

Société pour l'Aménagement Urbain du Nord de l'Agglomération Bordelaise

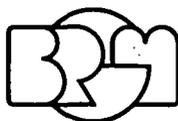
S. A. U. N. A. B.

Projet de chauffage géothermique à Bordeaux-nord (Gironde)

Étude de pré faisabilité

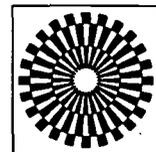
par

J. CHAMAYOU et J. DUPONT-CORBRAN



**BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

Service Géologique
Régional Aquitaine



**COMPAGNIE
GÉNÉRALE
DE CHAUFFE**

79 SGN 545 AQI

Pessac, le 5-9-1979

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

La Société pour l'aménagement urbain du Nord de l'agglomération bordelaise (S.A.U.N.A.B.) Quartier du Lac, envisage l'utilisation de l'énergie géothermique pour le chauffage d'immeubles et de centres commerciaux existants en cours de construction, ou en projet.

L'inventaire des besoins et l'étude des installations de surface ont été effectués par la Compagnie générale de Chauffe (C.G.C.) tandis que l'étude hydrogéologique et hydraulique était réalisée par le Service géologique régional Aquitaine du Bureau de recherches géologiques et minières (B.R.G.M.).

La présente étude a pour objet :

- . définir les principaux réservoirs aquifères
- . d'analyser les caractéristiques de la nappe du Cénomano-Turonien
- . d'établir les coupes géologiques et techniques prévisionnelles pour évaluer le coût du forage.
- . d'effectuer un inventaire des puissances calorifiques susceptibles d'être raccordées à un réseau géothermique éventuel.
- . d'estimer les consommations calorifiques annuelles des utilisateurs potentiels.
- . d'examiner les possibilités d'utilisation de l'eau géothermale compte tenu de ses caractéristiques supposées et de celles des installations existantes.
- . de faire un premier bilan économique.
- . d'apprécier la "faisabilité" de l'opération projetée, constituant une première approche qui appelle une analyse plus détaillée au stade du projet définitif suivant les options retenues par la S.A.U.N.A.B.

ooooooo

1 - SITUATION GENERALE

Le quartier urbain de Bordeauc-Lac est situé au Nord de la ville englobe la Z.A.C., le Parc des expositions, la place de sports et de loisirs et l'infrastructure hôtelière de ce quartier, en bordure de la zone industrielle de Grattequina. Elle est bordée au Nord par la Jalle de St-Médard et de Blanquefort et à l'Est par la Gironde. (Cf. figure 1).

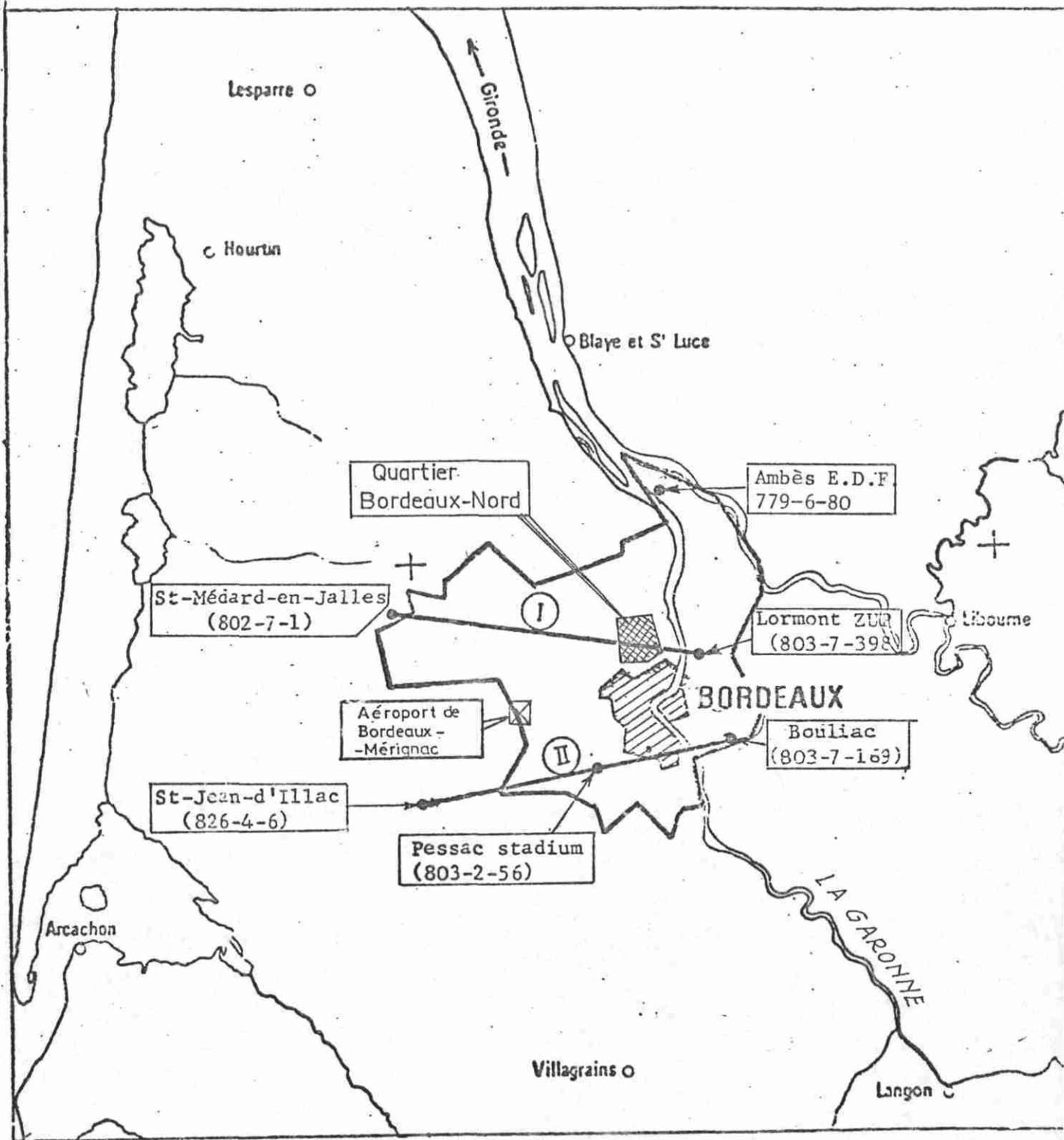
L'altitude moyenne du sol est de + 2 à + 4 NGF (cf. extrait de la carte à 1/25 000 de Bordeaux feuille 5-6; figure 2).

2 - PRINCIPAUX NIVEAUX AQUIFERES ET JUSTIFICATION DU CHOIX DE L'AQUIFERE

Pour situer les principaux niveaux aquifères, nous examinons et comparons les données géologiques des trois forages pétroliers, qui encadrent le secteur d'étude: St-Jean-d'Illac, St-Médard, et Bouliac 1. A partir de ces données lithologiques deux coupes structurales (figures 3 et 4) ont été établies.

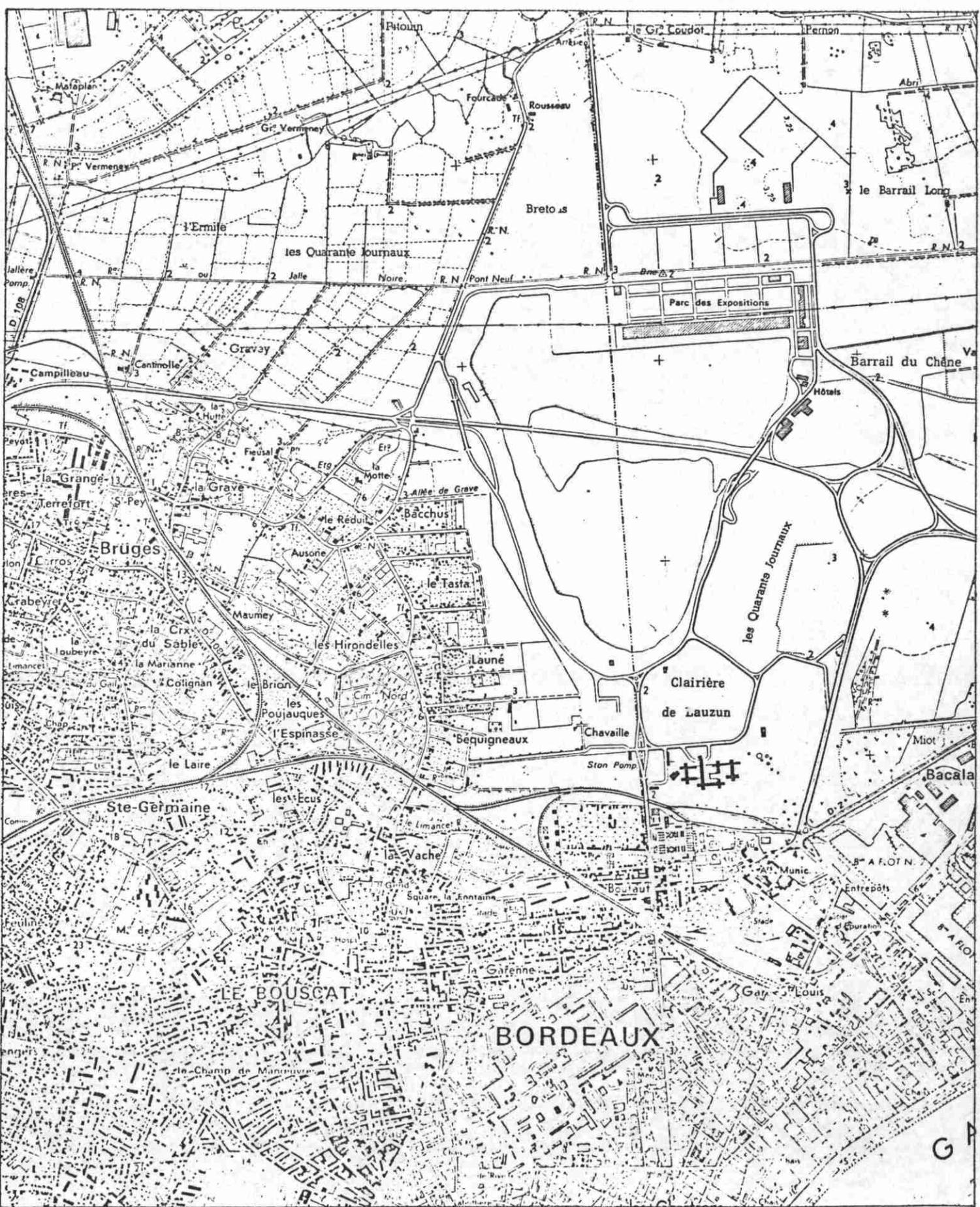
Dans le tableau ci-après nous avons regroupé les renseignements concernant les principaux niveaux aquifères de 150 à 2 500 m de profondeur reconnus ou captés par les forages pétroliers ou les forages d'alimentation en eau potable (LORMONT - AMBES).

PLAN DE SITUATION DES COUPES D'OUVRAGES CITES



Tracé des coupes

PLAN DE SITUATION A 1/25 000



2.1 - Les calcaires, grès et sables de l'Eocène qui constituent l'aquifère le plus exploité pour l'alimentation en eau potable de la région bordelaise. Cet aquifère ne pose pas de problème particulier de captage, mais la température de l'eau n'y est que de 20° C environ.

2.2 - Les sables argileux et des calcaires gréseux du Paléocène et du sommet du Crétacé supérieur qui forment un niveau aquifère moins important que le précédent. Il a été reconnu et capté par le forage de Pessac-Stadium de 371 à 592 m. A Bouliac, le Paléocène et le sommet du Crétacé supérieur sont absents. A St-Médard il a été traversé de 609 à 675 m et en pertes totales à partir de 650 m.

A Pessac-Stadium, le débit maximal obtenu lors des essais était voisin de 139 m³/h pour un rabattement de 38 m, ce qui correspond à un débit spécifique de 3,6 m³/h par mètre de rabattement. L'eau de bonne qualité chimique est à une température de 35°4. Le gradient géothermique est donc proche de 4°C pour 100 m dans cet aquifère.

2.3 - Les grès, sables, calcaires et calcaires dolomitiques du Cénomano-Turonien ont été reconnus par les forages qui encadrent le secteur d'étude. Cet aquifère est capté à LORMONT-GENICART de 840 à 1 012 m, à AMBES E.D.F. de 1 000 m à 1 064 m et à St-ESTEPHE de 846 à 983 m à des fins d'eau potable ou industrielle. Dans le forage pétrolier de BOULIAC ces niveaux ont été traversés de 790 à 878 m.

Nous analyserons plus en détail cet aquifère dans le chapitre suivant.

2.4 - Les dolomies du Jurassique supérieur ("Dolomie de Mano") qui ont une épaisseur supérieure à 200 m à St-JEAN-D'ILLAC s'amenuisent et disparaissent vers le Nord et le Nord-Ouest. La coupe structurale (figure 4) montre cette disparition de la dolomie du Sud vers le Nord, sans pouvoir préciser avec certitude la limite.

Sur la coupe 1 (figure 3) la dolomie est absente et le Cénomaniien repose sur des calcaires crayeux (calcaires à Lituolidoé).

A St-MEDARD, la dolomie est absente et le Crétacé recouvre directement les calcaires de Lamarque, que l'on retrouve à St-JEAN-D'ILLAC sous la dolomie de Mano. Un accident structural ou un biseautage des couches, sous le Cénomaniien, peuvent donc expliquer la disparition de la dolomie vers le Nord et vers l'Ouest.

2.5 - Les "calcaires à filaments" du Dogger sont peu épais à St-JEAN-D'ILLAC (30 m) de 2 117 à 2 145 m ; plus épais à BOULIAC (80 m) , ils sont interstratifiés dans des niveaux plus argileux de 1 490 à 1 610 m, tandis qu'à St-MEDARD, de 1 520 à 1 900 m l'alternance est encore mieux marquée. A l'intérieur de cet ensemble, les géologues pétroliers distinguent quatre niveaux réservoirs A, B, C, D, parfois subdivisés en sous-unités, mais aucune d'elles ne présente dans le secteur de porosité importante. Un test à BOULIAC entre 1 471 et 1 487 m n'a pas donné d'eau (test sec pendant 35'), tandis que dans les deux forages pétroliers déjà cités, il n'y a pas eu de test dans ce niveau.

2.6 - Les "dolomies de Carcans" ont également une faible puissance : 23 m à St-MEDARD de dolomies microcristallines contenant de l'eau peu chargée, 3 m à BOULIAC de calcaires dolomitiques peu poreux ; 43 m à St-JEAN-D'ILLAC où un test de 30' n'a permis de recueillir que 40 l d'eau à 0,9 g/l de salinité en NaCl.

Il ne semble pas que l'on puisse fonder de grands espoirs de production à partir de ce niveau pas plus que dans celui des calcaires à filaments.

2.7 - Les petits niveaux sableux ou gréseux interstratifiés dans les argiles du Trias ont été recoupés de 2 427 à 2 509 à St-JEAN-D'ILLAC, tandis qu'à St-MEDARD, ils n'ont été traversés que sur une vingtaine de mètres à partir de 1 904 m. Un seul test à St-JEAN-D'ILLAC n'a permis de récupérer en 45' que 80 l d'eau salée (2,3 g/l de NaCl). Par rapport aux données des forages plus éloignés, la salinité totale des eaux est sans doute comprise entre 50 et

Coupe I de S^t Médard en Jalles à Lormont

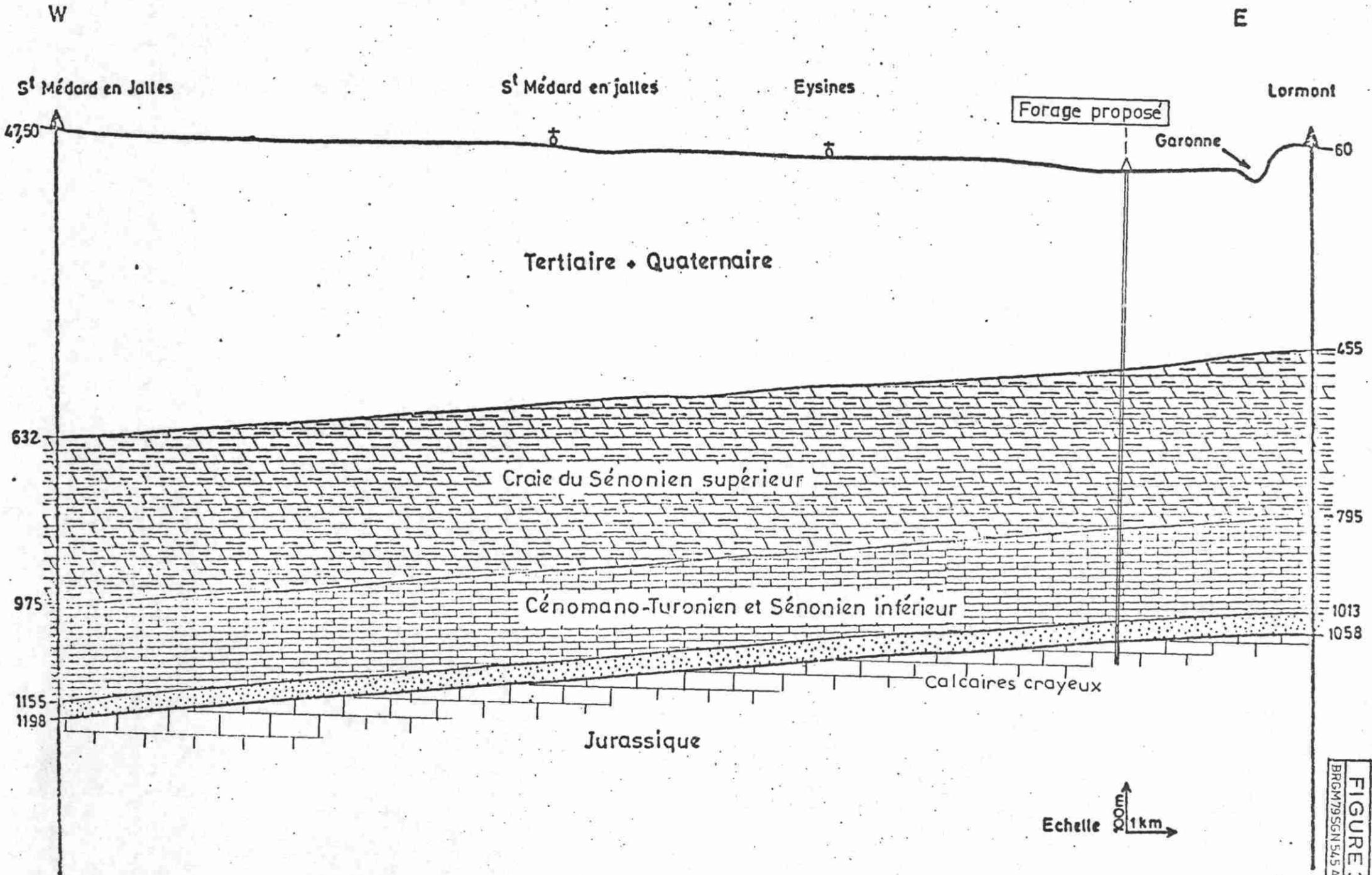


FIGURE 3
BRGM 79/SGN 545 A01

Coupe II de S^t Jean d'Ilac à Bouliac

BORDEAUX-MERIGNAC

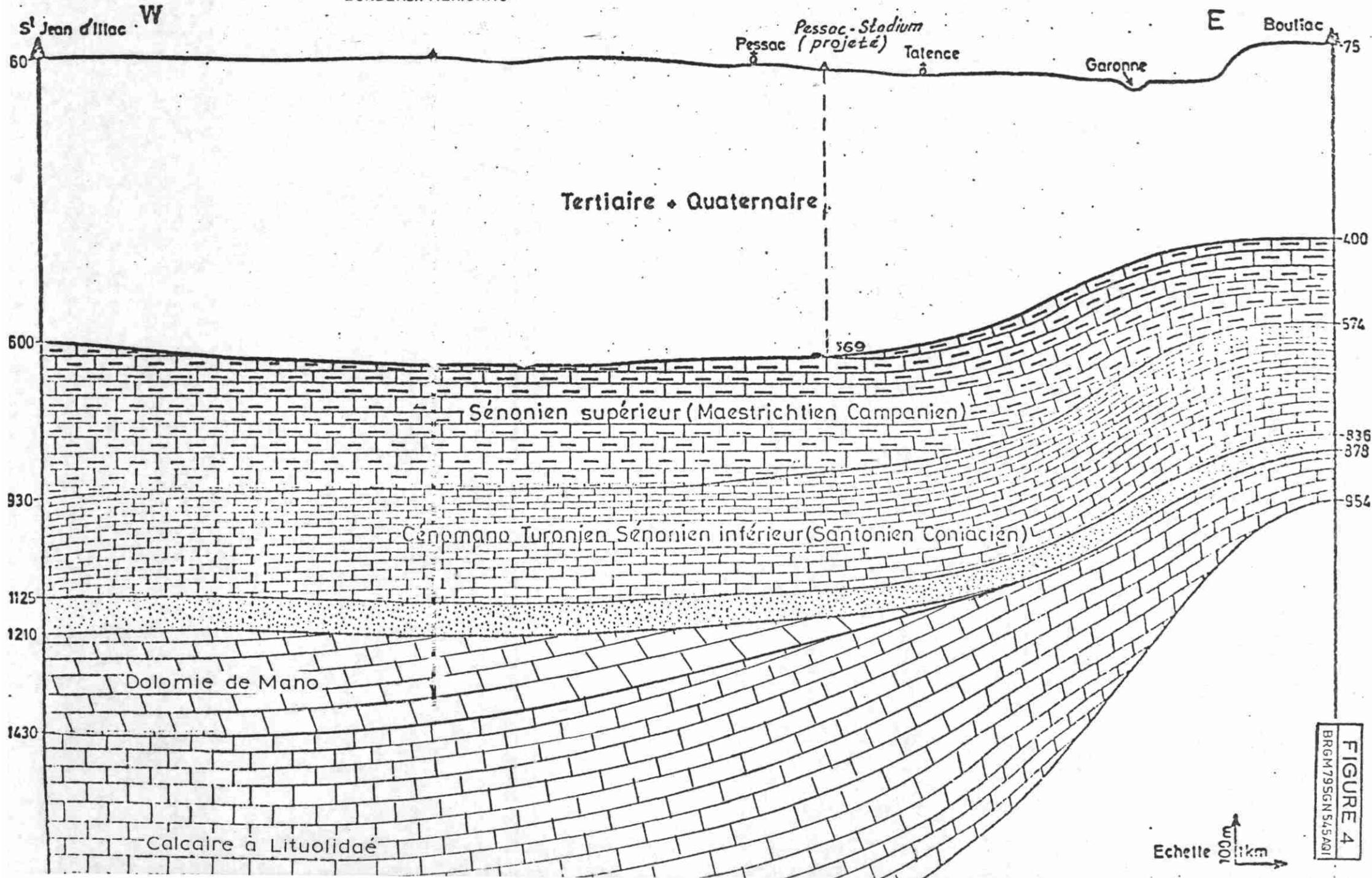


FIGURE 4
BRGM 79SGN 545A01

Echelle 100m/km

70 g/l et la productivité vraisemblablement faible. Pas de test à BOULIAC où ces niveaux ont été traversés de 1 827 à 1 880 m.

CONCLUSIONS

Si l'on élimine à cause des risques de faible productivité, les réservoirs profonds 5 à 7 du tableau ci-après, le seul niveau aquifère susceptible d'être capté à des fins géothermiques est celui du Cénomano-Turonien, atteint à une profondeur de 900 m et capté sur une centaine de mètres d'épaisseur. Un forage profond de 1 100 m permettrait donc de recouper la série calcaréo-gréseuse et sableuse et de reconnaître sur plus de 50 m le calcaire sous-jacent du Jurassique en se réservant une cinquantaine de mètres pour imprévus.

NIVEAUX AQUIFERES PROFONDS OU SEMI-PROFONDS RECONNUS AU VOISINAGE DE BORDEAUX NORD ET OUEST

Niveaux aquifères	St-Jean-d'Illac	St-Médard	Bouliac
1/ Eocène sableux ou calcaire	250 à 530 m	230 à 470 m	145 à 255 m
2/ Paléocène - Sénonien supérieur	580 à 680 m	609 à 670 m	absente
3/ Cénomano-Turonien	1 080 à 1 215 m	1 045 à 1 150 m	790 à 878
4/ Jurassique supérieur Dolomie de Mano	1 210 à 1 430 m	absente	absente
5/ Dogger "Calcaires à filaments"	2 117 à 2 145 m	1 520 à 1 690 m	1 410 à 1 610 m
6/ Lias "Dolomie de Carcans"	2 384 à 2 427 m	1 881 à 1 904 m	1 824 à 1 827 m
7/ Trias - Grès - et dolomies en alternance avec des argiles	2 450 à 2 509 m	1 926 à 2 000 m	1 827 à 1 880 m

3 - CARACTERISTIQUES DE L'AQUIFERE CENOMANO-TURONIEN

L'aquifère du Cénomano-Turonien est connu et capté à LORMONT-GENICART (803-7-398) et à AMBES E.D.F. F.2 (779-6-80) et à St-ESTEPHE (754-8-9). Ses caractéristiques piézométriques, hydrauliques et chimiques peuvent être extrapolées à BORDEAUX-NORD, compte tenu de la continuité de l'aquifère d'Est en Ouest et de la proximité du projet de la S.A.U.N.A.B. du forage de LORMONT.

3.1 - Piézométrie -

La cote piézométrique du forage de LORMONT varie de + 33 à + 34 NGF sous l'effet des fluctuations de la nappe dues aux marées d'une part et de l'exploitation du forage d'AMBES d'autre part. A St-ESTEPHE, la cote au repos était de + 24 NGF. A AMBES, la cote piézométrique de la nappe mesurée lors des essais était de l'ordre de + 24,50 NGF. Il est vraisemblable qu'un forage à BORDEAUX-NORD aurait une cote piézométrique équilibrée voisine de + 30 NGF, compte tenu de l'écoulement général de la nappe du Crétacé supérieur.

Le forage serait donc artésien jaillissant au droit du projet et la pression d'eau au sol de 2,5 à 3 kg/cm².

3.2 - Caractéristiques hydrauliques -

Au cours des essais effectués sur le forage de LORMONT, le 17 mars 1969, pendant 22h 20 ' le débit de 195 m³/h avait été obtenu pour un rabattement de 77,80 m , ce qui correspond à un débit spécifique de l'ordre de 2,50 m³/h par mètre de rabattement.

A AMBES, le débit obtenu était plus faible : 90 m³/h pour un rabattement de 101 m, et 106 m³/h pour un rabattement de 155 m, soit un débit spécifique de l'ordre de 0,7 m³/h par mètre de rabattement.

A St-ESTEPHE, le débit n'était que de 60 m³/h pour 83 m de rabattement après 72 heures de pompage, soit un débit spécifique de l'ordre de 0,7 m³/h par mètre de rabattement.

Le forage de la S.A.U.N.A.B. proche de celui de LORMONT devrait donc avoir des caractéristiques comparables.

- Débit spécifique : 2 m³/h/m de rabattement
- Débit de production artésien : 50 à 60 m³/h
- " en pompage : 150 à 200 m³/h pour un rabattement de 50 à 75 m.

3.3 - Température de l'eau du Cénomano-Turonien -

Les mesures effectuées le 18 mars 1969 en fin d'essai de débit, sur le forage de la Z.U.P. de LORMONT, ont montré que la température de l'eau du Cénomano-Turonien était de 45°C, le forage étant crépiné entre 840 et 1049 m de profondeur. Si l'on rapporte cette température à une profondeur correspondant au milieu de la partie crépinée soit à 950 m, et que l'on déduise une température moyenne de 12° C (température moyenne sol), on calcule un gradient géothermique moyen de 3,4° C pour 100 m.

Sur le forage d'AMBES, la température de l'eau était comparable et de 45° 7 C, le niveau capté se situant entre 1 010 et 1 060 m ; le gradient moyen rapporté à 1 035 m est de l'ordre de 3,3° C pour 100 m.

Sur le forage de St-ESTEPHE, la température de l'eau n'était que de 38° 2 C pour un niveau capté se situant entre 847 et 964 m, soit un gradient moyen égal à 3° C pour 100 m.

A BORDEAUX-NORD, nous adopterons la valeur du forage de LORMONT soit 45° C (gradient moyen 3,4° C pour 100 m).

3.4 - Caractéristiques hydrochimiques de l'eau du Cénomano-Turonien -

Nous reproduisons ci-après les principaux résultats des analyses chimiques réalisées sur des échantillons d'eau prélevés sur le forage de la Z.U.P. de LORMONT au mois d'avril 1969 :

Résistivité en ohms.par cm	:	1 134
Résidu sec à 105-110° C	:	620 mg/l
pH	:	7,52
Degré hydrotimétrique total	:	16,2
" " permanent	:	11,4
" " calcique	:	9,5
" " magnésien	:	6,7
Titre alcalimétrique complet	:	15,75
CO ₂ libre (détermination sur place)	:	4 mg/l
CO ₂ équilibrant (calculé à 45° C)	:	4 mg/l
CO ₂ agressif	:	néant
Calcium	:	38 mg/l
Magnésium	:	16,2 mg/l
Sodium	:	138 mg/l
Potassium	:	22,5 mg/l
Chlore	:	140,2 mg/l
Sulfates	:	128 mg/l
Bicarbonates	:	192,15mg/l
Silice en SiO ₂	:	25,3 mg/l
Manganèse	:	néant
Fer en Fe ⁺⁺	:	0,37 mg/l

La qualité de l'eau ne pose donc pas de problème particulier pour son utilisation directe, ni pour un rejet éventuel après utilisation.

4 - COUPE GEOLOGIQUE PREVISIONNELLE

4.1 - Lithologie -

- 0 à 5 m : Argile et vase
- 5 à 20 m : Sables et graviers devenant plus grossiers à la base.
- 20 à 250 m : Marne gris-verdâtre à gris noirâtre à petites passées gréseuses ou calcaires.
- 250 à 350 m : Sable grossier à gravillons, à petites passées marneuses plus abondantes de 320 à 350 m.
- 350 à 450 m : Marne calcaréo-sableuse verdâtre à passées rouge-brique vers la base.
- 450 à 500 m : Calcaire gréseux ou crayeux à passées dolomitiques vers la base.
- 500 à 670 m : Marno-calcaire gris-blanc et argile glauconieuse.
- 670 à 750 m : Calcaire crayeux ou marneux gris ou bleu à glauconie.
- 750 à 800 m : Calcaire et marno-calcaire gris-blanc peu consolidé.
- 800 à 900 m : Calcaire argilo-gréseux à silex.
- 900 à 1 000 m : Alternance de marne à passées calcaires, de sables grossiers à lignite et de dolomie cristalline.
- 1 000 à 1 050 m : Marnes grises plastiques . Calcaires argileux à grain fin.

4.2 - Stratigraphie -

- 0 à 20 m : Quaternaire
- 20 à 250 m : Oligocène à Eocène moyen
- 250 à 350 m : "Sables éocènes" Eocène moyen
- 350 à 450 m : Eocène inférieur
- 560 à 750 m : Sénonien
- 750 à 900 m : Turonien + Sénonien inférieur
- 900 à 1 000 m : Cénomanién
- 1 000 à 1 050 m : Jurassique supérieur (calcaires à Lutolidoe).

5 - PROGRAMME TECHNIQUE PROPOSE

Nous proposons un ouvrage profond de 1 100 m dont le programme d'exécution serait le suivant :

5.1 - Programme de forage -

De 0 à 20 m : forage en 23" de diamètre
20 à 150 m : forage en 12" 1/4 et alésage en 17" 1/2
150 à 900 m : forage en 8" 1/2 et alésage en 12" 1/4
900 à 1 100 m : forage en 8" 1/2

5.2 - Programme d'équipement -

de 0 à 20 m : tubage de soutènement en 18" de diamètre cimenté à l'extérieur
de 0 à 150 m : tubage de 13" 3/8 de diamètre avec raccordement conique à la base ou croisement sur 30 m des deux tubages.
de 150 à 900 m : tubage de 9" 5/8 de diamètre.

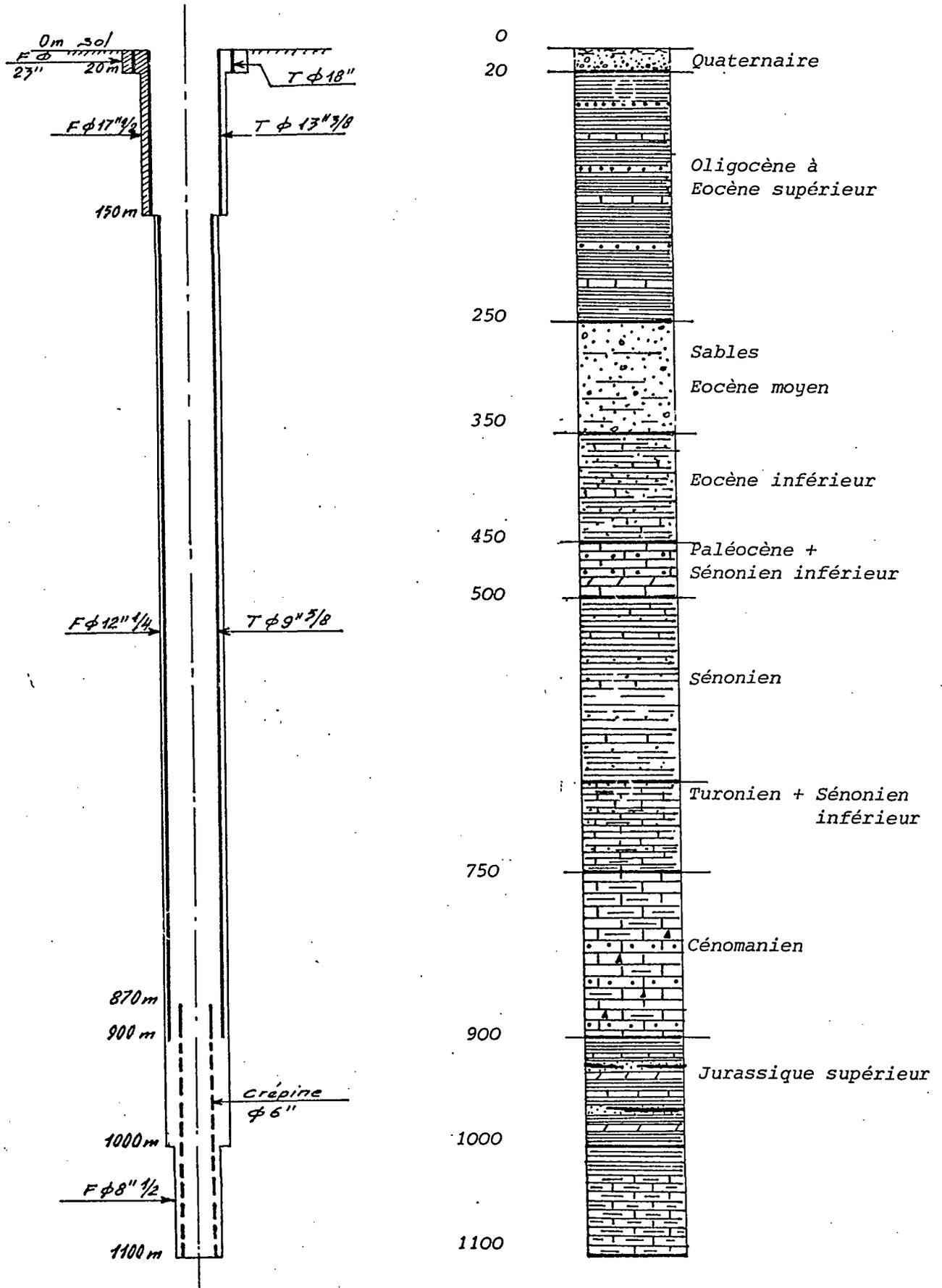
Ces deux tubages seront cimentés sous pression ascendante de 900 m au jour.

de 900 à 1 000 m : élément captant de 6" de diamètre comportant 30 m de tube porte crépine plein en acier inox.
100 m de crépine en acier inox
10 à 20 m de tube à sédiments de même nature que le porte-crépine.

- Mise en place d'un massif de graviers de 900 à 1 000 m.

Un bouchon de ciment isolera alors la couche peu ou pas productrice du sommet du Jurassique vers 1 050 m, dans le cas où le calcaire serait inaquifère. Dans le cas contraire, un tube lanterné serait mis en bout de crépine jusqu'à 1 050 m ou 1 100 m.

COUPES TECHNIQUE ET GEOLOGIQUE PREVISIONNELLES



6 - COUT DU FORAGE

Un doublet comportant un forage de production tel qu'il est proposé dans le schéma technique du chapitre 5 et un ouvrage de réinjection analogue ou à diamètre d'équipement plus petit serait réalisable pour la somme de 5 000 000 F.

Ce coût comporte la réalisation des travaux de forages, leur équipement, les développements et les pompages d'essai ainsi que les diagraphies, et la surveillance géologique.

7 - INVENTAIRE DES BESOINS CALORIFIQUES DES UTILISATEURS POTENTIELS

7.1 - Importance de l'opération projetée -

La S.A.U.N.A.B. prévoit la réalisation de secteurs d'activités secondaires et tertiaires et aussi d'une importante zone d'habitation en complément de la Résidence du Lac et de la Clairière des Aubiers déjà construites.

En se déplaçant du Sud vers le Nord (figure 6) on obtient l'inventaire suivant :

- Clairière des Aubiers.....(A)..... (existant)
- Résidence du Lac.....(B)..... (existant)
- Logements individuels (ou ville)...(I)..... (futur)
- Secteur d'activités tertiaires Sud.....(T)..... (futur)
- Logements collectifs.....(C)..... (futur)
- Zone d'équipement commercial.....(D)..... (en cours d'équipement)
- Zone d'accueil.....(E)..... (à développer)
- Secteur d'activités secondaires ou tertiaires Nord..... (à développer)
- Parc des Expositions..... (existant)
- Equipements sportifs et de plein air..... (à développer)
- Zone d'habitations individuelles..... (futur)

Parmi ces différents utilisateurs potentiels de chaleur géothermique, nous avons retenu après un premier examen, les plus gros consommateurs d'énergie calorifique, à savoir les logements collectifs et les équipements commerciaux dans la zone comprise entre la voie de chemin de fer au Sud et la Rocade au Nord.

7.2 - Caractéristiques des installations -

7.2.1 - Bâtiments existants

A - Résidence du Lac

- . 315 logements
- . Chauffage par convecteurs 95/75°C avec réseaux à 105° C alimentés par deux chaufferies "terrasse" au gaz.

B - Clairière des Aubiers

- . 1 033 Logements
- . Chauffage par le sol à 50° C maxi, avec réseaux à 90° C alimentés par cinq chaufferies "terrasse" au gaz.
- . Eau chaude sanitaire instatannée.

7.2.2 - Nouvelle opération

C - Logements collectifs

- . 3 000 à 3 500 logements équivalents
- . Installations à concevoir pour l'utilisation d'un fluide chauffant à basse température (55/30° C par - 5° C extérieur).
- . Développement de l'opération prévu du Nord vers le Sud (300 logements par an).

- Définition du logement équivalent retenu pour les calculs de la présente étude.

- Coefficient volumique de déperditions thermiques $G = 1,2 \text{ W/m}^3/\text{°C}$

- Surface chauffée 70 m^2

- Volume chauffé 175 m^3

- Estimation de la puissance calorifique

. Chauffage + 19° C par - 5° C extérieur

$$\Delta t \text{ Maxi} = 24^\circ \text{ C}$$

$$1,2 \times 175 \times 24 = 5\,040 \text{ w}$$

$$\text{pertes en lignes} = 460 \text{ w}$$

total	5,5 Kw
-------	--------

. Eau chaude sanitaire 1,0 Kw

Puissance totale 6,5 Kw/Logt

- Consommations annuelles

. Chauffage $5,5 \times 1700 = 9,350 \text{ Mwh}$

. Eau chaude (50° C) $36 \text{ m}^3/\text{an}/\text{Logt} = 3 \text{ Mwh}/\text{Logt}$

Soit pour 3 000 à 3 500 logements équivalents

- puissance 20 100 à 23 450 Kw
- consommations comprises entre 39 000 et 45 500 Mwh

D - Equipements commerciaux

. 1ère phase Auchan - 30 000 m2 de surface construite sur 18 ha de terrain.

Estimation de la consommation calorifique annuelle :

3 000 Mwh

Extensions (estimation) 1 000 Mwh

Total 4 000 Mwh

Remarques

- 1 - Les installations des groupes existants A et B sont assez mal adaptées à la géothermie à basse température, surtout en ce qui concerne la Résidence du Lac.

La multiplicité des chaufferies du type "terrasse" gaz (5 + 2) nécessiterait un réseau de raccordement coûteux.
- 2 - Il serait souhaitable que le Magasin Auchan s'équipe dès à présent pour une alimentation par fluide à basse température en prévision du futur raccordement au réseau géothermique.
- 3 - Les logements collectifs à construire dans la zone C de la figure 1 représentent l'utilisateur potentiel le plus intéressant pour une opération de géothermie, puisque non encore construits, mais à condition que leurs installations de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire soient adaptées pour l'utilisation du fluide géothermal à basse température.

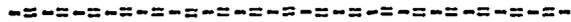
Pour tester la faisabilité d'une opération de géothermie dans la zone de Bordeaux-Lac nous avons retenu dans une première phase les utilisateurs suivants :

- 2 000 logements collectifs équivalents à construire sur une période de 8 ans
- Equipements commerciaux de la zone D (figure 1) dont Auchan en première tranche.

Cette hypothèse est compatible avec l'emplacement possible du forage et le sens de développement prévu pour l'opération d'habitat collectif (du Nord vers le Sud).

Dans une seconde phase, le raccordement des groupes existants au Sud de la zone d'accueil au Nord, pourrait être envisagé.

8 - ESTIMATION DES BESOINS CALORIFIQUES



8.1 - RECAPITULATION DES PUISSANCES CALORIFIQUES UTILES

DESIGNATION	CHAUFFAGE Kw	EAU CHAUDE Kw	TOTAL Kw	T° C Fluide
A. logements collectifs				
(2000 logts)				
- CH ⁽¹⁾ 5,5 x 2000	11 000			
- ECS ⁽²⁾ 1 x 2000		2000	13000	55/30
B. Equipements commerciaux				
1ère tranche	2 000	-	2 000	55/30
2ème tranche	600	-	600	
	<hr/>		<hr/>	
	13 600	2000	15 600	

(1) CHAUFFAGE
(2) EAU CHAUDE SANITAIRE

8.2 - ESTIMATION DES CONSOMMATIONS CALORIFIQUES GLOBALES

DESIGNATION	CHAUFFAGE M h/an	EAU CHAUDE M h/an	TOTAL /an
- Logements collectifs (2000 logts)			
- CH 10 x 2000	20 000		
- ECS 3 x 2000		6 000	2 600
- Equipements Commerciaux			
- 1ère tranche	3 000	-	3 000
- 2ème tranche	1 000	-	1 000
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	24 000	6 000	30 000

9 - POSSIBILITES D'UTILISATION DE LA CHALEUR D'ORIGINE GEOTHERMIQUE

9.1 - Caractéristiques du puits -

- Forage : 1 100 mètres
- Débit : 200 m³/h
- Température en tête de puits : 45° C
- Eau douce

9.2 - Solution technique envisagée

Il a été considéré que la température et la qualité de l'eau géothermale à la sortie du puits permettraient une utilisation directe pour la distribution d'eau chaude sanitaire.

En ce qui concerne le chauffage, il a été prévu d'utiliser la pompe à chaleur afin d'obtenir un niveau de température compatible avec des appareils d'émission de chaleur alimentés à 55°C par une température extérieure de 5° C (retours à 30° C).

Dans ces conditions la répartition théorique du débit géothermique serait la suivante :

- débit destiné au chauffage : 150 m³/h
- débit utilisé pour l'eau chaude sanitaire directe : 50 m³/h

Il reste entendu qu'une optimisation sera recherchée afin de réguler au mieux ces débits compte tenu notamment des périodes de pointe et des périodes creuses.

Pendant la plus grande partie de l'année la puissance appelée est inférieure à la moitié de la puissance maximale utile des installations de chauffage. Il est avantageux de couvrir cette partie de la puissance uniquement par la géothermie associée à la pompe à chaleur, les pointes étant assurées par une chaufferie d'appoint.

REPARTITION DES CONSOMMATIONS CALORIFIQUES

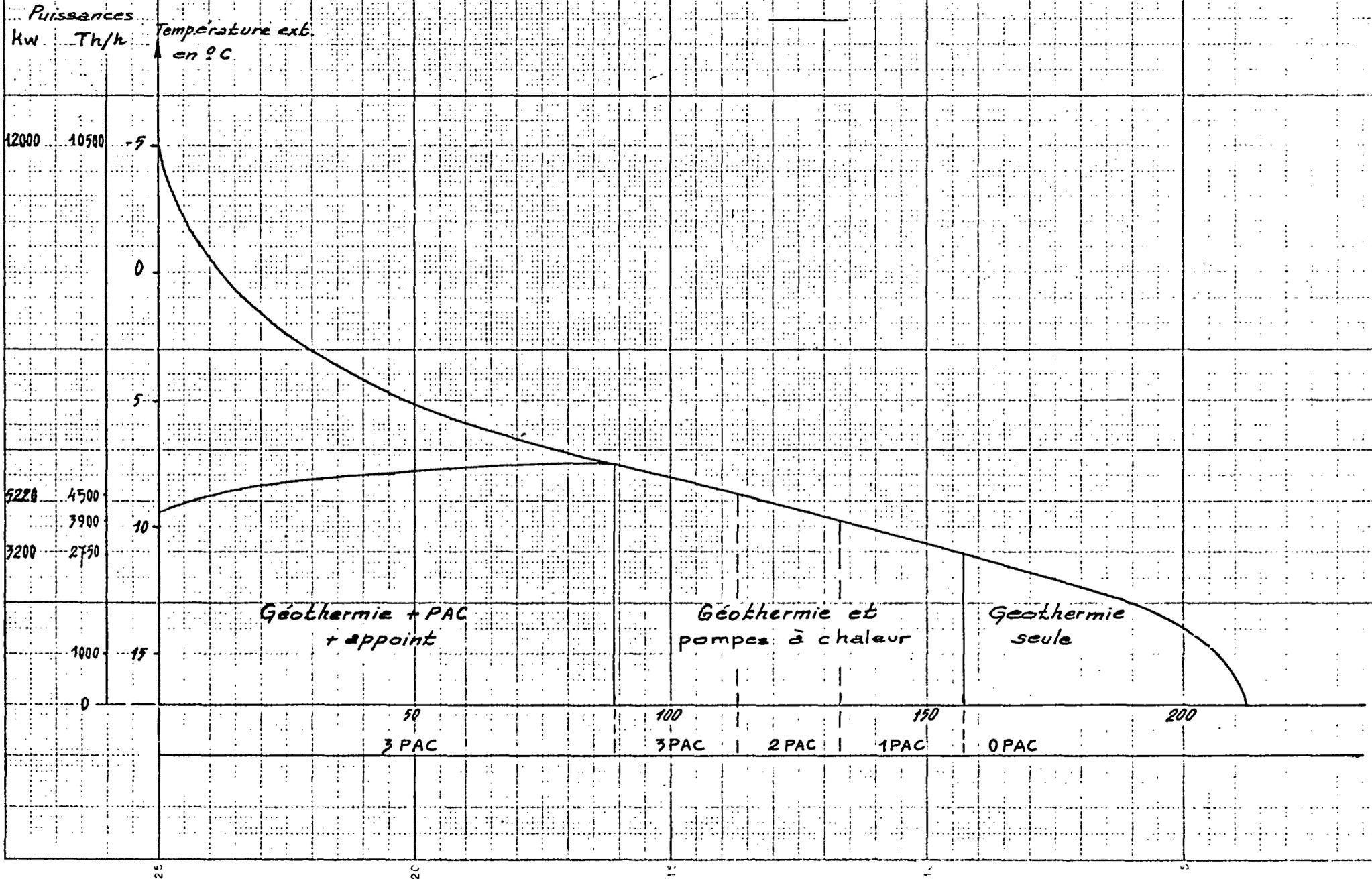


FIGURE 7
BRGM795611545A01

EVOLUTION DE LA PUISSANCE CALORIFIQUE EN
FONCTION DE LA TEMPERATURE EXTERIEURE

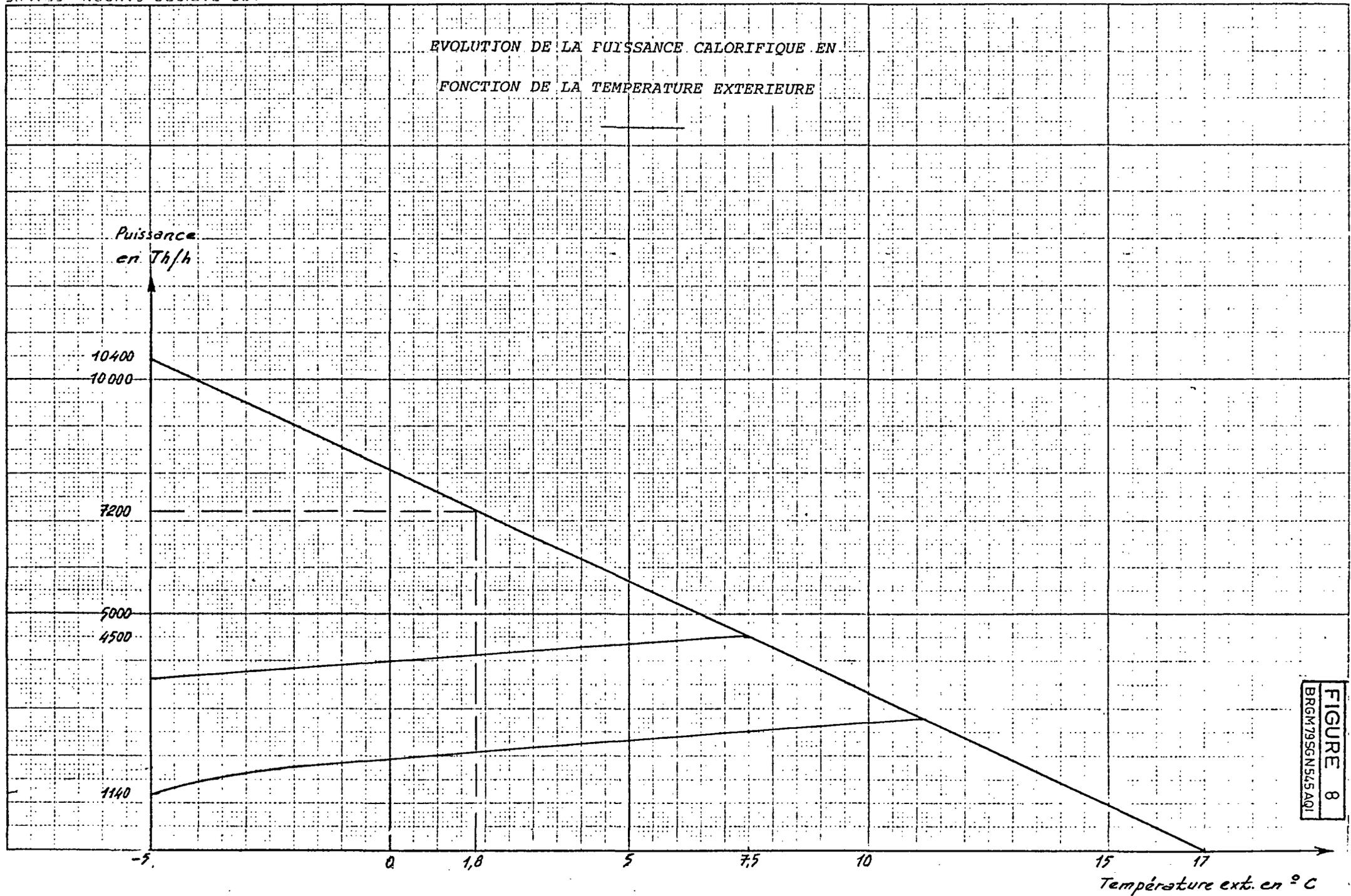


FIGURE 8
BRGM 79SGN545 A01

Cette solution permet d'amortir les investissements sur un plus grand nombre d'utilisateurs raccordés.

Les calculs d'optimisation qui dépendent principalement des caractéristiques de la ressource, montrent qu'en général, une source de fonds représentant 35 à 40 % de la puissance maximale peut fournir 70 à 80 % de l'énergie calorifique totale nécessaire au chauffage, la source d'appoint n'étant sollicitée que pour des températures extérieures basses.

La récapitulation des puissances indique que, dans le cas présent, les installations de chauffage nécessitent une puissance de 13 600 Kw. En tenant compte de la non-concordance des besoins, une puissance de 12 000 kw sera effectivement retenue ce qui représente un coefficient de foisonnement de 0,88 par rapport à la puissance totale nécessaire.

Dans ces conditions, la géothermie associée à la pompe à chaleur pourrait couvrir environ 80 % des besoins calorifiques de chauffage (cf. fig. 7).

9.3. - Description sommaire des installations -

Extraite de l'aquifère par pompage, l'eau géothermale céderait sa chaleur à un réseau de distribution, par l'intermédiaire d'un échangeur associé à un ensemble de trois pompes à chaleur montées en série, alimentant un certain nombre de sous-stations desservant les différents groupes de bâtiments à construire.

Là puissance supplémentaire nécessaire pour assurer la fourniture de chaleur en période froide serait fournie par des générateurs d'appoint fonctionnant au fuel ou au gaz. La pompe à chaleur ainsi que les générateurs d'appoint et leurs équipements seraient installés dans un local appelé station de production, situé près du forage.

Les installations intérieures de chauffage des logements, seraient du type basse température avec convecteurs spéciaux ou du type chauffage à air chaud.

L'eau chaude sanitaire serait produite à une température de 45° C directement par le forage et serait distribuée aux utilisateurs par un réseau spécial bouclé.

S. A. U. N. A . B. - SCHEMA DE PRINCIPE

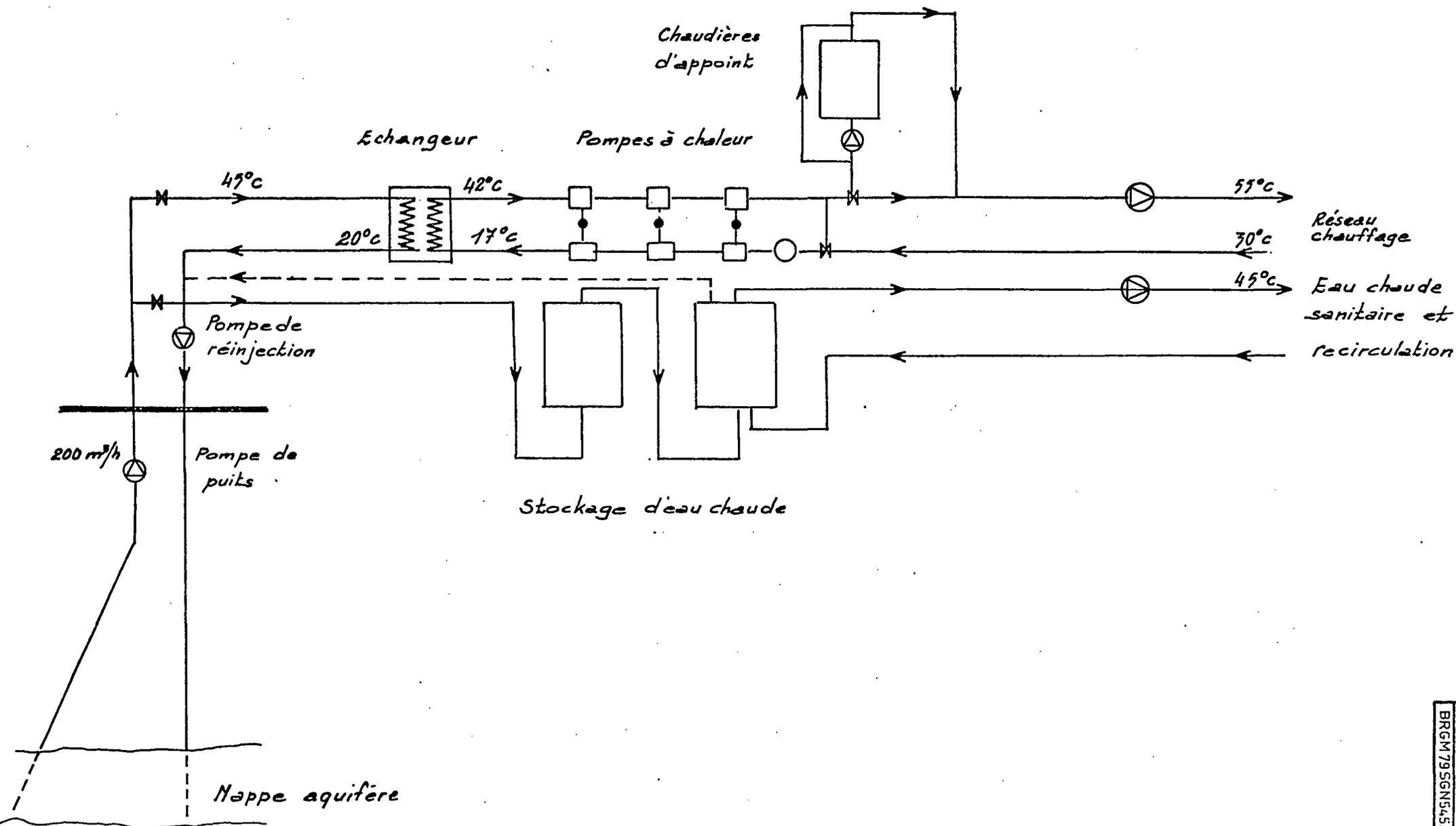


FIGURE 9
BRGM 79SGN545AGI

10 - BILAN ECONOMIQUE

10.1 - Estimation du coût d'exploitation

Chauffage

. Puissance calorifique maximale

- Logements collectifs.....	11 000 Kw	
- Equipements commerciaux.....	2 600 Kw	
	13 600 Kw
- Pertes réseau (7 %).....		900 Kw
	14 500 Kw

. Consommation calorifique annuelle

- Logements :	20 000 Mwh/an	
- Equipements commerciaux.....	4 000 Mwh/an	
	24 000 Mwh/an
- Pertes réseau (7 %).....		1 700 Mwh/an
	25 700 Mwh/an

. Estimation de la fourniture géothermique (avec pompe à chaleur)

- Chauffage 25 700 X 0,75 =.....	19 300 Mwh/an
- Eau chaude sanitaire (livrée) : 36 X 2000=	72 000 m3/an

. Coût d'exploitation

a) Electricité de pompage	
200 000 Kwh/an X 0,18 F	36 000 F
b) Combustible d'appoint	
25 700 - 19 300 = 6 400 Mwh soit environ.....	640 000 F
c) Electricité pompe à chaleur estimée	
1 728 000 X 0,18 F.....	311 000 F
d) Electricité circulation	
240 000 X 0,18.....	43 200 F
e) Prestations	
- entretien courant, gros entretien renouvellement,	
frais généraux et divers estimé.....	400 000 F

1 430 200 F

INVESTISSEMENTS

a) Puits et équipement	
Doublet.....	5 000 000
b) Station de production.....	3 500 000
c) Stockage ECS.....	150 000
d) Réseau de distribution	
chauffage	
logements : 2 100 m	
commerces : 500 m	
	<hr/>
2 600 m X 1 000 = 2 600 000	
E.C.S.	
logements : 2 100 m x 800 = 1 680 000	
	<hr/>
	4 280 000
e) Frais d'étude.....	270 000
f) Provision pour imprévus.....	800 000
	<hr/>
	Total 14 000 000

Recette annuelle

<u>Chauffage</u>	
Prix de vente de la chaleur géothermique 100 F H.T./Mwh	
24 000 Mwh x 100 F =	2 400 000
<u>Eau chaude</u>	
72 000 m3 x 8 F =	576 000
	<hr/>
	Recette totale..... 2 976 000
à déduire frais d'exploitation.....	1 430 200
	<hr/>
	Annuité pour financement..... 1 545 800

AMORTISSEMENTS

- Investissement.....14 830 000 F

- Droits de raccordement à prélever

-- 2 000 X 1 000..... - 2 000 000 F

Reste à financer..... 12 830 000 F

TAUX D'AMORTISSEMENT

- Annuités..... $\frac{1\ 545\ 800}{12\ 830\ 000} = 0,1205$

soit un taux de 9 % en 16 ans

ou " 10 % en 20 ans

ECONOMIE D'ENERGIE

L'économie annuelle d'énergie serait de l'ordre de 2 800 TEP

soit un ratio $\frac{12\ 830\ 000}{2\ 800} = 4582$ /TEP.

C O N C L U S I O N

La présente étude de faisabilité, bien que ne constituant qu'une première approche du projet de géothermie de Bordeaux nord montre cependant que l'opération devrait être réalisable à condition que :

. Sur le plan technique :

Le forage géothermique confirme les bonnes caractéristiques prévues du débit, température et qualité de l'eau afin de pouvoir alimenter le réseau chauffage par échange d'une part, et le réseau de distribution d'eau chaude sanitaire directe d'autre part.

. Sur le plan financier :

d'obtenir les aides financières nécessaires et les emprunts à moyen ou long terme à des taux inférieurs à 8 % (Comité de Géothermie, Crédit national, Conseil régional etc...).

Une analyse de la présente étude devrait permettre à la S.A.U.N.A.B. d'effectuer un choix sur les options possibles en fonction des programmes d'équipement, et de fixer les bases du dossier définitif à élaborer et à présenter à l'administration pour les demandes d'aide à l'Etat.

oooooo