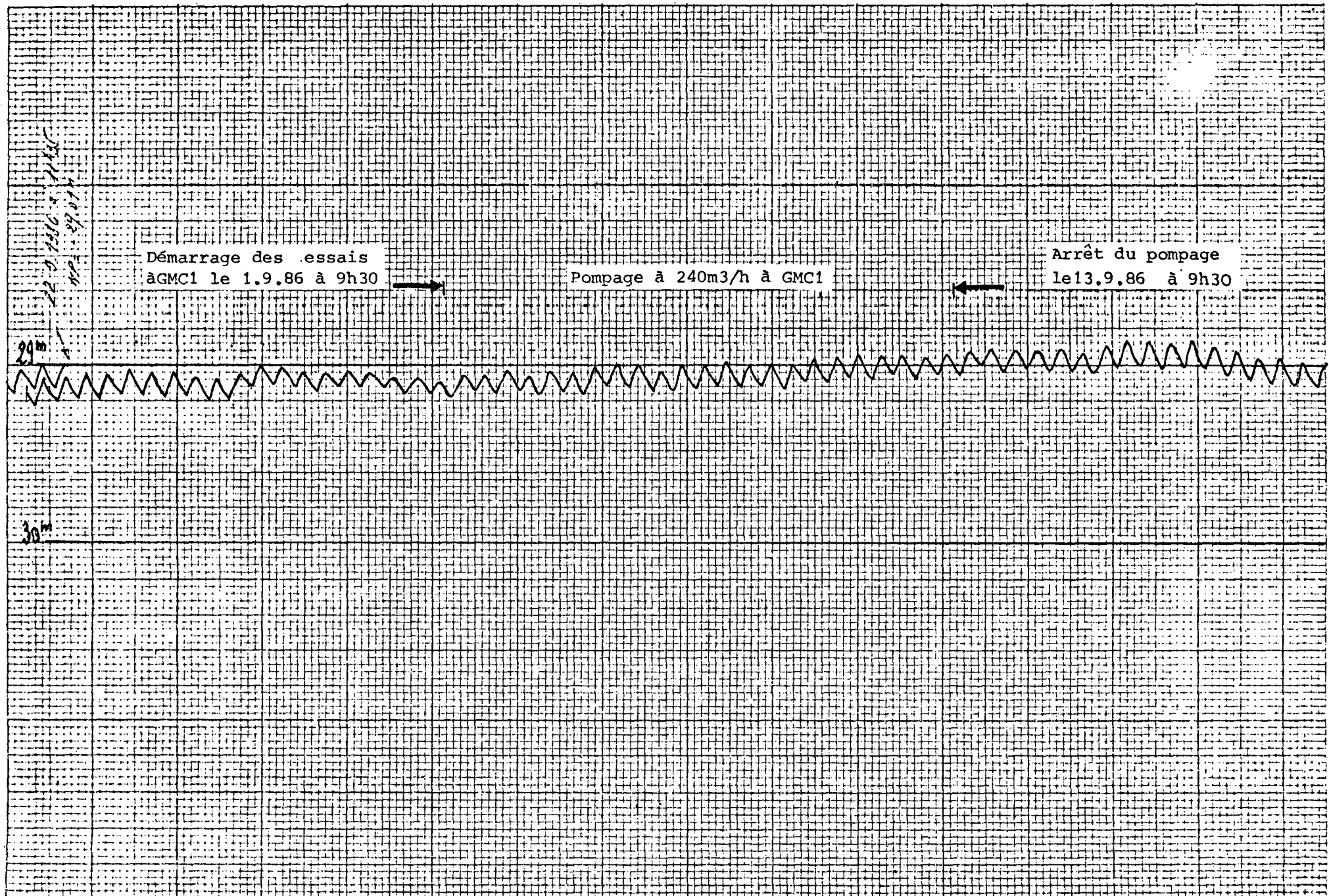


FORAGE GEOTHERMIQUE GMC1 - BA 106 MERIGNAC

GRAPHE MULTI-AXIAL DES CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES D'OBTENTION DE LA
PRESSION DE SORTIE POUR UN DEBIT DE 240 m³/h



FLUCTUATIONS DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE ENREGISTRE A LORMONT-GENICART
PENDANT LES ESSAIS DE LONGUE DUREE A BA 106 - GMC1



En l'absence d'observation d'interaction en vraie grandeur sur les forages, deux calculs d'interférences ont été approchés après dix années de pompage continu avec les hypothèses suivantes :

1/ Exploitation des forages géothermiques au débit actuel d'utilisation moyenne (tableau 4).

n° 1	-	MERIGNAC	:	240 m ³ /h
n° 2	-	MERIADECK	:	40 m ³ /h
n° 3	-	BENAUGE	:	50 m ³ /h
n° 4	-	PESSAC-SAIGE	:	25 m ³ /h
n° 5	-	LORMONT	:	actuellement non exploité
n° 6	-	GRAND PARC	:	" "

Dans cette hypothèse, le forage de la BA 106, créera en 10 ans, des rabattements supplémentaires compris entre 8 et 11 mètres selon l'éloignement des forages. Il subira 3,12 mètres de rabattement supplémentaire dû aux trois autres forages exploités.

2/ Hypothèse d'exploitation maximale suivant la puissance installée et/ou les potentialités réelles des ouvrages existants (tableau 5).

Dans la seconde hypothèse de mise en exploitation très intensive sous Bordeaux, aux possibilités maximales de chacun des forages en continu pendant 10 ans (hypothèse très irréaliste car les forages ne seront utilisés à plein régime qu'en hiver), les rabattements totaux calculés, ne sont plus compatibles avec les installations en place en particulier au Grand Parc.

Dans ce cas de figure, la pompe de GMC1 à Mérignac désamorcerait et nécessiterait d'être descendue plus bas dans le forage.

En réalité, l'utilisation intersaisonnière des forages permettra des récupérations des niveaux et les rabattements maxima calculés (donnés par défaut car ils n'incluent pas les pertes de charge) ne seront jamais atteints.

NOTA : La transmissivité donnée pour le Grand Parc (6.10^{-4} m²/s) beaucoup plus faible par rapport à celle de tous les autres puits est la cause des importants rabattements induits. Un essai de longue durée aurait peut être identifié un effet de drainance intégrant une perméabilité plus élevée, comme c'est le cas à GMC1.

3/ Dans le cadre du développement de l'exploitation géothermique sous l'agglomération bordelaise, un modèle de simulation a été construit par le B.R.GM., prévoyant le fonctionnement des 6 ouvrages existants et l'adjonction de 4 nouveaux forages.

Les simulations ont été effectuées en régime permanent ; elles ne prennent pas en compte les arrêts saisonniers des forages.

Les résultats sont exprimés en distinguant les pertes de charge quadratiques qui ont un effet parasite ne se répercutant pas sur la nappe. Celles-ci ont été prises égales à 20 m sur les 4 nouveaux forages possibles (Mérignac-Capeyron, Pessac-Macédo, Gradignan-Loustalot).

EXPLOITATION EN REGIME PERMANENT, LES SIX FORAGES GEOTHERMIQUES
ETANT EN SERVICE, A LEUR DEBIT POTENTIEL D'EXPLOITATION

		RABATTEMENT CALCULE PAR RAPPORT AU NIVEAU INITIAL EN METRES	
FORAGE	DEBIT POTENTIEL D'EXPLOITATION (m3/h)	SANS PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES	AVEC PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES
Bordeaux-Mériadeck	130	45	106
Bordeaux-Benauges	150	40	52
Pessac-Saige	150	37	61
Bordeaux-Gd-Parc	150	116	116 (**)
Mérignac BA 106	240	59	95
Lormont	150	45	70

(*) Le rabattement calculé ne prend pas en compte les pertes de charge linéaires parasites dues au terrain qui sont particulièrement fortes à Bordeaux-Mériadeck et non négligeables à Pessac-Saige (valeurs exactes non connues, de 10 à 20 m ou plus).

(**) Pertes de charges quadratiques supposées négligeables d'après courbe c-ractéristique de Bordeaux Grand-Parc.

EXPLOITATION EN REGIME PERMANENT AVEC 4 FORAGES SUPPLEMENTAIRES

DANS LE SECTEUR PESSAC - GRADIGNAN - TALENCE - MERIGNAC

(*) RABATTEMENT CALCULE PAR RAPPORT AU NIVEAU INITIAL EN M.			
FORAGE	DEBIT POTENTIEL D'EXPLOITATION (m ³ /h)	SANS PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES	AVEC PERTES DE CHARGES QUADRATIQUES
Bordeaux-Mériadeck	130	61	122
Bordeaux-Benauges	150	53	65
Pessac-Saige	150	75	99
Bordeaux Grand-Parc	150	130	130
Mérignac BA 106	240	76	112
Lormont	150	56	81
Mérignac F1	150	64	84
Pessac F2	150	57	77
Gradignan F3	150	54	74
Talence F4	150	57	77

(*) Même remarque qu'au tableau précédent concernant les pertes de charge linéaires parasites (10 à 20 m ou plus à ajouter aux rabattements calculés).

Une simulation en régime transitoire sur 7 mois de l'année a fourni des valeurs proches de celles obtenues en régime permanent. On atteint donc assez rapidement les conditions de régime permanent.

Le modèle montre qu'après 5 mois d'arrêt saisonnier, la nappe reprend pratiquement son niveau initial la première année.

Si l'influence des pompages des forages les uns sur les autres est assez importante, la création de quatre nouveaux forages débitant 150 m³/h chacun, n'aggrave pas de manière sensible cette situation.

1) Dans ces conditions de régime permanent les rabattements calculés restent acceptables pour des débits de 150 m³/h. Ils nécessiteraient de disposer les pompes d'exhaure suffisamment bas dans les forages.

TABLEAU 4

FORAGE GEOTHERMIQUE DE LA BASE AERIENNE

Nombre de forages : 6
 Duree des Pompages : 3650.00 Jours

DONNEES :

Forage	Rayon eff. (mm)	Debit (m3/Jour)	Transm. (m2/Jour)	Coeff.d'emmagasinement (sans unite)
1	108.00	5760.00	259.20	.10E-03
2	108.00	960.00	302.40	.10E-03
3	108.00	1200.00	457.92	.10E-03
4	108.00	600.00	518.40	.10E-03
5	108.00	0.00	259.20	.10E-03
6	108.00	0.00	51.84	.10E-03

DISTANCE (metres) :

	1	2	3	4	5	6
1	0.	10000.	13500.	7300.	11000.	16000.
2	10000.	0.	3500.	5750.	2500.	6300.
3	13500.	3500.	0.	8400.	3800.	3700.
4	7300.	5750.	8400.	0.	8000.	12000.
5	11000.	2500.	3800.	8000.	0.	5200.
6	16000.	6300.	3700.	12000.	5200.	0.

RESULTATS : Rabattements calcules (metres)

FORAGE - RABATTEMENT TOTAL	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6
F. 1	53.07	49.95	1.39	1.11	.62	0.00
F. 2	19.00	9.49	7.17	1.67	.66	0.00
F. 3	16.95	8.43	1.92	6.01	.59	0.00
F. 4	16.25	10.60	1.67	1.31	2.67	0.00
F. 5	13.48	9.15	2.09	1.64	.60	0.00
F. 6	11.63	7.83	1.63	1.65	.52	0.00

TABIEAU 5

FORAGE GEOTHERMIQUE DE LA BASE AERIENNE

Nombre de forages : 6
Duree des pompages : 3650.00 Jours

DONNEES :
=====

Forage	Rayon eff. (mm)	Debit (m3/Jour)	Transm. (m2/Jour)	Coeff.d'emmagasinement (sans unite)
1	108.00	5760.00	259.20	.10E-03
2	108.00	3120.00	302.40	.10E-03
3	108.00	3600.00	457.92	.10E-03
4	108.00	3600.00	518.40	.10E-03
5	108.00	3600.00	259.20	.10E-03
6	108.00	3480.00	51.84	.10E-03

DISTANCE (metres) :
=====

	1	2	3	4	5	6
1	0.	10000.	13500.	7300.	11000.	16000.
2	10000.	0.	3500.	5750.	2500.	6300.
3	13500.	3500.	0.	8400.	3800.	3700.
4	7300.	5750.	8400.	0.	8000.	12000.
5	11000.	2500.	3800.	8000.	0.	5200.
6	16000.	6300.	3700.	12000.	5200.	0.

RESULTATS : Rabattements calcules (metres)
=====

FORAGE - RABATTEMENT TOTAL	F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6
F. 1	82.42	49.95	4.53	3.34	3.69	5.72 15.19
F. 2	75.78	9.49	23.32	5.02	3.96	8.99 25.01
F. 3	74.99	8.43	6.25	18.03	3.54	8.07 30.68
F. 4	60.57	10.60	5.44	3.93	15.99	6.42 18.19
F. 5	82.74	9.15	6.81	4.92	3.59	31.22 27.05
F. 6	170.88	7.83	5.29	4.96	3.15	7.37 142.28

PHASE 5

ANALYSE DE L'EAU GEOTHERMALE

5 - ANALYSE DES EAUX GEOTHERMALES

En complément d'une première analyse effectuée par S.N.E.A.P. lors des tests de Décembre 1984, ayant confirmé une eau douce de qualité potable, un prélèvement par analyse de type 1 a été effectué le jeudi 11 septembre par le Laboratoire Municipal de la ville de Bordeaux. (figure 26)..

Les résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques sont annexés au présent rapport.

En outre l'atelier Géoconfiance de la C.F.G. du groupe B.R.G.M. est intervenu pour l'identification des pouvoirs corrosifs et/ou colmatants de l'eau géothermale afin de préconiser les paramètres d'exploitation, variations de pression, température, dégazage et le choix des matériaux.

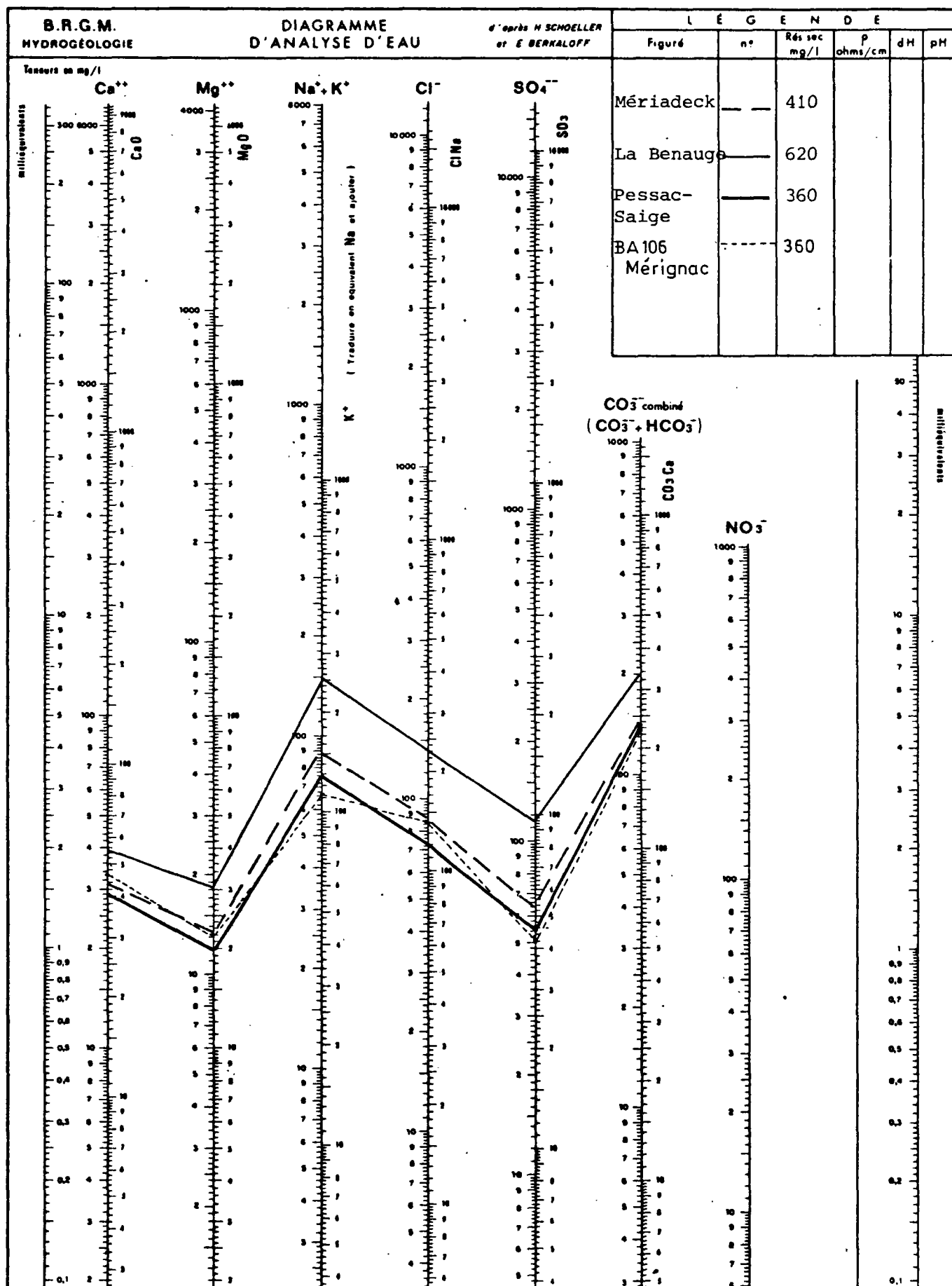
Outre les valeurs non conservatives mesurées sur le site (pH, Eh, t, O₂, alcalinité), ont été mesurées, les particules en suspension, la filtrabilité, les gaz libres et dissous, les populations bactériennes liées à la corrosion et le point de bulle.

L'analyse de type 1 et le diagramme de la figure 26 indiquent une eau bicarbonatée sodique de faible résidu sec : 360 mg/l s'apparentant à celle de Pessac-Saige et confirmant une augmentation de la minéralisation d'Ouest en Est dans le sens d'écoulement de la nappe.

Le pH est légèrement basique 7,6 avec un peu de CO₂ libre : 6,6 mg/l et d'H₂S : 0,05 mg/l.

L'eau est un peu dure TH : 13,50°, sans indice de pollution organique. Aucun élément chimique, y compris le fer (0,1 mg/l) et le fluor (0,86 mg/l) n'est concentré au-delà des normes admises pour la distribution d'eau potable. Les eaux sont d'agressivité très faible.

L'analyse bactériologique ne révèle pas la présence de germes, sans bactérie du fer et sulfato-réductrice.



5.1 - PROCEDURES

5.1.1 - Pression du point de bulle

La pression du point de bulle est déterminée en tête de puits à l'aide d'un montage spécifique destiné à cet effet. Le principe utilisé repose sur la variation de la transmissivité optique du fluide au cours des variations de pression qui lui sont imposées. Le fluide, en circulation dans un réacteur est progressivement détendu ; lorsqu'un début de dégazage se produit, la lumière émise par une source lumineuse est en partie diffractée, en partie absorbée et en partie transmise ; un capteur enregistre la lumière résiduelle qui lui parvient. Les valeurs de transmissivité de lumière sont reportées en fonction de la pression. Le point de rupture de pente de la courbe représente la pression de point de bulle.

5.1.2 - Rapport volumique gaz/liquide (GLR)

Le GLR correspond au volume de gaz libéré par le fluide à pression atmosphérique, par volume d'eau.

La mesure est réalisée en tête de puits ; le fluide prélevé est détendu à pression atmosphérique. A l'aide d'un séparateur en verre, le gaz est recueilli dans une ampoule de volume connu. La mesure des débits relatifs d'eau et de gaz permet de calculer le GLR à la température de manipulation.

5.1.3 - La filtrabilité

Le fluide produit est directement filtré à travers des membranes de différentes porosités ; la pression différentielle et le débit sont relevés. Une première représentation du volume cumulé en fonction du temps permet d'apprécier la tendance au colmatage des membranes. Une représentation comparative entre différentes membranes nécessitant la prise en compte de la pression différentielle, une seconde représentation est présentée en termes de débit en fonction du volume cumulé d'eau filtrée. ΔP

Les différentes membranes sont également séchées et pesées.

5.1.4 - Mesures électrochimiques

Les mesures électrochimiques pH, Eh et oxygène dissous sont réalisées à la température de production.

Pour l'étalonnage du pH mètre, les tampons sont préalablement portés à la température de mesure ; le pH est mesuré à 0.01 unité près.

Le Eh est déterminé par rapport à une électrode de platine ; la valeur réelle de Eh est ensuite recalculée par correction de la valeur lue sur le millivoltmètre.

L'oxygène dissous est mesuré à très bas niveau à l'aide d'une sonde spécifique, l'étalonnage étant réalisé soit à l'atmosphère soit à l'aide d'eau équilibrée avec l'oxygène de l'air.

Les sulfures sont déterminées sur site soit par colorimétrie, soit par méthode électrochimique en fonction des teneurs dans l'eau.

5.1.5 - Bactériologie

Les prélèvements bactériologiques sont réalisés en ampoules stériles raccordées directement aux conduites de production à l'aide de tuyaux souples également stérilisés. Après un délai de circulation de l'eau, l'ampoule est fermée à ses deux extrémités ; l'échantillon est alors transporté au laboratoire où les ferro-bactéries sont comptées après rétention sur membrane et où les bactéries sulfato-réductrices sont mises en culture pour numération.

5.1.6 - Corrosion

La mesure de la vitesse de corrosion s'effectue par la méthode de résistance de polarisation. L'appareillage utilisé permet, sur la base d'un pas de temps précis entre 2 lectures, le tracé d'une courbe : perte d'épaisseur (en mm/an) - temps. C'est la valeur de l'asymptote de la courbe après un essai d'au moins 20 minutes qui est retenue.

5.2 - RESULTATS

5.2.1 - Pression de point de bulle

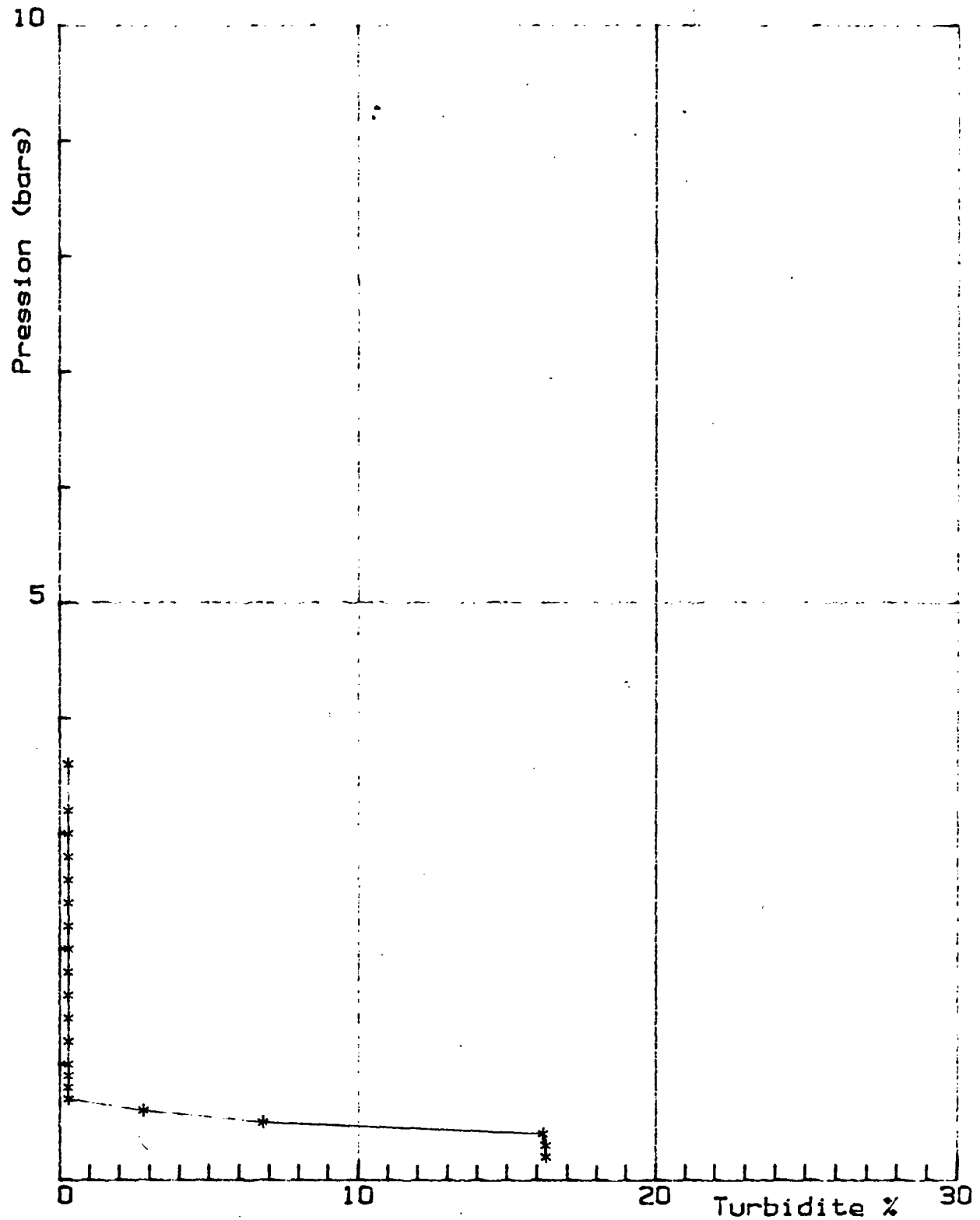
La courbe de turbidité en fonction de la pression est présentée figure 27 La transmissivité de lumière jusqu'à 0.7 bar relatif reste constante, puis augmente en-deçà de cette valeur sous l'effet du dégazage.

La valeur de la pression de point de bulle est de 0.7 B.R. à 51°C.

MERIGNAC

4/09/86

COURBE DE POINT DE BULLE



5.2.2 - Rapport volumique gaz liquide

Le rapport volumique gaz liquide GLR à pression atmosphérique a été mesuré à 1.03 % soit 10,3 ml de gaz par litre d'eau.

5.2.3 - Filtrabilité

Les courbes de filtrabilité réalisées à 0.45, 0.8, 1.2, 8 et 12 μm sont présentées sur les figures 28 -29. En ce qui concerne la membrane 0,45 μ , le volume cumulé en fonction de temps (V_t) est représenté sur la figure 28; on note une très légère tendance au colmatage de la membrane par l'envahissement des pores par quelques particules.

Le débit en fonction du volume cumulé est reporté sur la figure 29 l'effet de pression différentielle étant corrigé. Les courbes donnent une réponse tout à fait normale avec toutefois un léger colmatage à 0.8 μm .

Les poids de charge solide obtenu à chaque porosité, ramenées en mg/l ou en g/m³ est indiqué dans le tableau ci-après.

Porosité	Poids de charge solide en mg/l (g/m ³)
0.45 μm	1,26
0.8 μm	0,97
1.2 μm	0,050
8 μm	0,045
12 μm	0,04

FIGURE 28

BRGM 86S GN525AQ1

BORDEAUX - MERIGNAC

V_c
Volume filtré
cumulé (l)

0.45 μ

3

2

1

10

20

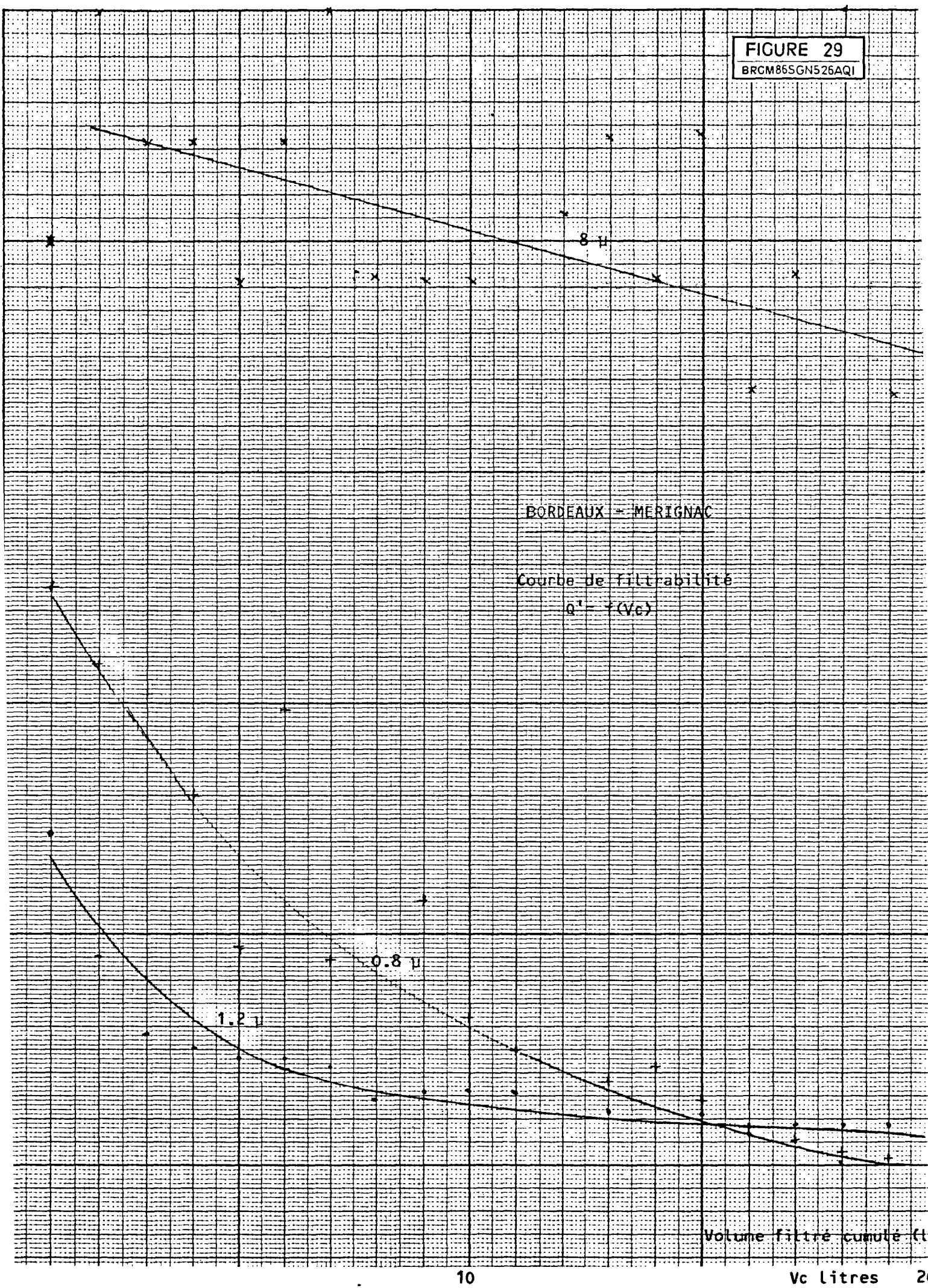
 V_f

Courbe de filtrabilité

$$V_c = f(V_f)$$

FIGURE 29

BRCM86SGN526AQI



Ces valeurs ont été obtenues à partir d'essais sur 40 litres d'eau produite à MERIGNAC. Le classement exprimé par fraction est le suivant :

- . particules supérieures à 12 μm : 0,040
- . particules de 8 à 12 μm : 0,005
- . particules de 1.2 à 8 μm : 0,005
- . particules de 0.8 à 1.2 μm : 0,92
- . particules de 0.45 à 0.8 μm : 0,29

La teneur en particules solides est extrêmement faible. La présence de particules peut correspondre à un effet normal à la mise en production ; généralement la quantité de particules produites diminue au cours de l'exploitation, jusqu'au nettoyage des abords immédiats du puits.

5.2.4 - Composition chimique de l'eau

Les valeurs utilisées pour l'interprétation sont celles de la composition chimique de l'eau, communiquée par le Laboratoire Municipal de la ville de Bordeaux : pH, mesuré en conditions contrôlées égal à 7,60 ; Eh mesuré à 50° C par rapport à l'électrode de Pt égal à - 117 mV ; oxygène dissous égal à 79,4 ppb.

LOCALITE
BORDEAUX-MERIGNAC
CODE FORAGE
GMC1

	ppm	m mole/l		ppm	m mole/l		ppm	mole/l
Na	62	2,695	HCO ₃	131,15	2,15	SiO ₂	12,90	0,215
K	9,20	0,235	CO ₃			F		
Ca	32,40	0,810	Cl	85,20	2,40	Sr		
Mg	13,10	0,54	SO ₄	52	0,542	Ba		
NH ₄	0,23	0,013	HS	0,016	0,0005	Al		
			S			Fe	0,07	0,0013
			RB		2,18			

	Ferro-bactéries			Sulfato-réductrices		
	0	8 j	15 j	0	8 j	15 j
t ₁	0	0	0	0	0	0
t ₂	0	0	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80																				

5.2.5 - Analyse bactériologique

- Aspect de l'eau : claire
- Résidu après filtration: léger, rouille
- Recherche des Ferrobactéries (500ml d'eau filtrée)

Recherche négative

- Recherche et dénombrement des bactéries sulfato-réductrices (culture sur milieu solide de POSTGATE)

Echantillon			5 ml liquide	3 ml solide	10ml solide	300 ml solide
		$t_1 = 40^{\circ} \text{ C}$	0	0	0	0
		$t_2 = 60^{\circ} \text{ C}$	0	0	0	0
		$t_1 = 40^{\circ} \text{ C}$	0	0	0	0
		$t_2 = 60^{\circ} \text{ C}$	0	0	0	0
		$t_1 = 40^{\circ} \text{ C}$	0	0	0	0
		$t_2 = 60^{\circ} \text{ C}$	0	0	0	0

Recherches particulières :

- Vibrio Desulfuricans : négative
- Clostridium Sulfito Réducteurs : négative

5.3 - INTERPRETATION DES RESULTATS

Les résultats d'analyses ont été traités à l'aide de méthodes thermodynamiques chimiques afin d'évaluer les risques de précipitation de dépôts en cours d'exploitation. Les résultats de calculs sont présentés dans le tableau 6 en termes de saturation exprimée en IAP/KT à la température de production : pour chaque minéral sensible, la composition du fluide (IAP) est comparée aux constantes d'équilibres (KT). Sur la figure 30 une simulation du comportement du fluide en cours de refroidissement a été reportée ; dans ce cas, la grandeur logarithmique de IAP/KT a été utilisée, le 0 représentant l'équilibre et les valeurs positives la sursaturation.

5.3.1 - Carbonates

L'eau géothermale de MERIGNAC se trouve à 51.6° très proche de l'équilibre avec l'aragonite et la calcite et en sursaturation apparente pour la dolomite. Lors de la diminution de température (fig.30) l'eau devient sous-saturée vis-à-vis des carbonates (aragonite, calcite, sidérite) (leur solubilité augmente).

En l'absence de dégazage significatif (1.00 % de gaz à pression atmosphérique) ou de possibilité de vaporisation (faible température), il n'y a aucun risque de précipitation de phases carbonatées.

5.3.2 - Sulfates

La seule phase sulfatée identifiée pour le calcul est le gypse, en l'absence des données chimiques du baryum et du strontium. L'eau est sous-saturée vis-à-vis du gypse, dont la solubilité par ailleurs ne varie que très peu avec la température.

5.3.3 - Silice

L'eau produite au forage géothermique de MERIGNAC est à l'équilibre avec la calcedoine ou le quartz, l'incertitude pouvant être liée à la qualité de mesure. Ces phases ne sont toutefois pas réactives lors d'une baisse de température.

TABLEAU 6

MERIGNAC

ETAT DE SATURATION DU FLUIDE GEOTHERMAL

Minéral		IAP/KT à 51,6°
Aragonite	CaCO_3	0,99
Calcite	CaCO_3	1,44
Calcedoine	SiO_2	0,78
Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	26,55
Gypse	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,007
Quartz	SiO_2	1,46
Siderite	FeCO_3	0,23
Silice amorphe	SiO_2	0,11

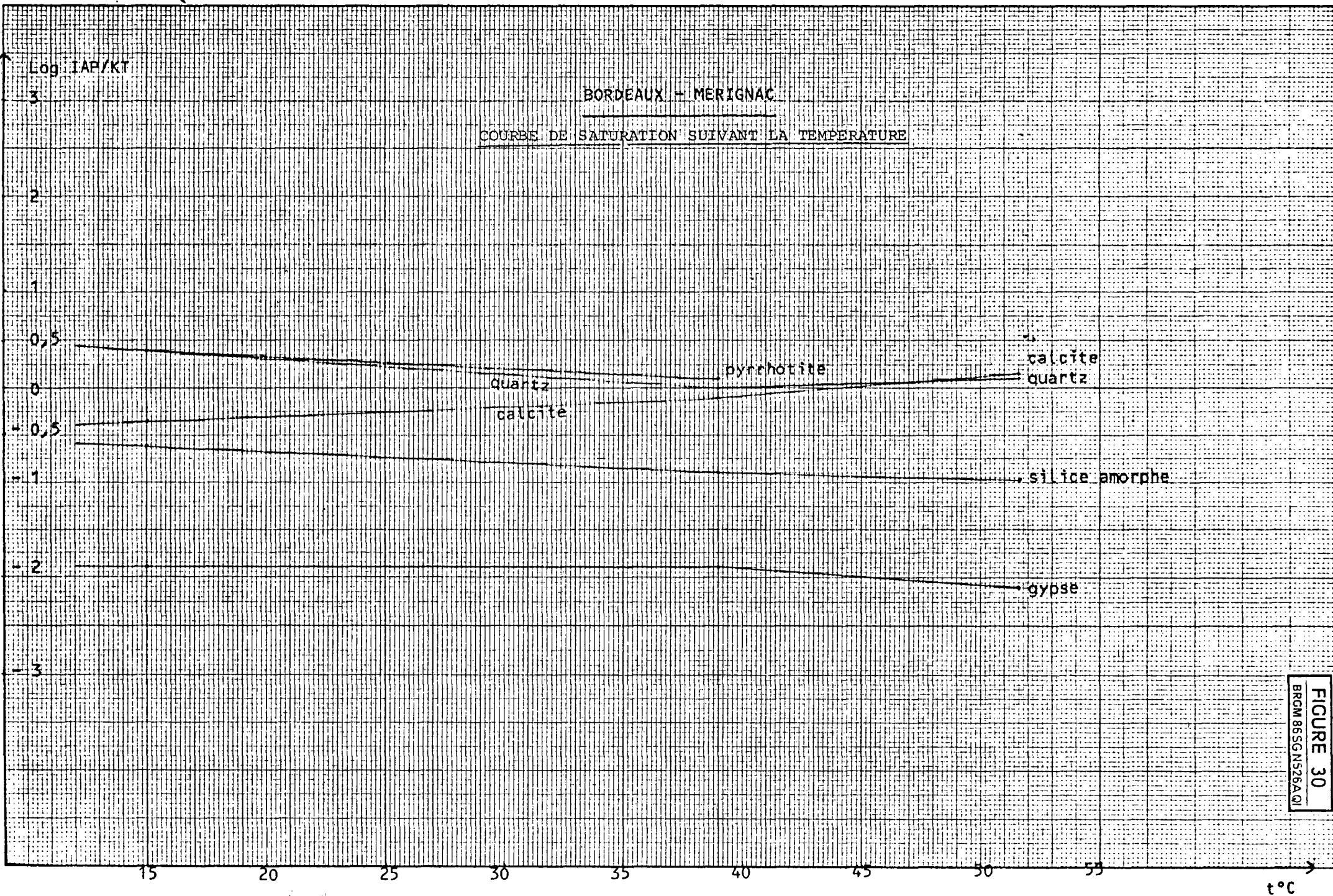


FIGURE 30
BRGM 86SGNS26A(1)

Le risque de précipitation en cours de refroidissement est représentée par la silice amorphe, phase réactive aux faibles températures. La simulation indique que même à 15°C, la silice amorphe ne peut pas précipiter, le degré de saturation n'étant que de : $\text{Log } \frac{\text{IAP}}{\text{KT}} = -0,63$. Il est donc possible d'abaisser la température de l'eau de MERIGNAC sans aucun risque de dépôt de silice.

5.3.4 - Le fer

L'eau de MERIGNAC est sursaturée vis-à-vis de la plupart des phases telles que magnetite, hématite et à l'équilibre avec la pyrrhotite, cette dernière réglant les teneurs en Fe et sulfures au niveau du réservoir. La solubilité de ces espèces augmente quand la température décroît.

Etant dans un milieu non oxydant et compte-tenu des faibles teneurs en Fe et sulfures, les risques de dépôts sont très faibles (à moins d'une mise à l'air intempestive du système).

Notons cependant que ces paramètres doivent être surveillés régulièrement durant la phase de démarrage jusqu'à la stabilisation de l'exploitation, correspondant à la mise en équilibre de l'acier du tubage avec le milieu.

Le risque ne pourrait se manifester qu'au cas où une corrosion accidentelle affecterait le tubage. En effet, l'eau du puits de MERIGNAC ne présente pas de caractère particulièrement agressif.

5.3.5 - Bactériologie

Aux deux températures d'incubation retenues (40° et 60°C), aucune des deux souches bactériennes recherchées n'a été identifiée (ferrobactérie et sulfatoréductrice).

5.3.6 - Corrosion

a) Résultats (figure 31)

La mesure de corrosivité permet de donner une valeur relative de perte d'épaisseur de 0,05 mm/an. Cette valeur ne doit pas être prise comme

Vcor.
mm/an

0.50

0.25

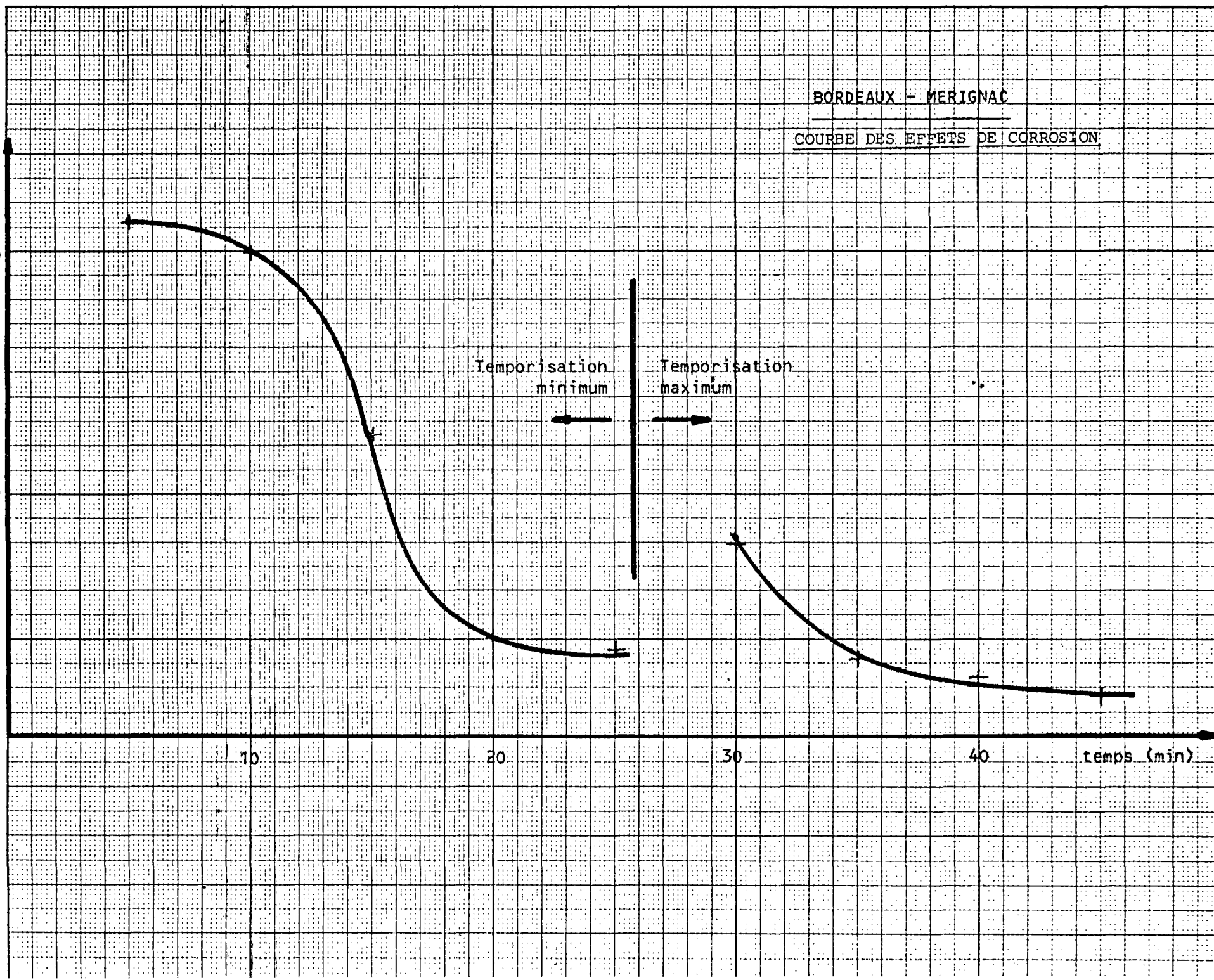
BORDEAUX - MERIGNAC

COURBE DES EFFETS DE CORROSION

Temporisation
minimum

Temporisation
maximum

temps (min)



une valeur absolue étant bien entendu qu'un taux de corrosion n'est jamais uniforme dans l'installation considérée. Toutefois, il reste que cette valeur est très faible par rapport à des valeurs observées dans certaines eaux de surface de composition chimique comparable (facteur 10).

Cette faible corrosivité est corroborée par le caractère chimique peu agressif du fluide.:

- minéralisation faible,
- pH à tendance alcaline,
- basse teneur en O_2 ,
- basse teneur en H_2S ,
- absence de bactéries.

b) Choix des matériaux

Compte-tenu de la chimie de l'eau géothermale de MERIGNAC dont les seuils de minéralisation en Cl et SO_4 sont très inférieurs à ceux établis pour les risques de corrosion par piqûre du Cuivre, ce métal peut être utilisé sans risque.

En ce qui concerne l'acier ordinaire, il existe toujours un risque d'évolution du fluide dans le temps conduisant notamment au développement de souches bactériennes. L'acier ordinaire est très vulnérable à ce facteur. Comme nous l'avons vu, aucune activité bactérienne n'a été décelée, toutefois une surveillance régulière durant la première année permettra de confirmer ce résultat. En effet, la température du fluide ($\approx 50^\circ C$) favorise le développement de souches sulfatoréductrices.

La température du fluide étant peu élevée, l'utilisation de matériaux composites ne pose pas de problèmes particuliers.

Dans l'immédiat, il n'existe donc aucun risque de corrosion quel que soit le matériau utilisé. Il est recommandé toutefois de veiller, lors de la mise en oeuvre de matériaux métalliques distants sur l'échelle galvanique (Acier-Cuivre par exemple), à ne pas établir de contacts directs entre éléments du réseau, la minéralisation du fluide, bien que faible, peut constituer avec le temps un électrolyte suffisant pour engendrer des dégradations électrochimiques.

CONCLUSIONS

Le forage géothermique de MERIGNAC Base 106 (GMC1) réalisé en Décembre 1984, équipé en Août 1986, et testé en Septembre 1986, capte l'aquifère carbonaté et détritique du Cénomanién et Wealdien de 1 068,80 à 1 139,86 mètres. Le Jurassique sous-jacent reconnu jusqu'à 1 169 mètres se présentait sous un faciès calcaire marneux, confirmant l'absence de dolomie de Mano.

Cet ouvrage a permis de fournir lors des essais de pompage une eau douce de qualité chimique et bactériologique potable, un débit de 240 m³/h à 51°8 C pour un rabattement piézométrique de 58,95 m, avec un indice de productivité de 40,7, très supérieur à tous les autres ouvrages de la région bordelaise.

Une pompe GUINARD ALTA avec un variateur de fréquence permettront d'exploiter l'ouvrage dans les plages de 50 m³/h avec une pression résiduelle en tête supérieure à 10 bars, à 240 m³/h avec une pression résiduelle maximale de 4,4 bars.

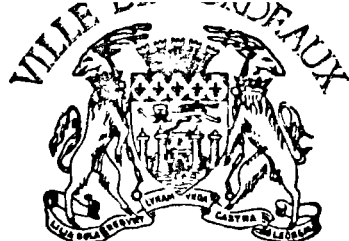
Une première approche des interférences entre ouvrages de la région bordelaise a été faite.

Dans l'état actuel des prélèvements, aucun ouvrage ne subira de désordre dû à une interférence importante d'un forage sur l'autre. Par contre, si tous les forages devaient être exploités à leur capacité maximale, des régulations des prélèvements seraient nécessaires. Ces calculs sont confirmés par simulation sur un modèle mathématique de la nappe du Crétacé de la région bordelaise actuellement en cours d'actualisation au S.G.R./AQUITAINE du B.R.G.M.

L'examen et le traitement des paramètres physico-chimiques de l'eau géothermale de Mérignac permettent d'affirmer qu'il n'existe aucun risque apparent lié à son exploitation. Le fluide peut être utilisé à basse pression et les calculs thermodynamiques indiquent que l'on peut abaisser de façon significative la température sans augmenter les risques de précipitation des différentes espèces minérales, ni de corrosion, quelque soit le matériau utilisé.

A la demande du S.S.B.A., le B.R.G.M. pourra assurer les contrôles réglementaires exigibles par le Service des Mines, avec en particulier la mise en oeuvre d'un essai annuel du puits.

Cette surveillance permettra d'apprécier la conservation des potentialités de l'ouvrage et des installations et éventuellement de programmer les interventions nécessaires au maintien des caractéristiques du puits et de ses installations.



LABORATOIRE MUNICIPAL

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par la Direction de la Consommation
Service de la Répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement

Laboratoire régional
agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire de référence

BORDEAUX LE 14/10/86

BRGM

AVENUE DR A. SCHWEITZER
33600 PESSAC

BULLETIN D'ANALYSE

N. ANALYSE : E09590 A
ECHANTILLON : RECU LE 11/09/86

EAU DU 11.09.86 DE MERIGNAC - BA 106 -
"G.ME 1"
ANALYSE D'UNE EAU TYPE 1.

ANALYSES OFFICIELLES D'EAU TYPE 1 SELON
CIRCULAIRE DU 15/03/1962 (TITRE III ANNEXE C)

EAU DESTINEE A L'ALIMENTATION EN EAU
CHAUDE DES INSTALLATIONS DE LA BA 106
COMMUNE: MERIGNAC
DEPARTEMENT: GIRONDE

*PRELEVEMENTS

EAU PRELEVEE LE 11/09/1986 A 14H20
PRELEVEUR: M. RESSOUCHES INGENIEUR LMB
ASSISTE DE: M. BELLOC - LMB -
TEMPERATURE ATMOSPHERIQUE: 31°
PRESSION ATMOSPHERIQUE: 756 MM
PRECIPITATIONS: PERIODE DE SECHERESSE
CONTINUE

*ORIGINE DE L'EAU

NATURE DU POINT D'EAU: FORAGE
DENOMINATION LOCALE DU POINT D'EAU:
"G.MC 1"

*CARACTERISTIQUES DU POINT D'EAU

COMMUNE: MERIGNAC
DEPARTEMENT: GIRONDE
LIEU DIT: BA 106
COORDONNEES LAMBERT: X=358,94 Y=284,24
ALTITUDE DU POINT DE CAPTAGE NGF: Z= 49,8 M
SITE GEOLOGIQUE DU TERRAIN AQUIFERE:
CRETACE: CENOMANIEN
NATURE DU TERRAIN AQUIFERE: CALCAIRES ET
SABLES
PROFONDEUR DU FORAGE: 1151 M
COTES DU TERRAIN AQUIFERE CAPTE: CREPINE DE
- 1032 M A - 1151 M
NIVEAU STATIQUE: - 17 M/SOL
DEBIT AU POMPAGE: 240,0 M3/H
NIVEAU DYNAMIQUE: - 76 M/SOL
RABATTEMENT: 59 M

VEUILLEZ ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE AU DIRECTEUR
RUE DU PROFESSEUR VÈZES - 33300 BORDEAUX - TÉLÉPH. 56 81 17 71
TÉLEX LABOBX 572 276 F



LABORATOIRE MUNICIPAL

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par la Direction de la Consommation
Service de la Répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement

Laboratoire régional
agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire de référence

BORDEAUX LE 14/10/86

BRGM

2

AVENUE DR A. SCHWEITZER
33600 PESSAC

BULLETIN D'ANALYSE

N. ANALYSE : E09590 A
ECHANTILLON : RECU LE 11/09/86

NAPPE CAPTIVE

*CARACTERISTIQUES DU POINT DE PRELEVEMENT
CANALISATION D'EVACUATION DE LA POMPE
D'ESSAIS.

EAU PRELEVEE APRES 11 JOURS DE POMPAGE
CONTINU

*CAUSES EVENTUELLES DE POLLUTION

PERMANENTES: NULLES

MODE DE TRANSPORT DU PRELEVEMENT: GLACIERE

HEURE DE DEPART: 15H00 HEURE D'ARRIVEE: 15H25

ANALYSE COMMENCEE LE 11/09/1986 A 15H30

ANALYSE CHIMIQUE

DETERMINATIONS SUR PLACE (EAU BRUTE)

TEMPERATURE DE L'EAU	DEGRE C	52,10
TEMPERATURE DE L'AIR	DEGRE C	31,0
ODEUR		H2S
SAVEUR		METALLIQUE
PH ELECTROMETRIQUE		7,60
POTENTIEL REDOX	MV	-168,0
GAZ CARBONIQUE LIBRE EN CO2	MG/L	6,60
OXYGENE DISSOUS EN O	MG/L	NEANT
HYDROGENE SULFURE EN H2S	MG/L	0,05

DETERMINATIONS AU LABORATOIRE

COULEUR METHODE AFNOR		INCOLORE
TURBIDITE	GOUTTES MASTIC	5
RESISTIVITE A 20 DEGRES C	OHMS/CM2/CM	2016
DEPOT: ASPECT-NATURE		NEANT

*MATIERES EN SOLUTION (SUR EAU BRUTE)

EXTRAIT SEC A 105-110 DEGRES	MG/L	360
RESIDU AU ROUGE	MG/L	340
MATIERES COMBUSTIBLES ET VOLATILES	MG/L	20

*DEGRES ET TITRES DIVERS

DEGRE HYDROTIMETRIQUE TOTAL (TH)	13,50
DEGRE HYDROTIMETRIQUE PERMANENT	7,50
DEGRE HYDROTIMETRIQUE TEMPORAIRE	6,00
DEGRE HYDROTIMETRIQUE CALCIQUE	8,10
DEGRE HYDROTIMETRIQUE MAGNESIEN	5,40
TITRE ALCALIMETRIQUE SIMPLE (TA)	NUL
TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET (TAC)	10,75

VEUILLEZ ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE AU DIRECTEUR
RUE DU PROFESSEUR VÈZES - 33300 BORDEAUX - TÉLÉPH. 56 81 17 71
TÉLEX LABOBX 572 276 F



LABORATOIRE MUNICIPAL

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par la Direction de la Consommation
Service de la Répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement

Laboratoire régional
agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire de référence

BORDEAUX LE 14/10/86

BRGM

AVENUE DR A. SCHWEITZER
33600 PESSAC

BULLETIN D'ANALYSE

N. ANALYSE : E09590 A
ECHANTILLON : RECU LE 11/09/86

*INDICES CHIMIQUES DE POLLUTION

AMMONIAQUE, SELS AMMONIACAUX EN NH3	MG/L	0,22
NITRITES EN NO2	MG/L	NEANT
NITRATES EN N	MG/L	NEANT
PHOSPHATES EN P2O5	MG/L	NEANT
MAT. ORGAN. EN MILIEU ALCALIN EN O	MG/L	0,32

*BALANCE ANIONS-CATIONS

-ANIONS

	MG/L	ME/L	MG/L	ME/L
ALCALINITE VRAIE EN OH-	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
CARBONATES EN CO3--	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
BICARBONATES EN HCO3-	MG/L	ME/L	131,15	2,150
SULFATES EN SO4--	MG/L	ME/L	52,00	1,083
CHLORURES EN CL-	MG/L	ME/L	85,20	2,400
NITRITES EN NO2-	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
NITRATES EN NO3-	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT
PHOSPHATES EN PO4--	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT

*TOTAL

SILICE EN SiO3--	MG/L	ME/L	268,35	5,633
	MG/L	ME/L	12,90	0,339

-CATIONS

	MG/L	ME/L	MG/L	ME/L
CALCIUM EN CA++	MG/L	ME/L	32,40	1,620
MAGNESIUM EN MG++	MG/L	ME/L	13,10	1,080
SODIUM EN NA+	MG/L	ME/L	62,00	2,695
POTASSIUM EN K+	MG/L	ME/L	9,20	0,235
AMMONIUM EN NH4+	MG/L	ME/L	0,23	0,013
FER EN FE++	MG/L	ME/L	0,10	----
MANGANESE EN MN++	MG/L	ME/L	NEANT	NEANT

*TOTAL

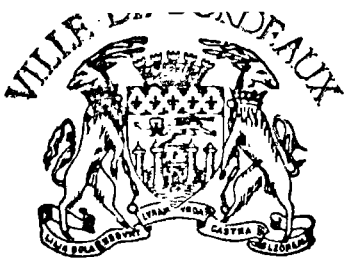
ALUMINIUM EN AL+++	MG/L	ME/L	117,03	5,643
	MG/L	ME/L	0,020	----

*ETUDE DE L'AGRESSIVITE

CO2 LIBRE (DETERMINATION SUR PLACE)	MG/L	6,6	
CO2 EQUILIBRANT CALCULE A 50°C	MG/L	5,1	
CO2 AGRESSIF	MG/L	1,5	
PH (DETERMINATION SUR PLACE)		7,60	
PH D'EQUILIBRE CALCULE A 50 DEGRES		7,51	
INDICE DE SATURATION		0,09	
ESSAI AU MARBRE (M) A 20 DEGRES		AVANT M.	APRES M.
PH ELECTROMETRIQUE		7,60	8,20
ALCALINITE-PHENOLPHTALEINE-EN CO3CA	MG/L	NEANT	NEANT
ALCALINITE-METHYLORANGE- EN CO3CA	MG/L	107,5	110,0
CONCLUSION SUR L'AGRESSIVITE PAR CO2			TRES FAIBLE

*RECHERCHE ET DOSAGE DES ELEMENTS RARES

VEUILLEZ ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE AU DIRECTEUR
RUE DU PROFESSEUR VÈZES - 33300 BORDEAUX - TÉLÉPH. 56 81 17 71
TÉLEX LABOBX 572 276 F



LABORATOIRE MUNICIPAL

Institut municipal de recherches sur l'alimentation humaine et animale

Agréé par la Direction de la Consommation
Service de la Répression des fraudes

Agréé par le Ministère de l'Environnement

Laboratoire régional
agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire de référence

BORDEAUX LE 14/10/86

BRGM

AVENUE DR A. SCHWEITZER
33600 PESSAC

BULLETIN D'ANALYSE

N. ANALYSE : E09590 A
ECHANTILLON : RECU LE 11/09/86

ANORMAUX ET TOXIQUES

FLUORURES EN F	MG/L	0,86
CUIVRE	MG/L	<0,001
ZINC	MG/L	0,001
PLOMB	MG/L	<0,001
ARSENIC	MG/L	<0,001
SELENIUM	MG/L	<0,001

ANALYSE BACTERIOLOGIQUE

RESULTATS AU ML

GERMES TOTAUX APRES 24H A 37 DEGRES	1
GERMES TOTAUX APRES 72H A 22 DEGRES	2

RESULTATS DANS 100ML

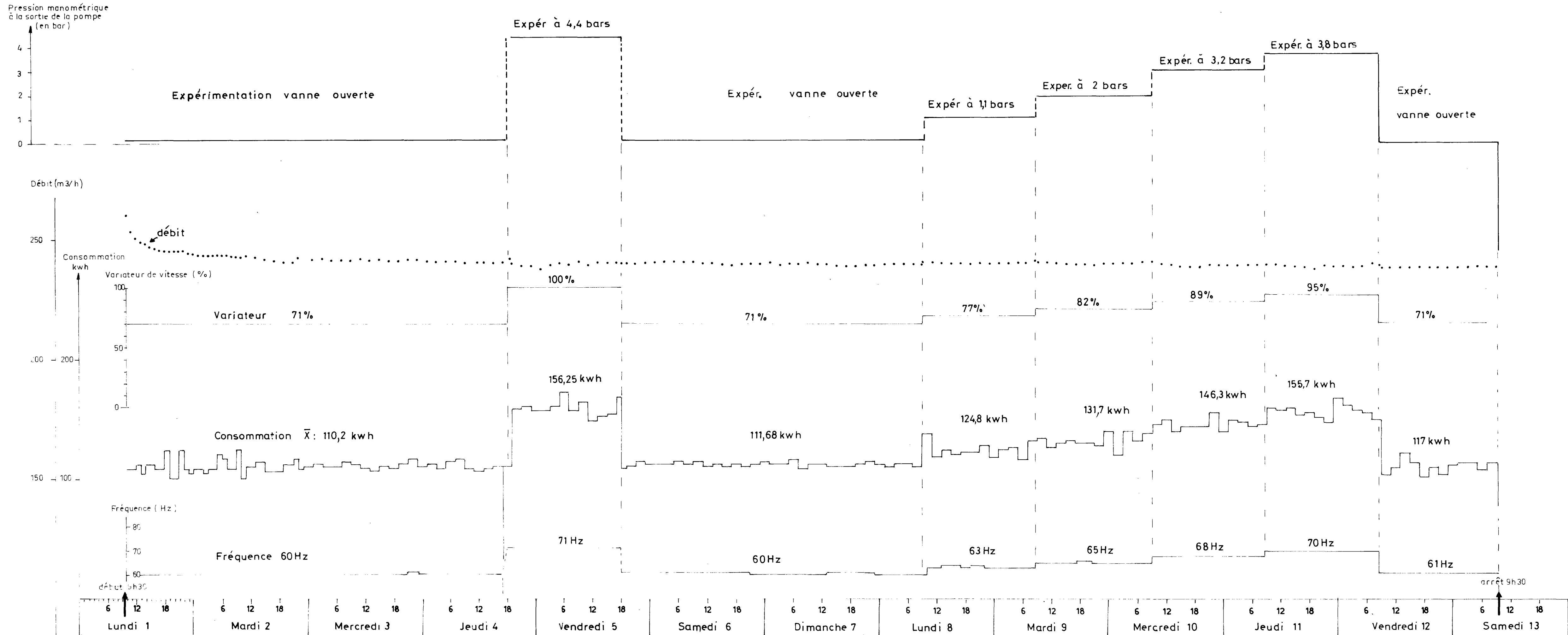
BACTERIES COLIFORMES(LACTOSE BROTH)	NEANT
ESPECES IDENTIFIEES:	
ESCHERICHIA COLI(IMVIC)	NEANT
CITROBACTER:E.FREUNDII(IMVIC)	NEANT
E.INTERMEDIA(IMVIC)	NEANT
KLEBSIELLA(IMVIC)	NEANT
ENTEROBACTER(IMVIC)	NEANT
STREPTOCOQUES FECAUX(LITSKY ET BUTTIAUX)	NEANT
CLOSTRIDIUM SULFITOREDUCTEURS(VF SULFITE)	NEANT
RECHERCHE DE BACTERIOPHAGES FECAUX	NEGATIVE
BACTERIOPHAGES COLI(DANS 50ML)	NEGATIVE
BACTERIOPHAGES SHIGELLA(DANS 50ML)	NEGATIVE
RECHERCHE DE SPOROVIBRIO DESULFURICANS	NEGATIVE
RECHERCHE DES BACTERIES DU FER	NEGATIVE

EAU PEU AGRESSIVE PAR CO2.

LE DIRECTEUR J.G FAUGERE



VEUILLEZ ADRESSER TOUTE CORRESPONDANCE AU DIRECTEUR
RUE DU PROFESSEUR VÈZES - 33300 BORDEAUX - TÉLÉPH. 56 81 17 71
TÉLEX LABOBX 572 276 F



Forage géothermique GMC 1
à la B.A 106 (Mérignac)

ESSAI DE POMPAGE DE LONGUE DUREE

— Test de débit, pression résiduelle, fréquences du moteur, position variateur, consommation électrique —