

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63.00.12

VILLE DE LORMONT (GIRONDE)

ETUDE DES POSSIBILITES DE REMISE EN SERVICE DU
FORAGE DE LORMONT - Z.U.P.

Estimation de l'énergie géothermique utilisable

par J. AURIOL et G. TRUPIN

79 SGN 803 AQI

Pessac, le 26/12/1979



Service géologique régional AQUITAINE - POITOU - CHARENTES

Avenue docteur Albert-Schweitzer, 33600 Pessac – Tél.: (56) 80.69.00

27, avenue Robert-Schuman, 86000 Poitiers – Tél.: (49) 47.68.59

- R E S U M E -

Le présent rapport rédigé à la demande de la ville de LORMONT(33) et destiné au COMITE GEOTHERMIE, montre l'intérêt d'une remise en service d'un ancien forage pouvant produire un débit continu de 150 à 200 m³/h d'une eau fluorée, à une température de 45°C. L'ouvrage se trouve implanté dans une Z.U.P. comprenant 10 000 logements environ, dont 65 % chauffés par panneaux de sol.

Bien que demandant une étude ultérieure détaillée des besoins thermiques existants, on montre que des essais préliminaires destinés à connaître la production actuelle de l'ouvrage exécuté, il y a une dizaine d'années et d'un montant de 281548 F, permettrait une économie d'énergie d'au moins 950 T.E.P., si l'on raccorderait 1 168 logements situés à moins de 1 000 m du forage.

Il conviendra, bien sûr, d'estimer ultérieurement le coût des investissements nécessaires, et de déterminer le nombre de logements économiquement raccordables.

oooo

- S O M M A I R E -

	<u>Pages</u>
RESUME.....	I
INTRODUCTION.....	1
1 - <u>SITUATION DE L'OUVRAGE</u>	2
2 - <u>LA REALISATION TECHNIQUE DU FORAGE</u>	2
3 - <u>ANALYSE DES RESULTATS</u>	3
3.1 - Débit.....	3
3.2 - Température.....	3
3.3 - Qualité chimique de l'eau.....	4
4 - <u>COÛT DES INTERVENTIONS DE REMISE EN SERVICE DU FORAGE</u>	5
4.1 - Vérification de l'état du tube 13" 3/8.....	5
4.2 - Pompages d'essai.....	5
4.3 - Traitements chimiques.....	6
4.4 - Coût total des essais.....	7
5 - <u>ANALYSE DES BESOINS</u>	7
5.1 - Caractéristiques des installations existantes.....	7
5.2 - Energie géothermique substituable.....	8
5.3 - Production d'eau chaude sanitaire.....	10
CONCLUSION.....	12

- I N T R O D U C T I O N -

Achevé en mars 1969, un forage de 1 053 m de profondeur sur le territoire de la commune de LORMONT(33) a donné un débit d'essai de 195 m³/h et une eau douce à la température de 45°5. Destiné initialement à une alimentation en eau potable, cet ouvrage a été abandonné du fait de cette température trop élevée et d'une teneur excessive en fluor (2,8 mg/l).

Dans le contexte énergétique actuel, la municipalité de LORMONT s'interroge sur la possibilité d'exploiter cet ouvrage dans une opération à caractère géothermique. On chercherait ainsi à réduire les dépenses de fuel consacrées au chauffage de la Z.U.P. des Hauts de Garonne (10 000 logements environ dont 55 % chauffés par panneaux de sol; distribution d'eau chaude sanitaire centralisée). Cependant la mise en service de ce forage demande des essais préalables, en vue de vérifier sa productivité actuelle .

Dans ce cadre, il est demandé au COMITE GEOTHERMIE de contribuer au financement de tels essais décrits dans la suite de la présente note, dont le montant maximum est évalué à 281 548 F T.T.C.

La présente étude a été réalisée par le B.R.G.M. avec la collaboration de la Société d'Equipement de la Gironde (S.E.G.).

o o o o o

1 - SITUATION DE L'OUVRAGE

La commune de LORMONT est située en rive droite de la Garonne, en limite Est de la Communauté urbaine de Bordeaux, dont elle fait partie (figure 1).

Le forage n° 1 de la Z.U.P. LORMONT-GENICART est répertorié au B.R.G.M. sous le numéro 803-7-398, il capte de 840 à 1 049 m les calcaires du Cénomano-Turonien. Situé à proximité du château d'eau et au centre de la Z.U.P. Il est propriété de la Société d'Equipement de la Gironde.

2 - LA REALISATION TECHNIQUE DU FORAGE

Entrepris par la Société INFRAFOR-COFOR le 18 octobre 1969, le forage a été entièrement terminé le 18 mars 1969.

Son équipement technique actuel est le suivant (figure 2) :

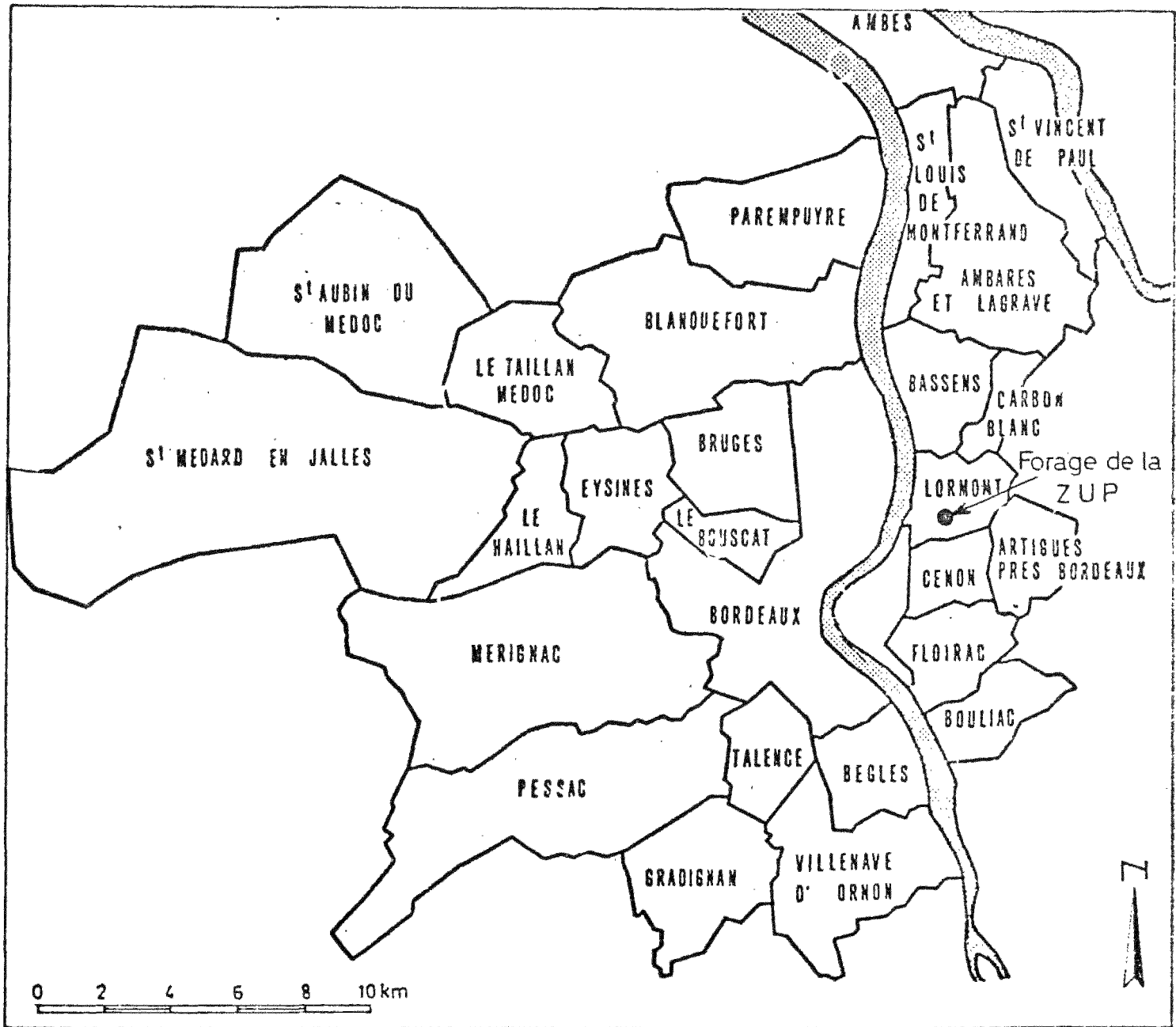
1°) Diamètre du forage

0,00 à	39,00 m	23"
39,00 à	499,20 m	17" 1/2
499,20 à	1 051,00 m	12" 1/4
1 051,00 à	1 058,00 m	8" 1/2
1 058,00 à	1 058,00 m	Remblai de graviers

2°) Diamètre et nature des tubages

0,00 à	39,00 m	18" 5/8	tôle roulée
+ 0,50 à	267,10 m	13" 3/8	A.P.I.
240,00 à	840,00 m	9" 5/8	A.P.I.
à	251,30 m		Suspension étanchéité sur le 9" 5/8, ce dispositif devait permettre de deviser les tubages en cas d'échec du forage profond.
825,00 à	840,00 m	6"	Inox plein (F.17)
840,00 à	1 049,00 m	6"	Inox crépiné
1 049,00 à	1 053,00 m	6"	Inox plein
1 012,00 à	1 049,00 m	8"	Inox crépiné avec massif graviers montré en surface entre les deux crépines
1 010,00 à	1 012,00 m	8"	Inox plein

SITUATION DU FORAGE DE LORMONT-ZUP



Les limites géographiques de la Communauté urbaine de Bordeaux

Graviers entre les deux crépines : 825 à 1 000 m maille 4/6
1 000 à 1 049 m maille 2/4

3°) Cimentation

0,00 à	39,00 m	extérieure au 18" 5/8
0,00 à	267,10 m	extérieure au 13" 3/8
400,00 à	840,00 m	extérieure au 9" 5/8
240,00 à	251,30 m	entre 9" 5/8 et 13" 3/8

4°) Massif de graviers

825,00 à 1 000,00 m	extérieure à la crépine 6" maille 4/6
1 000,00 à 1 049,00 m	extérieure à la crépine 8" maille 2/4

entre les crépines 6" et 8" maille 2/4. l'ensemble des deux crépines a été monté en surface et l'espace annulaire rempli de graviers avant la descente des tubes.

3 - ANALYSE DES RESULTATS OBTENUS

La mise en production du forage, les pompages de développement et d'essai ont donné les résultats suivants :

3.1 - Débit -

• Essai du 17.3.69

Niveau piézométrique	: 23,70 m sous le sol
Durée du pompage	: 21h 20
Débit constant	: 195 m ³ /h
Niveau dynamique	: 101,50 m sous le sol
Rabattement	: 77,80 m
Débit spécifique	: 2,50 m ³ /h par mètre de rabattement

3.2 - Température -

Une thermométrie effectuée par la Société SCHLUMBERGER a permis de tracer la courbe d'évolution de la température en fonction de la profondeur (figure 3). Cette opération effectuée "in situ" avant les pompages d'essai indique une température de 42°5 à 1 050 m de profondeur.

PT : 33 COMMUNE : LORMONT

Indice de classement

803	7	399
-----	---	-----

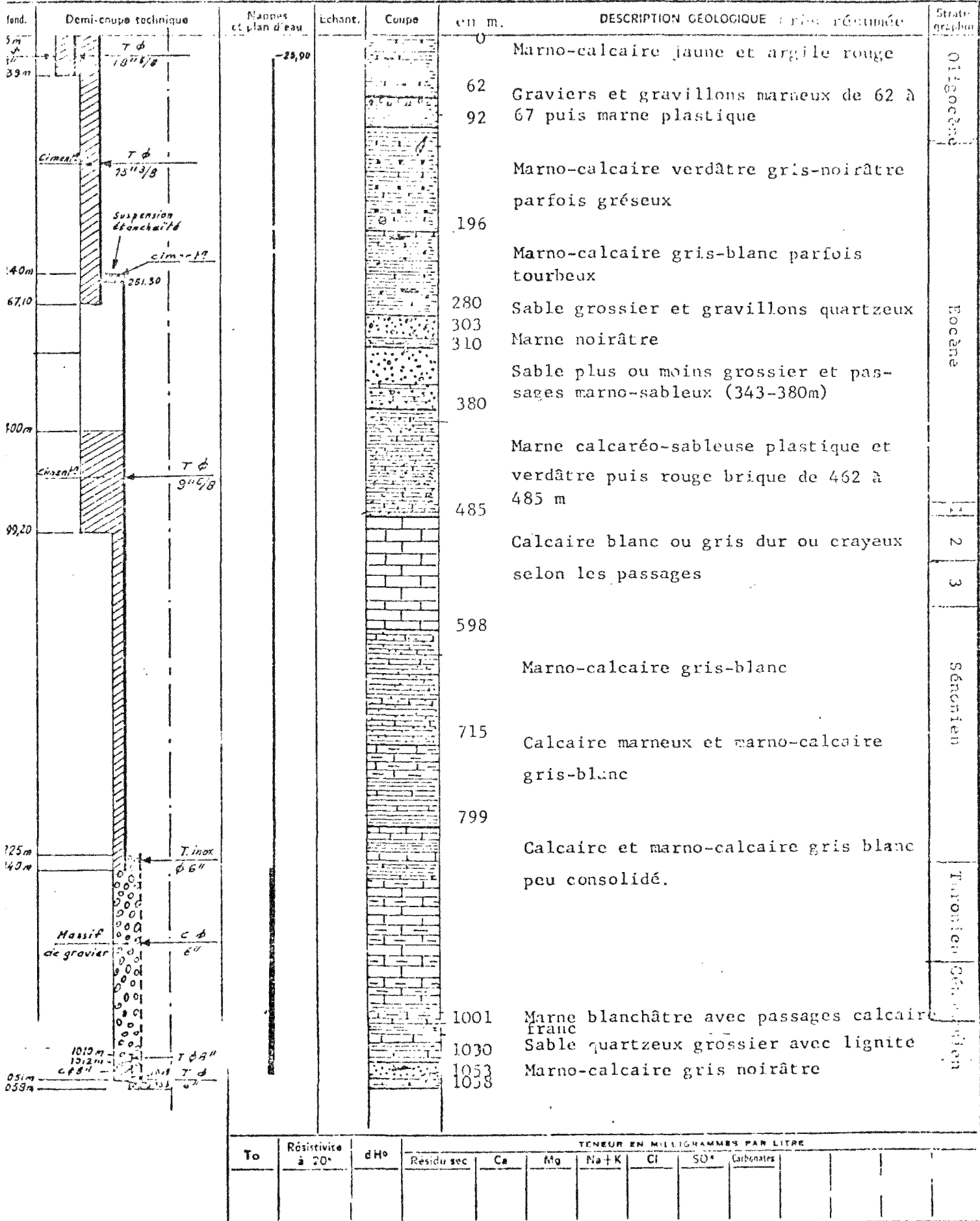
Ignation : Forage 1 de la ZIP
 échelle : 1/5000 établie par : C. TRUPT

x = 374,02

y = 289,84

Interprété par : J.M. MARIONNAUD

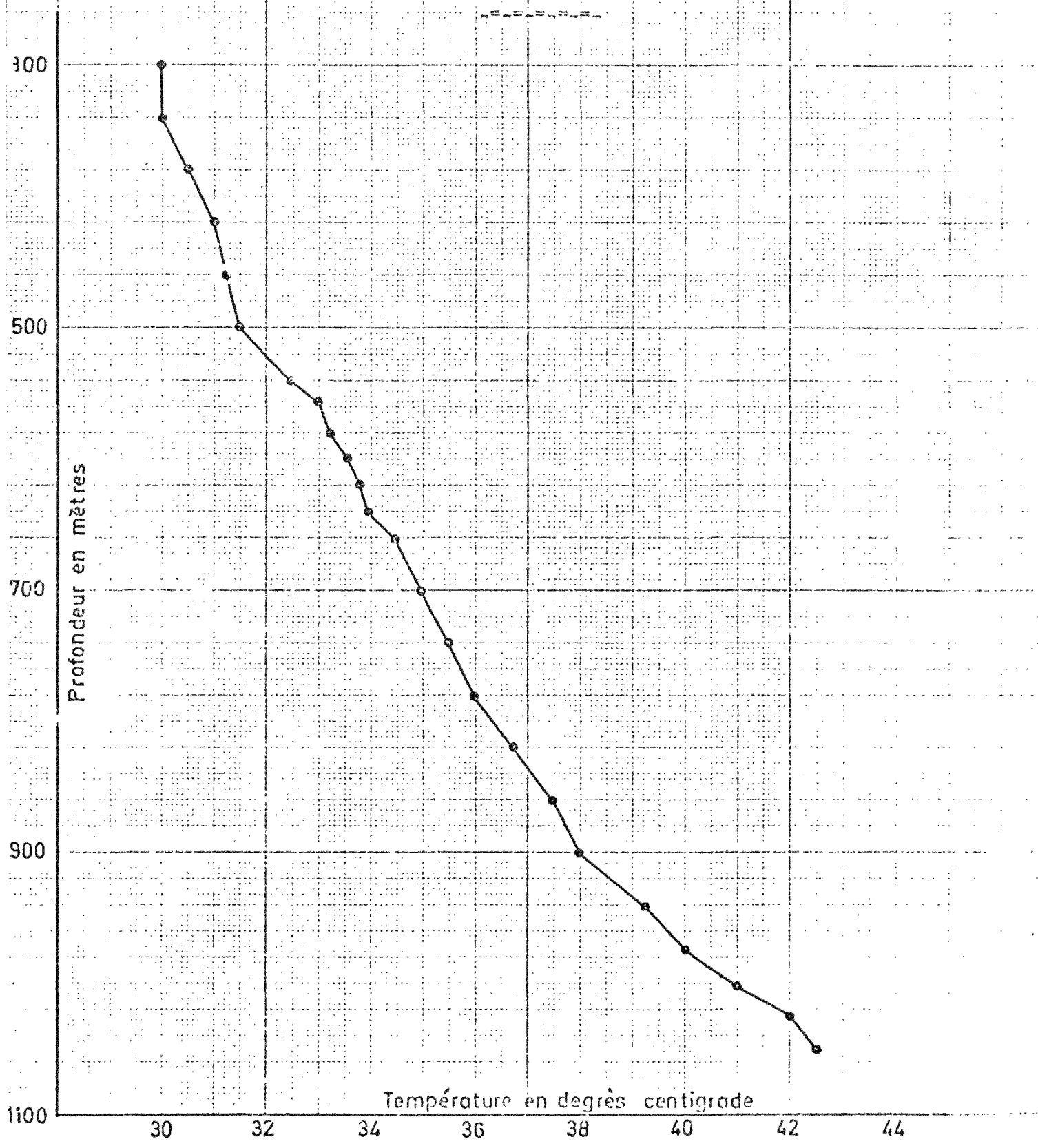
Z sol = 158,37



LORMONT - Forage n° 1 de la ZUP

- 803-7-398 -

EVOLUTION DE LA TEMPERATURE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR
(D'après enregistrement "thermométrie" SCHLUMBERGER)



Une série de mesures réalisées par le Laboratoire municipal de la ville de Bordeaux à l'issue des travaux donne une température à l'exutoire de la pompe de 45°5 représentant un gradient géothermique légèrement supérieur à 3°C.

3.3 - Qualité chimique de l'eau -

Résultats fournis par le Laboratoire municipal de Bordeaux :

pH à 20°	:	7,9
Agressivité par CO ²	:	très légère
Agressivité par H ₂ S	:	nulle
Chlorures en Cl ⁻	:	117,2 mg/l
Sulfates en SO ⁴⁻⁻	:	132 mg/l
Total Anion	:	500 mg/l
Fer en Fe ⁺⁺	:	0,21 mg/l
Sodium en Na ⁺	:	158 mg/l
Total Cation	:	232,06mg/l
Fluor en F	:	2,8 mg/l

Le laboratoire conclut :

"Eau ne présentant pas de signe chimique de pollution. La teneur en fluor dépasse la valeur limite, très léger excès de fer."

Au vu de ces résultats, la qualité de l'eau ne devrait pas poser de problème pour son utilisation ni pour son rejet éventuel.

4 - COUT DES INTERVENTIONS DE REMISE EN SERVICE DU FORAGE

Le forage étant resté inutilisé depuis les essais de Mars 1969, il convient, préalablement à toutes modifications des infrastructures de chauffage de la Z.U.P. de LORMONT, de s'assurer de son état ainsi que de la persistance du potentiel de production.

4.1 - Vérification de l'état du tube 13" 3/8 -

Une endoscopie par caméra sur les 100 premiers mètres du tubage 13" 3/8 permettra de vérifier le comportement du métal et de s'assurer par visualisation directe de l'existence d'une chambre de pompage exempte de dégradation.

Coût de l'opération 5 000 F

4.2 - Pompages d'essai -

Destinés à évaluer la ressource disponible, ils permettront également de prévoir à terme l'évolution du niveau dynamique.

L'opération nécessite la location et la mise en place à 100 m de profondeur d'une pompe immergée susceptible de fournir un débit égal ou supérieur à 150 m³/h.

L'opération de test s'effectuera en trois phases :

- . *Quatre paliers de débit d'une durée de 2 heures chacun entrecoupés d'une remontée du niveau.*
- . *Un pompage de 48 heures à débit constant suivi de l'étude de la remontée des niveaux.*

- . Un pompage de 10 jours à un débit proche de celui de l'exploitation géothermique suivi de l'étude de la remontée des niveaux (la décision d'entreprendre ce pompage ne sera prise qu'en fonction du résultat des opérations précédentes).

Détail des opérations -

Amenée et repli du matériel.....	16 000 F
Location pompe, câble, tuyauterie.....	11 000 F
Pompage en paliers de débit.....	6 240 F
48 heures pompage continu.....	15 360 F
Attente d'ordre 10 heures.....	5 200 F
Montage et démontage de l'installation.....	20 800 F
T.V.A. à 17,6 %.....	13 129 F
Surveillance de l'essai et interprétation des résultats..	16 000 F
Pompage de 10 jours (pour mémoire)	
Surveillance et interprétation (pour mémoire)	

Coût global de l'opération..... 103 729 F

4.3 - Traitements chimiques -

Dans l'hypothèse d'essais de débit non concluant, c'est-à-dire largement en-dessous des résultats de 1969, il conviendrait de procéder à un décolmatage des crépines et du massif de graviers par un traitement chimique à l'hexamétaphosphate de sodium et des pompages de développement à l'air comprimé.

Ces opérations courantes et facilement réalisables nécessitent dans le cas présent la mobilisation d'une machine de forages susceptible de descendre un train de tiges à plus de 1 000 mètres de profondeur.

Détail des opérations -

Amenée et repli d'une machine de forage.....	65 000 F
50 heures d'instrumentation.....	30 000 F
Fourniture d'hexamétaphosphate.....	4 200 F

Pompages à l'air comprimé	
location d'un compresseur.....	5 000 F
montages, démontages, du matériel et pompages (50 heures)...	30 000 F
Taxe sur la valeur ajoutée (T.V.A.).....	23 619 F
Surveillance des travaux et interprétation des résultats.....	15 000 F

Coût global de l'opération... 172 819 F

4.4 - Coût total des essais -

Le montant total des essais se monterait, d'après ce qui précède à 281 548 F T.T.C.

5 - ANALYSE DES BESOINS

5.1 - Caractéristiques des installations existantes -

La Z.U.P. des Hauts de Garonne est un ensemble d'habitations collectives de 10 000 logements environ, dont 65 % environ seraient chauffés par panneaux de sol (température de départ 50° C, retour 40°C, pour une température extérieure de - 5°C) ; 5 000 logements sont situés sur la commune de LORMONT proprement dite, dont 3 000 environ sont chauffés par panneaux de sol.

Les renseignements énumérés ci-après ont été donnés à titre indicatif par le gestionnaire du réseau de chauffage ; ils demanderont donc d'être ultérieurement précisés.

Les caractéristiques thermiques estimées sont les suivantes :

- *Chaufferie centrale alimentant des sous-stations*
- *Le rendement thermique est estimé à 0,72 par l'exploitant*
- *Dépense annuelle (1979) de fuel lourd BTS 20 000 t/an*
(prix de la tonne fin 1979 : 850 à 860 F H.T.)

- Eau chaude (55° C) sanitaire centralisée : 120 l/jour/logement (ballons de stockage de 6 à 10 m³), la consommation s'effectue environ, 5 à 6 heures par jour
- Le tableau 1 ci-joint indique les caractéristiques d'une partie des immeubles collectifs, en fonction de leurs distances approximatives au forage existant.

5.2 - Energie géothermique substituable -

On peut constater que les caractéristiques thermiques des installations se prêtent particulièrement bien à l'utilisation de la géothermie (faible température de l'eau distribuée tant pour le chauffage que pour l'e.c.s.)

Il s'agit donc de rechercher un optimum économique permettant le maximum d'économie d'énergie, fonction du nombre de logements raccordables au forage géothermique, des aménagements des installations nécessaires (pose de nouvelles canalisations et mise en place éventuelle d'échangeurs en particulier), et des capacités de production du forage.

Dans le but d'approcher cet optimum, on a effectué le calcul approximatif ci-après en admettant :

- que l'eau géothermale réchauffe tout ou partie de l'eau de retour du circuit de chauffage d'une installation;
- que la température géothermale (T_g) utilisable est de 40° C ;
- que la répartition des températures extérieures (t_{ex} à Bordeaux est celle donnée tableau 2 (déduites des données météorologiques)
- que les variations de la puissance (P), de la température de départ (TD) et de retour (TR) d'une installation sont des fonctions linéaires décroissantes de la température extérieure (P (t_{ex} = 18) = 0, TD (t_{ex} = 18) = TR (t_{ex} = 18) = 20° C, TD (t_{ex} = -5) = 5, TR (t_{ex} = - 5) = 40).

A partir des hypothèses ci-dessus on peut déduire :

- Le débit (Q) circulant dans une installation est constante et égal au rapport P/(TD - TR), en particulier on obtient sa valeur en prenant celles des trois fonctions ci-dessus pour t_{ex} = - 5°C.

- L'eau géothermale peut être utilisée dès que la température de retour (TR) d'une installation est égale à (Tg), donc lorsque la température extérieure atteint la valeur (tex₀) telle que :

$$TR (tex_0) = Tg,$$

dans le cas présent tex₀ = - 5° C

- On utilise la totalité de l'énergie géothermale tant que la température extérieure est inférieure à une valeur (tex₁), fonction du débit géothermale Qg, telle que :

$$TD(tex_1) = \frac{[Tg - Tr (tex_1)] \cdot Qg + TR (tex_1) \cdot Q}{Q}$$

(c'est-à-dire jusqu'à ce que le mélange de l'eau réchauffée par celle du forage géothermique, avec l'eau de retour du circuit de chauffage de l'installation, soit à une température égale à la température de départ demandée par cette dernière).

Le taux de couverture (e) de l'énergie (E) consommée par une installation donnée, par l'énergie géothermique utilisée (Eg) peut être alors calculé en fonction du rapport (Qg/Q); le résultat obtenu est représenté figure 4.

(Exemple : le débit circulant dans la sous-station 37 est de 144 m³/h, un débit géothermal identique permet de couvrir 90 % de ses besoins énergétiques en chauffage).

Le nombre optimum de logements à raccorder ne peut être calculé qu'à partir d'une valeur précise des investissements à effectuer (canalisations de raccordement nouvelles, échangeurs) et de la production effective du forage.

A titre indicatif, et en supposant le débit Qg du forage égal à 150 m³/h, si l'on raccorderait les installations chauffées par panneaux de sol et situées par rapport au forage à :

- moins de 500 m : on peut estimer économiser 85 % de l'énergie annuelle consacrée au chauffage (débit Q = 204 m³/h), pour 293 logements raccordés dont la puissance maximale est de 2 040 th/h.

TABLEAU 1 - CARACTERISTIQUES SOMMAIRES DE LOGEMENTS

EXISTANTS ET RACCORDABLES AU FORAGE GEOTHERMIQUE

(Chauffage par panneaux de sol)

DISTANCE AU FORAGE	N° DE LA S/STATION	NOM DU BATIMENT	NOMBRE DE LOGEMENTS	PUISSANCE MAXI PAR - 5°C (th/h)
0 à 500 m (403 logements)	33	Verts Coteaux	110	700 *
	35 bis	Maison girondine	80	600
	37	O.P.H.L.M.	213	1440
500 à 1000 m (965 logements)	38	"	292	1670
	38 bis	"	146	980
	47	"	90	650 *
	48	H.L.M.Départ.	169	850
	50	Maison girondine	268	1450
1000 à 2000 m (1618 logements)	22	Tours	332	2000 *
	22 bis	"	267	2200
	28	"	394	2500
	29	"	258	2000
	30	"	367	2750
TOTAL			2986	19790

* chauffage par radiateurs (TD = 80, TR = 65 par - 5°C)

TABLEAU 2 - REPARTITION DES TEMPERATURES EXTERIEURES

T (°C)	- 5	- 3	- 1	+ 1	+ 3	+ 5	+ 7	+ 9	+ 11	+ 13	+ 15	+ 17
N Jours	1	5	8	13	19	27	34	34	36	26	18	11

ESTIMATION DU TAUX DE COUVERTURE DE L'ENERGIE CONSOMMEE A L'AIDE
DE L'ENERGIE GEOTHERMIQUE

Chauffage par panneaux de sol 50/40

$$e = \frac{E_{gth}}{E} \%$$



100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

0

0,1

0,2

0,3

0,4

0,5

0,6

0,7

0,8

0,9

1

1,2

1,3

1,4

1,5

1,6

1,7

1,8

Q_g/Q

- E : énergie annuelle dépensée par l'installation
- E_g : énergie annuelle fournie par la géothermie
- Q : débit circulant dans l'installation
- Q_g : débit géothermique utilisé

FIGURE 4
BRGM 795 GNR83A01

- moins de 1 000 m : on peut estimer économiser 45 % de l'énergie annuelle pour 1 168 logements raccordés dont la puissance maximale est de 6 990 th/h.

Si l'on admet la valeur de l'énergie annuelle (E) consommée par de telles installations donnée par la relation :

$$E \text{ (Kth)} = 1,043.1u^3 \times P \text{ (th/h)} \times \sum_{\text{tex} = -5}^{+ 18} (18 - \text{tex}) \times N \text{ (tex)}$$

soit (cf. tableau 2)

$$E \text{ (Kth)} = 2,361 \times P \text{ (th/h)} \text{ (- } 5^{\circ}\text{C)}$$

Les économies annuelles réalisables sur le chauffage des installations situées à moins de 1 000 m du forage seraient de :

$$2,361 \times 6\,990 \times 0,45 = 7\,426 \text{ Kth/an}$$

soit environ 740 T.E.P.

5.3 - Production d'eau chaude sanitaire -

Si l'on admet une consommation moyenne par logement de 0,12 m3/jour soit 44 m3/an, le volume à produire, par exemple, à moins de 1 000 m du forage serait de :

$$60\,200 \text{ m}^3/\text{an}$$

Ce volume "consommé" est produit actuellement à une température de 60° C à partir de l'eau de ville dont le gestionnaire admet la température moyenne dans l'année à 15°C.

Admettant un rendement de chauffage de 0,72 et un rendement de boucle de circulation de 0,5, l'énergie consommée est de :

$$(50 - 15) / (0,72 \times 0,5) = 125 \text{ th/m}^3$$

On peut alors estimer l'économie d'énergie sur cette production à :

$$(40 - 15) / 0,72 = 35 \text{ th/m}^3,$$

soit environ 28 % de l'énergie actuelle dépensée soit 2 100 Kth/an.

Remarque :

Il faut souligner le rôle important joué dans ce calcul par :

- la température moyenne de l'eau ville adoptée.*
- la température effective de l'eau produite à partir de la géothermie*

A titre indicatif, si l'on prend respectivement 12 et 45° C pour ces deux valeurs, on obtient une économie de 34 %.

On peut donc estimer à environ 210 T.E.P./an les économies réalisables sur les 1 168 logements considérés ici en tant qu'exemple.

- C O N C L U S I O N -

Le présent rapport, destiné au COMITE GEOTHERMIE, a pour but de montrer l'intérêt d'une remise en service d'un ancien forage situé à LORMONT(33) pouvant produire un débit de 150 à 200 m³/h, d'une eau fluorée, à une température de 45°C.

Une telle opération demande d'effectuer des essais préliminaires sur l'ouvrage permettant de déterminer sa productivité actuelle, après un arrêt de fonctionnement d'une dizaine d'années. Leur coût est évalué à 282548 F TTC en cas de réalisation début 1980.

Une analyse sommaire des besoins thermiques existants sur la Z.U.P. à LORMONT (3 000 logements environ chauffés par panneaux de sol) montre une économie d'énergie possible d'environ 950 T.E.P., au moins pour 1 168 logements raccordés. Ce chiffre pourrait être notablement augmenté après une étude détaillée des besoins existants et des investissements nécessaires pour utiliser la ressource thermique du forage (optimisation des canalisations, modification du mode de distribution de l'eau chaude sanitaire par exemple, augmentation du nombre de logements raccordés).

oooooooo