

**MUNICIPALITE DE BONNEUIL-SUR-MARNE
(VAL-DE-MARNE)**

**RECHERCHE PAR FORAGE D'UN GÎTE GEOTHERMIQUE
A BASSE TEMPERATURE
DANS L'AQUIFERE DU DOGGER**

**PROJET DE BONNEUIL-SUR-MARNE
(VAL-DE-MARNE)**

ETUDE D'IMPACT



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

Service géologique régional ILE DE FRANCE

RAPPORT DU B.R.G.M.

84 AGI 123 IDF

**MUNICIPALITE DE BONNEUIL-SUR-MARNE
(VAL-DE-MARNE)**

**RECHERCHE PAR FORAGE D'UN GÎTE GEOTHERMIQUE
A BASSE TEMPERATURE
DANS L'AQUIFERE DU DOGGER**

**PROJET DE BONNEUIL-SUR-MARNE
(VAL-DE-MARNE)**

ETUDE D'IMPACT

par

X. RICH

avec la collaboration de **P. COURTOT (Etude acoustique)**



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

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

Service géologique régional ILE DE FRANCE

65, rue du Général Leclerc - B.P. 34 - 77170 Brie-Comte-Robert
Tél.: (6) 405.27.07

**RAPPORT DU B.R.G.M.
84 AGI 123 IDF**

Brie-Comte-Robert, mai 1984

S O M M A I R E

TEXTE

INTRODUCTION	1
1. - ETUDE DE L'ETAT INITIAL	3
1.1 - Localisation du projet	3
1.1.1 - Situation géographique	3
1.1.2 - Cadre naturel	6
1.1.3 - Climatologie	8
1.1.4 - Le milieu urbain	8
1.1.5 - Infrastructures	10
1.1.6 - L'environnement sonore	14
1.2 - Etat du terrain	18
1.2.1 - En surface	18
1.2.2 - En sous-sol	18
2. - ANALYSE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT	28
2.1 - Evaluation des impacts pendant la phase de chantier de forage	28
2.1.1 - Aspects du chantier	28
2.1.2 - Impact sur les infrastructures	44
2.1.3 - Impact sur les eaux	47
2.1.4 - Impact sur le milieu urbain	48
2.2 - Evaluation des impacts pendant l'exploitation du gite	51
2.2.1 - Aspect des installations	51
2.2.2 - Impact sur les infrastructures	57
2.2.3 - Impact sonore	57
2.2.4 - Impact sur les eaux	57
3. - RAISONS DU CHOIX DU SITE	62

4. - MESURES ENVISAGEES POUR SUPPRIMER, REDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSEQUENCES DOMMAGEABLES	63
4.1 - Mesures prises durant la phase de chantier	63
4.1.1 - Envers le cadre naturel	63
4.1.2 - Envers les eaux	63
4.1.3 - Envers les infrastructures	64
4.1.4 - Protection du voisinage	68
4.1.5 - Boues de forage	71
4.2 - Mesures prises pendant l'exploitation	72
 5. - LISTE DES PRINCIPALES ADRESSES UTILES	 74

FIGURES DANS LE TEXTE

Figure 1 - Carte de situation	5
Figure 2 - Rose des vents annuelle - Le Bourget	9
Figure 3 - Niveaux sonores dans la cour du C.E.S. Eluard devant l'appartement n° 3 (nuite du 24 au 25.04.1984) ...	17
Figure 4 - Cadre géologique	20
Figure 4 bis - Isobathes du toit du Dogger	20
Figure 5 - Coupe géologique prévisionnelle des terrains du Tertiaire au droit du site	22
Figure 5 bis - Coupe géologique prévisionnelle de l'ensemble des terrains à traverser	23
Figure 6 - Schéma de principe d'un atelier de forage rotarie .	31
Figure 7 - Définition des objectifs	34
Figure 7.a.1 - Programme de forage P.GBL 9"5/8	36
Figure 7.a.2 - Profil vertical P. GBL	37
Figure 7.a.3 - Projection horizontale P.GBL	38
Figure 7.b.1 - Programme de forage I.GBL 9"5/8	40
Figure 7.b.2 - Profil vertical I.GBL	41
Figure 7.b.3 - Projection horizontale I.GBL	42
Figure 8 - Aspect des installations	52
Figure 8 bis - Implantation des réseaux	53
Figure 9 - Etude d'implantation (modèle)	60
Figure 9 bis - Evolution de la température aux puits de produc- tion. Etude d'implantation (modèle)	61
Figure 10 - Mesures compensatoires (bruit)	62
Figure 10 bis - Mesures compensatoires (bruit)	62

PLANCHES DANS LE TEXTE

Planche 1 - Vues panoramiques de l'emplacement retenu pour l'implantation de la future plateforme de forage	7
Planche 2 - Divers aspects d'un chantier de forage géothermique ...	30

ANNEXES EN POCLETTE

- Annexe 1 - Plan des infrastructures environnant le projet.
- Annexe 2 - Implantation matériel sur plateforme type.

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

La ville de Bonneuil-sur-Marne a sollicité une autorisation pour la réalisation d'un projet de chauffage à basse température, depuis l'aquifère du Dogger, pour un ensemble de résidences et d'équipements publics situés dans le centre ouest de la commune de Bonneuil-sur-Marne.

Ce projet a été envisagé à la suite d'une étude réalisée par la Société GEOCHALEUR, maître d'ouvrage délégué de l'opération, qui visait à recenser les possibilités d'opérations géothermiques sur la commune de Bonneuil-sur-Marne.

La réalisation du projet comprend deux étapes :

- les travaux de sous-sol : deux forages déviés seront effectués à partir de la même plateforme, jusqu'à une profondeur verticale de 1.765 m environ, pour atteindre l'aquifère du Dogger.

Des essais de mise en production succéderont aux travaux de forage de chacun des puits, afin de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère géothermal. Ces travaux de recherche, estimés à 17.325 KF, sont soumis à la procédure de l'étude d'impact prévue par le décret n° 77.1141 du 12 octobre 1977, relatif à la protection de la nature,

- les travaux de surface comprenant :
 - . la mise en place du circuit géothermal (puits de production - échangeur primaire - puits d'injection). La station géothermale, comprenant un échangeur à plaques de titane anti-corrosion, sera placée à proximité des têtes de puits,
 - . la mise en place du circuit géothermique (échangeur primaire - échangeurs secondaires).

Cette étude est établie conformément à l'article 7 du décret n° 78.498 du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherches et d'exploitation de la géothermie.

Elle accompagne l'autorisation de recherche de gîtes géothermiques à basse température dans l'aquifère du Dogger, présentée par la ville de Bonneuil-sur-Marne.

Elle comporte successivement, comme le prévoit l'article 2 du décret n° 77.1141 du 12 octobre 1977 :

- une analyse de l'état initial du site et de l'environnement,
- une analyse de l'effet des travaux sur l'environnement,
- les raisons pour lesquelles le projet a été retenu,
- les mesures envisagées pour prévenir, supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables, ainsi que pour remettre en état les lieux des travaux.

1. - ÉTUDE DE L'ÉTAT INITIAL

1.1 - LOCALISATION DU PROJET

1.1.1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE (Cf figure 1)

La commune de Bonneuil-sur-Marne est située dans la banlieue sud-est de Paris, le long de la N. 19 à une dizaine de kilomètres environ du périphérique - porte de Bercy.

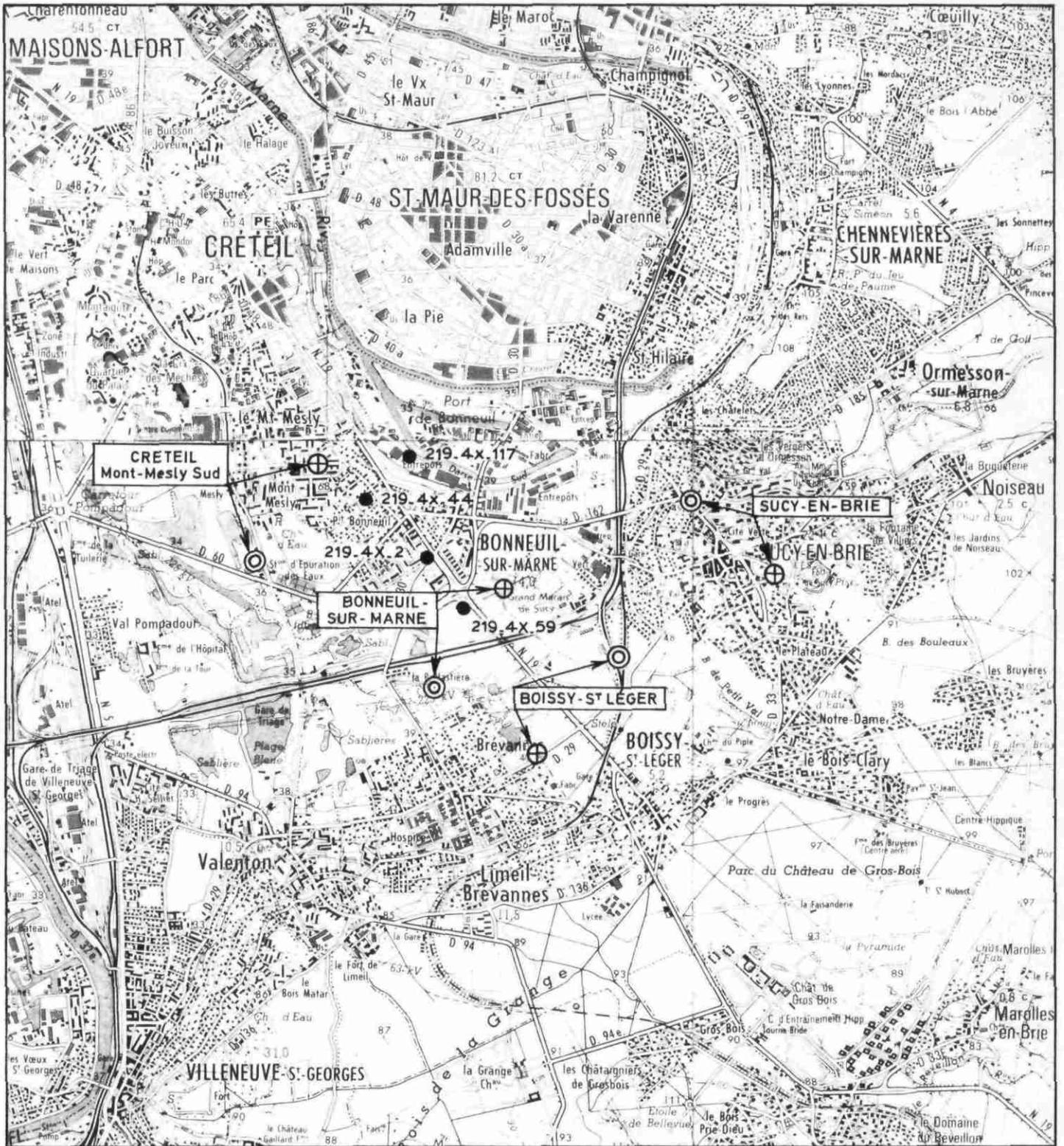
Le projet de doublet géothermique regroupe des ensembles urbains situés dans le centre ouest de la commune. Les limites d'emprise de ce secteur urbain sont les suivantes :

- l'avenue Jean Rostand au Sud,
- à l'Est, le tronçon du CD. 30 bordant la zone d'activité des Petits Carreaux,
- au Nord, les avenues du maréchal Leclerc, du colonel Fabien, un tronçon de la N. 19, baptisée avenue de Boissy sur la localité, et l'avenue de Choisy,
- à l'Ouest, la limite correspond à la limite de commune Bonneuil-sur-Marne - Créteil.

Les ensembles urbains pris en compte par ce projet sont des résidences et des équipements publics dont la liste fait l'objet du tableau suivant :

Repère dans l'étude	Désignation de la résidence ou de l'équipement public	Gestionnaire
1	Chaufferie Cité Jardins	OPAC Val de Marne 81, rue du Pont de Créteil 94100 SAINT MAUR DES FOSSES Tél. : 885.94.94
	Notre Cottage	SODAIGIM 48, rue de la Gaîté 94170 LE PERREUX Tél. : 872.52.20
	Cité Pierre et Lumière	S.A. H.L.M. Pierre et Lumière 80, rue de Lourmel 75015 PARIS Tél. : 578.72.03
2	Colonel Fabien II	OPHLM Bonneuil Place Jean Jaurès 94380 BONNEUIL SUR MARNE Tél. : 339.62.05
3	Cité Saint-Exupéry	OPHLM Bonneuil Place Jean Jaurès 94380 BONNEUIL SUR MARNE Tél. : 339.62.05
4	Colonel Fabien I	OPHLM Bonneuil Place Jean Jaurès 94380 BONNEUIL SUR MARNE Tél. : 339.62.05
5	Cité F.F.F.	F.F.F. Val de Marne 10, avenue de la Brèche 94000 CRETEIL Tél. : 898.92.59
6	Cité Travail et Propriété	S.A. H.L.M. Travail et Propriétés 12/14, rue du 8 mai 1945 94000 CRETEIL Tél. : 377.44.33
7	Foyer A.D.E.F.	A.D.E.F. 16, rue du Plâtre 75004 PARIS Tél. : 277.34.20
8	Maternelle Casanova	Ville
9	G.S. Romain Rolland	Ville
10	G.S. Eugénie Cotton	Ville
11	Salle de Sports	Ville

Carte de situation



- BONNEUIL-SUR-MARNE

 ⊕ Situation du puits d'injection au toit du Dogger
 ⊙ Situation du puits de production au toit du Dogger

} Projet de forage géothermique

- 219.4X.2 Forage de référence pour la coupe prévisionnelle du terrain du Tertiaire au droit du projet de Bonneuil-sur-Marne

Echelle : 1 / 50000



Repère dans l'étude	Désignation de la résidence ou de l'équipement public	Gestionnaire
12	Maternelle Joliot-Curie	Ville
13	Cuisine centrale	Ville
14	Piscine municipale	Ville
15	C.E.S. Paul Eluard	Education nationale

Le positionnement de ces différents ensembles ou bâtiments se trouve en figure 8 bis, page 53, à l'aide des numéros de repère dans l'étude.

Au total, le projet regroupe 5.783 équivalents-logements.

Le site prévu pour l'implantation de la plateforme de forage se trouve à l'Ouest du carrefour de l'avenue Jean Rostand et la N. 19, à l'endroit des anciens entrepôts du cirque Bouglione.

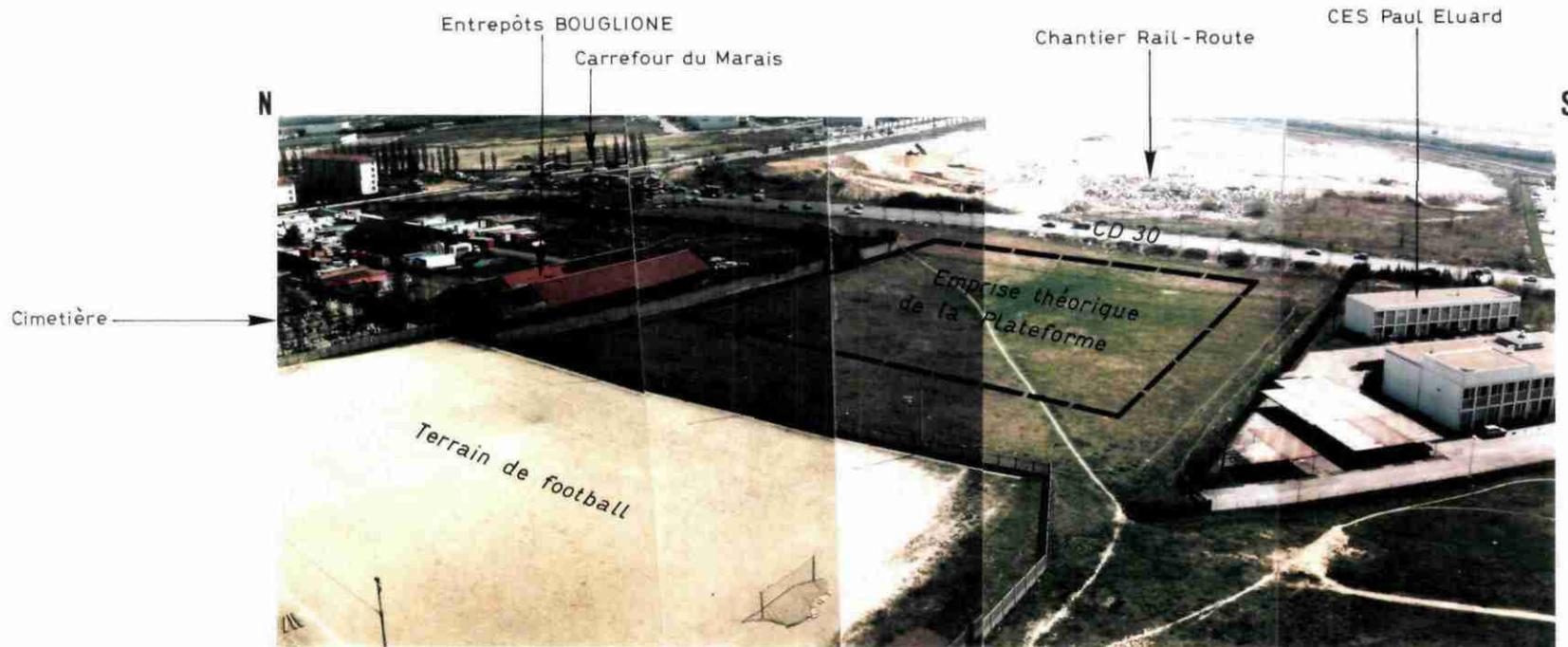
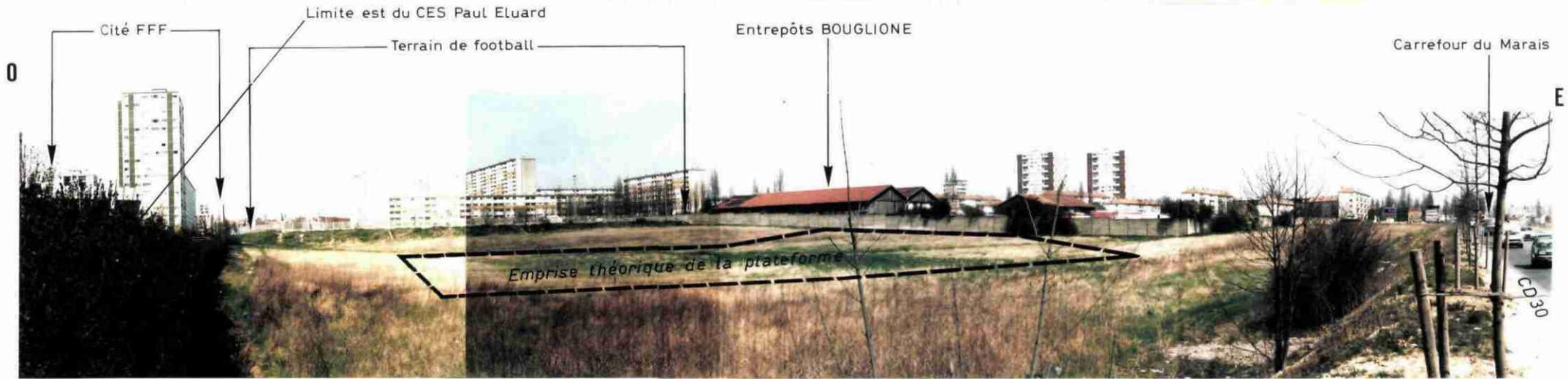
Les coordonnées Lambert du centre de la plateforme sont :
 $x = 610,840$; $y = 118,620$; $z = + 37$ NGF.

1.1.2 - CADRE NATUREL (Cf planche 1)

Le terrain choisi pour l'implantation de la plateforme de forage se trouve au Sud des ensembles urbains concernés par le projet.

Au Nord-Ouest du site, se trouvent les immeubles H.L.M. de 10 à 16 étages de la cité F.F.F.

Vues panoramiques de L'emplacement retenu pour L'implantation de La future plateforme de forage



Au Sud-Ouest, le C.E.S. Paul Eluard est l'ensemble le plus proche du site. Parmi les bâtiments, il existe des logements de fonction dont certains sont en bordure du site.

Au Nord-Ouest, se trouvent les entrepôts du cirque Bouglione en cours de déménagement. Les bâtiments permanents sur ce terrain sont au nombre de deux. Ce sont des hangars en bois situés en bordure nord-est du site.

Au Sud et Sud-Est du site, au-delà du CD. 30, existent des terrains vagues mis en chantier de terrassement actuellement, et un autre chantier d'élargissement de la N. 19.

1.1.3 - CLIMATOLOGIE

La hauteur moyenne annuelle des précipitations relevées à l'aéroport du Bourget, pour la période de 1946 à 1980, est de 584 mm.

La figure n° 2 précise les fréquences des directions et les vitesses des vents relevées à l'aéroport du Bourget. Les vents du Sud-Ouest sont prédominants.

1.1.4 - LE MILIEU HUMAIN

1.1.4.1 - L'habitat

Les bâtiments les plus proches du site sont :

- les entrepôts du cirque Bouglione situés tout à fait en bordure de l'emprise prévue pour la plateforme,
- le C.E.S. Paul Eluard, situé à une vingtaine de mètres à l'Ouest du site choisi. Il comporte des logements de fonction, dont certains sont en bordure du site,

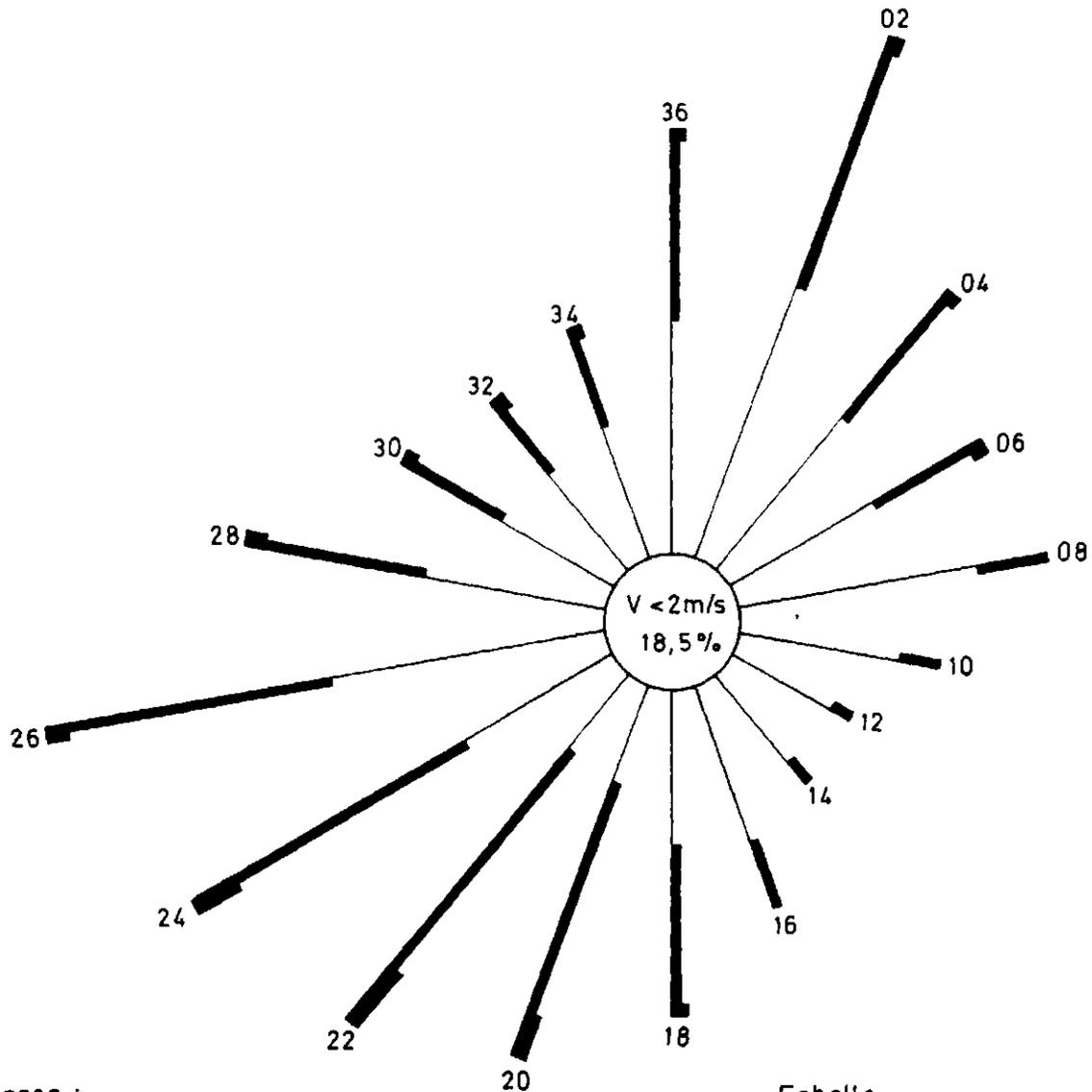


SGR-IDF

Rose des vents annuelle - Le Bourget

(D'après des documents de La Météorologie Nationale)

Fréquences en % des directions du vent, calculées avec les observations trihoraires des années 1955 à 1969



Vitesses :

- de 2 à 4 m/s
- ▬ de 5 à 9 m/s
- ▬ > 10 m/s

Echelle :

1cm = 1%

V	36	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
2 à 4 m/s	3,2	3,9	2,7	2,3	3,3	2,2	1,5	1,5	2,2	2,1	1,4	1,3	2,3	3,8	2,5	1,8	1,7	1,9
5 à 9 m/s	2,5	3,5	2,1	1,5	0,9	0,5	0,3	0,4	1	2,2	3,4	3,9	3,7	3,7	2,3	1,5	1,1	1,3
> 10 m/s	0,1	0,16	0,11	0,1	0	0	0	0	0	0,13	0,6	0,9	0,6	0,3	0,2	0,12	0,1	0,1

Vitesse < 2 m/s = 18,5%

- les immeubles de la cité F.F.F. au Nord-Ouest du site, dont le plus proche est distant d'environ 150 m de l'emprise de la future plateforme.

A l'heure actuelle, les entrepôts Bouglione sont en déménagement et devraient être désaffectés à l'époque des travaux de forage.

1.1.4.2 - L'activité humaine

Plusieurs chantiers sont actuellement en cours dans cette partie de la ville de Bonneuil-sur-Marne.

Un premier chantier routier est en place le long de la N. 19, au Sud du carrefour du Marais. Les travaux consistent à renforcer et élargir la chaussée, et rétablir plusieurs réseaux d'infrastructures le long de cette route nationale.

Un second chantier est en place dans la zone comprise au Sud du carrefour du Marais entre le CD. 30 et la N. 19, le long de la voie ferrée de grande ceinture. Un complexe de transport de marchandises RAIL-ROUTE est prévu dans le secteur.

1.1.5 - INFRASTRUCTURES

Une enquête a été menée auprès des services suivants :

- Services techniques de la ville de Bonneuil-sur-Marne,
 - Gaz de France,
 - Electricité de France,
 - Postes et télécommunications,
 - Lyonnaise des eaux,
 - Direction départementale de l'équipement du Val de Marne,
 - Aéroports de Paris,
- afin de répertorier les infrastructures existant à proximité ou sur l'emplace-

ment du site prévu pour l'implantation de la plateforme de forage. L'ensemble des éléments décrits ci-après a été reporté sur un plan de situation en annexe 1.

D'emblée, on ne signale aucune conduite ou réseau souterrain ou aérien, sur les parcelles retenues pour implanter la plateforme de forage. Les limites théoriques d'emprise de la plateforme sont figurées par la surface hachurée, en annexe 1.

1.1.5.1 = Voirie

Le site prévu est entouré de trois axes routiers importants. A l'Est, la N. 19, baptisée localement avenue de Boissy est un axe 2 x 2 voies très important, permettant la circulation de convois exceptionnels. Cet axe dépend des services de la D.D.E. Il recoupe au niveau du carrefour du Marais situé à l'Est du site, le CD. 30.

Le CD. 30, géré par la D.D.E., permet d'approcher le site par le Sud, mais aucun accès ne permet d'entrer sur le site même à partir de cette voie. Le CD. 30 est un axe 2 x 2 voies permettant le passage de convois exceptionnels. Toutefois, il faut noter l'importance de la circulation empruntant cet axe : on relève en moyenne 55.000 véhicules par jour.

Enfin, au Nord du site, la voie Paul Eluard, qui est en impasse dans son extrémité ouest, rejoint l'avenue de Verdun qui recoupe la N. 19 à 250 m au Nord du carrefour du Marais. Cette voie est un ancien axe départemental à 2 voies. Elle permet donc la circulation de convois exceptionnels. Elle dessert le C.E.S. Paul Eluard et voit cependant passer plusieurs centaines d'enfants par jour en période scolaire.

Aucun accès ne permet d'atteindre le site à partir de la voie Paul Eluard. De plus, le terrain où se situera la plateforme est en contre-bas d'un talus abrupte et se trouve entre 2 et 3 m plus bas que les terrains situés en bordure de la voie Paul Eluard. Ces derniers n'appartiennent pas à la municipalité.

1.1.5.2 - Réseau d'assainissement

- Eaux usées : une conduite d'eau usée en \varnothing 500 passe sous le trottoir nord du CD. 30, côté site. Ce réseau est géré par la D.D.E. Val de Marne. Un réseau E.U. \varnothing 200 installé dans le C.E.S. Paul Eluard rejoint la conduite \varnothing 500 du CD. 30.
- Eaux pluviales : une conduite \varnothing 200 E.P. longe la conduite E.U. \varnothing 200 du C.E.S. Paul Eluard et se jette dans la conduite E.U. \varnothing 500 du CD. 30.

1.1.5.3 - Réseau d'adduction d'eau

Le réseau d'adduction d'eau de ce secteur est géré par la Société lyonnaise des eaux.

Une conduite en \varnothing 600 passe sous trottoir, côté site, le long de la N. 19. Elle alimente une bouche d'incendie en \varnothing 200 située sur le trottoir devant l'entrée des entrepôts du cirque BOUGLIONE.

Au Nord du site, une conduite \varnothing 100 passe sous le trottoir nord de la voie Paul Eluard. Une autre en \varnothing 60 passe sous le trottoir depuis l'avenue de Verdun jusqu'à la hauteur du cimetière.

1.1.5.4 - Réseau gaz de France

Une conduite de gaz \varnothing 100 moyenne pression (4 bar) passe sous trottoir, côté site, le long de la N. 19 et se prolonge sous le trottoir nord du CD. 30 à partir de l'angle sud-est de l'enceinte des entrepôts BOUGLIONE. Elle est enterrée à une profondeur d'environ 0,80 m.

Une conduite de gaz haute pression (G.G.R.P.), \varnothing 150, est également implantée le long des avenues de Verdun, d'Oradour-sur-Glane et de la République. Elle se prolonge à l'Est dans l'avenue du colonel Fabien et au Sud-Ouest le long du CD. 30.

Enfin, une conduite Ø 50 puis Ø 100 située sous trottoir côté cite passe dans la voie Paul Eluard devant le C.E.S., traverse sous la chaussée à environ 70 à 80 m au Nord de l'entrée du C.E.S. pour rejoindre l'avenue d'Oradour-sur-Glane face au Mail Salvador Allende.

1.1.5.5 - Réseau électrique

Une ligne électrique moyenne tension, 2 câbles, passe sous trottoir, côté site, parallèlement à la conduite de gaz moyenne pression précédemment décrite, le long de la N. 19 et du CD. 30.

Une autre ligne électrique moyenne tension passe sous le trottoir nord de la voie Paul Eluard avec une traversée de route au niveau C.E.S.

1.1.5.6 - Réseau téléphonique

Une ligne téléphonique enterrée sous le trottoir nord de la voie Paul Eluard, dessert le C.E.S. Paul Eluard. Cette ligne traverse sous la chaussée la voie Paul Eluard, face au C.E.S.

D'autre part, la mise en place d'une ligne téléphonique enterrée est prévue le long du trottoir nord du CD. 30, dans le courant de l'été 1984.

1.1.5.7 - Aéroports - Aérodromes - Hélicopters - Centres radio

L'aéroport d'Orly se trouve à 8 km au Sud-Ouest du site de l'étude. L'altitude inférieure de sa zone de servitude est + 200 NGF à l'aplomb de la ville de Bonneuil-sur-Marne.

L'aérodrome de Logne-Emerainville est situé à 12 km au Nord-Est du secteur d'étude. Le site n'entre pas dans la zone de servitude de cet aérodrome.

Les centres radio de Limeil-Brévannes et de Sucy-en-Brie situés respectivement à 5,5 km au Nord-Est et à 7 km au Sud-Est n'interfèrent pas sur le secteur de Bonneuil-sur-Marne.

1.1.5.8 - Le réseau ferré

Le réseau ferré le plus proche du site est la ligne S.N.C.F. de grande ceinture, situé à environ 500 m au Sud du projet. Le trafic des trains de marchandises y est important.

1.1.5.9 - Eclairage public

Une ligne d'éclairage public se trouve sur le trottoir nord de la voie Paul Eluard.

Un réseau d'éclairage est implanté également sur chaque côté du CD. 30. Cependant, le trottoir nord du CD. 30 est démunie d'éclairage devant le site.

1.1.6 - L'ENVIRONNEMENT SONORE

1.1.6.1 - Aspect qualitatif du bruit initial

L'ambiance sonore est dominée par la circulation ininterrompue du CD. 30 où circulent voitures et camions. Ce bruit est accentué par des décélérations et accélérations à hauteur des carrefours. De plus, la voie ferrée un peu plus au Sud accentue les niveaux sonores lors des passages des trains, essentiellement la nuit lorsque la circulation sur le CD. 30 est plus atténuée.

La zone est fréquemment survolée d'avions (l'aéroport d'Orly est proche).

Les niveaux sonores sont particulièrement élevés près des logements du C.E.S., dont une partie des façades donne sur le CD. 30. De même, dans les grands immeubles, les niveaux sonores dus au bruit routier sont bien perceptibles sur les façades sud, d'autant plus que l'on est situé haut dans les immeubles.

1.1.6.2 - Mesures de bruit

- SITUATION DES MESURES

Des mesures ont été réalisées en continu devant les logements du C.E.S. Nous n'avons pas pu réaliser les mesures dans l'habitation la plus proche (n° 1) du fait du refus des occupants, aussi l'avons-nous réalisée devant le logement attenant (n° 3), où l'on peut estimer que les conditions sont sensiblement les mêmes. Les enregistrements ont été réalisés dans la nuit du 24 au 25 avril 1984, entre 17 h 15 et 8 h 15.

Des mesures ponctuelles ont été réalisées dans l'appartement inoccupé n° 186 au 13^{ème} étage d'une tour, par une fenêtre ouverte donnant sur l'emplacement prévu pour le forage.

Des difficultés d'appareillage nous ont amené, pour réaliser ces mesures ponctuelles, à utiliser le même sonomètre qu'au point d'enregistrement continu, ce qui explique les interruptions de l'enregistrement.

Des mesures ponctuelles ont été également réalisées au pied de la tour la plus proche du site de la future plateforme.

- APPAREILLAGE ET TYPE DE MESURE

Les mesures continues ont été réalisées avec un sonomètre Brüel et Kjær 2226 alimenté sur secteur, couplé à un enregistreur Brüel et Kjær 2306, alimenté également sur secteur. Le sonomètre était recouvert d'une boule anti-vent.

Les mesures réalisées sont des niveaux équivalents (L_{eq}) sur 1 minute, calculés toutes les minutes. On rappelle que le niveau équivalent est le niveau de bruit continu et constant qui à la même énergie totale que le bruit réel pendant la période considérée (1 minute ici). Sa définition mathématique est :

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L(t)}{10}} dt,$$

où $L(t)$ est le niveau de bruit instantané.

- RESULTATS DES MESURES

Mesures continues point A (fig. 3) : les niveaux sont très élevés :

- . de 64 dBA à 17 h, ils chutent à 60 dBA vers 22 h,
- . de 22 h à 5 h, ils oscillent entre 50 et 60 dBA,
- . de 6 h à 8 h, ils augmentent de 60 dBA à 68 dBA.

Mesures ponctuelles :

Date et heure	Au 13ème étage, point B	Devant la tour la plus proche, point C	Devant le loge- ment de l'école point D
24.04.1984 à 18 h 15	de 56 à 60 dBA	de 54 à 56 dBA	de 63 à 64 dBA
24.04.1984 à 22 h 30	de 52 à 57 dBA	de 49 à 50 dBA	de 55 à 60 dBA
25.04.1984 à 3 h	de 48 à 53 dBA de 57 à 59 dBA lors de passage de train	de 46 à 47 dBA	de 50 à 60 dBA
25.04.1984 à 8 h 30	de 59 à 61 dBA	de 53 à 56 dBA (62 avec passage d'avion)	68 dBA

Notons qu'un vent non négligeable (≈ 5 à 10 km/h) soufflait du Nord vers le Sud jusque dans la nuit du 24 au 25 (peu sensible à la mesure de 8 h 30 le 25).

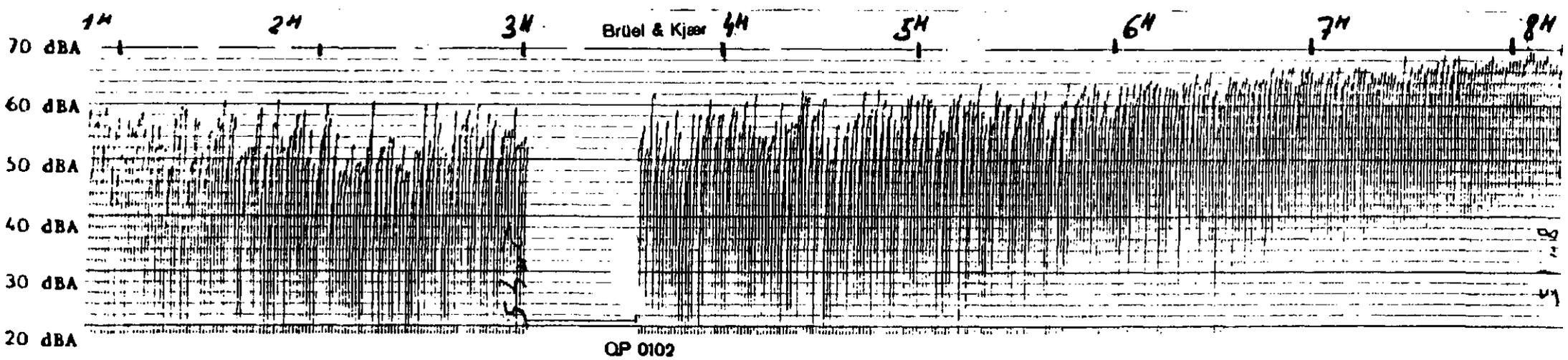
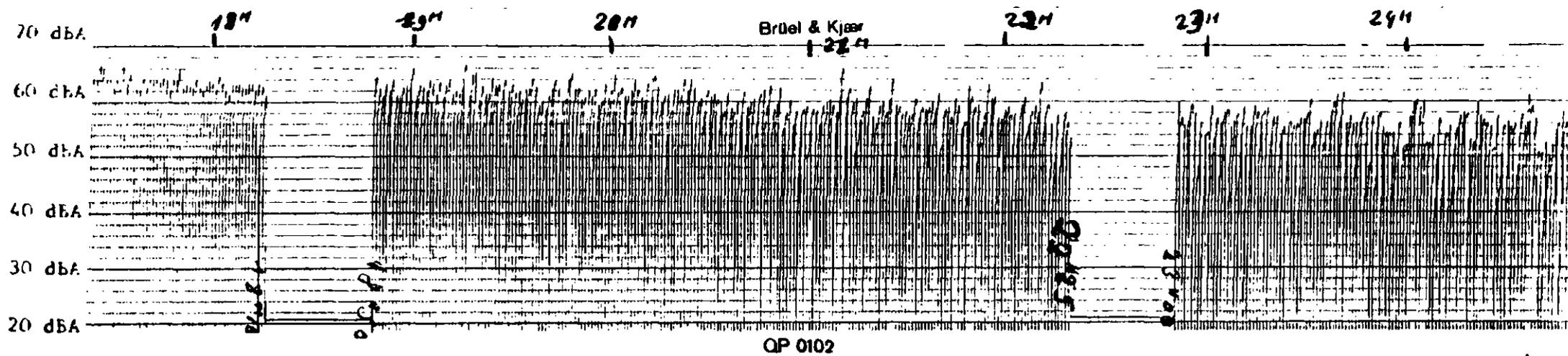
1.1.6.4 - Conclusion

Le site prévu pour l'implantation de la plateforme se trouve dans un environnement à niveau sonore élevé.

1.1.7 - POLLUTIONS EXISTANTES

La pollution de l'air provient essentiellement des gaz d'échappement des véhicules circulant sur la N. 19, le CD. 30 et la voie Paul Eluard.

Niveaux sonores dans la cour du C.E.S. Eluard devant appartement n° 3 (Nuit du 24 au 25/04/84).



N.B. : Les zones blanches correspondent à l'utilisation du sonomètre aux autres points de mesure.

Par temps sec, la circulation et les activités des chantiers situés au Sud du site dégagent de la poussière.

1.2 - ETAT DU TERRAIN

1.2.1 - EN SURFACE

L'endroit prévu pour l'implantation de la plateforme de forage est à l'état d'herbages et sa superficie totale est d'environ 20.000 m², divisée en deux parties :

- une aile sud-est de 40 m de largeur maximale selon l'axe NW-SE et de 180 m de longueur. Cette partie est pincée entre le CD. 30 au Sud et les entrepôts BOUGLIONE au Nord. D'après le cadastre, les terrains situés sur cette emprise n'appartiennent pas à la municipalité,
- la seconde partie où doit être implantée la future plateforme est de forme rectangulaire. Ses dimensions sont 110 m selon l'axe NE-SW et 160 m selon l'axe NW-SE. Cette partie est située à l'Ouest de la première. Elle présente une déclivité dont l'axe de plus grande pente est Nord-Sud. La pente maximale est d'environ 6 %. Selon le cadastre, trois des quatre parcelles situées sur ce terrain appartiennent à la municipalité. Il s'agit des parcelles 23, 24 et 26.

L'emprise théorique de la plateforme de forage jouxte le mur ouest de l'enceinte des entrepôts du cirque BOUGLIONE. Elle se situe à environ 50 m au Nord du CD. 30 et à 10 ou 20 m du C.E.S. Paul Eluard.

1.2.2 - EN SOUS-SOL

1.2.2.1 - Situation géologique du site dans le cadre régional

Le bassin parisien est constitué par un ensemble de terrains sédimentaires déposés au long des ères secondaire et tertiaire, reposant sur un

socle cristallophyllien ou granitique. Les terrains déposés en couches régulières ou superposées plongent vers le centre du bassin (sous la Brie) où leur épaisseur atteint son maximum (3.000 mètres). Bonneuil-sur-Marne se trouve à l'aplomb de la remontée occidentale des terrains vers l'Ouest depuis la fosse de Brie, vers le Massif Armoricaïn. L'épaisseur totale des terrains sédimentaires à l'aplomb du projet est voisine de 2.000 mètres.

Au plan structural, la région parisienne est affectée de quelques discontinuités structurales visibles sur la carte des isohypses du toit du Dogger (fig. 4). Bonneuil-sur-Marne se trouve à 5 km au Sud de l'axe anticlinal de Beynes-Meudon qui prend en écharpe le Sud de la région parisienne. Cette structure reconnue par les forages peu profonds et par les travaux de géophysiques anciens disparaît à 10 km à l'Est du projet. L'amplitude de l'anticlinal au niveau du Dogger n'est pas connue avec une grande précision.

Au niveau de Bonneuil-sur-Marne, les couches plongeraient vers le Sud-Est en direction de la fosse de Brie, avec une pente voisine de 20 pour 1.000 (Fig. 4 bis).

1.2.2.2 - Géologie à l'échelle du site

Les terrains affleurant sur le secteur sont les alluvions anciennes de la Seine. Elles sont constituées de graviers et de sable provenant des silex de la craie, des meulières du Calcaire de Brie, du Calcaire de Champigny et des Grès de Fontainebleau. Au droit du site, cette formation a une épaisseur de 4 à 5 m environ. Elle peut être recouverte de terre végétale, limons ou remblais pouvant atteindre 2 à 3 m d'épaisseur.

La formation sous-jacente est un faciès de transition du toit du Calcaire de Champigny. Ce faciès est essentiellement marneux et renferme des caillasses de calcaire, parfois gréseux.



CADRE GEOLOGIQUE

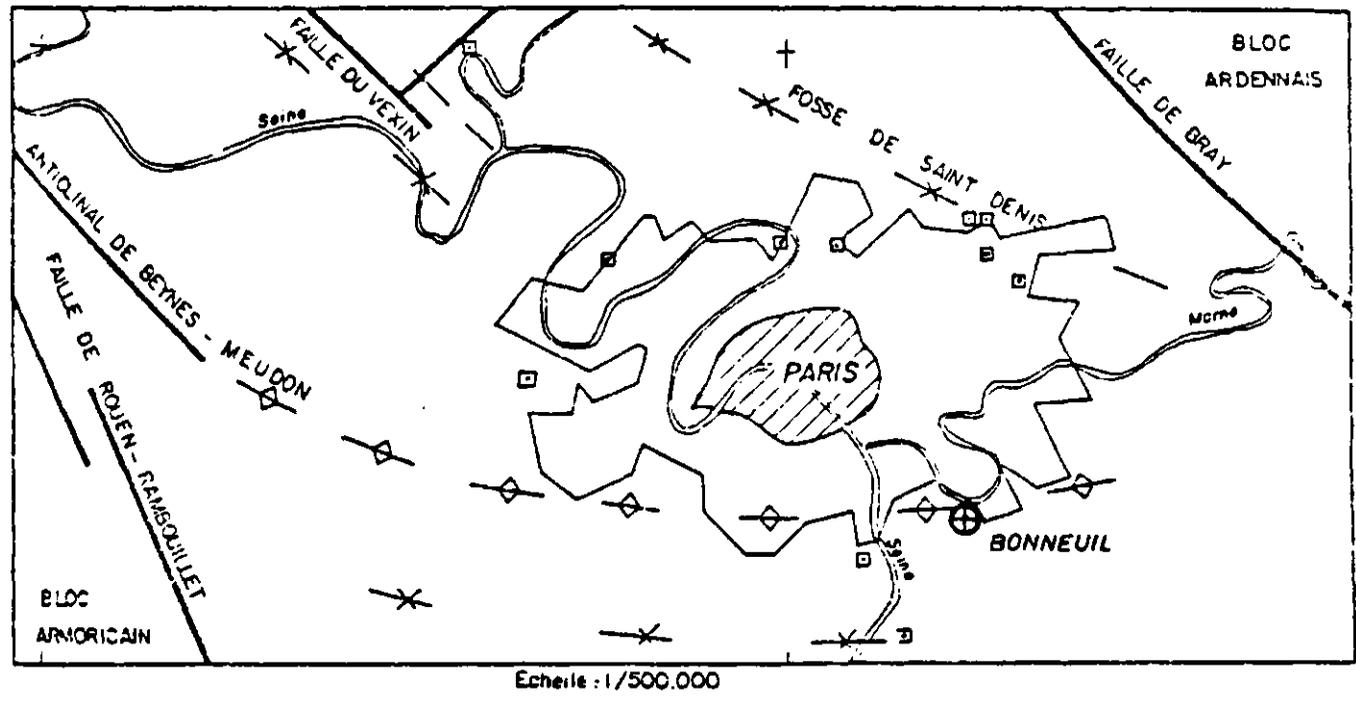
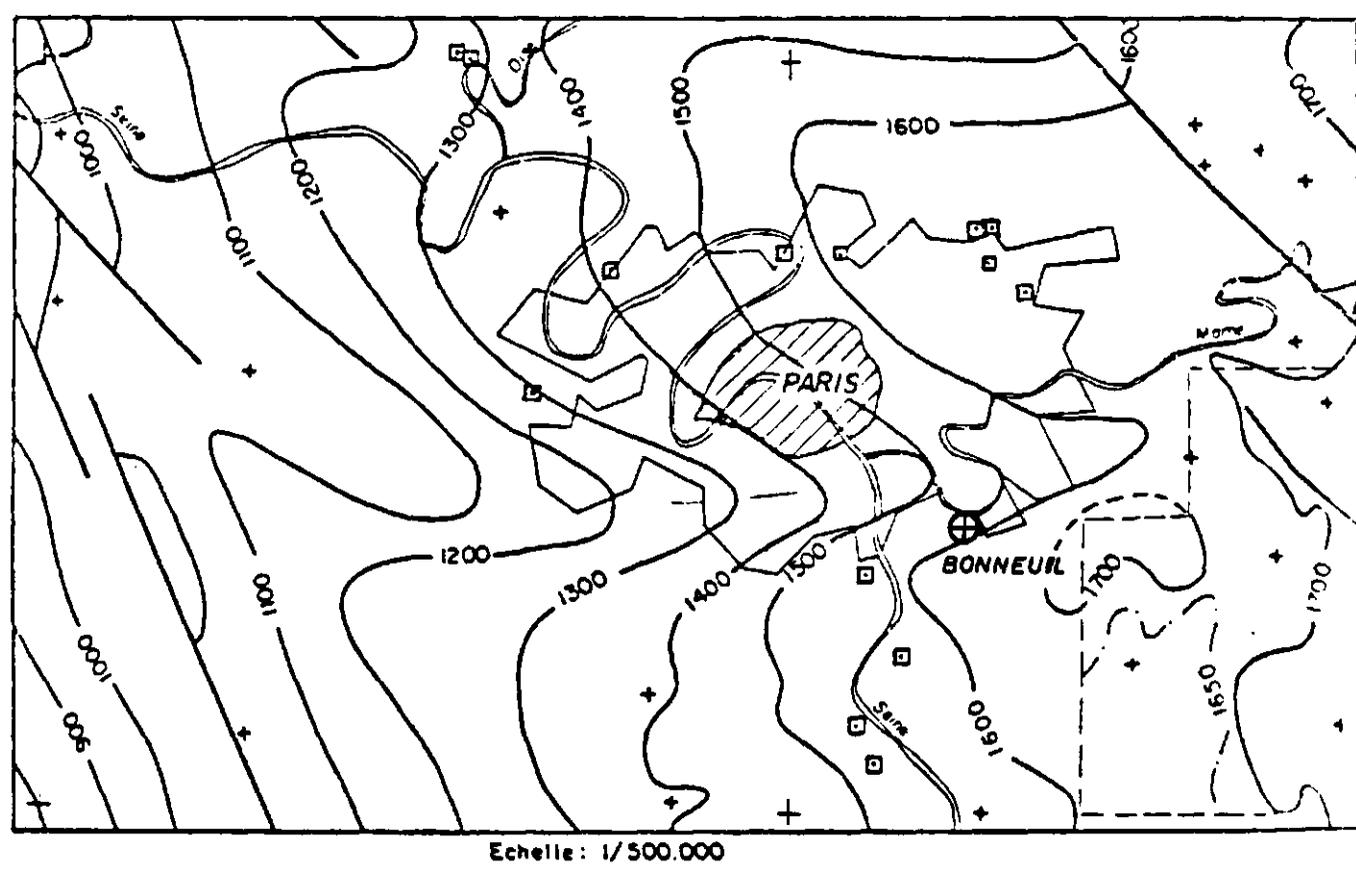


Fig. 4 bis

ISOBATHES AU TOIT DU DOGGER



L'ensemble des formations antérieures au Calcaire de Champigny est décrit partiellement dans la coupe géologique résumée des terrains du Tertiaire.

Cette coupe a été réalisée d'après des sondages situés à proximité de l'emplacement prévu pour le projet de forage géothermique. Elle fait l'objet de la figure n° 5.

Ces sondages de référence sont les suivants :

- un sondage de reconnaissance réalisé par l'Inspection générale des carrières de la Seine (I.G.C.S.) situé pratiquement au droit du carrefour de la N. 19 et de l'avenue Jean Rostand (numéro d'indice de classement national : 219.4X.0059),
- un sondage réalisé par les Ponts et chaussées, face à la rue des Ecoles, sur la bordure ouest de la N. 19 (n° d'indice : 219.4X.0002),
- un forage d'eau, rebouché actuellement, situé 15, rue du Mont-Mesly à Bonneuil (n° d'indice : 219.4X.0044),
- un forage d'eau de la Société SONOFAM à Bonneuil (n° d'indice : 219.4X.0117).

L'implantation de ces forages est représentée en figure n° 1.

Il faut signaler la présence éventuelle de gypse en bancs décimétriques à métriques dans les Marnes et Caillasses, soit entre 50 et 60 m de profondeur environ.

Une coupe géologique prévisionnelle, sommaire, de l'ensemble des terrains devant être rencontrés en sondage, fait l'objet de la figure n° 5 bis.

Le toit de la formation calcaire du Dogger qui constitue l'aquifère retenu pour le projet, se situe à environ 1.625 m de profondeur, soit - 1.590 NGF.

COUPE GÉOLOGIQUE PRÉVISIONNELLE DES TERRAINS DU TERTIAIRE AU DROIT DU SITE

Profondeur /sol (m)	Cote NGF du toit des formations	Épaisseur (m)	Description lithologique	Stratigraphie	Étages et sous-étages	Observations
0,00 m à 2 à 3,00 m	+ 37,00	2 à 3 m	Terre végétale, limons, remblais	QUATERNAIRE	QUATERNAIRE	
2 à 3,00 m à 7,00 m	+ 35,00	4 à 5 m	Graviers et sable	ALLUVIONS ANCIENNES		Aquifère (nappe phréatique)
7,00 m à 12 à 17 m	+ 30,00	5 à 10 m	Marnes et rognons calcaires	CALCAIRE DE CHAMPIGNY	LUDIEN	
12 à 17 m à 18 à 25 m	+ 25 à + 20	6 à 8 m	Marnes	CALCAIRE DE SAINT OUEN	MARINESIEN	
18 à 25 m à 23 à 32 m	+ 19 à + 12	5 à 7 m	Sable argileux	SABLE DE BEAUCHAMP	AUVERSIEN	
23 à 32 m à 58 à 72 m	+ 14 à + 5	35 à 40 m	Calcaire et marnes Calcaire dur, calcaire et marne	MARNES ET CAILLASSES CALCAIRE GROSSIER	LUTETIEN	Présence éventuelle de gypse en bancs d'épaisseur décimétrique à métrique
58 à 72 m à 78 à 97 m	- 21 à - 35	20 à 25 m	Sable grossier et fin Argiles bariolées	SABLE DU SOISSONNAIS ARGILES SPARNACIENNES	YPRESIEN	Aquifère
78 à 97 m à 83 à 102	- 41 à - 60	5 m	Marnes	MONTIEN	MONTIEN	
	- 46 à - 65		Craie à silex	CRAIE A SILEX	SENONIEN	Aquifère

COUPE GEOLOGIQUE PREVISIONNELLE DE L'ENSEMBLE DES TERRAINS A TRAVERSER

Profondeur /sol (m)	Cote NCF	Epaisseur (m)	Lithologie	Stratigraphie	Observations
0	+ 35				
85	75	85		TERCIAIRE	Pertes de boue probables
			Craie blanche à silex	SENONIEN	
		485	Dolomie cristalline beige clair friable et poreuse		
			Craie blanche à silex	TURONIEN	Silex et pertes de boue
570	535	75	Calcaire argileux gris glauconieux légèrement gréseux	CENOMANIEN	
645	610	45	Argile noire - "Gault"	ALBIEN SUPERIEUR	
690	655				Aquifère de l'Albien
		100	Sable grossier quartzeux subarrondis Argiles sableuses à lignite Sables verts Argile sableuse glauconieuse	ALBO APTIEN	
790					
		105	Argile gréseuse Sables et grès à lignite	BARREMIEN	
895					
		60	Alternance de grès et d'argile Niveau de lignite à la base	NEOCOMIEN "WEALDIEN"	Aquifère du Wealdien
955	940	30	Calcaire argileux et dolomitique	PURBECKIEN	
985	950				
		120	Calcaire gris blanc Calcaire sublithographique Quelques niveaux mameux	PORTLANDIEN	
1.105	1.070				
		130	Alternance d'argiles calcaires et de calcaires argileux	KIMMERIDGIEN	
1.235	1.200				
		175	Calcaires gréseux Calcaire argileux avec quelques passées oolithiques Calcaire gréseux	SEQUANIEN	
				RAURACIEN	Aquifère du Lusitanien
1.410	1.375				
		175	Marne grise noire et argile calcaire Calcaire gréseux Marne grise noire sableuse	ARGOVIEN	
				OXFORDIEN	
1.585	1.550				
		40	Calcaire gréseux gris clair oolithes ferrugineuses Calcaire argileux Marne grise - Calcaire gréseux et mameux	CALLOVIEN	
1.625	1.590				
		140	Calcaire micritique Calcaire oolithique et graveleux	BATHONIEN	
				BAJOCIEN	Aquifère du Dogger
1.765	1.730				
			Calcaire bioclastique Marne grise silteuse		

1.2.2.3 - Hydrogéologie - Présentation des différents aquifères

La série sédimentaire renferme un grand nombre de formations aquifères dont les principales caractéristiques lithologiques, hydrogéologiques et thermiques sont résumées ci-après.

Depuis la surface du sol jusqu'au Dogger qui est l'objectif du projet, nous rencontrons les aquifères suivants :

. Sables et Calcaires de l'Eocène (du Ludien à l'Yprésien)

Ils contiennent une nappe superficielle fortement exploitée pour l'alimentation industrielle.

. Craie du Crétacé supérieur

Elle ne présente des caractéristiques aquifères que lorsqu'elle est suffisamment fissurée. D'autre part, la température des eaux de la craie est trop faible pour qu'une opération géothermique de basse énergie y soit envisagée.

. Sables de l'Albien

Profonds de 690 mètres, la température y est voisine de 35°C. Cet aquifère, dont l'eau est d'une remarquable qualité chimique et bactériologique est exploité par de nombreux forages en région parisienne pour l'alimentation en eau potable. Les forages les plus proches du site étudié sont Noisy-le-Grand, Ivry-sur-Seine et Charenton. Ce réservoir est aussi exploité à des fins géothermiques : la climatisation de la Maison de la Radio à Paris est assurée par une exploitation de la nappe de l'Albien dont les calories sont extraites au moyen de pompe à chaleur. Il faut noter de plus que cette nappe d'eau douce est protégée et que son exploitation est rigoureuse.

. Sables de la base du Crétacé (Néocomien)

Situés à quelques 200 mètres au-dessous des Sables de l'Albien, ils sont plus hétérogènes et la température reste inférieure à 49°C. Cette formation a donné des débits supérieurs à 100 m³/h à Bruyères-le-Châtel et Plaisir. Cet aquifère a aussi été testé au forage de la Maison de la Radio.

. Calcaires du Lusitanien

Ils renferment de l'eau à 62°C environ vers 1.350 mètres de profondeur. Ce réservoir reste peu exploré, car il ne constitue, en région parisienne, ni un objectif pétrolier, ni un aquifère exploité pour l'alimentation en eau potable.

Il a toutefois été testé au forage géothermique d'Orly où il a produit 150 m³/h à 60°C. Plus récemment aux forages géothermiques de Provins et de Ris-Orangis sa productivité a été nulle.

. Calcaires du Dogger

Profonds de 1.625 mètres, les Calcaires du Dogger peuvent fournir une eau dont la température est voisine de 71°C. Cet aquifère est exploité par de nombreuses réalisations géothermiques en région parisienne. Sa productivité est généralement importante et bien connue.

La liste des captages d'eau situés à proximité du secteur d'étude et s'adressant à ces aquifères, fait l'objet du tableau 1.

L'implantation des projets de forages géothermiques les plus proches du site se trouve en figure n° 1.

Les caractéristiques hydrogéologiques de l'aquifère du Dogger au droit du secteur, ont pu être déterminées à partir de ces forages.

Ces caractéristiques sont les suivantes :

+ Structure du réservoir :

Cote du toit (NGF) :	- 1.590 ± 50 m
Profondeur du toit :	1.625 ± 50 m
Hauteur utile potentielle :	50 ± 10 m
Hauteur productrice :	15 ± 10 m
Hauteur totale :	145 ± 10 m
Profondeur totale des forages :	1.770 ± 60 m

+ Caractéristiques du réservoir

Porosité : $16 \pm 3 \%$

Transmissivité : 40 ± 15 D.m

Pression statique en tête de puits de production : $+ 12,5 \pm 3$ kg/cm²

Pression statique en tête de puits d'injection : $+ 9,5 \pm 3$ kg/cm²

+ Caractéristiques du fluide

Température : 71 ± 4 °C

Salinité : 15 ± 3 g/l

Viscosité à la température de production 0.4 cp.

à 25°C = 0,92 cp.

à 30°C = 0.83 cp.

à 35°C = 0.73 cp.

à 40°C = 0.67 cp.

LISTE DES CAPTAGES D'EAU VOISINS DU PROJET

n° d'indice de classement national du capt.	Utilisation	Nappe captée	Profondeur (m/sol)	Propriétaire	Date réalisation	Distance au site
219.4X.0044	Forage rebouché	YPRESIEN	116,25	Particulier après obstruction	1901	1 km
219.4X.0076	Eau industrielle	ALLUVIONS	13	SONOFAM en 1965	Octobre-novembre 1965	1 km
219.4X.0117	Eau industrielle	CRAIE	148	SONOFAM	1968-1970	1 km

2. - ANALYSE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

2.1 - EVALUATION DES IMPACTS PENDANT LA PHASE DE CHANTIER DE FORAGE

2.1.1 - ASPECT DU CHANTIER

2.1.1.1 - Travaux préliminaires à la réalisation de la plateforme

Une étude de sol préliminaire définira, avant tous travaux, les modalités géotechniques de confortement, si besoin est, des terrains au droit du site prévu.

Ces travaux sont assurés pour le bon déroulement des travaux de forage et à plus long terme pour la mise en place de la station géothermale.

2.1.1.2 - Mise en place de la plateforme de forage (Cf annexe 2)

Les travaux de mise en place de la plateforme de forage décrits dans ce paragraphe ne sont que provisoires. Ils correspondent à la réalisation d'une plateforme standard sur terrain horizontal.

La plateforme standard est une aire rectangulaire d'environ 100 x 80 m présentant une légère déclivité pour l'écoulement des eaux. Sur cette plateforme, une dalle bétonnée sera coulée pour recevoir les équipements de forage. Le reste de la plateforme sera traité en chemin de roulement et sera destiné à recevoir les équipements annexes, les stocks de matériel et les véhicules lourds qui circulent pendant toute la durée du chantier.

Deux avant-puits équipés d'un tubage technique \varnothing 770 mm (Cf programme de forage ci-après) seront mis en place pour couvrir les terrains de surface entre 10 et 30 m selon les conclusions de l'étude géotechnique préliminaire. Ces avant-puits seront foncés avant la construction de la dalle bétonnée.

Des bassins de décantation ou "bourbiers" seront creusés pour recevoir les boues de forage, les déblais provenant du forage et les eaux des essais de mise en production.

Une voie d'accès sera aménagée à partir de la voie Paul Eluard ou du CD. 30 jusqu'à la plateforme.

L'ensemble de la plateforme sera clôturé et l'accès interdit au public.

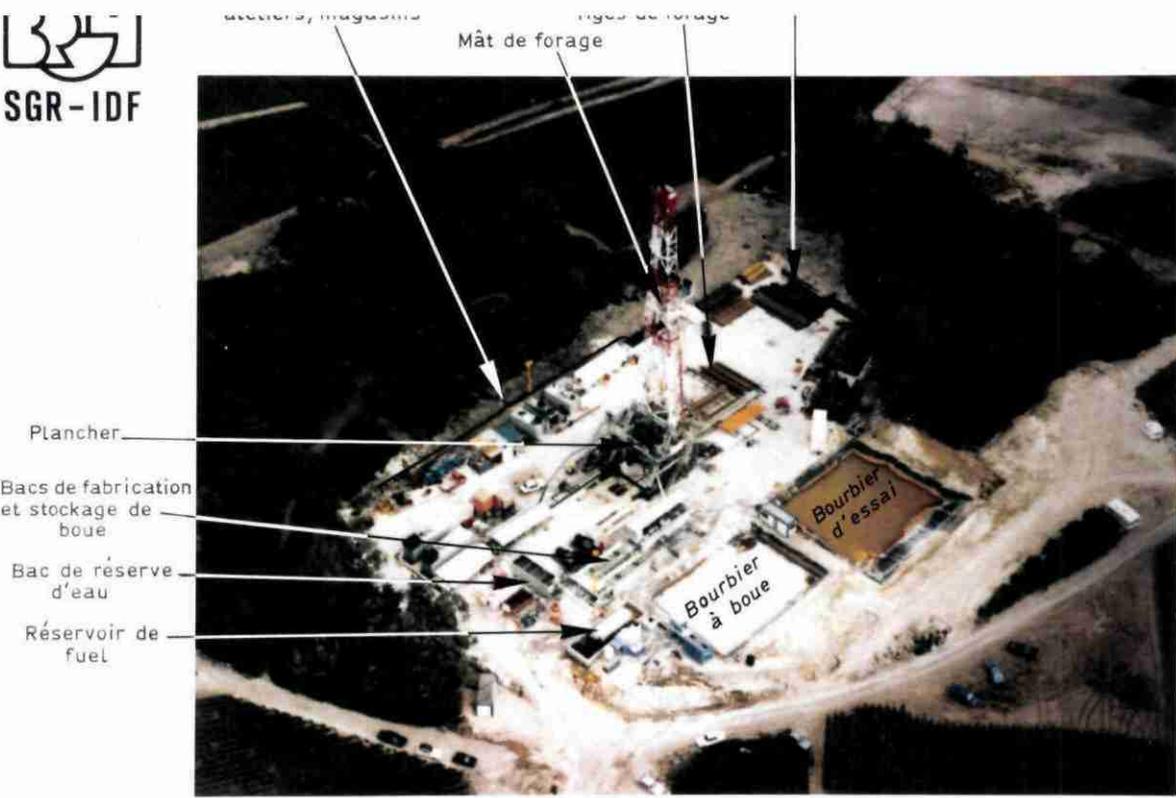
La planche n° 2 illustre divers aspects d'une plateforme en cours de forage.

2.1.1.3 - Atelier et travaux de forage (figure n° 6)

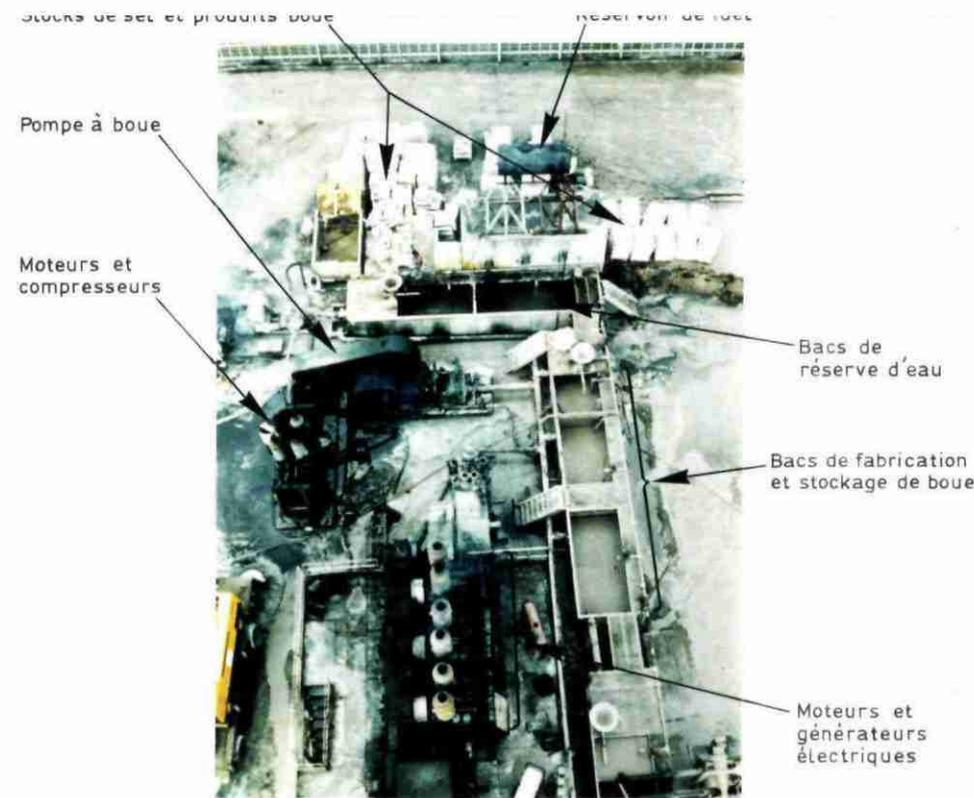
Le forage sera effectué avec le procédé "rotarie" à l'aide d'une machine semblable à celles utilisées généralement en recherche pétrolière. Dans le cas présent, la machine utilisée n'est pas encore connue. Ce choix sera effectué en fonction des disponibilités de machines de forage au moment de la réalisation des travaux (après appel d'offres).

L'atelier de forage se compose :

- d'un mât de levage de plusieurs dizaines de mètres de hauteur (30 à 40 m/sol) dont la puissance de levage est estimée à 200 t,
- d'une batterie de moteurs,
- de tamis vibrant pour séparer la boue des parties solides provenant du forage,



- Vue d'ensemble d'une plateforme de forage géothermique



- Vue partielle du chantier depuis la plateforme d'accrochage située dans le mât de forage

Deux des puissants projecteurs éclairant la totalité du chantier pendant toute la nuit



- Aspect du chantier de nuit



- Phase d'un essai de mise en production

DIVERS ASPECTS D'UN CHANTIER DE FORAGE GEOTHERMIQUE

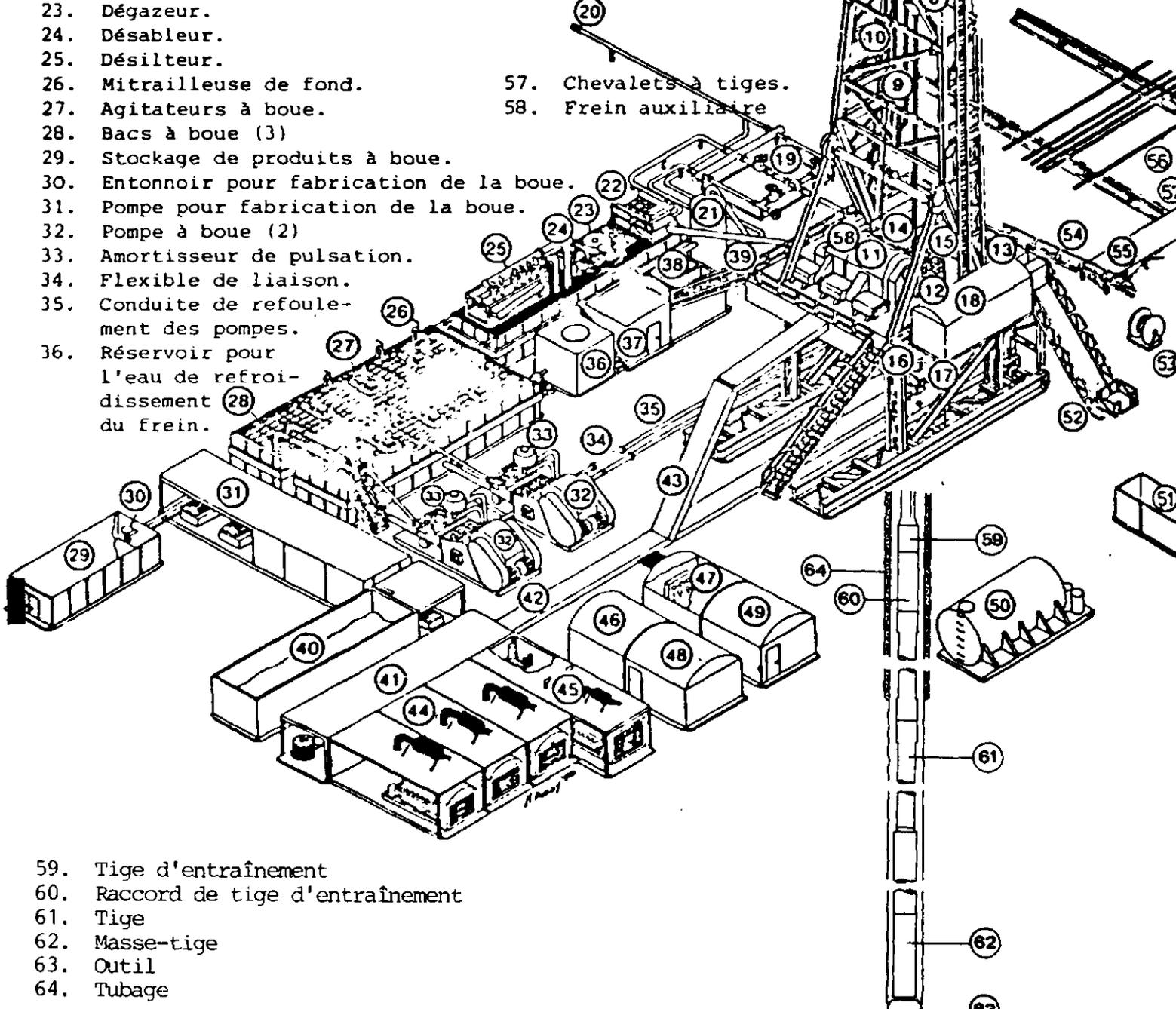


SGR-IDF

- 31 -

1. Moufle fixe.
2. Mât.
3. Potence.
4. Plateforme d'accrochage.
5. Câble de forage.
6. Moufle mobile.
7. Crochet.
8. Tête d'injection.
9. Flexible d'injection.
10. Colonne montante.
11. Treuil.
12. Console du chef de poste.
13. Sommier de stockage des tiges.
14. Plancher.
15. Table de rotation.
16. Substructure.
17. Bloc d'obturation du puits.
18. Abri du chef de poste.
19. Manifold de buses.
20. Torche.
21. Séparateur.
22. Vibrateur.
23. Dégazeur.
24. Désableur.
25. Désilteur.
26. Mitrailleuse de fond.
27. Agitateurs à boue.
28. Bacs à boue (3)
29. Stockage de produits à boue.
30. Entonnoir pour fabrication de la boue.
31. Pompe pour fabrication de la boue.
32. Pompe à boue (2)
33. Amortisseur de pulsation.
34. Flexible de liaison.
35. Conduite de refoulement des pompes.
36. Réservoir pour l'eau de refroidissement du frein.

37. Laboratoire boue.
38. Réservoir pour remplissage du puits.
39. Goulotte.
40. Réserve d'eau.
41. Cabine électrique (transformation alternatif-continu)
- 42 et 43. Faisceaux de câbles électriques.
44. Moteurs et générateurs.
45. Moteurs et compresseurs.
46. Magasin de pièces.
47. Centrale hydraulique B.O.P.
48. Ateliers.
49. Magasin pièces de pompe.
50. Réservoir fuel.
51. Stockage de petit matériel.
52. Elévateurs.
53. Touret de câble.
54. Plan incliné.
55. Accès des tubes.
56. Tiges.
57. Chevalets à tiges.
58. Frein auxiliaire



59. Tige d'entraînement
60. Raccord de tige d'entraînement
61. Tige
62. Masse-tige
63. Outil
64. Tubage

- de pompes pour injecter les boues à l'intérieur des tiges,
- de rateliers pour stocker horizontalement les tiges de forages,
- d'installations de chantier abritant les ateliers mécaniques groupes électrogènes, bureau ...,
- d'une aire de stockage des tubages.

Le creusement du forage est effectué par un tricône fixé au bout d'un train de tiges de forage, qui, par rotation, réduit la roche en débris de dimensions millimétriques (cuttings).

Simultanément, des pompes injectent, par l'intérieur des tiges, une boue de composition unitaire suivante : (un mètre cube de la boue de forage utilisée habituellement pour ce type de forage contient les éléments suivants) :

- 10 à 15 kg de bentonite (argile),
- 1 à 1,5 kg de soude caustique (NaOH pour maintien d'un pH basique de la boue, afin d'éviter les phénomènes de dissolution des terrains carbonatés),
- 1 à 3 kg de polymères cellulosiques polyamionique (produit non polluant, réducteur de filtrat),
- 1 à 2 kg de Carboxyméthylcellulose (consistance et viscosité de la boue, non polluant),
- 1 litre de lubrifiant (produit biodégradable et non polluant),
- 1 kg de bactéricide (formol).

Cette boue lubrifie et refroidit le tricône, remonte en surface par l'espace annulaire entre les tiges et les parois du trou en empêchant les éboulements et en prévenant tout envahissement intempestif du forage par les eaux des aquifères rencontrés. Cette boue est recyclée après élimination de toutes les particules de roches. Pour réaliser cette boue, la consommation en eau varie de 100 m³/j à 100 m³/h, en cas de perte totale.

Le volume total de boue utilisée pour les deux forage s'élève à 1.500 m³ environ.

Un programme de forage, établi préalablement, prévoit un certain nombre de changements dans le diamètre du trou qui décroît à partir de la surface. Après les phases de forage, le trou sera tubé et cimenté jusqu'au toit du réservoir. La zone aquifère sera laissée libre car elle est de bonne constitution (aquifère calcaire).

Au fur et à mesure de l'avancement, la nature des terrains traversés, ainsi que les tubages et cimentations sont contrôlés par des méthodes d'exploration géophysique (diagraphies). Ces mesures permettent :

- de bien situer les niveaux géologiques et d'en connaître leurs caractéristiques (teneur en argile, porosité, densité ...),
- de contrôler les tubages et les cimentations.

A l'issue de chaque forage, des essais de mise en production sont réalisés afin de déterminer les paramètres hydrodynamiques du captage et du réservoir pour sa mise en production. Des prélèvements d'eau géothermale sont effectués pendant cette phase pour déterminer ses caractéristiques physicochimiques.

Le programme des travaux de forage prévu pour le projet de Bonneuil-sur-Marne est le suivant : (les objectifs sont définis en figure 7)

- FORAGE DE PRODUCTION P. GBL 9"5/8

. Programme de forage résumé (fig. 7.a.1, 7.a.2, 7.a.3)

1. Forage en 17"1/2 de 0 à 450 m de profondeur.

Pose et cimentation d'un tubage 13"3/8 à cette profondeur.

En cas de difficultés dans les formations tertiaires (pertes de circulation, mauvaise tenue des terrains), alésage en 24" jusqu'au toit de la craie (100 m environ) et pose d'un tubage 18"5/8

2. Forage en 12"1/4 de 450 à 470 m

Amorce de la déviation (KOP) à 470 m. Le forage sera dévié à raison de 1,25° par 10 m jusqu'à obtention d'un angle de 41°.

Forage en déviation stabilisée à 41° jusqu'au toit du Dogger prévu à 1.935 m (1.625 m vertical).

Pose d'un tubage 9"5/8 de 0 à 1.935 m. Ce tubage sera cimenté depuis le sabot jusqu'à 400 m de profondeur.

BONNEUIL

DEFINITION DES OBJECTIFS



PRODUCTION P. GBL

X1= 610840.0

Y1= 118620.0

X2= 610850.0

Y2= 117760.0

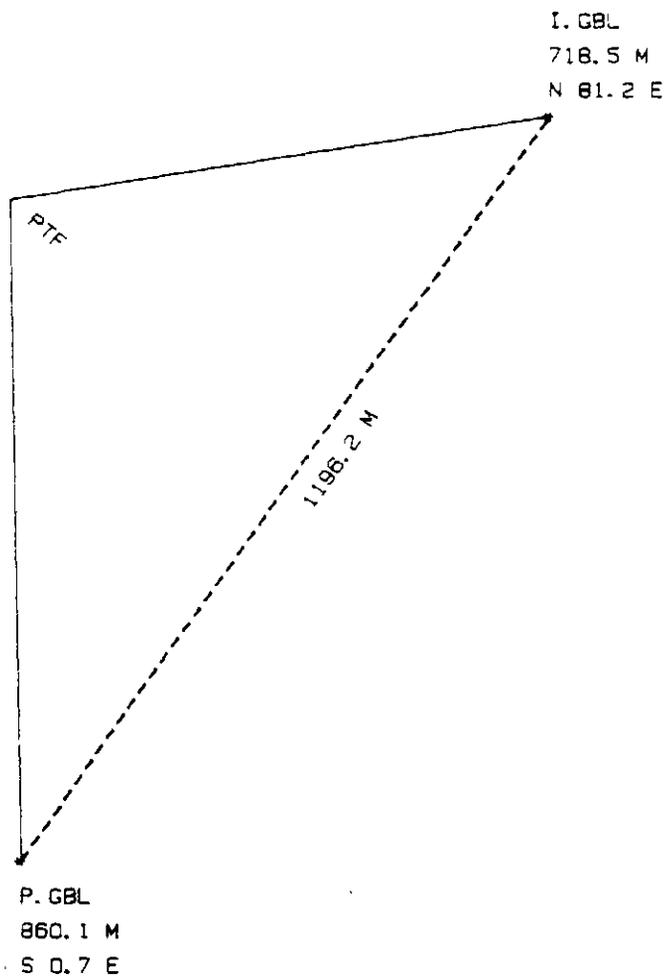
INJECTION I. GBL

X1= 610840.0

Y1= 118620.0

X2= 611550.0

Y2= 118730.0



3. Forage du réservoir en 8"1/2 en déviation stabilisée de 1.935 à 2.120 m (1.765 m vertical).
4. Essais du puits après coupe du tubage 9"5/8 vers 400 m, pour dégager la chambre de pompage 13"3/8.

. Programme de tubage et de cimentation

Tubage 18"4/8 (0 - 100 m, optionnel)

Grade K 55

Poids nominal 87,5 lbs/ft

Epaisseur 11,05 mm

Filetage Buttress

Cimentation par les tiges (innerstring) avec ciment type CPJ 45 ou CPA 55.

Tubage 13"3/8 (0 - 450 m)

Grade K 55

Poids nominal 54,5 lbs/ft

Epaisseur 9,65 mm

Filetage VAM (0-400 m) et API 8 rd STC (400 - 450 m)

Cimentation par déplacement avec bouchons, avec ciment type CPA 55

Tubage 9"5/8 (0 - 1.935 m)

Grade K 55

Poids nominal 40 lbs/ft

Epaisseur 10,03 mm

Filetage VAM

Cimentation triple étage (2 étages cimentés) avec du ciment TYPE CPA 55.

. Programme de diagraphies

Avant tubage 9"5/8

Double diamètreur (450 - 1.935 m)

Gamma-ray sonique (450 - 1.935 m)

Densité de formation (450 - 1.450 m)

Après tubage 9"5/8

Cement bond log (400 - 1.935 m)

Réservoir (1.935 - 2.120 m)

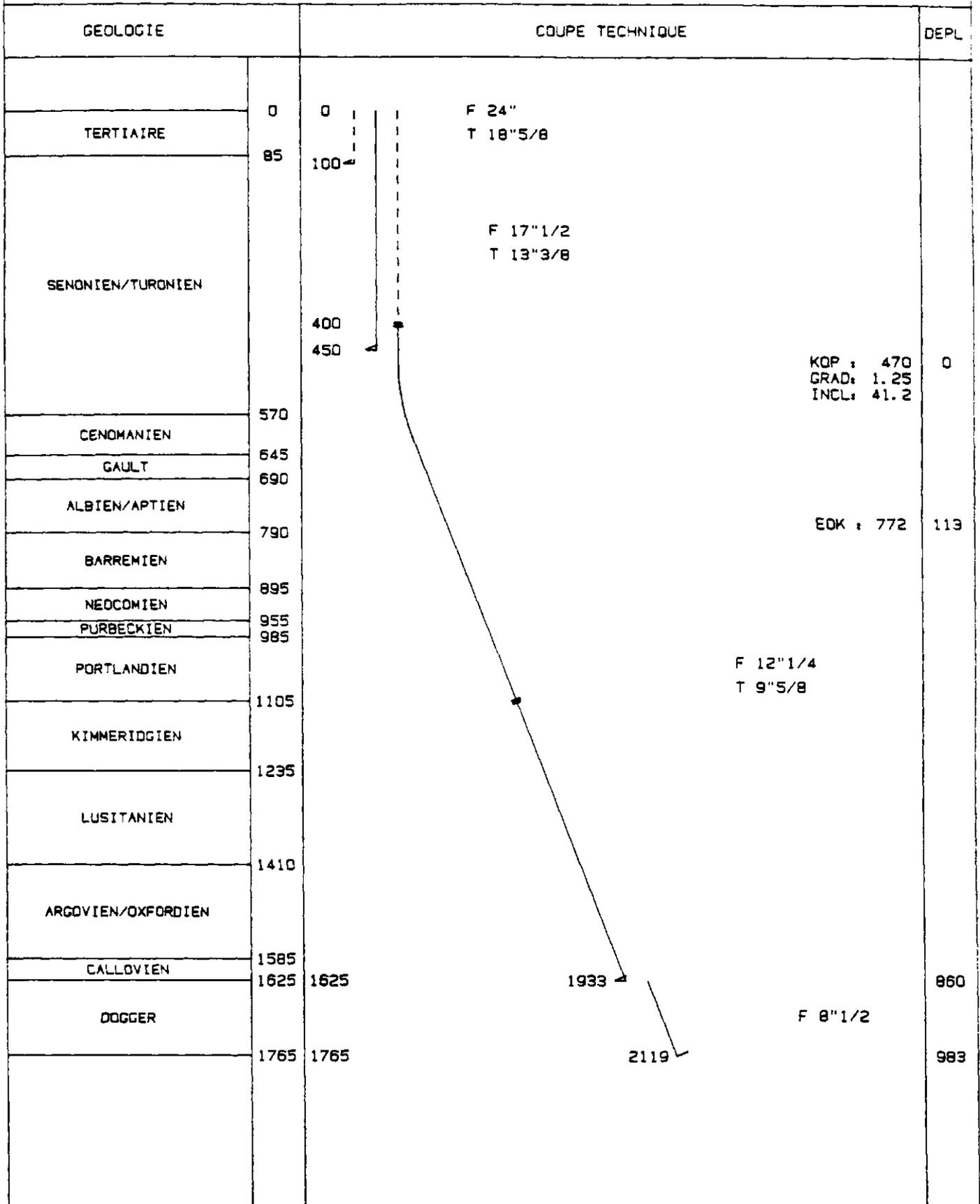
Densité des formations

Gamma-ray

Boues

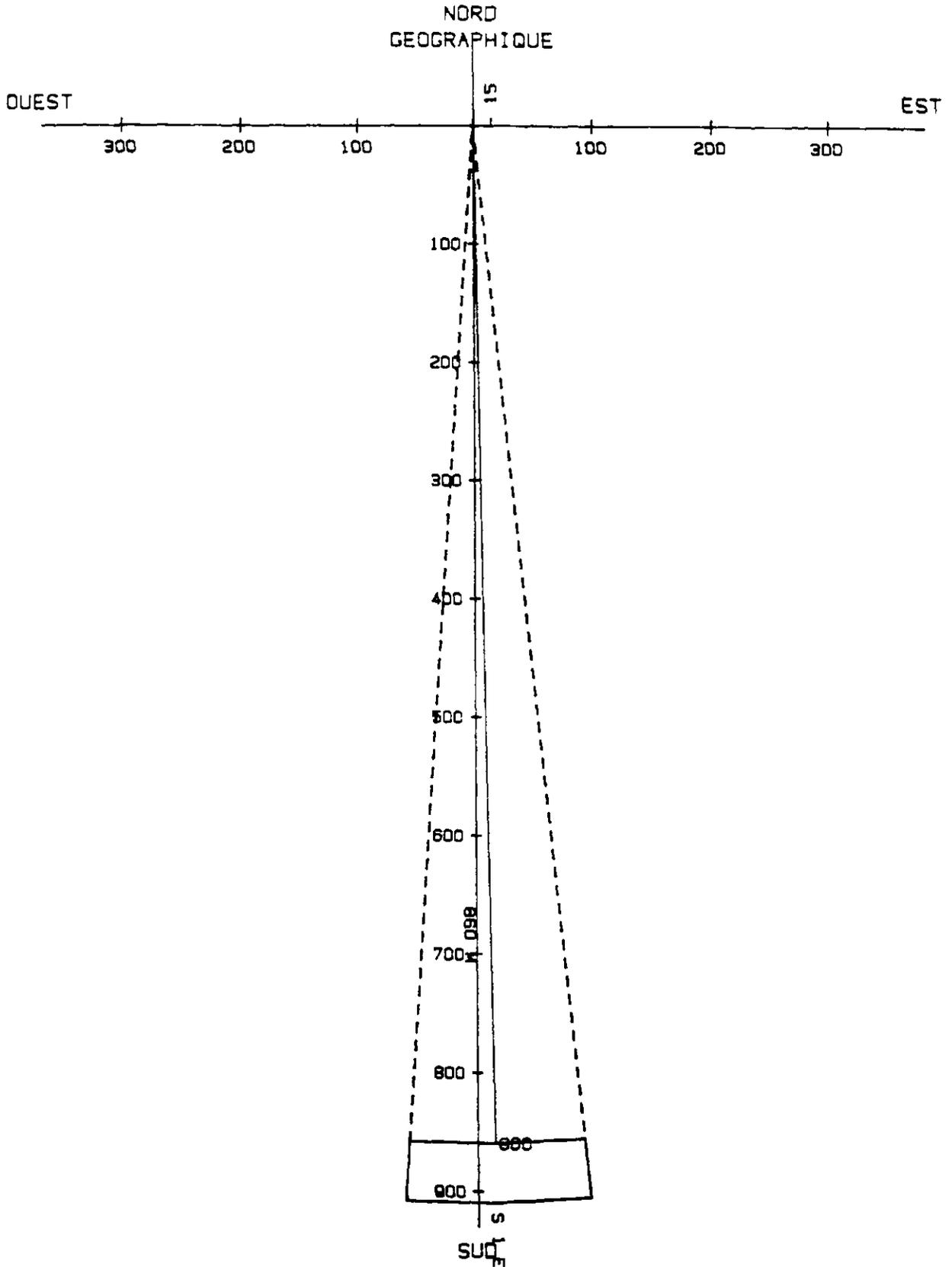
Les boues utilisées seront des boues aux polymères à support bentonitique. Des polymères dégradables seront utilisés dans le réservoir.

PROGRAMME DE FORAGE P. GBL 9"5/8



PROJECTION HORIZONTALE P. GBL

DEPLACEMENT 860 +50 M
AZIMUT S 1 E +-5 DEG



- FORAGE D'INJECTION I. GBL 9"5/8

. Programme de forage résumé (fig. 7.b.1, 7.b.2, 7.b.3)

1. Forage en 23" de 0 à 100 m de profondeur
Pose et cimentation d'un tubage 18"5/8 à cette profondeur.
2. Forage en 17"1/2 de 100 à 370 m de profondeur.
Amorce de la déviation (KOP) à 370 m. Le forage sera dévié à raison de 1,25° par 10 m jusqu'à obtention d'un angle de 33°.
Pose et cimentation d'un tubage 13"3/8 au mur du Cénomaniens, soit vers 665 m (645 m vertical).
3. Forage 12"1/4 en déviation stabilisée à 33° jusqu'au toit du Dogger prévu à 1.830 m (1.625 m vertical).
Pose et cimentation d'un tubage 9"5/8 de 0 à 1.830 m.
4. Forage du réservoir en 8"1/2 en déviation stabilisée de 1.830 à 1.995 m (1.765 m vertical).
5. Essais du puits.

. Programme de tubage et de cimentation

Tubage 18"5/8 (0 - 100 m)

Grade K55

Poids nominal 87,5 lbs/ft

Epaisseur 11,05 mm

Filetage Buttress

Cimentation par les tiges (innerstring) avec ciment type CPJ 45 ou CPA 55.

Tubage 13"3/8 (0 - 665 m)

Grade K 55

Poids nominal 54,5 lbs/ft

Epaisseur 9,65 mm

Filetage API 8 rd STC

Cimentation par déplacement avec bouchons, avec ciment type CPA 55

Tubage 9"5/8 (0 - 1.830 m)

Grade K 55

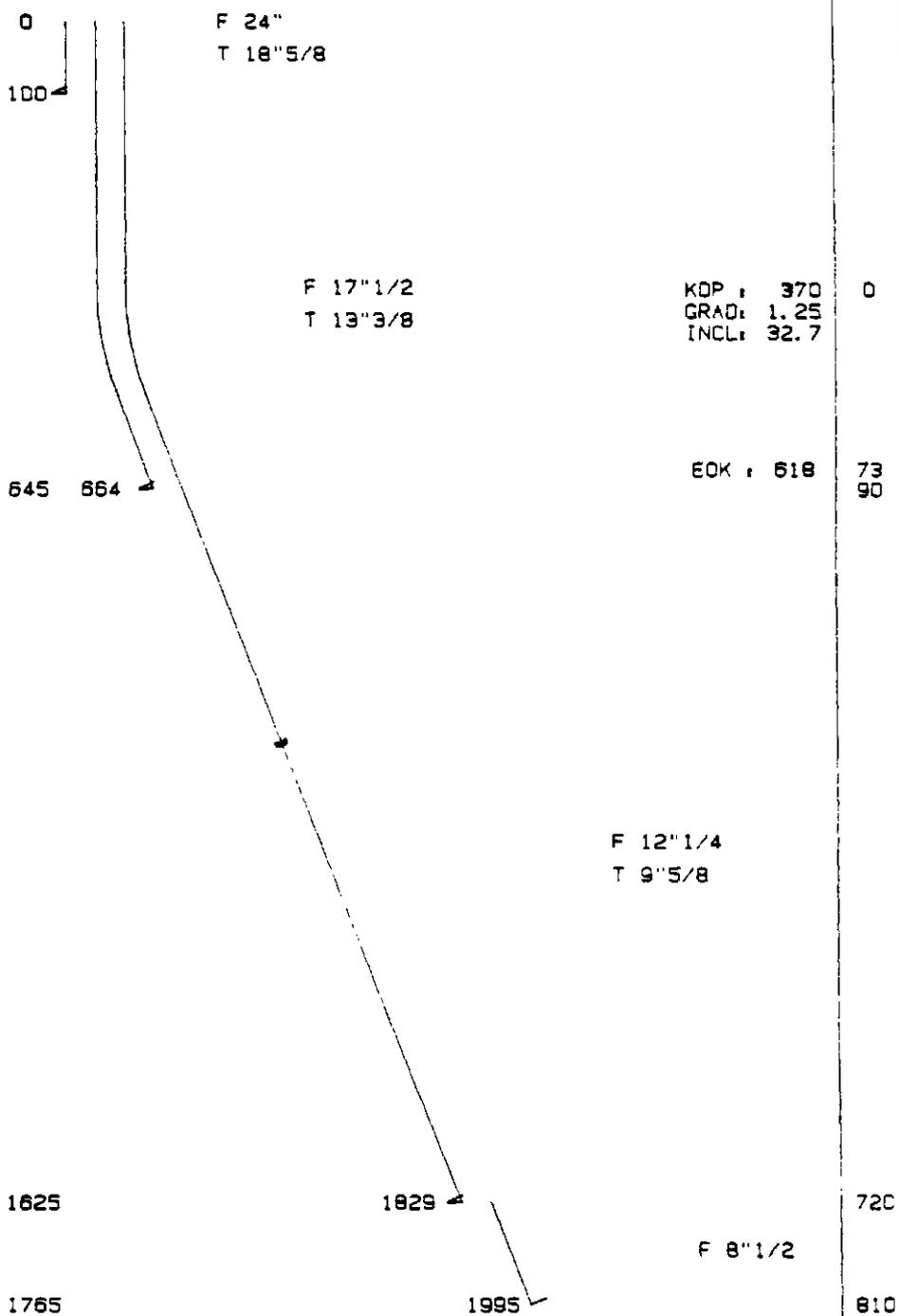
Poids nominal 40 lbs/ft

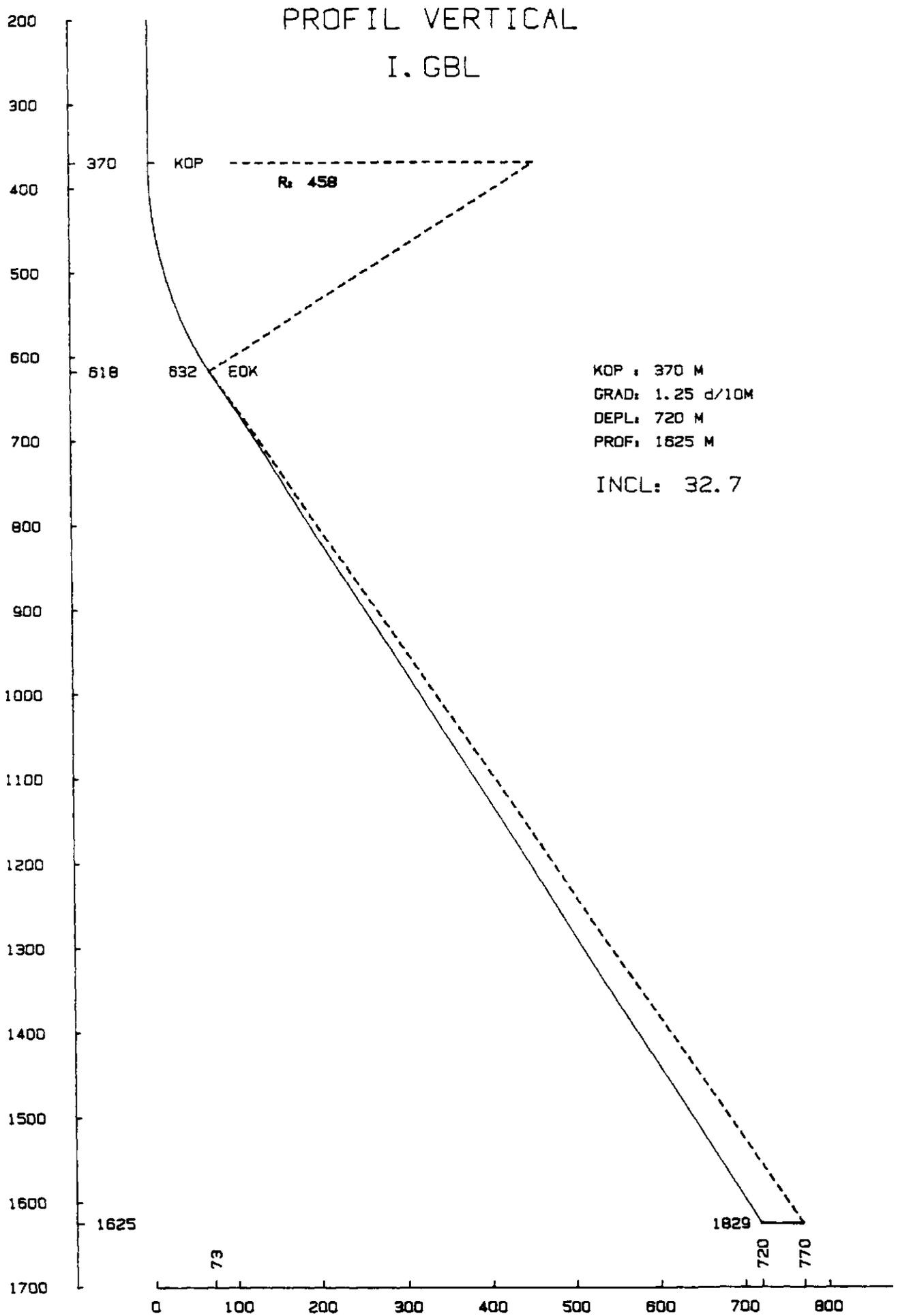
Epaisseur 10,03 mm

Filetage VAM

Cimentation triple étage avec du ciment type CPA 55.

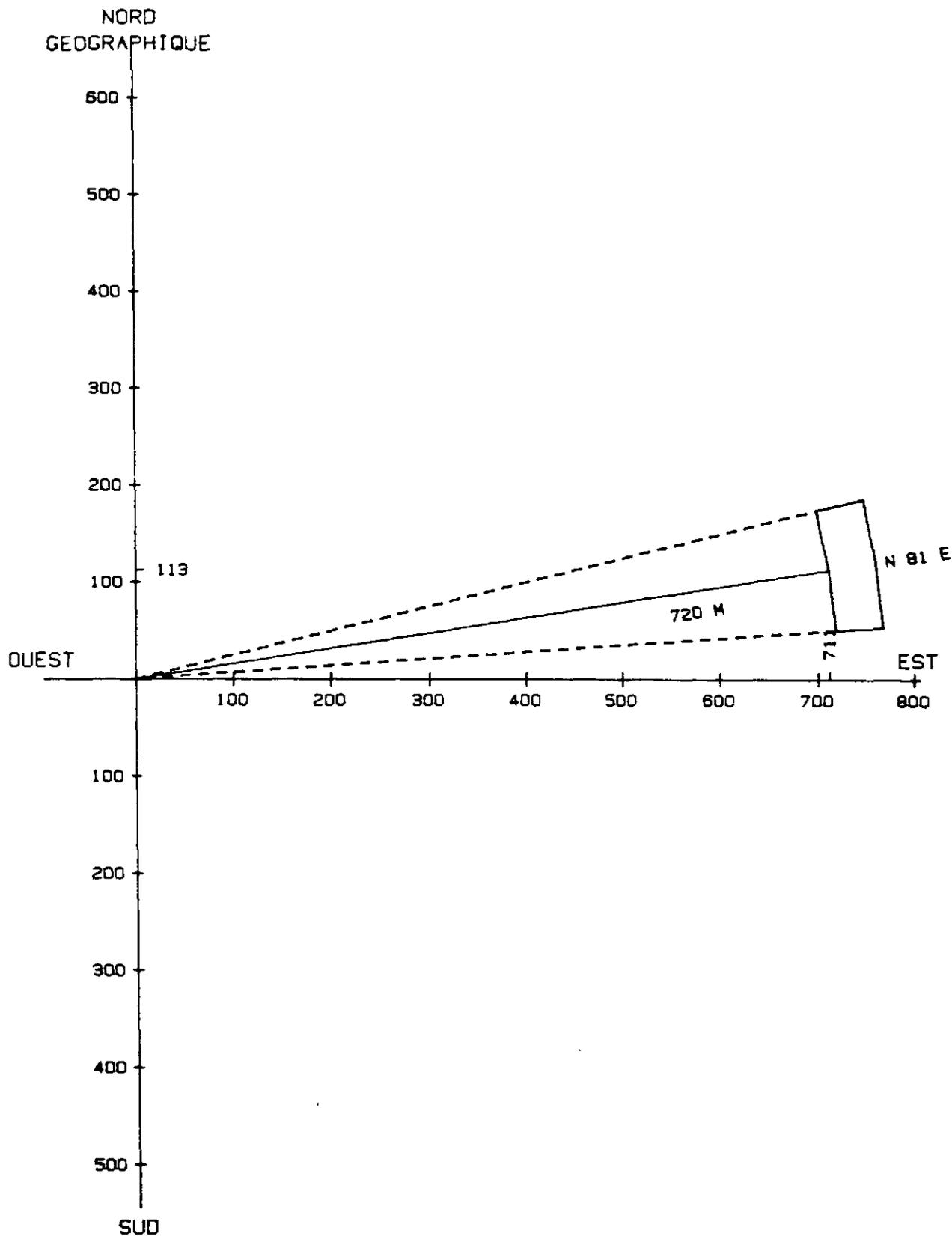
PROGRAMME DE FORAGE I. GBL 9"5/8





PROJECTION HORIZONTALE I. GBL

DEPLACEMENT 720 +50 M
AZIMUT N 81 E +-5 DEG



. Programme de diagraphies

Avant tubage 13"5/8

Double diamètreur (100 - 665 m)

Gamma-ray (100 - 665 m)

Avant tubage 9"5/8

Double diamètreur (665 - 1.830 m)

Gamma-ray (665 - 1.830 m)

Après tubage 9"5/8

Cement bond log (0 - 1.830 m)

Réservoir (1.830 - 1.995 m)

Densité des formations

Gamma-ray

Boues

Les boues utilisées seront des boues aux polymères à support bentonitique. Des polymères dégradables seront utilisés dans le réservoir.

- PROGRAMME DE MISE EN PRODUCTION

Il comprend une phase de stimulation et de développement englobant plusieurs opérations successives :

- . un nettoyage par dégorgeement artésien, par injection d'eau claire ou par le procédé d'air-lift,
- . une acidification,
- . un nouveau dégorgeement.

La seconde étape des essais est destinée à définir les paramètres physiques de l'aquifère exploité. Elle comporte des opérations de mise en production, de remontée de pression par fermeture du puits à la fin du forage de chaque puits. Un essai d'injection s'ajoute à ce programme pour le puits d'injection. En fin d'essai, un test d'interférence mesure les effets de puits à puits.

Ces essais comportent des enregistrements de diagraphies au niveau du réservoir :

- . un flowmètre ou débitmètre,
- . une thermométrie,
- . une mesure de pression de fond (sonde HP),
- . un échantillonneur.

Le volume total des eaux d'essai sera environ de 2.000 à 3.000 m³ par puits. Ces eaux seront évacuées suivant les possibilités du contexte local en fonction de leurs caractéristiques chimiques et de leur volume. Si nécessaire, on pratique des chasses d'eau douce pour diluer le fluide géothermal qui, avant rejet, sera refroidi par passage dans un borbier.

2.1.2 - IMPACT SUR LES INFRASTRUCTURES

Dans cette partie, ne sont repris que les rubriques pour lesquelles le chantier peut être préjudiciable, ou devenir utilisateur provisoire.

2.1.2.1 - Voiries

Les véhicules desservant le chantier risquent de porter préjudice à la bonne circulation et à la viabilité des rues choisies comme itinéraire pour accéder au chantier.

Deux itinéraires ont été envisagés pour accéder au site à partir de la N. 19 :

- le premier consiste à accéder au site, via le carrefour du Marais et le CD. 30. Le va et vient des véhicules desservant le chantier risque de perturber la circulation importante sur le CD. 30. D'autre part, il est nécessaire d'aménager une entrée sur le site à partir du CD. 30, adaptée à l'importance de la circulation,
- le second itinéraire consiste à rejoindre le site à partir du carrefour de la N. 19 et de l'avenue de Verdun, via la voie Paul Eluard. L'avenue Paul Eluard est une voie en impasse dans laquelle se trouve le C.E.S. Paul Eluard où travaillent plusieurs centaines d'enfants qui empruntent cet itinéraire deux à quatre fois par jour.

2.1.2.2 - Réseau d'assainissement

Durant la phase des essais de mise en production de chaque forage, 2.000 à 3.000 m³ d'eau géothermale devront être rejetés sur une durée de 3 à 5 jours dans le réseau d'eaux usées le plus proche du site, soit la conduite Ø 500 du CD. 30.

Ces volumes d'eau importants encombreront partiellement le réseau et l'agressivité de l'eau géothermale peut porter préjudice à l'état des conduites utilisées.

Enfin, cette conduite E.U. située sous le trottoir nord du CD. 30, se trouvera sous l'entrée du chantier de forage, si l'itinéraire d'accès choisi est le CD. 30. Or, l'aménagement de cette entrée nécessitera des travaux de terrassement et a posteriori la circulation de véhicules lourds risquant de détériorer la conduite.

2.1.2.3 - Adduction d'eau

Le piquage Ø 200 de la bouche d'incendie située devant l'entrée du cirque BOUGLIONE pourra être utilisé pour aménager une conduite Ø 100 d'alimentation en eau du chantier.

Ce branchement nécessitera l'aménagement d'un comptage d'eau et de plusieurs dizaines de mètres de conduite dans l'enceinte des actuels entrepôts BOUGLIONE.

D'autre part, il risque de perturber momentanément l'alimentation de la bouche d'incendie, le débit maximal demandé - 100 m³/h - étant relativement important.

2.1.2.4 - Réseau Gaz de France

La conduite de gaz Ø100 moyenne pression implantée sous le trottoir nord du CD. 30 se trouvera sous le passage des véhicules desservant le chantier, si l'itinéraire choisi pour accéder au site de forage est le CD.30.

Ce passage nécessitera des travaux de terrassement importants à l'aplomb et aux abords immédiats de la conduite.

La conduite en Ø 50 puis 100, située sous trottoir, côté site, dans la voie Paul Eluard, en face du C.E.S. peut subir des dommages, car elle se situe au voisinage de l'endroit retenu pour réaliser l'entrée du chantier, pour le cas où l'itinéraire d'accès au chantier retenu est : avenue de Verdun et voie Paul Eluard.

2.1.2.5 - Réseau électrique

La ligne moyenne tension située à proximité de la conduite de gaz sous le trottoir nord du CD. 30 risque les mêmes préjudices : travaux de terrassement et passages de véhicules lourds.

D'autre part, si la machine de forage n'est pas équipée de groupe électrogène, un transformateur électrique devra être mis en place à partir de la ligne électrique moyenne tension, la plus proche du site.

2.1.2.6 - Réseau téléphonique

Le chantier de forage nécessitera l'utilisation de deux lignes téléphoniques temporaires. Ces lignes pourront être établies soit à partir du réseau téléphonique déjà existant dans la voie Paul Eluard, soit à partir du réseau qu'il est prévu d'installer sous le trottoir nord du CD. 30 pendant l'été 1984.

Ce dernier risque les mêmes préjudices que les réseaux de gaz, d'électricité et d'assainissement à l'entrée du chantier dans le cas où l'itinéraire CD. 30 est adopté.

2.1.3 - IMPACT SUR LES EAUX

Les risques présentés par une telle opération ont trait en majeure partie, aux problèmes hydrauliques. Il faut, en effet, prendre en compte les dispositions permettant de faire face à des circulations anormales de fluides, notamment :

- en surface, avec les épanchements et ruissellements accidentels des produits liquides ou pulvérulants utilisés couramment sur les plateformes de forage,
- en profondeur, par des mélanges d'eau entre les différentes nappes souterraines traversées par le forage.

2.1.3.1 - Eaux superficielles

Durant les travaux de forages, les produits liquides utilisés sont d'une part les produits classiques rencontrés sur tous types de chantier - gazoil, huile moteur principalement -, d'autre part, des produits spécifiques au forage - acide, produits boue, sel, eau géothermale -.

Le gazoil et l'huile moteur ne sont répandus qu'en faible quantité et peuvent se retrouver à l'état de traces dans les eaux superficielles.

L'acide employé habituellement sur les chantiers géothermiques, est l'acide chlorhydrique. Il est utilisé à faible concentration - 15 % -. Il contient un inhibiteur empêchant l'attaque acide de l'acier. Il est stocké en cuve à double paroi, de 4 m³, comprenant un système de dépotage à l'air comprimé. Une seule cuve de 4 m³ se trouve en permanence sur le chantier pour pallier d'éventuels incidents en cours de forage. Au moment des essais, 12 m³ d'acide sont stockés sur le chantier avant d'être utilisés pour le "développement du réservoir".

Les épanchements accidentels d'acide représentent de très faibles volumes. Cet acide se neutralise rapidement au contact des matériaux, généralement calcaires, constituant la couche de roulement de la plateforme.

Les produits de boue et le sel sont stockés pendant toute la durée du chantier à proximité des bacs de fabrication des boues. Leur conditionnement est réalisé en sacs de 30 à 50 kg en plastique de façon à prévenir leur stockage contre l'humidité.

Ces produits décrits au paragraphe 2.1.1.3, ne présentent aucun danger de pollution. Ils sont biodégradables en général, et les seuls produits agressifs que soient le bactéricide (formol) et la soude caustique sont en très faible quantité.

L'eau géothermale n'intervient qu'en phase finale du forage. Cette eau peut présenter des risques de pollution en très grande quantité, en particulier pour ses fortes capacités corrosives et sa forte salinité. Toutefois, les quantités déversées accidentellement sont faibles et ces risques sont peu importants.

2.1.3.2 - Eaux souterraines

Les principaux risques auxquels sont exposées les eaux souterraines sont de deux types :

- risque de communication entre nappe : ce risque est limité en superficie et en temps et il est donc de faible importance,
- risque de pollution par les boues de forage : les différents constituants entrant dans la composition des boues sont, comme nous venons de le voir, sans danger pour la plupart, ou bien, les polluants sont en très faible quantité.

2.1.4 - IMPACT SUR LE MILIEU HUMAIN

2.1.4.1 - Impact sur la qualité de l'air

Le chantier donnera lieu à des émissions de gaz d'échappement (batterie de moteurs, camions ...). Il arrive, en outre, que les nappes aquifères, profondes, contiennent des gaz dissous (hydrocarbures, hydrogène sulfuré (H₂S) par exemple).

Pendant les essais, les mesures de débit s'effectuent sur plusieurs heures (10 à 15 h). Les gaz dissous dans l'eau géothermale à la pression du gisement, se dégagent en partie à la pression atmosphérique. Ce sont par ordre de taux décroissant : l'azote, le méthane, le gaz carbonique et l'hydrogène sulfuré qui a l'odeur caractéristique d'œufs pourris.

L'hydrogène sulfuré est perceptible, à l'odeur, à dose très faible (10^{-6} g/l), mais il peut devenir toxique à des concentrations élevées.

2.1.4.2 = Eclairage du chantier

Les impératifs techniques, tels que la bonne tenue du trou en cours de foration, contraignent l'entreprise de forage à un travail continu de 24 heures, et, donc, à prévoir un éclairage puissant de toute la plateforme de forage.

D'autre part, bien que situé hors des zones de servitude des divers aéroports et héliports les plus proches, le mât de la machine de forage portera un balisage lumineux.

2.1.4.3 = Impact sonore = Emergence sonore du forage

On peut estimer à 75 mètres la distance entre le forage et les premières habitations dans le C.E.S. Quant aux tours, la plus proche est située à près de 150 mètres du forage.

A 75 mètres, les niveaux sonores à attendre, sont compris entre 65 et 75 dBA pour des machines non capotées, selon le type de machines.

On notera des niveaux plus élevés au 13ème étage qu'au sol, la différence s'étalant de 2 à 7 dBA, et 5 dBA pouvant être considéré comme une valeur moyenne.

Entre les habitations situées dans l'école et les tours, les différences de niveaux varient de 4 à 15 dBA, 9 dBA pouvant être considéré comme une valeur moyenne.

Les machines capotées permettent d'atteindre des valeurs de l'ordre de 62 dBA et pouvant aller jusqu'à 50 dBA dans certains cas.

Au niveau des grands immeubles, à 150 mètres, les valeurs peuvent être comprises entre 55 et 65 dBA pour des machines non capotées, entre 55 jusqu'en-dessous de 50 pour des machines capotées.

L'émergence sonore du forage près des logements du C.E.S. sera au maximum comprise entre 5 et 25 dBA pendant la nuit. On peut tabler sur une valeur moyenne de 15 dBA. De jour, elle ne sera plus que de 0 à 5 dBA.

Signalons que la position des logements du C.E.S. est telle, que le bruit arrivera sur la facade nord, qui ne comporte pas d'ouverture, et donc que l'incidence dans les logements sera faible. Néanmoins, des réflexions sur l'école en face peuvent être à craindre, répercutant le bruit sur les facades ouest des appartements.

L'émergence sonore près des grands ensembles, sera de 10 à 20 dBA de nuit, selon les machines utilisées, au niveau du sol. L'augmentation du bruit de fond avec la hauteur amènera l'émergence entre 5 et 15 dBA à hauteur du 13ème étage la nuit. De jour, l'émergence sera négligeable pour ces immeubles.

2.1.4.4 = Vibrations

Comme tout chantier, la plateforme de forage sera source de vibrations, essentiellement lors du forage du terrain de surface (durant deux jours environ). Il n'existe pas de données sur les vibrations transmises par un engin de forage type pétrolier, ces vibrations étant bien entendu, fonction du terrain de surface et du type de machine employé. Cependant, ces vibrations restent faibles.

2.2 - EVALUATION DES IMPACTS PENDANT L'EXPLOITATION DU GITE

2.2.1 - ASPECT DES INSTALLATIONS (figures 8 et 8 bis)

L'exploitation de l'énergie géothermique se fera à partir de deux forages (doublet), l'un destiné à la production d'eau chaude, l'autre destiné à la réinjection, dans le même aquifère, de l'eau qui a cédé une grande partie de ses calories. Cette eau sera réinjectée à 35°C, selon les prévisions.

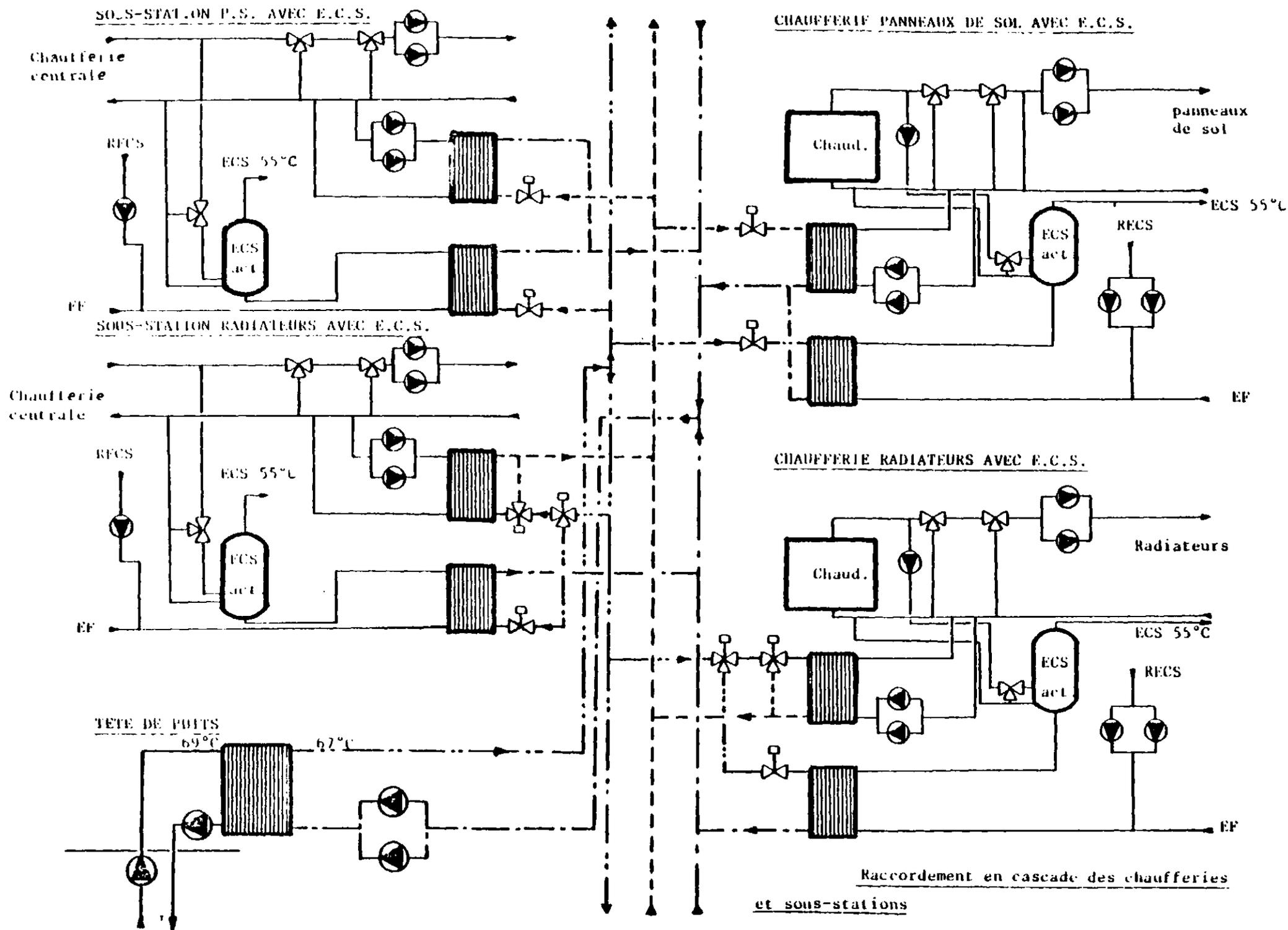
Dans ce projet, les deux forages sont déviés et sont effectués à partir de la même plateforme. Les têtes de puits seront distantes de 15 m environ, et les forages éloignés de 1.100 m au toit du réservoir.

Le choix de ce type d'exploitation (puits de production et d'injection à proximité l'un de l'autre) a été retenu pour les raisons suivantes :

- éviter de distribuer de l'eau géothermale (provenant de l'aquifère aux caractéristiques chimiques polluantes) en zone urbanisée,
- éviter le déplacement de la plateforme de forage,
- n'avoir qu'un seul site de forage et ne pas multiplier les "nuisances" dues aux forages.

Ce choix entraîne la construction d'un réseau intermédiaire appelé "réseau géothermique". Il reliera l'échangeur géothermal placé à proximité de la tête de puits, aux échangeurs qui seront installés dans les chaufferies déjà existantes des différents groupes urbains concernés.

Ainsi, le circuit d'eau géothermale (circuit primaire), salée, est-il réduit à la liaison : forage de production - échangeur primaire à plaques de titane dans la station géothermale - forage d'injection. Cette liaison se fera par une canalisation prévue pour assurer la circulation du fluide géothermal corrosif. L'eau géothermale cède ses calories à l'eau géothermique (circuit secondaire), par passage dans l'échangeur primaire. Une pompe d'exhaure immergée sera mise en place dans la chambre de pompage du puits de production (à environ 300 m de profondeur). La réinjection s'effectuera à l'aide d'une pompe de surface.



L'eau géothermique sera distribuée pour un réseau de chauffage de type "classique". Les échangeurs secondaires seront implantés dans les chaufferies déjà existantes.

Le réseau géothermique sera conçu de manière à desservir les chaufferies des immeubles équipés d'émetteurs haute température (radiateurs), puis, celles des ensembles équipés de panneaux de sols.

Depuis le forage, le réseau géothermique aura les caractéristiques suivantes :

- débit : 280 m³/h,
- température en sortie locale tête de puits : 67°C.

2.2.1.1 - Conception des raccordements au niveau des chaufferies

Depuis le forage, le réseau géothermique alimentera, suivant une distribution en cascade, toutes les chaufferies et sous-stations ayant un réseau chauffage radiateurs. Les retours géothermiques en sortie de ces installations, alimenteront, à la température des retours radiateurs toutes les chaufferies et sous-stations ayant un réseau chauffage panneaux de sols.

Un troisième tube, à la température de départ du réseau (67°C) alimentera en direct les chaufferies ou sous-stations panneaux de sols ayant une production E.C.S. collective, afin d'assurer un taux de couverture de 100 % sur les besoins E.C.S.

Tous les échanges thermiques dans les chaufferies ou sous-stations seront réalisés par l'intermédiaire d'échangeurs à plaques afin d'éviter les problèmes de pression entre les installations existantes et les installations géothermiques. La régulation se fera par l'intermédiaire de vannes 2 voies agissant sur le débit.

Dans cette solution, les chaufferies d'flots ne seront plus raccordées, et les réseaux primaires existants serviront d'appoint aux sous-stations raccordées au réseau géothermique (voir figure 8).

La piscine sera raccordée sur les retours géothermiques pour préchauffer l'E.C.S. et assurer le réchauffage de l'eau des bassins, avec un taux de couverture proche de 100 %. Il pourra être prévu également un préchauffage sur la gaine d'air neuf (3.000 m³/h).

Le réseau géothermique, réalisé suivant une distribution à 3 tuyaux, alimente les installations suivantes (voir figure 8 bis) :

- sous-station Cité Jardins, Notre Cottage, Pierre et Lumière,
- colonel Fabien II,
- sous-station Cité Saint-Exupéry,
- colonel Fabien I,
- tours F.F.F.,
- cité Travail et Propriété,
- foyer A.D.E.F.,
- maternelle Casanova,
- G.S. Romain Rolland.

2.2.1.2 - Conception de la station d'échange et de la distribution de l'énergie géothermique

Depuis la plateforme de forage, implantée sur le site de forage, le réseau géothermal alimentera le local technique situé à proximité des puits d'exhaure et de réinjection.

L'échange se fera par l'intermédiaire d'un échangeur à plaques au titane avec au secondaire le réseau géothermique.

Afin d'éviter les problèmes de coordination de maintien de pression sur les différentes installations, le raccordement géothermique sur les installations raccordées se fera par l'intermédiaire d'échangeurs à plaques.

La circulation du fluide géothermique sera assurée par des groupes électro-pompe à vitesse variable s'adaptant à la charge thermique du réseau.

Corrélativement, les pompes de production et de réinjection du circuit géothermal seront alimentées en courant à fréquence modulée, permettant de faire varier le débit en fonction des besoins.

Ces dispositions ont pour but d'optimiser le taux de couverture des besoins par la géothermie et de limiter la consommation d'énergie électrique, ce qui améliore sensiblement le bilan énergétique global.

2.2.1.3 - Dimensionnement sommaire des installations

Les installations définitives comprendront d'une part, le réseau géothermal et d'autre part, le réseau géothermique.

Le réseau géothermal sera aménagé sur le site prévu pour les forages. Il comprendra :

- le local, d'environ 300 m², dans lequel seront installés séparément, pour pallier les risques d'inondation, l'échangeur primaire, les armoires de commande des groupes électro-pompe et la pompe d'injection (la pompe de production étant immergée dans le puits de production),
- les têtes de puits situées à l'extérieur du local, qui seront reliées chacune à l'échangeur primaire par 10 à 20 m de conduite isolée thermiquement.

Une aire de service et de sécurité carrossable (13 t/essieu) de 20 mètres de rayon autour du local et des têtes de puits, munie d'un chemin d'accès, devra être aménagée.

Le réseau géothermique alimentera les chaufferies existantes à partir du local de l'échangeur primaire. La figure 8 montre l'ensemble des conduites qui devront être mises en place pour amener l'eau géothermique jusqu'aux chaufferies existantes.

2.2.2 - IMPACT SUR LES INFRASTRUCTURES

Le réseau routier et les diverses infrastructures s'y rattachant pourront subir des modifications ou des préjudices au cours de l'installation et de l'exploitation des conduites du réseau géothermique. La mise en place de ce réseau nécessitera l'implantation de 3.500 m environ de tranchées le long des rues et avenues suivantes :

- Oradour-sur-Glane,
- Verdun,
- Paul Eluard,
- Gry Moquet,
- Alexandre Fleming,
- Mail Salvador Allende.

2.2.3 - IMPACT SONORE

Le bruit émanant des installations sera insignifiant. La seule source de bruit est le groupe électro-pompe.

2.2.4 - IMPACT SUR LES EAUX

2.2.4.1 - Eaux superficielles

Afin de diminuer les risques d'inondation et de pollution liés à d'éventuels incidents sur le réseau géothermal, celui-ci est conçu pour avoir les dimensions les plus réduites possibles. Ainsi, les têtes de puits sont-elles distantes de 15 m et la station géothermale est implantée le plus près possible des têtes de puits.

L'éventualité d'incidents du type rupture de tête de puits ou de canalisation ne peut être envisagée dans les conditions d'utilisations prévues. En effet, les normes de choix des têtes de puits sont prises en vue du maximum de sécurité. De plus, l'installation d'un compensateur de dilatation supprime les efforts sur la tête de puits. Le B.R.G.M. propose

également des contrats de suivi et d'entretien des forages (en particulier, les contrôles de corrosion), en vue de prévenir un quelconque risque d'accident.

L'expérience acquise au cours des réalisations antérieures permet ainsi de constater qu'aucun problème de fuite nécessitant de tuer le puits ne s'est produit. Les seules fuites intervenues sur certaines installations étaient en aval de la vanne de fermeture du puits de production.

Si toutefois, par accident, une tête de puits venait à être endommagée, le puits pourrait être tué en quelques heures par une injection de saumure (eau salée de forte densité).

2.2.4.2 - Eaux souterraines

En cours d'exploitation, l'impact du doublet géothermique ne se manifeste qu'au niveau de l'aquifère du Dogger. Le trou étant tubé et cimenté, il n'y a pas de risque de communication entre les nappes sus-jacentes traversées par le forage, mais non captées par celui-ci.

Les conséquences de l'exploitation de l'aquifère du Dogger pour le projet géothermique de Bonneuil-sur-Marne ont fait l'objet d'une modélisation mathématique montrant l'évolution de la température au cours du temps. Cette modélisation prend en compte la totalité des projets de forages géothermiques au Dogger situés aux alentours du site de Bonneuil-sur-Marne.

Ces projets de forages sont les suivants :

Doublets	Forage production ou injec- tion	Coordonnées des impacts de forage au niveau du réservoir	
		x	y
BONNEUIL-SUR-MARNE	Prod.	610.850	117.760
	Inj.	611.550	118.730
BOISSY-SAINT-LEGER	Prod.	612.530	118.030
	Inj.	611.830	117.060
CRETEIL MONT MESLY SUD	Prod.	609.276	118.900
	Inj.	609.975	119.860
SUCY-EN-BRIE	Prod.	613.155	119.375
	Inj.	614.045	118.725

Il n'existe aucun double géothermique réalisé assez proche du site de Bonneuil-sur-Marne, pour être pris en compte dans la modélisation.

Cette modélisation est présentée en figure 9. Elle montre qu'il est envisageable de réaliser dans la région de Bonneuil-sur-Marne l'ensemble des doublets prévus. Aucune chute de température supérieure à 2°C ne se produit avant 23 ans (Cf fig. 9 bis).

BONNEUIL-BOISSY ETUDE D'IMPLANTATION

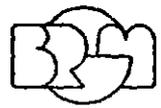
HYP. 3.11.83
TI=35

VITESSE REELLE D'ECOLEMENT NATUREL = 0. M/AN
 POROSITE = 14.00 %
 HAUTEUR UTILE DE L'AQUIFERE = 20 METRES
 CAPACITE CALORIFIQUE DU FLUIDE = 1.20 CAL/CM3/°C
 CAPACITE CALORIFIQUE DE LA ROCHE = 0.50 CAL/CM3/°C
 CAPACITE CALORIFIQUE DES EPONTES = 0.50 CAL/CM3/°C
 CONDUCTIVITE THERMIQUE DES EPONTES = 0.62E-02 CAL/CM/S/°C

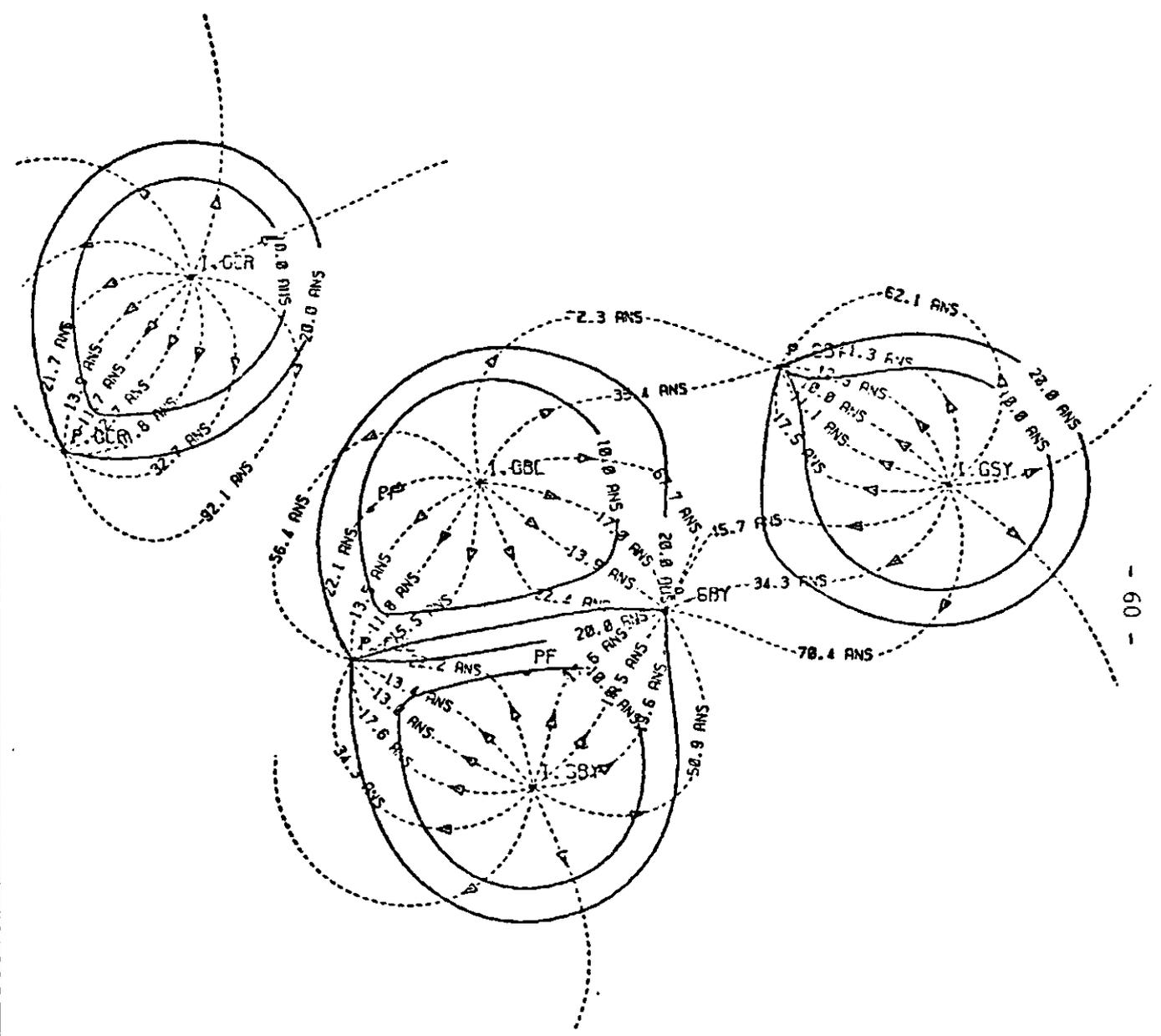
DEBITS EN M3/H :

PRODUCTION		INJECTION	
P.GBY	• 150.00	I.GBY	• 150.00
P.GBL	• 140.00	I.GBL	• 140.00
P.GCR	• 160.00	I.GCR	• 160.00
P.GSY	• 130.00	I.GSY	• 130.00
PF	• 0.		
PF	• 0.		

GBY : BOISSY ST LEGER
 GBL : BONNEUIL SUR MARNE
 GCR : CRETEIL (MONT MESLY SUD)
 GSY : SUCY EN BRIE



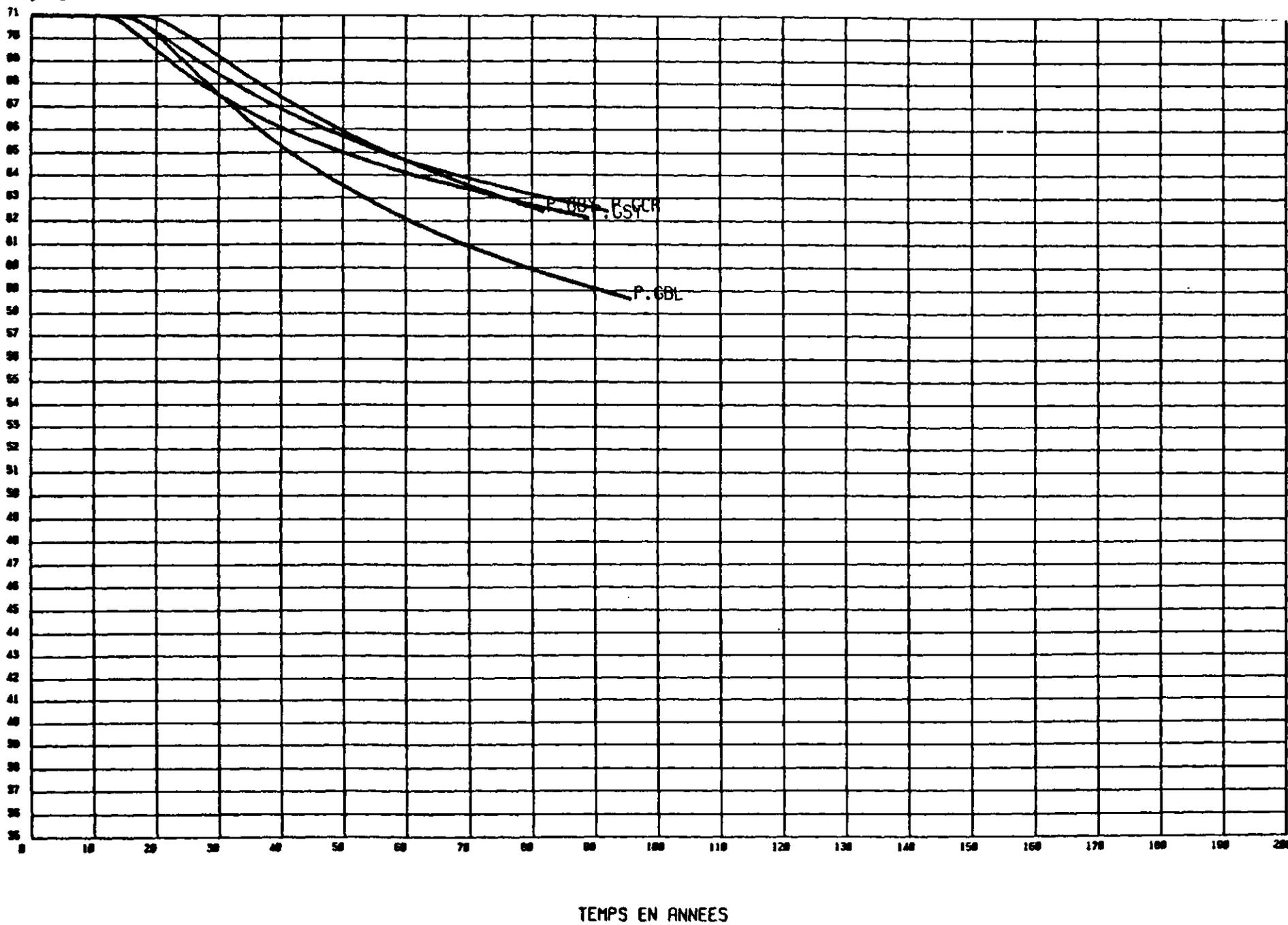
ECHELLE : 1 cm = 250 METRES



- 60 -

Fig. 5

TEMPERATURE EN DEGRES CELSIUS



EVOLUTION DE LA TEMPERATURE AUX PUIITS DE PRODUCTION
BONNEUIL-BOISSY ETUDE D'IMPLANTATION HYP. 3.11.83 TI=35

3. - RAISONS DU CHOIX DU SITE

Le choix de l'emplacement de la future plateforme de forage a été arrêté pour trois raisons :

- le site se trouve au barycentre des futurs consommateurs de cette énergie géothermique,
- le terrain choisi est le seul terrain disponible à proximité des consommateurs,
- enfin, compte tenu des projets de forages géothermiques voisins réalisés ou à l'étude, cette localisation semble la plus propice.

4. - MESURES ENVISAGÉES POUR SUPPRIMER, RÉDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSÉQUENCES DOMMAGEABLES

4.1 - MESURES PRISES PENDANT LA PHASE DE CHANTIER

4.1.1 - ENVERS LE CADRE NATUREL

Compte tenu des éléments d'impact exposés dans les chapitres précédents, les mesures prises sont les suivantes :

- avant la construction de la plateforme, une campagne d'essais géotechniques et de reconnaissance de terrain définira les mesures à prendre pour assurer la stabilité de la plateforme, à court terme pour les travaux de forage et à long terme pour l'implantation des installations définitives (local de la station géothermale),
- les ordures ménagères et les déchets du chantier seront stockés en cuvette étanche ou en benne à ordures. Les déchets accumulés et les trop-pleins des bourniers seront évacués vers une décharge autorisée à recevoir de tels produits.

4.1.2 - ENVERS LES EAUX

4.1.2.1 - Eaux superficielles

- Un étanchement des bourniers sera réalisé avec des bâches résistantes aux hydrocarbures et aux acides,
- un drainage de la dalle bétonnée principale et des dalles secondaires sera réalisé afin que les eaux de ruissellement, les épandages accidentels de produits divers (huiles, gazoil, acide, produits de boue, etc ...), s'écoulent par des caniveaux étanches, vers les déshuileurs et les bourniers,

- des caniveaux étanches seront également réalisés entre bacs à boue et déshuileurs,
- les citernes à fuel ou essence, à simple paroi, seront placées dans un bac étanche dont la capacité est supérieure au volume des citernes,
- un stock de soude caustique devra rester disponible pour le cas où interviendrait un épanchement accidentel important d'acide, afin de le neutraliser immédiatement.

4.1.2.2 - Eaux souterraines

En cours de foration, la boue de forage viendra en contact avec l'eau des nappes traversées. Toutefois, l'invasion sera de faible ampleur, limitée à quelques dizaines de centimètres, ou quelques mètres du trou. Seule, la phase liquide de la boue pénètre dans l'aquifère. A la périphérie du trou, se forme une sorte de croûte ("cake" en terme de forage), plus ou moins imperméable, permettant une meilleure tenue de la paroi du forage. Ce "cake" empêche partiellement les circulations d'eau entre nappes. Etant biodégradable, le "cake" se dégrade et disparaît au bout de quelques jours.

En fin de foration, les eaux souterraines des différentes nappes traversées par les forages seront isolées grâce à la pose de tubages et à la réalisation de cimentations interannulaires qui seront contrôlées par diagraphies (CBL, VdL).

4.1.3 - ENVERS LES INFRASTRUCTURES

Certains réseaux enterrés sous trottoir côté site dans la voie Paul Eluard ou le CD. 30 sont préjudiciables dans la mesure où ces deux axes routiers sont susceptibles de desservir l'entrée de la plateforme de forage. Il s'agit pour la voie Paul Eluard : d'une conduite de gaz Ø 50 ;
pour le CD. 30 : . une conduite E.P.

- . une conduite de gaz Ø 100,
- . 2 câbles électriques moyenne tension,
- . une ligne d'éclairage public,
- . et d'une future ligne téléphonique, qu'il est prévu de mettre en place dans le courant de l'été 1984.

Pour pallier ces inconvénients, l'entrée aménagée soit sur le CD. 30 soit sur la voie Paul Eluard sera renforcée pour permettre la circulation de véhicules lourds sans risque de dommage envers ces réseaux.

D'autre part, le chantier de forage nécessitera l'utilisation momentanée d'une partie des infrastructures locales, existant aux abords du site et décrites dans les chapitres précédents. Ce seront, en particulier :

- la voirie, selon l'itinéraire choisi,
- le réseau d'assainissement des eaux usées,
- le réseau d'adduction d'eau,
- le réseau téléphonique,
- le réseau électrique, moyenne tension, dans le cas où la machine de forage n'est pas équipée de groupes électrogènes.

4.1.3.1 - Envers la voirie

Deux itinéraires ont été retenus pour accéder au site de forage :

- par la voie Paul Eluard, la présence de nombreux enfants du C.E.S. imposera une réglementation de la circulation des véhicules desservant le chantier. La vitesse devra être limitée et on évitera si possible, de circuler aux heures d'entrée et de sortie du C.E.S. Le stationnement devra être interdit provisoirement entre le carrefour avenue de Verdun - voie Paul Eluard, et l'entrée du C.E.S.,
- par le CD. 30, la circulation importante (55.000 véhicules/jour) impose des normes de sécurité très strictes. L'entrée et la sortie du chantier devront être réalisées en "tourne-à-droite", de façon à éviter les décélération et les traversées de chaussée du CD. 30.

Les voies empruntées risquent de subir quelques préjudices pendant la durée du chantier. Les véhicules desservant le chantier répandront de la boue sur la chaussée. Cette dernière peut être abîmée notamment au niveau de l'entrée du chantier. Aussi, une surveillance de l'état des chaussées devra-t-elle être effectuée afin de préserver leur viabilité dans leur état originel.

Les convois exceptionnels desservant le chantier devront circuler de nuit.

L'itinéraire sera fléché pour éviter les manoeuvres inutiles dues à des erreurs de parcours.

Des panneaux signaleront la sortie de chantier sur la voie Paul Eluard ou sur le CD. 30 en fonction du choix d'itinéraire.

Toutes les dispositions devront être prises pour garantir, la bonne circulation, la viabilité et la propreté des chaussées devant desservir le chantier.

Le chantier sera clôturé et son accès interdit au public.

4.1.3.2 - Envers le réseau d'assainissement

Le collecteur E.P. situé sous le trottoir nord du CD. 30 sera utilisé pour rejeter les eaux d'essais des forages.

Le volume des eaux rejetées sera de 2.000 à 3.000 m³ par forage. Les rejets s'étaleront sur une durée de 3 à 5 jours.

Avant d'être rejetée, l'eau géothermale sera diluée et refroidie à 30° environ, avec l'eau douce provenant du réseau d'adduction d'eau potable.

Les rejets s'effectueront le plus régulièrement possible et aux heures propices (la nuit plus particulièrement) afin d'éviter l'engorgement des canalisations d'assainissement.

Le débit maximal des rejets sera : 100 m³/h. Une demande d'autorisation a été formulée auprès des services assainissement de la D.D.E., responsable de ce secteur, pour le rejet de ces eaux à l'égout, car l'égout du CD. 30 dépend de la D.D.E. Ce réseau aboutit à la station d'épuration d'Achères qui traite 2.100.000 m³ d'eaux usées par jour.

4.1.3.3 - Envers le réseau d'adduction d'eau

Le chantier nécessite une bonne alimentation en eau. Les besoins peuvent varier de 100 m³/jour à 100 m³/h. Toutefois, les fortes consommations ne seraient mises en oeuvre qu'en cas de perte totale pendant le forage. En dehors de cette éventualité, les besoins d'eau seraient importants pendant la période des essais. Cependant, la consommation pourra être régulée grâce aux bacs de réserve d'eau et au bournier d'essai qui permettront de réaliser un stockage d'eau.

Un branchement de 100 mm sera réalisé en montage type dans une chambre sans by-pass, sur la conduite en Ø 200 alimentant la bouche d'incendie située devant l'entrée des entrepôts BOUGLIONE.

Une demande d'autorisation a été faite auprès des sapeurs pompiers qui établiront les conditions d'utilisation.

4.1.3.4 - Envers le réseau téléphonique

Les deux lignes téléphoniques de chantier seront mises en place avec le concours de l'A.C.T.E.L. de Créteil auquel on fera parvenir une déclaration d'intention de travaux.

Enfin, si l'itinéraire d'accès au chantier est établi à partir du CD. 30, le fait devra être signalé au Service coordinateur des P.T.T. à Bagnolet, qui le prendra en compte dans le projet d'implantation du réseau téléphonique sous le trottoir nord du CD. 30 pour l'étude. En effet, les P.T.T. renforceront le recouvrement de leur canalisation au niveau de la future entrée du chantier.

4.1.3.5 - Envers le réseau électrique

Si la machine utilisée ne possède pas de groupe électrogène, l'alimentation du chantier pourra être assurée à partir de la ligne électrique moyenne tension équipée d'un transformateur.

4.1.3.6 - Envers la circulation aérienne

Bien que la plateforme de forage ne se trouve dans aucune zone de servitude des aéroports ou héliports les plus proches, le mât de forage portera un balisage lumineux pour en permettre le repérage aisé.

4.1.4 - PROTECTION DU VOISINAGE

4.1.4.1 - Protection de la qualité de l'air

Au cours du forage, les émissions de gaz sont très faibles, voire pratiquement inexistantes. Toutefois, le puits est équipé d'une tête comportant une vanne BOP, permettant de fermer totalement le puits lors d'une éventuelle éruption gazeuse. D'autre part, les phares et les moteurs devront être munis de dispositifs anti-déflagrants, conformes aux normes de sécurité en vigueur.

L'hydrogène sulfuré, qui est un gaz très perceptible à l'odeur, n'est pas toxique à faible dose et il est très vite dissipé par les courants d'air, si bien qu'il n'est essentiellement ressenti qu'à proximité des bacs et des bourniers de la plateforme.

4.1.4.2 - Eclairage

Des projecteurs puissants éclaireront l'ensemble de la plateforme. Les endroits d'activité permanente et les points d'évolution du chantier seront équipés d'un éclairage adéquat, supplémentaire.

On tentera, cependant, d'orienter les projecteurs vers le Sud ou le Sud-Est, afin d'éviter un éclairage trop important des habitations situées à proximité du terrain, pendant la nuit.

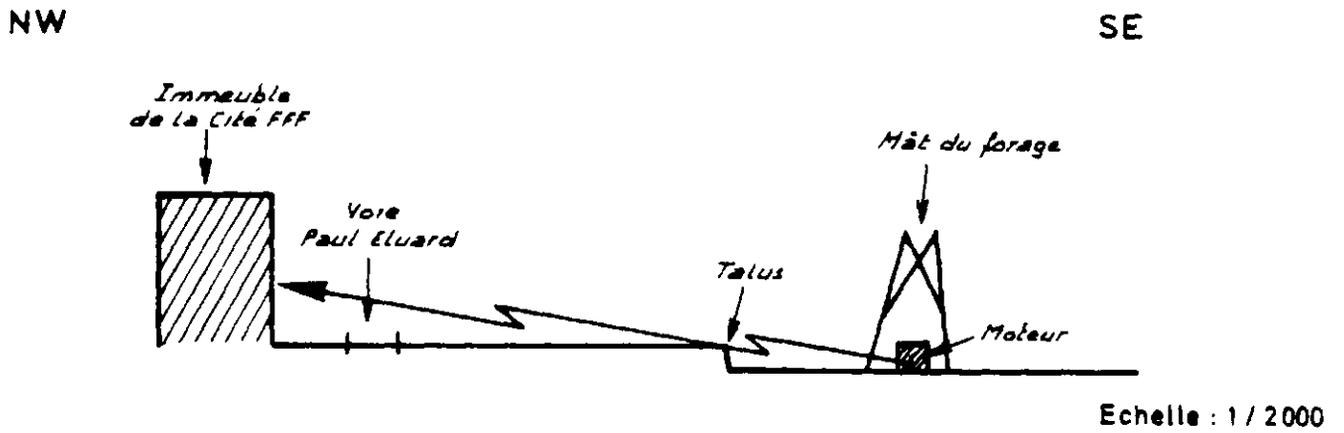
4.1.4.3 - Bruit - Mesures compensatoires (Fig. 10 et 10 bis)

Bien que dans le cas optimiste (la machine qui sera utilisée est peu bruyante) l'émergence soit faible (5 dBA de nuit) tant au niveau des logements de l'école qu'au niveau des étages des tours, la non connaissance de la machine utilisée conduit à suggérer un capotage de protection.

L'utilisation judicieuse du terrain (dénivellé de quelques mètres) doit permettre "d'enterrer" quelque peu le forage par rapport au niveau des immeubles. Le talus ainsi créé ferait obstacle à la propagation sonore pour les habitations les plus basses (fig. 10). L'utilisation de la terre des bourniers doit permettre également de créer un écran de terre, tant vis à vis des logements du C.E.S. que vis à vis des immeubles (fig. 10 bis).

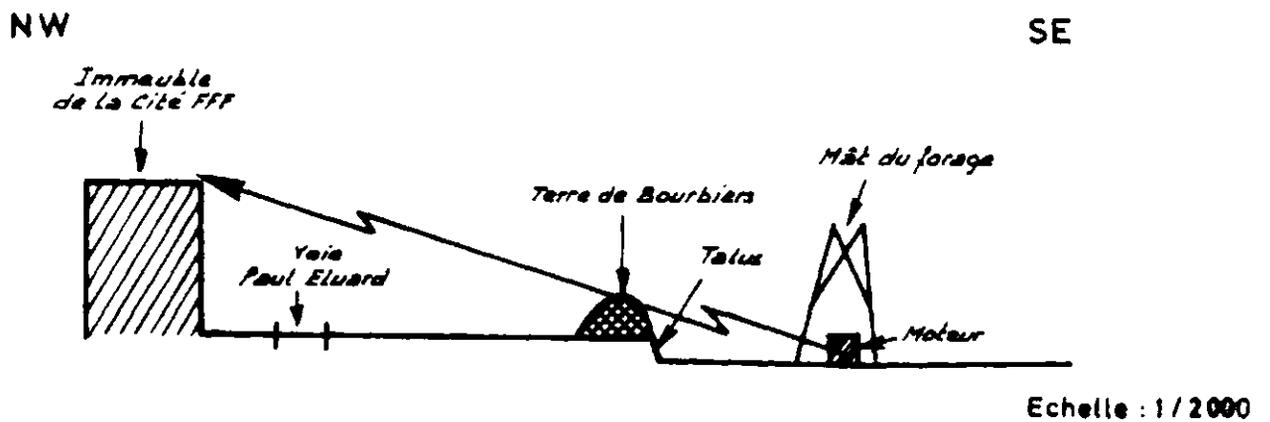
L'orientation des échappements des moteurs se fera vers le CD. 30. Dans la mesure du possible, la machine sera mise vers le Sud-Est du terrain, où elle sera le plus éloignée possible des bâtiments. Les buttes de terre seront mises le plus près possible des moteurs, ou si cela n'est pas possible, le plus près des maisons, les positions intermédiaires étant le plus inefficaces.

D'autres précautions d'usage seront prises, en particulier, pour éviter les manoeuvres bruyantes la nuit, éviter les chocs de marteau sur tiges la nuit, etc ... Ces précautions étant prises, ce forage ne devrait pas poser de problème particulier du point de vue de la nuisance sonore.



L'utilisation judicieuse du terrain doit permettre "d'enterrer" partiellement le forage.

Fig. 10 bis



Exemple de positionnement de la terre des bourbiers pour former un écran anti-bruit vis à vis des immeubles de la cité FFF.

4.1.5 - BOUES DE FORAGE

Deux solutions sont envisagées :

- la première consiste à effectuer le traitement sur place. Il existe alors deux principes de traitement des boues de forage, le choix étant effectué des résultats des consultations des entreprises concernées.

1^{er} principe : il s'agit d'un traitement physicochimique par déshydratation obtenue par floculation suivi d'une action mécanique d'épaississement et d'essorage dans un appareil adapté. Ce procédé permet :

- a) l'obtention d'un produit pelletable inerte, provisoirement stocké sur la plateforme
- b) de conférer à ce produit pelletable une aptitude au durcissement dans le temps permettant de le régaler sur le site de forage au moment de sa remise en état.

2^{ème} principe : il s'agit d'un traitement par centrifugation permettant l'obtention de deux effluents :

- a) effluent léger constitué par la boue allégée qui est renvoyée vers l'aspiration des bacs de pompe à boue,
- b) un effluent lourd (1,8) constitué par les solides extraits qui est récupéré dans un petit borbier à résidu sec.

Cet effluent qui est traité au ciment de manière à obtenir un résidu pelletable qui est mis en décharge autorisée.

- la deuxième solution consiste simplement à citerner, puis transporter la boue non traitée vers une unité de traitement agréée et spécialisée dans cette opération.

Cette solution apporte un gain de propreté et permet de rendre rapidement disponible le borbier à boue pour d'autres besoins (réserve d'eau supplémentaire, volume supplémentaire pour recueillir les eaux d'essais).

Le choix entre ces deux solutions n'a pas encore été arrêté.

4.2 - MESURES PRISES PENDANT L'EXPLOITATION

Les installations définitives comprenant le local géothermal et les têtes de puits, seront entourées d'une zone de service et de sécurité clôturée pour ne permettre l'accès qu'aux organismes agréés pour l'entretien et la mise en service de la station.

Des fosses de rétention de petit volume (quelques mètres cube) seront aménagées dans le local géothermal pour recueillir les égouttures d'eau géothermale provenant des échangeurs, presse-étoupe, etc ...

Les têtes de puits seront installées au-dessus des caves, de façon à être hors d'eau en cas d'inondation des caves.

Après la mise en place des éléments de surface précédemment décrits, le reste des éléments constituant la plateforme de forage sera détruit et la surface remise en état. On procédera à la démolition des maçonneries inutiles (goulottes, etc ..). Les borbiers seront rebouchés avec les déblais de la plateforme, provenant notamment du creusement des borbiers eux-mêmes.

Le suivi de l'exploitation sera assuré par un double système de surveillance : un pour le réseau géothermal, l'autre pour le réseau géothermique.

Au niveau du réseau géothermal, un appareil de contrôle électronique prendra en charge le contrôle de quatre paramètres principaux :

- la débit d'exhaure,
- la température,
- la pression d'exhaure,
- la pression de réinjection.

En parallèle, un enregistrement de ces paramètres sera effectué sur bande.

L'ensemble de ce système permettra un contrôle ponctuel dans le temps, pour pallier d'éventuels incidents et un contrôle de l'évolution de l'exploitation à long terme.

Au niveau du réseau géothermique, un appareillage de télégestion prenant en compte tous les paramètres concernant les échangeurs secondaires, dont, notamment, les températures et pression d'entrée et sortie d'échangeur, permettra un contrôle global de ce réseau, à partir de la station géothermale où seront intégrés les deux systèmes de surveillance. Un local d'isolation étanche protégera tout le matériel électronique et électrique des risques d'inondation dus à d'éventuelles ruptures de canalisation à l'intérieur du local.

5. - LISTE DES PRINCIPALES ADRESSES UTILES

Une déclaration d'intention de travaux devra être envoyée aux organismes marqués d'un astérisque et dont les adresses figurent dans la liste suivante :

- Services techniques de la municipalité de Bonneuil-sur-Marne
7, rue d'Estienne d'Orves
94380 BONNEUIL SUR MARNE
Tél. : 339.65.65 (M. BILLOT)

- Direction départementale de l'Equipement
- * Assainissement : A.F.E.A. E.A. 07
à l'attention de M. SIMONET
Ingénieur subdivisionnaire
126, avenue Danielle Casanova
94200 IVRY SUR SEINE
Tél. : 670.11.03

- * Voirie - Circulation routière : Directeur de l'Equipement
19, rue des Archives
94010 CRETEIL CEDEX
Tél. : 207.75.36

- * - Société lyonnaise des eaux
MM. CORNETTE et BARREAU
51, avenue de Sénart
91 MONTGERON
Tél. : (6) 940.05.70

- Station d'Epuration d'Achères
Tél. : 962.83.60

* - Services industriels et commerciaux (S.C.I.)

Section d'entretien et d'exploitation des moyens d'épuration (S.E.E.M.E.)

Rue Boissonnade

75675 PARIS

à l'attention de M. VERON

Tél. : 354.42.85

- P.T.T.

* D.T.L. 94 - Service coordination - pièce 808

Tour Galliéni

78, avenue de Galliéni

94174 BAGNOLET CEDEX

M. THOMAS Robert

Tél. : 360.14.81

360.11.21

* Demande de ligne téléphonique de chantier :

A.C.T.E.L.

25-27, rue Juliette Savar

94000 CRETEIL

Tél. : 377.14.14

- G.D.F.

* Haute-pression

G.G.R.P.

30, quai de la Révolution

94140 ALFORTVILLE

Tél. : 375.38.45

M. RAMEL

* Basse et moyenne pressions

C.D.G.P.B.P.

108 bis, rue Veron

94140 ALFORTVILLE

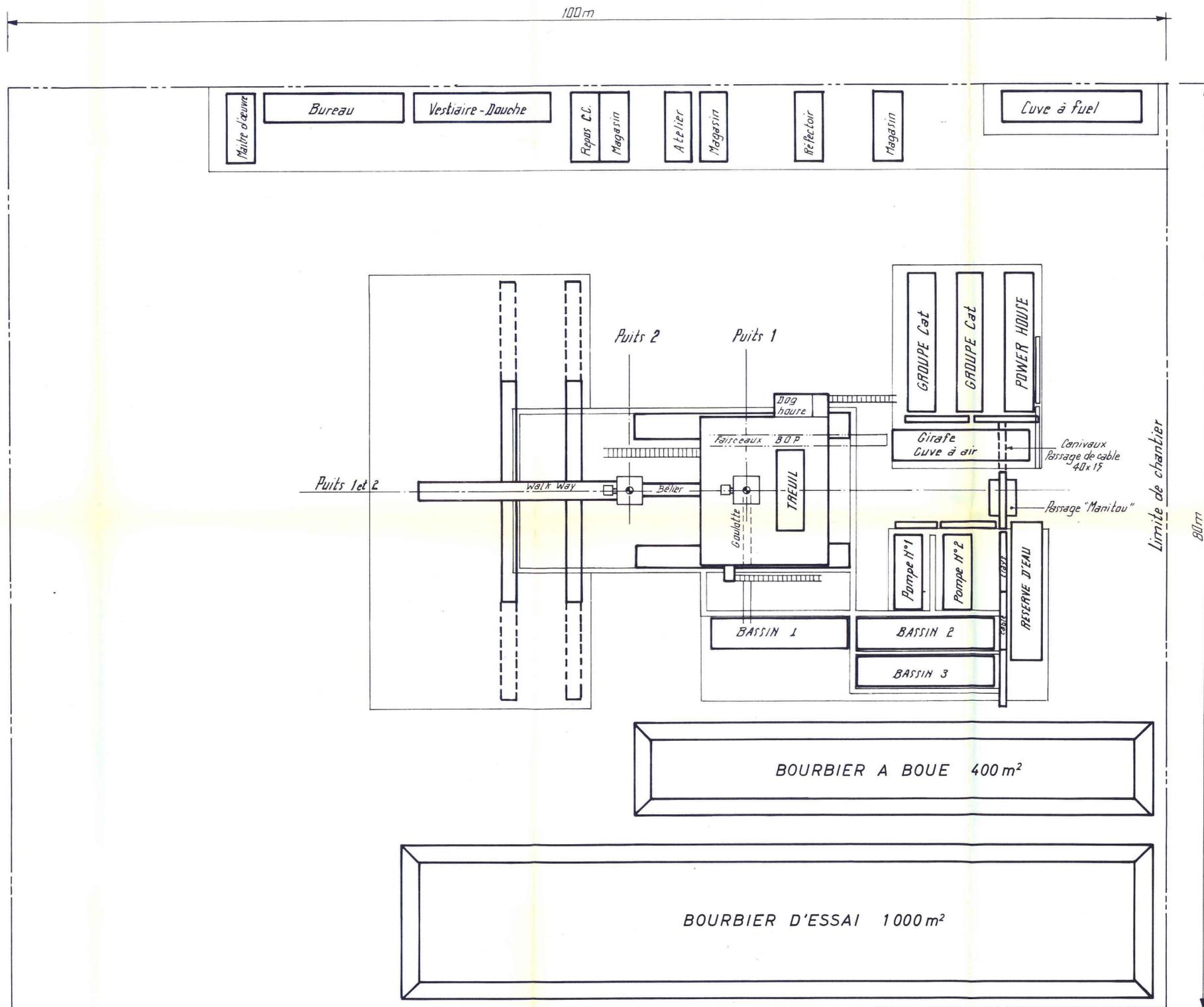
Tél. : 375.52.60

M. MERCIER.

- * - E.D.F. Basse et moyenne tensions
2 bis, rue Parmentier
94140 ALFORTVILLE
Tél. : 375.70.06
Poste 292 pour la basse tension (M. TOIRON)
Poste 214 pour la moyenne tension.

- * - Pompiers
Sapeurs pompiers
Impasse Jules Renard
75017 PARIS
Tél. : 572.18.18
Capitaine LEROY
Adjudant SYM

- * - Aéroports de Paris
Département développement
à l'attention de M. LETROQUER
291, boulevard Raspail
75675 PARIS CEDEX 14
Tél. : 320.15.00 poste 590.



Annexe 2

MAITRE D'OUVRAGE
MUNICIPALITE DE BONNEUIL
MAITRE D'OUVRAGE DELEGUE

MAITRE D'ŒUVRE



BUREAU de RECHERCHES GEOLOGIQUES
et MINIERES

**PLATEFORME de FORAGES
GEOOTHERMIQUES**

PLAN PROVISOIRE

TITRE IMPLANTATION MATERIEL SUR PLATEFORME TYPE	MODIFICATIONS	
	n° date	nature
DATE 10-02-83		
ECHELLE 1/200		