BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B. P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél. : (38) 63.80.01

Opération géothermique de Mulhouse (Haut-Rhin)

Recherche par forage d'un gite géothermique dans l'aquifère de la Grande Oolithe

---

ETUDE D'IMPACT

---

15 Mars 1983

par

M. DAESSLE

avec la collaboration de

P. Courtot B.R.G.M. Orléans dépt. géophysique

et le département géothermie du B.R.G.M. Orléans

Service géologique régional ALSACE

204, route de Schirmeck, 67200 Strasbourg - Tél. : (88) 30.12.62

SOMMAIRE

	PAGE
INTRODUCTION	1
1. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE.	2
1.1. Situation géographique du projet.	2
1.1.1. Localisation régionale.	2
1.1.2. Implantation locale et socio-économie	2
1.2. Cadre naturel.	5
1.2.1. L'environnement, végétation.	5
1.2.2. Géologie.	7
1.2.3. Hydrogéologie.	7
- la nappe phréatique	
- les aquifères profonds	
1.2.4. Hydrologie.	12
1.2.5. Climatologie.	12
1.2.6. Bruits - vibrations.	12
1.3. Eléments humains.	15
1.3.1. Habitat.	15
1.3.2. Infrastructures.	15
2. ANALYSE DES EFFETS DES TRAVAUX DE FORAGE.	17
2.1. Définition du projet.	17
2.1.1. Chantier provisoire pour la réalisation des forages.	17

2.1.2. La remise en état. 23

2.2. Evaluation de l'impact dû au chantier. 24

2.2.1. Impact sur le milieu naturel. 24

2.2.2. Impact sur le voisinage. 25

2.2.3. Impact sur les infra-structures. 26

2.2.4. Impact sur l'occupation des sols. 27

2.3. Evaluation de l'impact de l'installation. 27

2.3.1. Impact sur le sous-sol. 27

2.3.2. Impact sur le site. 28

3. RAISONS POUR LESQUELLES LE PROJET A ETE RETENU. 28

3.1. Raisons géologiques et hydrogéologiques. 28

3.2. Raisons techniques et socio-économiques. 29

3.3. Choix du type d'exploitation. 29

4. MESURES POUR SUPPRIMER OU REDUIRE LES NUISANCES. 29

4.1. Mesures contre les effets sur le milieu naturel. 29

4.2. Mesures contre les effets sur le voisinage. 31

4.2.1. Bruit - vibrations. 31

4.2.2. Circulation. 32

4.2.3. Dégagements gazeux - odeur. 33

4.2.4. Eclairage du chantier. 33

4.3. Mesures contre les effets sur les infrastructures. 33

4.4. Mesures diverses. 34

4.5. Mesures contre les perturbations socio-économiques. 34

4.6. Mesures concernant le sous-sol. 34

LISTE DES PRINCIPALES ADRESSES UTILES 34

5. REMISE EN ETAT DES LIEUX. 35

5.1. Phase immédiate. 35

5.2. Phase à long terme. 35

6. TABLEAU RESUME 36

CONCLUSIONS 38

LISTE DES FIGURES

Figure 1a	-	Carte de situation au 1/200.000e du site.	3
Figure 1b	-	Carte de situation au 1/25.000e du site.	4
Figure 2	-	Vue panoramique du site et de son environnement.	6
Figure 3	-	Coupe géologique prévisionnelle.	8
Figure 4	-	L'implantation de la plate-forme et les captages voisins (éch. 1/25.000).	10
Figure 5	-	Caractéristiques hydrogéologiques.	11
Figure 6	-	Débits moyens mensuels et annuels des cours d'eau Doller et Ill.	13
Figure 7	-	Direction et fréquence des vents - Station de Mulhouse Hirtzbach.	14
Figure 8	-	Plan de masse d'une plate-forme double.	18
Figure 9	-	Une plate-forme de forage.	20
Figure 10	-	Un atelier de forage.	21

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	-	Plan de situation et d'implantation au 1/5.000e.
Annexe 2	-	Mesures de bruits réalisées sur le site des futurs forages géothermiques de la Ville de Mulhouse par P. COURTOT.
Annexe 3	-	Programme des travaux de forage.

INTRODUCTION

La ville de Mulhouse a décidé d'utiliser les ressources géothermales potentielles du sous-sol pour assurer le chauffage et la fourniture d'eau chaude sanitaire d'un ensemble de logements collectifs sis à Bourtzwiller et Illzach en périphérie de l'agglomération mulhousienne.

La maîtrise d'oeuvre de ce projet sera assurée par un syndicat mixte Ville de Mulhouse/O.P.H.L.M..

Le projet*, dans ses hypothèses de base, prévoit la fourniture énergétique de 2.459 logements et équivalents logements (équipements scolaires et tertiaires), l'économie réalisable étant de 3.500 TEP.

L'originalité du projet réside dans la forte concentration des utilisateurs (2 importantes chaufferies existantes) en faisant appel à une ressource potentielle intéressante.

Cette dernière sera recherchée et exploitée à partir d'un système de doublet géothermique, un forage de production et un forage de réinjection (ouvrages déviés réalisés à partir d'un site et une plateforme unique), sollicitant le réservoir aquifère de la Grande Oolithe, prévu vers 1.780 m de profondeur et traversé sur 120 m environ.

Le projet fait l'objet d'une demande d'autorisation de recherche et de permis d'exploitation qui doit être accompagnée d'une étude d'impact définie à l'article 2 du décret du 12 Octobre 1977, relatif à la protection de la nature.

La présente étude d'impact des travaux de forage, est présentée conformément à l'article 7 du décret n° 78498 du 28 Mai 1978 relatif aux titres de recherche et d'exploitation de géothermie.

---

* Cf. rapport B.R.G.M. 82 SGN 777 GTH - Opération géothermique de Mulhouse
Etude de faisabilité.

1. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL DU SITE.

1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET (figures 1a et 1 b).

1.1.1. Localisation régionale (figure 1a).

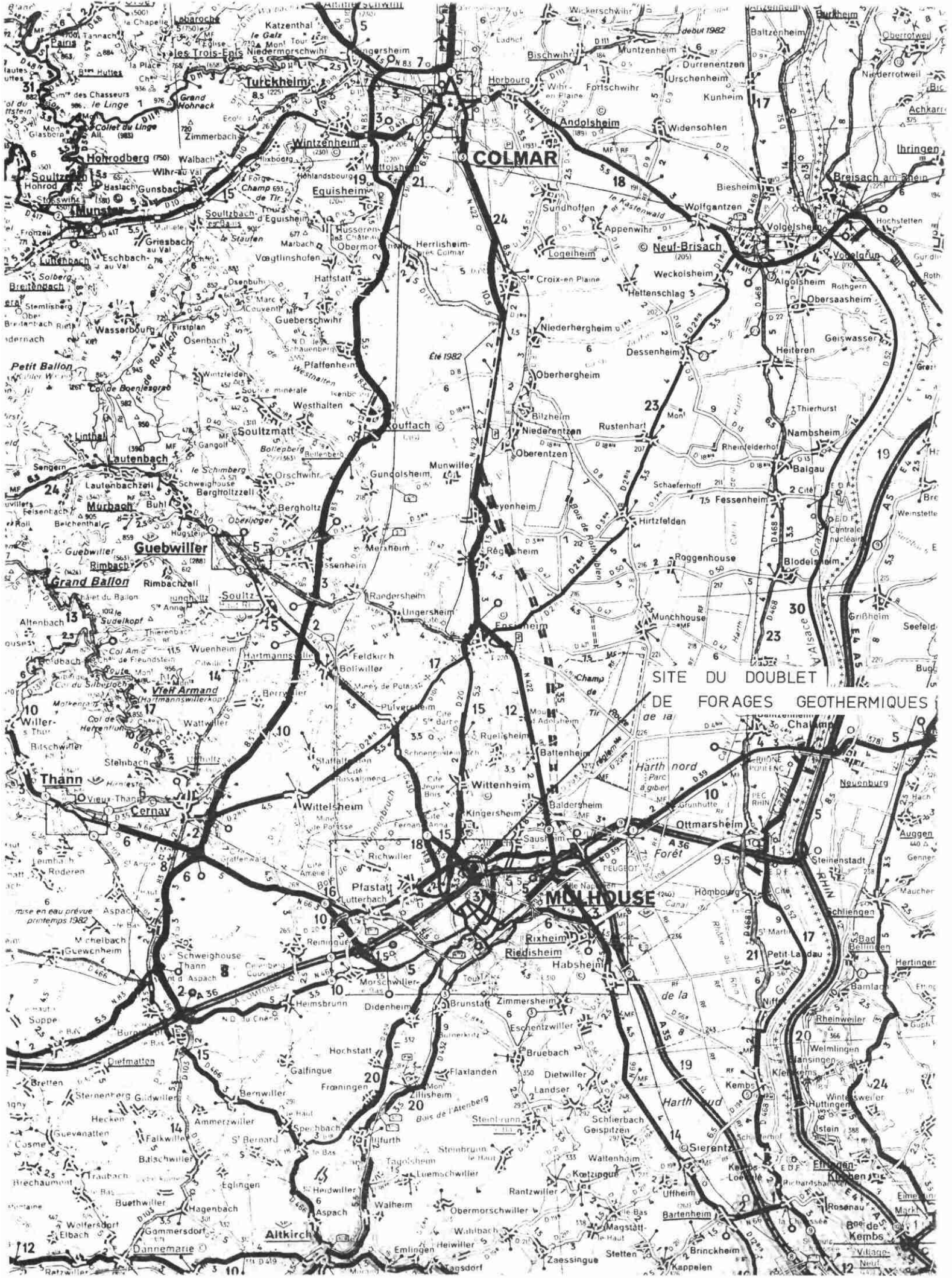
Le site envisagé pour le projet géothermique se situe sur le territoire de la Ville de Mulhouse, plus précisément de son faubourg Nord : Bourtzwiller.

La Ville de Mulhouse, sous-préfecture du département du Haut-Rhin, est avec près de 300.000 habitants, la plus importante agglomération de ce département du Sud de l'Alsace. Elle est construite à la limite des unités géographiques - collines du Sundgau et plaine rhénane - et s'étend plus particulièrement dans cette dernière en direction du Bassin Potassique par le développement urbain qu'ont connu les agglomérations satellites : Bourtzwiller de longue date a été un centre industriel et d'habitations, Illzach plus récemment a connu un développement résidentiel. Il subsiste néanmoins, au milieu des secteurs urbanisés, quelques bois et champs dans cette plaine d'altitude moyenne 235 m (en ce secteur).

1.1.2. Implantation locale et socio-économie (figure 1 b et annexe 1).

Les immeubles et équipements tertiaires, futurs utilisateurs de l'énergie géothermique, sont situés dans ces deux communes, en périphérie nord de l'agglomération mulhousienne et au nord de la rivière "La Doller" et de l'autoroute A 36 la longeant dans ce secteur. Ces immeubles se rattachent pour 4/5 à Bourtzwiller et 1/5 à Illzach.

Les forages du doublet géothermique seront implantés sur une plate-forme unique, située dans la partie ouest de Bourtzwiller, en bordure de la limite communale avec Illzach. Ce site est un terrain d'environ 15 ha, placé entre la Voie Rapide Nord - Sud et la limite communale précitée. Le terrain est occupé dans sa partie nord par un cimetière et un funérarium, la partie sud destinée à une extension de ces installations est actuellement en cultures et boisée. C'est dans cette dernière partie à cheval entre les champs et le bois, que sera implantée la plate-forme de forage qui occupera une superficie d'environ 1 ha.



CARTE DE SITUATION : 1/200 000

Fig. 1a

PLAN DE SITUATION : 1/25.000

Fig. 11b

Le terrain cultivé, actuellement loué à un agriculteur, ainsi que le bois, appartiennent à la Ville de Mulhouse. Sur le plan d'occupation des sols, le site fait partie d'une zone UCa - classée en réservation pour des équipements publics (extension du cimetière Nord). Le bois attenant est en N.D. (zone naturelle protégée, maintien des coupures vertes).

Les coordonnées approximatives de ce site et de l'implantation de la plate-forme de forage sont les suivants :

x = 974,60

y = 320,10

Z = +234,5 m

Il faut noter que l'emplacement retenu se situe à une cinquantaine de mètres plus au Sud que l'emplacement initial. Ce déplacement a été rendu nécessaire à cause de la présence, à l'aplomb du 1er site, de travaux miniers souterrains (cf. § 1.2.2.).

1.2. CADRE NATUREL.

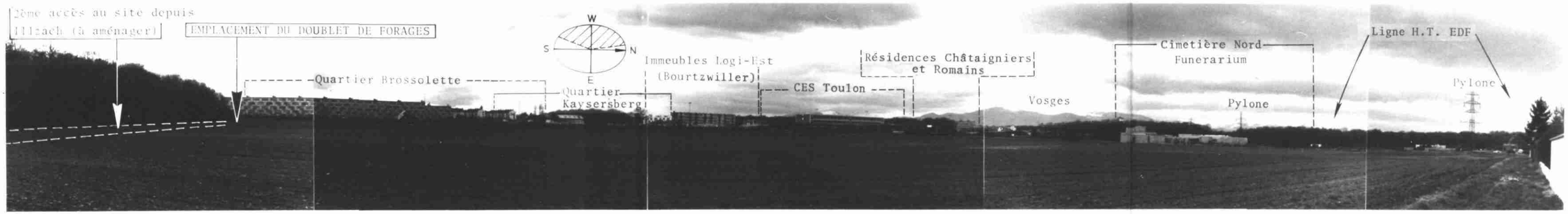
1.2.1. L'environnement, végétation.

Tel que vu ci-devant, dans les implantations géographiques, le site peut être caractérisé par un espace naturel subsistant au milieu d'un secteur urbanisé.

Rappelons, et en se référant aux vues panoramiques jointes (figure 2), qu'il s'agit d'un terrain nu de construction, et soumis à cultures et qu'il est bordé :

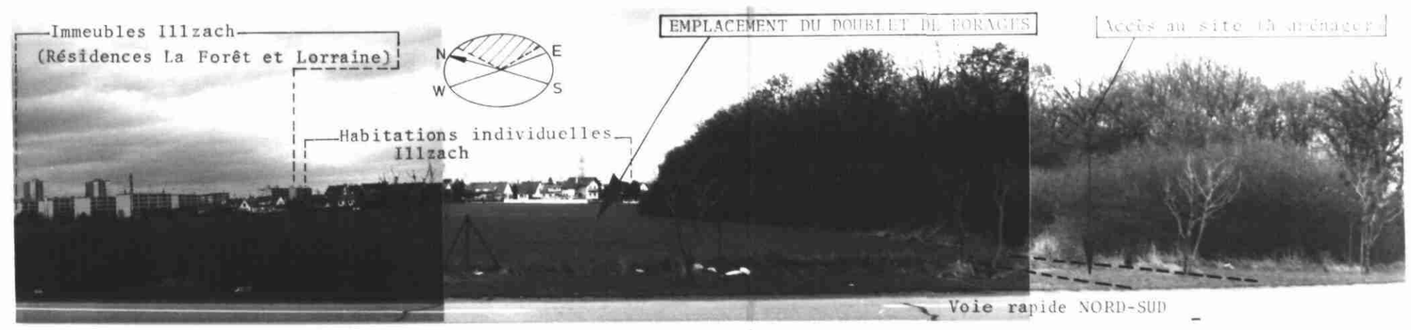
- au sud : par un bois,
- à l'est : par les habitations d'Illzach, un quartier à maisons individuelles, prolongé au nord par des immeubles collectifs, ces derniers faisant partie du projet ;
- au nord : par les installations du cimetière actuel ;
- à l'ouest : par la voie rapide Nord - Sud au-delà de laquelle se situent les immeubles des Quartiers Brossolette et Kaysersberg, de Logi-Est et, le C.E.S. Toulon, etc... futurs utilisateurs.

La voie rapide Nord - Sud est une réalisation récente facilitant les communications entre Mulhouse et ses faubourgs lointains, le bassin potassique et au-delà (Guebwiller).



1 VUE DU SITE DU DOUBLET DE FORAGES, PRISE A PARTIR DE LA RUE DU TIR A ILLZACH

2 VUE DU SITE DU DOUBLET DE FORAGES, PRISE DE L'ECHANGEUR DE LA VOIE RAPIDE



3 VUE DU SITE DU DOUBLET DE FORAGES, PRISE DEPUIS LA VOIE RAPIDE ; POSSIBILITES D'ACCES

Fig. 2

Le petit bois comprend des essences diverses (surtout des hêtres, des acacias...) ainsi que des buissons divers.

Signalons enfin que le nom du lieu-dit est le "Sauboden" ce qui pourrait indiquer un ancien terrain marécageux ou un terrain peu propice à la culture, compte tenu de la nature argileuse des sols et limons de surface d'où l'appellation "Leimenboden" également donnée à cet endroit.

1.2.2. Géologie.

Le site étudié et le secteur se trouvent dans le domaine de la plaine rhénane; celle-ci correspond à un fossé d'effondrement, d'âge tertiaire, entre les Vosges et la Forêt-Noire.

Cet effondrement a enfoui en profondeur le socle, les terrains primaires et secondaires et la fosse a connu des sédimentations du type lagunaire essentiellement au cours du tertiaire et une sédimentation continentale alluviale importante au cours du quaternaire.

La coupe géologique prévisionnelle établie à partir des forages de recherches minières (potasse et/ou pétrole), est résumée ci-après (figure 3). Par ailleurs, les emplacements des forages voisins du site sont reportés sur la figure 4.

Les terrains superficiels sont constitués de terre végétale limoneuse surmontant un ensemble de sable - graviers et galets, d'environ 45 m d'épaisseur, pouvant inclure des niveaux argileux et une zone de transition avec le tertiaire marneux salifère.

Le réservoir à capter est celui de la Grande Oolithe (Dogger), dont le toit se situe vers 1.780 m de profondeur à l'aplomb du site.

Il est important de signaler que le sous-sol de cette zone abrite de nombreuses anciennes galeries d'exploitation de potasse, situées approximativement entre 370 et 400 m de profondeur. Pour des raisons techniques évidentes, les 2 forages géothermiques devront à tout prix éviter ces travaux ; pour cette raison, l'emplacement initial pour la plateforme de forage n'a pas pu être maintenu et un déplacement d'environ 50 m vers le Sud a été nécessaire au vu des renseignements fournis par le Direction des Mines de Potasse d'Alsace (M.D.P.A.).

1.2.3. Hydrogéologie

Au droit des forages, on peut distinguer l'aquifère superficiel (nappe phréatique) et les aquifères profonds.

COUPE GEOLOGIQUE PREVISIONNELLE DES FORAGES GEOTHERMIQUES

Profondeur m	Cote m	Puissance m	Terrain (lithologie)	Niveau	Etage	Système ère
0	+ 235	1	Terre végétale			QUATERNAIRE
1	234	39	Sables et graviers ; éventuellement intercalations d'argile, niveau d'eau vers 5 m	Alluvions		
40	195	5	Zone de transition (marnes tertiaires remaniées)			
45	190	290	Marnes avec gypse, anhydrite et sel gemme ; bancs massifs de sels le premier de ces bancs pourra être rencontré à partir de 220 m puis le toit du sel gemme I (sus jacent, dans le bassin, la couche de potasse) à 280 m.	Zone salifère supérieure	LATTORIEN	TERTIAIRE
335	-100	295	Marnes à Hydrobies, puis marnes grises avec bancs de sel et anhydrite et intercalations de calcaire, calcaire, mornocalcaire et dolomie. Le toit du sel gemme II se situerait vers 430 m.	Zone salifère moyenne		
630	-395	830	Marnes gris-verdâtre ou gris foncé avec anhydrite et sel massif ; éventuellement bancs calcaires l'horizon toit des marnes se situerait vers 780 m et la base du sel gemme III vers 1275 m.	Zone salifère inférieure	LUTETIEN	
1460	-1225	75	Alternance de calcaires brun et de marnes vertes au brun rouge A la base : marnes brune (sidérolithique) ou conglomérat à ciment marneux (env. 20 m)	"Eocène"		
1535	-1300		Discordance			
		80	Calcaire beige-brun compact, lithographique, parfois crayeux, quelques passées marneuses ou dolomitiques éventuellement silex sur les dix mètres inférieurs objectif secondaire		RAURACIEN	JURASSIQUE
1615	-1380	40	Marnes ou marno-calcaires micacées à chailles ou silex	terrains à chailles	OXFORDIEN	
1655	-1420	75	Marnes gris-noir, finement micacées et pyriteuses	Callovo-orfordien marneux	OXFORDIEN	JURASSIQUE
1730	-1495	10	Calcaire éventuellement marneux		CALLOVIEN	
1740	-1505	40	Marnes et marno-calcaires couches à varians	Bathonien supérieur	BATHONIEN	
1780	-1545	120	Calcaire oolithique plus ou moins dolomitisé, ou dolomie oolithique. Il faudra s'attendre à des pertes de boue (à Rei 4; 100 m ont été forés en perte totale) eau de gisement salée à 10 - 20 g/l Objectif du forage	Faciès Grande Oolithe	BAJOCIEN	
1900	-1665					

Fig. 3

1.2.3.1. La nappe phréatique.

Les alluvions rhénanes (et vosgiennes en bordure de la plaine rhénane) constituent un réservoir, siège d'une nappe phréatique importante. Cette nappe est exploitée en Alsace, par des forages et des puits, pour l'alimentation en eau des collectivités, et des industries et pour l'agriculture.

Dans le secteur considéré, cette nappe atteint une puissance de l'ordre de 40 - 50 m, son toit se situe vers 5 - 6 m de profondeur et elle s'écoule en direction du Nord-Est (avec un gradient de 0,25 %). Tributaire des alimentations pluviométriques et de ses relations avec les rivières (DOLLER - ILL) elle fluctue annuellement de l'ordre de 2 m.

Les captages les plus proches du site sont indiqués sur la figure 4, de même que les périmètres de protection des captages AEP (KINGERSHEIM et ILLZACH SOGEST), tels que définis par la législation - le site de forage en est à l'extérieur -.

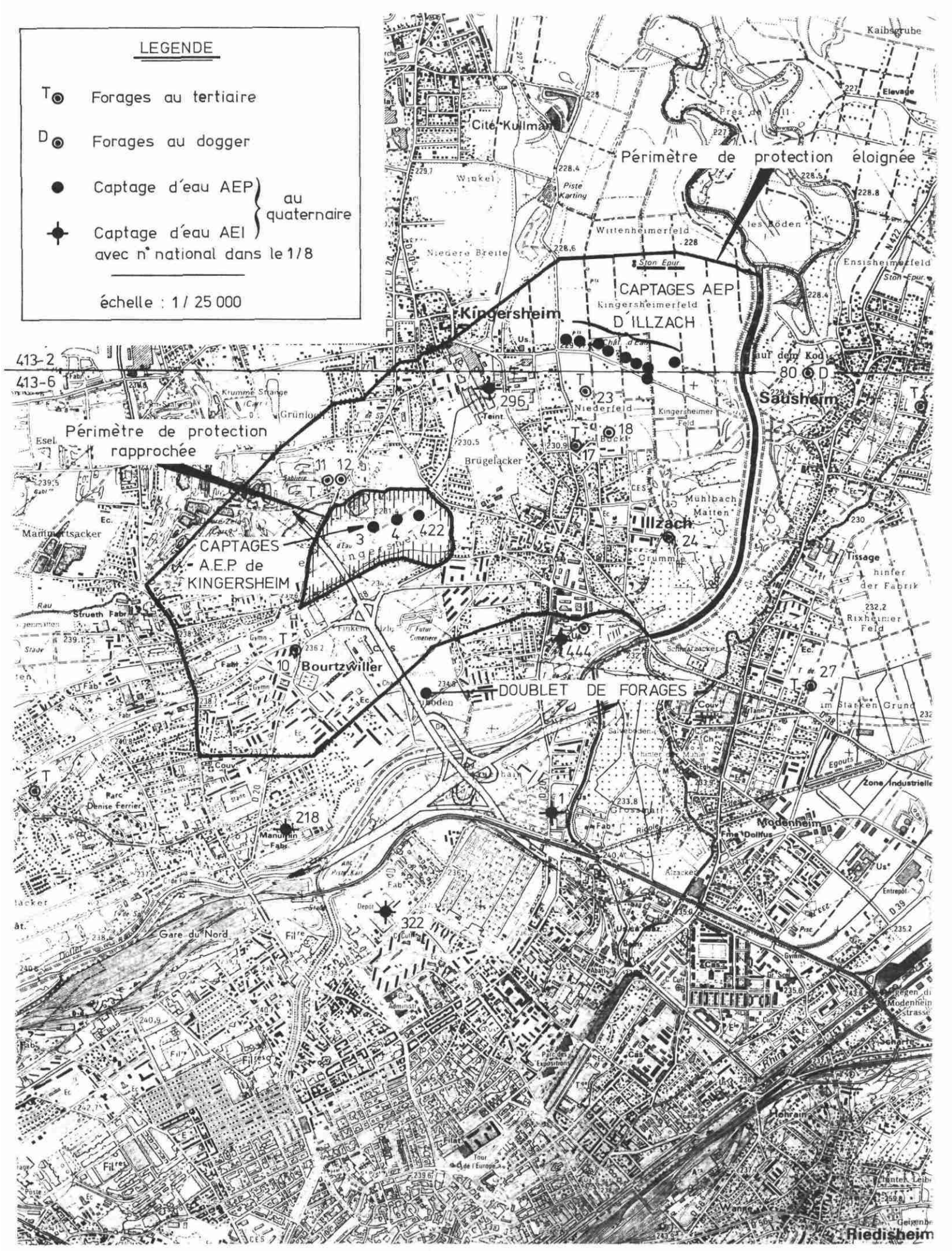
1.2.3.2. Les aquifères profonds.

Sous l'épaisse série tertiaire marneuse, les formations jurassiques de par leur nature calcaire sont susceptibles d'être aquifères et ont été reconnues comme telles par des forages de recherche minière.

LE RAURACIEN, de porosité très variable en fonction de la karstification, le toit de cet aquifère se situe vers 1 500 m de profondeur, il peut constituer un objectif secondaire pour l'opération, toutefois il est peu connu dans ce secteur.

LA GRANDE OOLITHE : cet aquifère, objectif principal de l'opération, a été rencontré dans les forages de recherches et testé du point de vue hydraulique. Sous réserves de l'extension à l'ensemble du réservoir des données acquises, il constitue une ressource potentielle intéressante pour la géothermie.

Les forages géothermiques de Mulhouse seront "les premiers" forages de recherche et d'exploitation de cet aquifère, le tableau ci-après résume les caractéristiques hydrogéologiques escomptées (fig. 5).



IMPLANTATION DE LA PLATEFORME

—CAPTAGES D'EAU VOISINS—

Fig. 4

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

IMPLANTATION :

Coordonnées :	x = 974,62 ; y = 320,15 — forage d'exploitation	sur même plate-forme à 13 m de distance — forage de réinjection
Cote sol :	+ 234,5 m NGF	+ 234,5 m NGF

Observations : 2 forages déviés à partir de 620 et 220 m de profondeur

Formation considérée : GRANDE OOLITHE (DOGGER)

STRUCTURE DU RESERVOIR

Cote du toit (NGF) : - 1545 m ± 20 (1)

Profondeur du toit : 1780 m ± 20

Hauteur utile : 36 m ± 5 (2)

Hauteur totale : 120 m ± 10 (1)

Profondeur totale des forages : 1900 m ± 40 (1)

Observations : profondeur forée : forage exploitation - 2150 m
forage réinjection - 2150 m

CARACTERISTIQUES DU RESERVOIR

Porosité : 2 à 10 % (2)

Perméabilité : 0,318 darcy ± 0,1 m sur 34 m (2)

Pression de gisement (sol) : + 4,4 kg/cm² en régime d'exploitation ± 1 (1)

Niveau piézométrique : + 280 m (NGF)

Observations : Caractéristiques - fonction de la fracturation ; données basées sur essais à Feldkirch et Schweighouse.

CARACTERISTIQUES DU FLUIDE

Température de fond : 100° (valeurs extrêmes : 90 à 109°) (1)

Salinité : 20 g/l essentiellement NaCl (1)

Observations :

DEGRE DE FIABILITE

(1) Faible risque, étant donné l'abondance des données

(2) Risque plus important, étant donné l'évolution du faciès du DOGGER

Fig. 5

1.2.4. Hydrologie.

Au Sud du site à environ 300 m coule la Doller, et particulièrement la section (1,5 km) ayant reçu par un canal de décharge une grande partie des eaux de l'Ill ; la jonction finale Doller -Ill se faisant 1,5 km en aval de la première confluence (voir annexe 1).

Ces deux rivières ont des régimes identiques : hautes eaux en hiver - printemps et basses eaux en été (Juin à Octobre) ; les débits les plus faibles de la Doller pouvant atteindre 0,075 m^3/s en moyenne mensuelle et même 0,035 m^3/s en journalier à la station de Reiningue en amont de Mulhouse. Néanmoins, au droit du site, compte tenu des apports par l'Ill, ces débits sont plus importants (0,4 à 0,3 m^3/s) en étiage.

Ci-après les tableaux (figure 6) récapitulatifs des débits des deux rivières en amont de Mulhouse.

1.2.5. Climatologie.

La moyenne des précipitations relevée à Mulhouse - Hirtzbach est de 765 mm/an. Les vents dominants soufflent du Sud - Sud - Ouest tel que le montre la figure 7, précisant les directions et les fréquences des vents à la même station de Hirtzbach, située près de la Doller en bordure Ouest de la Ville de Mulhouse.

1.2.6. Bruits - vibrations.

Compte-tenu de la localisation du site, en bordure de la voie rapide Nord - Sud et dans un terrain libre de constructions en bordure forestière, les habitations les plus voisines se trouvent à l'Ouest, au-delà de la voie rapide, à environ 150 m et à l'Est, en bordure du terrain, à environ 250 m. Les bruits et vibrations essentiels proviennent de la circulation sur la voie rapide.

Une campagne de mesures (cf. annexe 2) a été réalisée les 6 et 7 Janvier 1983 à l'aide de sonomètres enregistreurs installés dans les 2 unités d'habitations les plus voisines :

SITE A : maison individuelle,
rue du Tir à Illzach.

SITE B : toit H.L.M.
quartier Brossolette, rue de Dunkerque.

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS (M3/S)

RIVIERE= DOLLER STATION=REININGUE CODE BRGM= 413 5 182/0

CODE HYDROLOGIQUE= A125201
SUP.BASSIN VERSANT= 0.0 KM2
ALTITUDE= 260.6 M

COORDONNEES LAMBERT ZONE= 2
X= 966.88
Y= 316.50

ANNEE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	MODULE
1963	3.490	.722	9.300	4.560	.738	1.930	7.390	5.980	.957	2.630	15.00	.754	4.459
1964	.065	1.180	4.130	1.790	2.600	-	-	-	-	2.850	7.700	2.210	-
1965	4.450	3.380	14.50	4.200	5.090	2.540	.510	.412	4.230	2.070	9.410	23.80	6.238
1966	11.30	10.60	5.570	5.870	2.910	.294	.583	3.400	2.160	1.260	3.180	18.90	5.478
1967	8.470	7.710	6.530	2.990	2.770	1.080	.056	.455	2.520	2.240	8.000	7.500	4.171
1968	10.20	9.270	5.810	5.560	3.300	.071	.140	2.660	7.390	5.200	2.100	3.820	4.600
1969	5.580	7.150	12.40	13.30	4.120	2.860	.880	.470	.410	.390	2.730	2.400	4.381
1970	6.090	32.60	3.850	8.910	4.290	1.730	1.790	.790	.880	1.980	4.450	3.470	5.935
1971	5.250	2.170	2.130	1.340	.690	1.270	.505	.425	.393	.424	1.560	1.340	1.432
1972	1.140	3.230	2.010	4.850	1.750	2.260	1.090	.459	.455	.469	12.00	3.030	2.754
1973	.800	2.250	2.090	3.070	3.120	.855	.630	.570	.409	2.830	5.500	7.100	2.451
1974	5.550	8.250	3.850	1.410	.590	.476	.476	.378	1.210	10.60	7.550	14.10	4.535
1975	11.40	4.050	2.450	6.050	1.550	1.550	.760	.865	2.400	1.470	3.680	2.970	3.217
1976	4.800	3.120	1.320	.665	.455	.144	.075	.114	.420	.845	1.690	9.000	1.884
1977	8.850	16.20	2.550	3.870	3.470	1.270	1.060	1.560	.650	.404	12.40	8.600	5.076
1978	7.050	10.20	15.40	3.340	2.530	.985	2.740	1.590	.515	1.010	.405	9.550	4.583
1979	8.200	18.00	7.900	4.830	3.920	.590	.197	.610	.378	.321	7.700	19.00	5.982
1980	.436	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VALEURS MOYENNES INTERANNUELLES													
	5.728	9.240	5.987	4.506	2.581	1.244	1.180	1.296	1.586	2.176	6.179	8.090	4.159

- =PAS DE MESURE

SGR ALSACE

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS (M3/S)

RIVIERE= ILL STATION=MULHOUSE ILLBERG CODE BRGM= 413 6 377/0

CODE HYDROLOGIQUE= A10803
SUP.BASSIN VERSANT= 0.0 KM2
ALTITUDE= 239.2 M

COORDONNEES LAMBERT ZONE= 2
X= 973.70
Y= 315.70

ANNEE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	MODULE
1959	20.98	3.200	6.910	6.990	4.600	2.170	.970	.930	.670	.740	.990	2.800	4.202
1960	8.060	7.760	9.930	2.450	1.530	.920	1.770	1.820	.930	4.270	8.470	4.360	4.343
1961	5.600	14.97	3.120	3.500	5.010	3.980	1.590	1.560	.820	1.200	1.930	5.060	4.336
1962	17.71	9.960	10.70	11.35	3.330	2.920	1.300	1.050	.720	.670	.690	1.470	5.046
1963	3.250	3.300	11.60	6.630	3.440	5.590	1.440	4.070	2.140	4.530	21.70	7.500	6.294
1964	1.550	2.600	14.35	7.260	12.30	2.360	.540	1.000	.940	1.850	2.380	1.500	4.054
1965	11.13	5.750	18.77	11.40	9.390	10.78	.700	1.420	12.90	3.230	19.04	29.10	11.16
1966	20.41	13.25	11.97	13.40	7.350	3.460	6.740	8.950	2.560	2.500	5.790	19.12	10.04
1967	11.17	7.280	11.44	4.670	3.310	4.150	1.410	1.340	2.800	1.530	5.220	10.43	5.376
1968	25.39	13.03	7.300	8.200	10.30	2.530	2.750	4.040	15.37	7.340	8.870	6.180	9.295
1969	8.600	16.47	16.48	14.44	13.12	14.00	8.400	7.620	2.810	1.360	3.800	13.15	10.03
1970	13.42	47.98	17.87	13.04	10.04	8.790	5.290	3.580	4.810	4.990	9.130	8.320	12.75
1971	6.450	5.000	7.150	2.880	2.580	4.590	1.700	1.370	1.030	2.070	5.200	2.700	3.547
1972	3.330	6.450	3.390	4.180	3.270	5.450	1.530	.940	.910	.840	10.30	7.900	4.065
1973	4.830	8.550	4.140	7.900	6.450	11.00	3.180	2.700	1.320	3.550	6.250	11.60	5.984
1974	6.300	3.000	4.040	2.490	2.390	1.920	.990	.474	.960	5.380	11.20	14.80	4.982
VALEURS MOYENNES INTERANNUELLES													
	10.77	11.28	9.947	7.860	6.173	5.291	2.531	2.678	3.230	2.878	7.560	9.124	6.595

SGR ALSACE

Fig.6

DIRECTION ET FREQUENCE DES VENTS

Station de Mulhouse - Hirtzbach

Moyenne 1967 - 1976

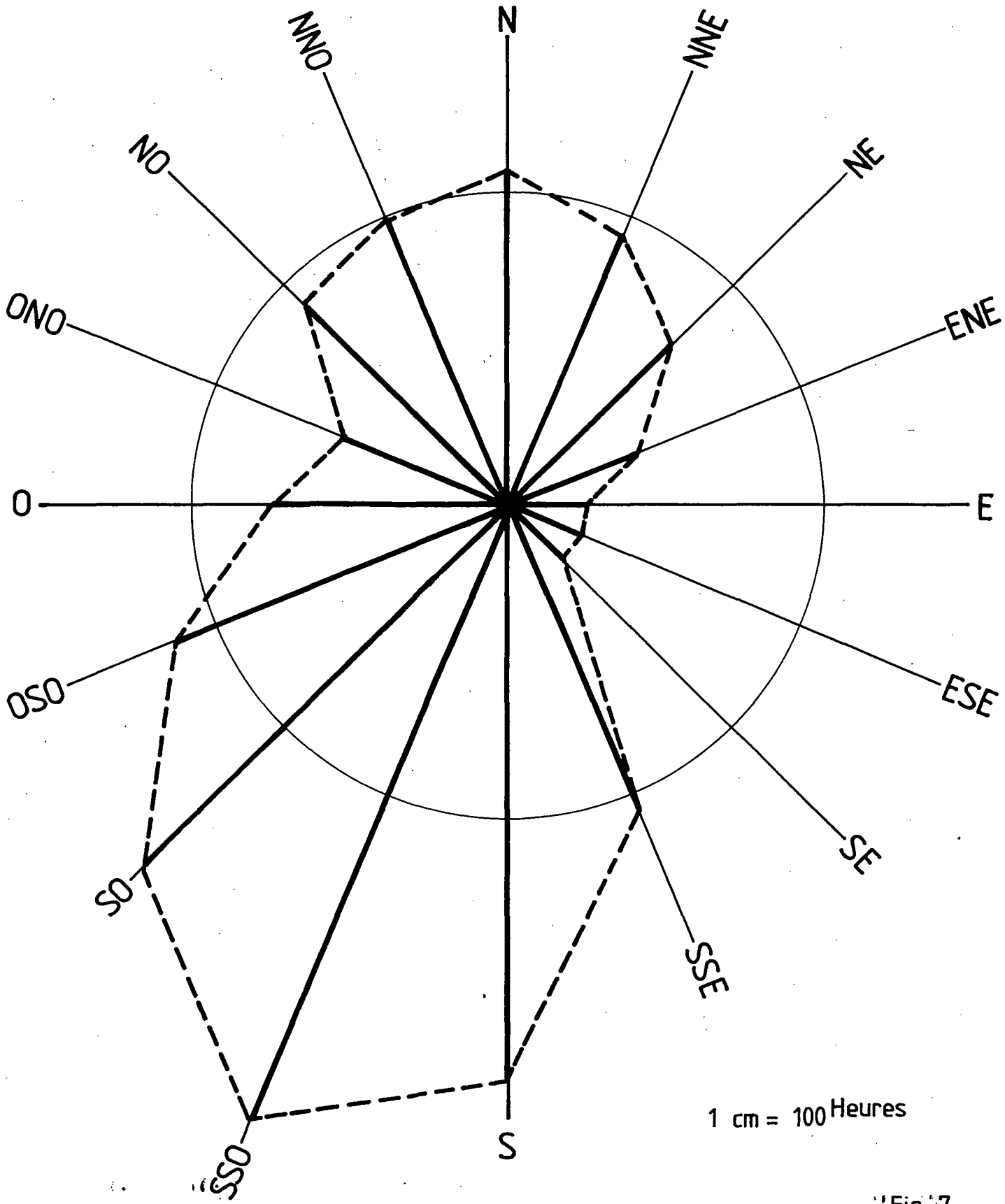


Fig. 7

Les valeurs mesurées sont résumées dans le tableau suivant :

Désignation	Site A*	Site B
minimum nuit (vers 03 h)	30 à 40 dBA	45 à 50 dBA
maximum jour (avant 11 h) = valeur moyenne jour	52 dBA	62 dBA

* la présence d'un muret a gêné ces mesures, sans muret elles seraient d'environ 5 dBA supérieures.

1.3. ELEMENTS HUMAINS.

1.3.1. Habitat.

Le plan au 1/5.000 de l'annexe 1, donne la position du chantier par rapport à l'habitat environnant. Le site choisi pour l'implantation de la plate-forme de forage se trouve bien, comme déjà indiqué, entre deux unités d'habitations à dominante collective et tertiaire (CES) 150 m à l'ouest, et individuelle + collective 250 m à l'est.

Aucune usine ou activité industrielle n'est située à proximité immédiate du site, rappelons néanmoins le cimetière et le funérarium sur la partie nord du terrain.

1.3.2. Infrastructures.

Une enquête a été menée auprès des différents services techniques : Ville de Mulhouse - E.D.F. - G.D.F. - Télécommunications - D.D.E. - pour répertorier les différentes infrastructures passant à proximité et au droit du site étudié.

Voirie

L'accès au site pourrait se faire naturellement des deux côtés, néanmoins sous réserves d'aménagement :

. du côté Ouest à partir de la voie rapide mais le statut de cet axe routier, raccordé aux autoroutes ne permet pas d'envisager d'accès au chantier ;

. du côté Est à partir de la rue du Tir à Illzach, on aboutit dans le champ menant au site, un chemin, susceptible de supporter le trafic du chantier est à créer sur environ 200 m.

Réseau d'adduction d'eau

Le réseau de la Ville de Mulhouse alimente Bourtzwiller et Illzach à partir d'une canalisation de 500 mm longeant la Doller. Sur le site lui-même, il n'y a pas de conduite, les plus proches hydrants sont à l'Ouest, rue de Brest, ou à l'Est rue du Tir sur des conduites de 150 mm.

Réseau d'assainissement

Aucune conduite d'assainissement ne traverse le site ; là de même, en diamètre 400 mm, les conduites enterrées sont situées soit à Illzach, où elles aboutissent à la station d'épuration de cette commune au nord des captages (cf. figure 4), soit à Bourtzwiller rue de Brest, de l'autre côté de la voie rapide. Ce dernier réseau rejoint le collecteur principal Nord de Mulhouse qui se déverse dans l'Ill avant la confluence de cette rivière avec la Doller. Une station d'épuration est en projet.

Réseau électrique

Une ligne aérienne de 63 000 volts passe au Nord du site, en oblique sur le cimetière ; aucune ligne enterrée (20.000 volts) ne se trouve à l'aplomb du site ; les lignes les plus voisines sont celles

- alimentant le cimetière à partir d'une ligne de 20.000 volts longeant la voie rapide à l'ouest
- du réseau d'Illzach.

Conduites de gaz et réseau téléphonique

Aucune conduite de ce type ne traverse le site ; on en trouve néanmoins dans le voisinage près des secteurs habités.

2. ANALYSE DES EFFETS DES TRAVAUX DE FORAGE.

2.1. DEFINITION DU PROJET.

L'objectif géothermique pour cette recherche est l'aquifère de la Grande Oolithe dont le toit se situe à 1.780 m de profondeur. Les principales caractéristiques de ce réservoir et de l'eau géothermale ont été données en 1.2.3.2. Le débit attendu est de l'ordre de 100 à 150 m³/h et la température de l'ordre de 95° C en tête de puits.

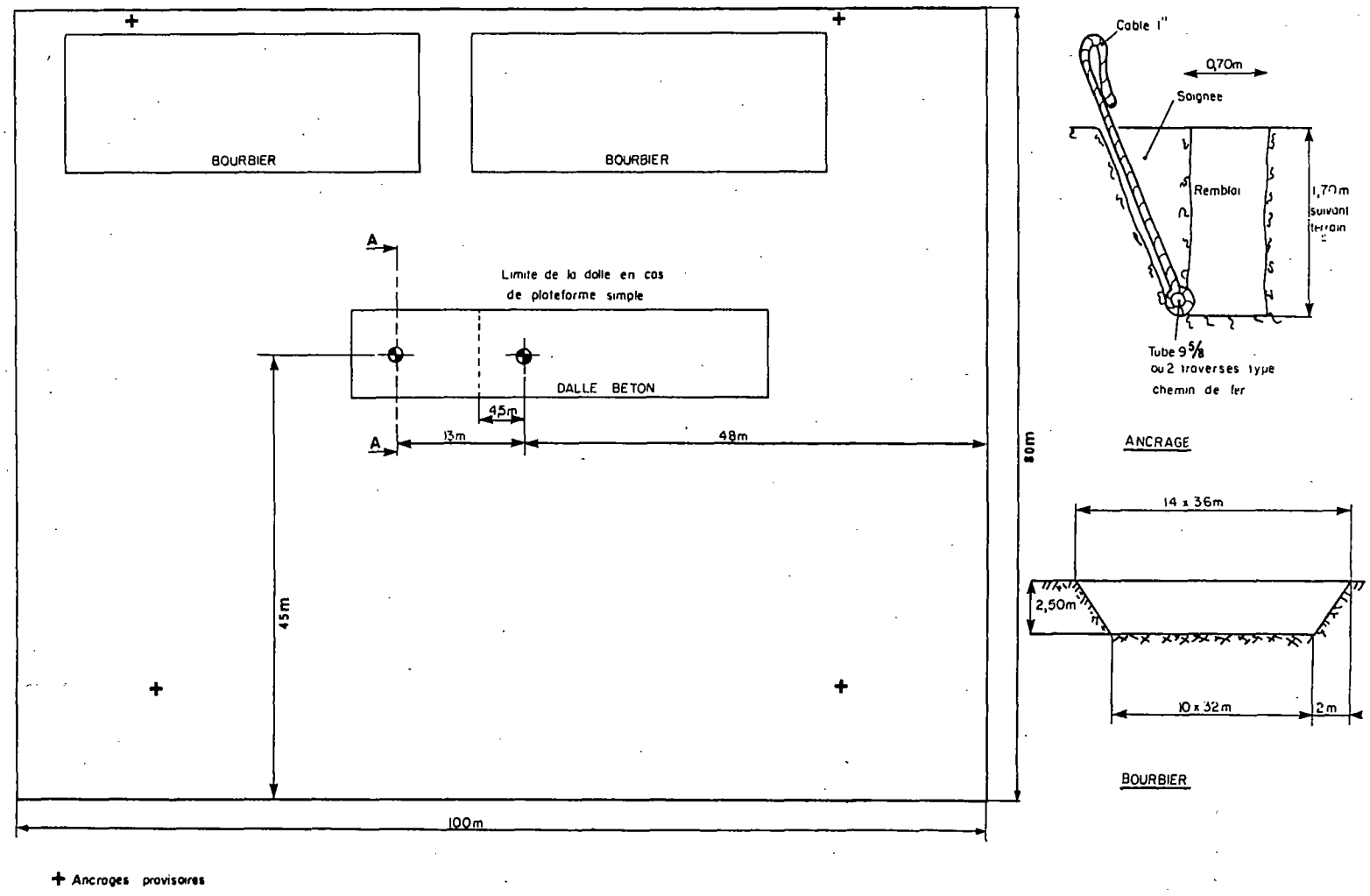
L'exploitation de l'énergie géothermique se fera à partir de deux forages (doublet), l'un destiné à la production de l'eau chaude, l'autre utilisé à la réinjection dans le même aquifère, des eaux qui ont cédé une grande partie de leurs calories dans les échangeurs de chaleur. Dans ce projet, les deux forages sont déviés et seront effectués à partir de la même plate-forme, les têtes de puits étant distantes de 13 cm environ.

2.1.1. Chantier provisoire pour la réalisation des forages.
Description des travaux à réaliser et du matériel utilisé.

A) CONSTRUCTION DE LA PLATE-FORME (figure 8)

Cette plate-forme doit avoir une dimension d'environ 80 x 100 m et doit présenter une légère déclivité pour l'écoulement des eaux pluviales.

Sur cette plate-forme, une dalle bétonnée d'environ 400 m² de surface sera coulée pour recevoir les machines de forage. On y creusera également des bassins de décantation ou "bourbiers", d'une capacité totale de 2.000 m³ qui recevront les boues, les déblais provenant de l'opération de forage et les eaux des essais de débit.



PLATEFORME DOUBLE: PLAN DE MASSE (à adapter selon le type de machine de forage)

Fig. 8

La surface restante de la plate-forme sera convenablement traitée pour recevoir les installations annexes, ainsi que les véhicules lourds qui y circuleront pendant toute la durée du chantier.

Les accès au chantier "à la plate-forme" précisés "sur l'annexe 1" devront également être aménagés à partir d'Illzach.

L'approvisionnement en eau potable et en eau pourra se faire à partir des hydrants situés de l'autre côté de la voie sous réserve d'une traversée en caniveau, mais aussi à partir d'Illzach.

Enfin, l'ensemble de la plate-forme sera clôturée et l'accès interdit au public.

B) TECHNIQUE DE FORAGE

Après la réalisation, selon des procédés de forage employés pour la traversée des terrains alluvionnaires quaternaires, d'un "avant-puits" les forages se feront par le procédé "rotary", à l'aide d'une machine semblable à celles utilisées généralement en technique pétrolière.

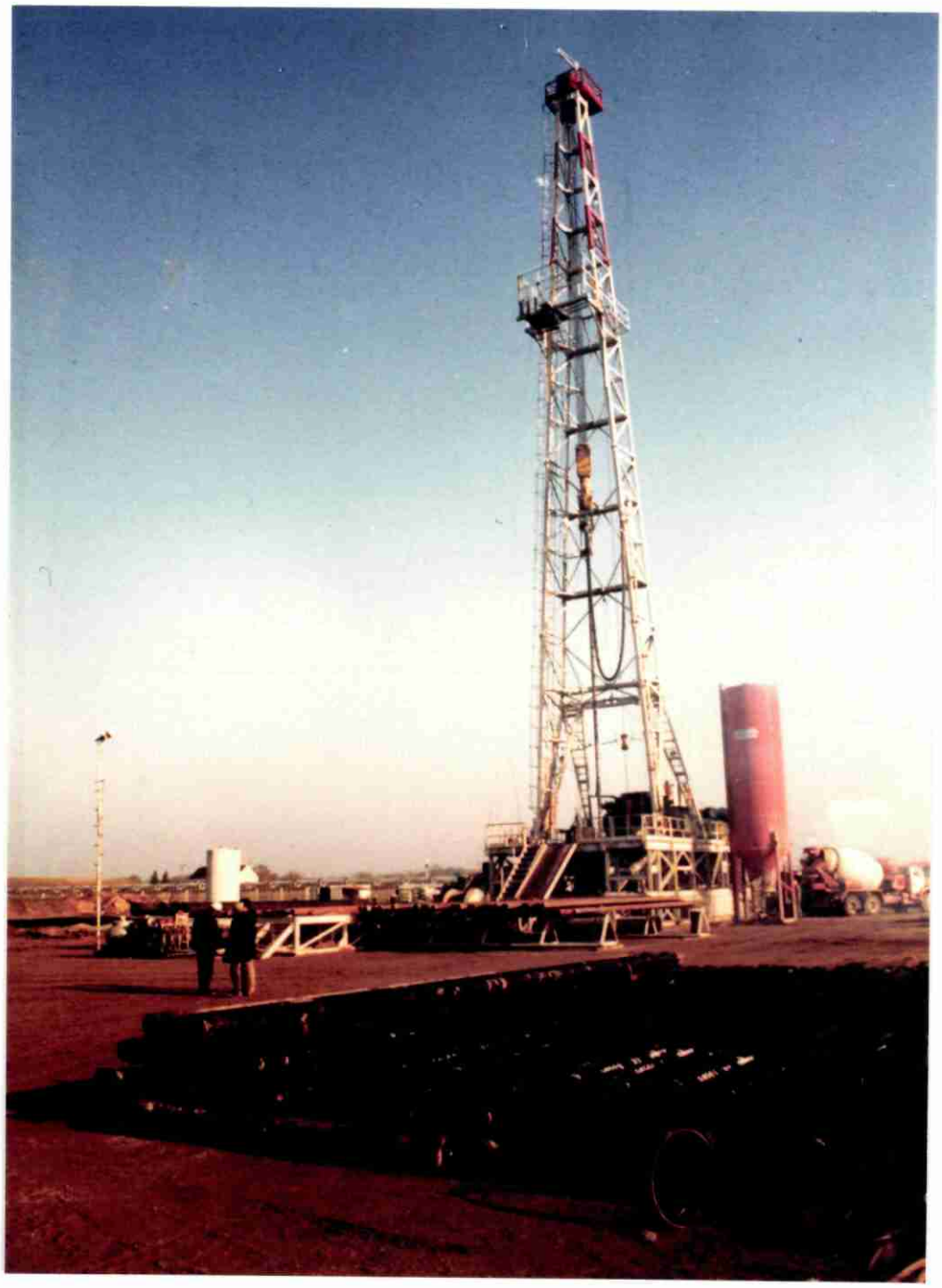
Les forages se feront par le procédé "rotary" à l'aide d'une machine semblable à celles utilisées généralement en technique pétrolière.

L'atelier de forage (figures 9 et 10) se compose :

- d'un mât de levage de plusieurs dizaines de mètres de hauteur, (40 m) dont la puissance de levage est d'environ 200 t,
- d'une batterie de moteurs Diesel,
- de tamis vibrant pour séparer les boues des parties solides provenant du forage (déblais de forage),
- de pompes pour injecter les boues à l'intérieur des tiges,
- de rateliers pour stocker horizontalement les tiges de forage,
- d'installations de chantier abritant les ateliers de mécaniques groupe électrogène, bureau...
- d'une aire de stockage des tubages.

Les travaux de forage se déroulent de la façon suivante :

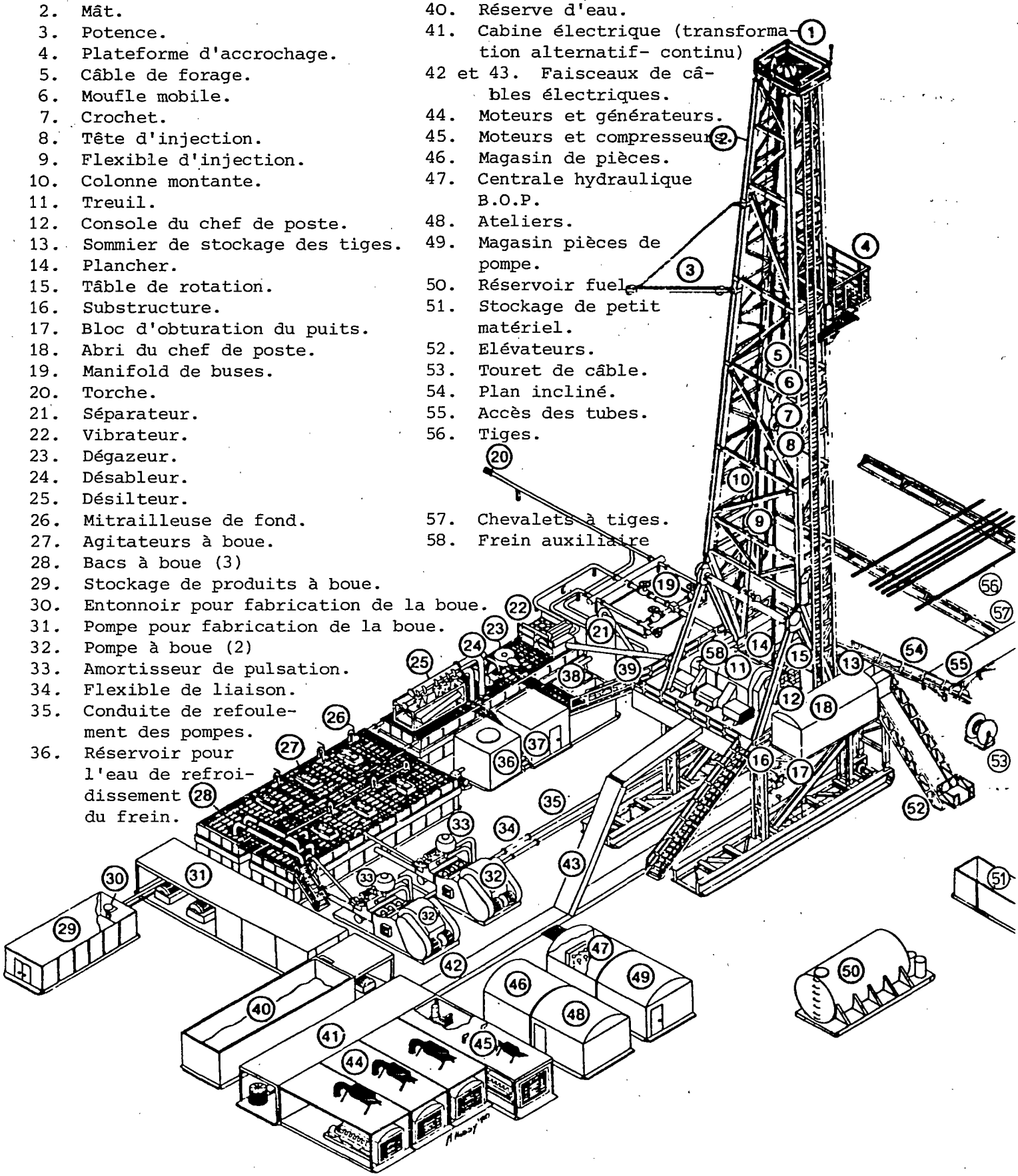
Le creusement d'un forage est effectué par un tricône fixé au bout d'un train de tiges de forages qui, par rotation, réduit la roche en débris de dimensions millimétriques (cuttings).



Une plateforme de forage

Fig. 9

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. Tâble 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



Un atelier de Forage

Fig. 10

Simultanément, des pompes injectent, par l'intérieur des tiges, une boue de composition adéquate : boue à la bentonite, au polymère avec adjonction de lignosulfonate de CMC (blanose, carboxylméthylcellulose, cellulose colloïdale). Cette boue est souvent stérilisée (bactéricide). Elle lubrifie et refroidit le tricône, remonte en surface par l'espace annulaire entre les tiges et la paroi en entraînant les débris de roches broyées. Elle stabilise 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 la boue, la consommation en eau varie de 100 m^3/j à 100 m^3/h en cas de perte totale.

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 soit laissée libre (aquifère calcaire) ou crépinée (aquifère sableux).

Avant tout changement de diamètre, le train de tiges et le tricône sont remontés à la surface et l'on descend dans le trou des tubes en aciers spéciaux, long chacun de 9 m environ et comportant un pas de vis, assurant l'étanchéité entre eux. Le diamètre de ces tubes est évidemment inférieur d'au moins un pouce à celui du trou. L'espace annulaire est enfin entièrement comblé par une injection de ciment.

Le train de tiges et un nouveau tricône sont alors descendus dans le tube pour reprendre le creusement en suivant un diamètre inférieur.

Pour éviter le déversement d'eau salée en surface et pour assurer la perennité du fluide géothermal, et par voie de conséquence la rentabilisation de l'opération entière (forage, chaufferie, distribution ...), l'eau après avoir cédé un nombre appréciable de calories dans les échangeurs de chaleur, est réinjectée dans la nappe même où elle a été puisée. Ce retour dans la nappe doit être effectué à une certaine distance du point de prélèvement, afin d'éviter un refroidissement prématuré de la zone d'exploitation.

Pour ces raisons, il est nécessaire de forer un deuxième forage. Les forages du doublet géothermique peuvent être implantés soit à partir de deux plate-formes distinctes et suffisamment distantes l'une de l'autre, soit à partir de la même plate-forme. Dans ce cas, l'un des forages (ou les deux) doit être incliné pour que son pied atteigne la position que les géothermiciens lui ont fixé par calcul. C'est ainsi que les doublets dont les têtes sont distantes d'une dizaine de mètres ont leur pied éloigné de mille mètres(schéma prévu dans le projet faisant l'objet de la présente étude d'impact).

Au fur et à mesure de l'avancement, la nature des terrains traversés est contrôlée par des méthodes d'exploration géophysiques (diagraphies). Après tubage et cimentation, l'ensemble fait l'objet de mesures qui serviront de référence ultérieurement pour suivre la résistance à la corrosion.

Quant au réservoir, il est soumis à un certain nombre de mesures (pression, thermométrie, débit, rabattement, ...) qui permettent de connaître les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau et les paramètres des terrains aquifères. Ces essais de mise en production peuvent entrainer un volume extrait de l'ordre de 4.000 m³.

C) TECHNIQUE ET PROGRAMME DE FORAGE ENVISAGES

Le programme des travaux de forage conditionné par la coupe géologique prévisionnelle des terrains à traverse et leur nature, et l'équipement prévisible en fonction des profondeurs et des caractéristiques pétrophysiques et hydrodynamiques du réservoir sont donnés en annexe 3 de même que les coupes d'équipements des puits.

Il s'agit de deux forages déviés, implantés sur la même plate-forme, on notera en particulier le programme boue :

. boue bentonitique simple en phase 24"

. boue salée saturée pour la traversée du tertiaire

. boue à polymères dégradables pour le forage du réservoir

et la phase de mise en production et d'essai à la fin de la foration qui amènera des eaux minéralisées en surface (∿ 20 g/l salinité totale).

2.1.2. La remise en état.

De façon générale, en fin de travaux, la majeure partie de la plate-forme est remise en état. La dalle bétonnée principale demeure, permettant les travaux éventuels de maintenance du puits. Seules subsistent la tête du puits et quelques installations annexes disposées dans un petit local. La surface d'ensemble de ces installations est de quelques ares, entièrement clôturée.

Les boues sont transportées après floculation dans une décharge contrôlée ou régalées directement sur la plate-forme.

Les eaux des essais de débit sont évacuées suivant les possibilités du contexte local et dans la mesure du possible, vers le réseau d'égoûts (eaux usées) le plus proche s'il est capable d'absorber le volume des eaux pompées. Si nécessaire, on pratique des chasses d'eau douce pour diluer le fluide géothermal. Ce dernier est, avant rejet, refroidi dans le bourbier.

2.2. EVALUATION DE L'IMPACT DU AU CHANTIER.

Le présent paragraphe décrit l'impact éventuel du chantier dans le cas ou aucune mesure ne serait prise.

2.2.1. Impact sur le milieu naturel.

Sol et impact visuel du chantier

Compte tenu du site, les travaux de terrassement (décapage des limons éventuellement) seront faibles. Toutefois le sous-sol peut présenter certains problèmes géotechniques au cas ou ces limons seraient trop épais et argileux. Une reconnaissance préalable est recommandée ; tarière à main et/ou pénétromètre orienteront les décapages et les travaux de fondations.

L'aspect du chantier apparaîtra à l'intérieur d'une clôture sous forme de monticules de terre (provenant de l'aménagement de la plate-forme et de l'excavation des bourbiers), de cabanes de chantiers, de moteurs et pompes, d'une tour de forage, de tiges et tubes casing en stockage, de silos à ciment et de grues de manoeuvre. Il sera visible à partir des habitations de l'est, de l'ouest et de la voie rapide (voir figure 2 - photo).

Il est à noter que la nouvelle implantation de la plate-forme nécessitera le déboisement d'une surface d'environ 25 ares dans le bois de Sauboden.

Impact sur les nappes d'eau souterraine

La nappe phréatique à faible profondeur est particulièrement vulnérable à des pollutions issues de la surface

- par déversement accidentels sur le chantier (boue, huiles, acide...)
- par infiltration à partir des bourbiers soit de la phase aqueuse des boues soit des eaux d'essais.

Ces dernières auront une salinité globale d'environ 20 g/l et une température de 95° ; leur déversement peut provoquer des désordres si leur rejet dans la nature est pratiqué de façon inconsidérée.

Dans le forage lui-même, la nappe phréatique et éventuellement l'aquifère du Rauracien seront rendus vulnérables à des contaminations et/ou à des mélanges par mise en communication avec les eaux de la Grande Oolithe.

2.2.2. Impact sur le voisinage.

Emergence sonore due au forage

Les engins de terrassement évolueront pour la préparation de la plate-forme, le creusement des points d'ancrage et des bourbiers, le stockage en merlon des terres de déblai. Des véhicules lourds transporteront les matériaux et les matériels (sacs d'argiles, tubes, ...).

Puis, les bruits des travaux de forage proprement dits se surimposeront à une partie des bruits précédents : bruits des moteurs entrainant les tiges de forage, bruit des pompes injectant les boues ou le ciment, cliquetis métalliques au moment du déchargement des camions, des remontées du train de tiges et de la mise en place des tubes dans les forages.

Les travaux de terrassement et les approvisionnements du chantier se font en général de jour, mais il n'en va pas de même des travaux de forage qui se poursuivent 24 h sur 24.

Les immeubles et habitations les plus proches se situent à 150 et à 250 m des forages.

Or à 200 m, le bruit d'un atelier de forage le plus bruyant est d'environ 55 dBA. Compte tenu de cette donnée, des mesures réalisées (voir 1.2.6.) et du fait que les vents dominants soufflent du S.S.O., le bruit du chantier n'émergera que de l'ordre de 5 dBA, aux périodes de bruit de fond minimal (nuit).

Vibrations

Comme tout chantier, la plate-forme sera source de vibrations ; celles-ci seront sensibles à une distance de moins de 100 m seulement.

Circulation

Une circulation accrue de camions lourds et volumineux, ainsi que de voitures se fera vers le chantier. Compte tenu de l'accès à partir d'Illzach, ces véhicules emprunteront la rue de Dinard longeant le cimetière, puis la rue du Tir, au milieu des habitations collectives ou individuelles de ce quartier avant d'emprunter un chemin (à aménager) longeant le bois (voir annexe 1).

La pollution de l'atmosphère - poussières

Les gaz d'échappement de la batterie de moteurs de l'atelier de forage s'ajouteront à ceux des véhicules lourds du chantier. Il arrive en outre que les nappes aquifères profondes contiennent de l'hydrogène sulfuré qui se dégage dans l'atmosphère en quantité très faible au moment des essais de débit.

Par ailleurs, la circulation des véhicules sur la plate-forme peut entrainer des poussières par temps sec.

Eclairage des chantiers

Les impératifs techniques contraignent l'entreprise à un travail continu 24 h sur 24, et donc à prévoir un éclairage puissant de toute la plate-forme de forage.

2.2.3. Impact sur les infra-structures.

Voirie

Ainsi que vu ci-dessus, l'accès à partir d'Illzach se fera par des rues bitumées, une limitation des vitesses évitera une trop importante dégradation de ces chaussées. Par ailleurs, l'accès proprement dit devra être signalé, pour les sorties des véhicules du chantier, susceptibles d'entrainer de la boue rendant la chaussée glissante par temps humide et poussiéreuse par temps sec.

Adduction d'eau

Les besoins en eau du chantier variant de 100 m³/j à 100 m³/h, peuvent sous réserve de pose de conduites provisoires, être pris sur le réseau, soit à Illzach, soit plus court à Bourtzwiller mais là se pose le problème du passage de la voie rapide.

Réseau électrique

Les travaux de forage nécessitent une puissance de 200 à 300 KVA. Cette énergie peut être produite par des groupes électrogènes sur le chantier, soit être prise sur le réseau de 20 000 volts existant à proximité comme vu ci-dessus à Illzach, à Bourtzwiller au-delà de la voie rapide ou au funérarium.

Réseau téléphonique

Les baraquements de chantier seront reliés au réseau existant.

Réseau d'assainissement

Les eaux des essais, soit environ 4.000 m³ pourraient être évacuées par le réseau d'assainissement de Bourtzwiller, et non par celui d'Illzach déjà surchargé. Néanmoins, là également se pose le problème de passage de la voie rapide.

Remarques : S'il s'avérait que ce passage de la voie rapide, soumis à autorisation d'occupation d'une voie à grande circulation (en relation avec autoroute) n'était pas réalisable, on optera pour un raccordement eau, électricité, téléphone - à partir d'Illzach.

En ce qui concerne l'évacuation des eaux des essais, une conduite sera posée vers la Doller-Ill (300 m vers le Sud).

2.2.4. Impact sur l'occupation des sols.

La plate-forme de forage se situe sur un terrain de la Ville de Mulhouse en partie loué à un agriculteur et en partie occupé par la forêt du Sauboden, qui devra être déboisée sur une surface d'environ 25 ares. Après déménagement du chantier, cette parcelle déboisée pourra être partiellement replantée en arbres.

2.3. EVALUATION DE L'IMPACT DE L'INSTALLATION.

2.3.1. Impact sur le sous-sol.

L'exploitation de la ressource géothermique se fera par un doublet de forages, l'eau étant réinjectée dans le même réservoir, après avoir cédé ses calories.

Il faut donc définir la distance au niveau du réservoir entre le forage de production et le forage de réinjection pour assurer une durée de vie de 30 ans, sans baisse de température notable.

D'après les études menées, il apparait que la distance souhaitée au niveau du réservoir entre les deux forages est de 1.220 m ; le puits de production étant orienté N 45° W, le puits d'injection N 135 W.

Par ailleurs, afin de garder intactes les potentialités de la Grande Oolithe pour les différents utilisateurs possibles (projets de thermalisme, d'injection de saumures etc...), on définit un volume d'exploitation intéressant une zone rectangulaire de 2.400 x 1.200 m environ.

Enfin, la présence dans le sous-sol d'anciens travaux miniers, nécessite une série de précautions en vue d'éviter tout risque de fuites d'eau géothermale vers les vieux travaux où se trouvent encore des couches de sel qui, en étant dissoutes, provoqueraient des mouvements de terrain jusqu'en surface.

2.3.2. Impact sur le site.

L'exploitation d'un doublet géothermique nécessite en surface, un bâtiment où seront installés les échangeurs de chaleur, les pompes et les instruments de contrôle. Ce bâtiment pourra être situé près des têtes de puits, ces dernières peuvent éventuellement être enterrées.

De ces installations partiront et aboutiront des conduites d'eau du circuit secondaire, celles-ci seront enterrées. Ces installations définitives, ayant une emprise moindre que la plate-forme, nécessitent néanmoins une modification du plan d'occupation des sols, sur cette emprise ; rappelons qu'il était initialement réservé à l'extension du cimetière. Quant à la parcelle déboisée, celle-ci pourra être en grande partie replantée en arbres.

L'impact sur le site sera surtout positif par l'utilisation de cette énergie douce par rapport au chauffage au fuel, utilisé actuellement pour chauffer les immeubles du projet.

L'économie réalisée par ce doublet sera de l'ordre de 3 500 TEP/an, calculée pour un débit de 150 m³/h et une température de l'eau de 95° en tête du forage, l'énergie géothermique fournissant près de 70 % des besoins de chauffage.

3. RAISONS POUR LESQUELLES LE PROJET A ETE RETENU.

3.1. RAISONS GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES.

Les nombreux forages de recherche minière ont montré la présence en Alsace, d'un réservoir aquifère "la Grande Oolithe" et la réalisation d'une recherche et d'une exploitation de ce gite géothermique dans le région de Mulhouse est une opération intéressante : le gradient géothermique élevé (voisin de 5°/100 m) permet une température d'environ 100° C au sommet du réservoir ; les paramètres hydrauliques, mesurés sur deux sites de recherche pétrolière laissent espérer des débits de l'ordre de 150 m³/h par pompage.

3.2. RAISONS TECHNIQUES ET SOCIO-ECONOMIQUES.

La conception d'ensemble de la ressource géothermale est la suivante : le circuit d'eau géothermale, salée, est réduit à la liaison entre les forages et la centrale géothermique voisine. A partir de là se fait la distribution de l'eau du circuit secondaire (eau de chauffage) vers les chaufferies des immeubles. Deux départs sont prévus, l'un vers Bourtzwiller, l'autre vers les immeubles d'Illzach.

Le terrain choisi a l'avantage d'être à une distance moyenne (environ 200 m) des habitations, de plus, il appartient à la Ville de Mulhouse, qui est directement intéressé par le projet.

3.3. CHOIX DU TYPE D'EXPLOITATION.

Le type d'exploitation par doublet permettra déviter tout rejet en surface d'eau à forte salinité (20 g/l) et contribuera à maintenir la pression dans le réservoir. La technique utilisée de doublet dévié réalisé à partir de la même plate-forme réduira en outre l'emprise des terrains nécessaires pour la réalisation de l'opération.

4. MESURES POUR SUPPRIMER OU REDUIRE LES NUISANCES.

Les nuisances éventuelles créées pendant les travaux de forage n'auront qu'une existence provisoire dont la durée pour chaque forage sera de l'ordre de 2 à 3 mois.

Environ 4 à 5 semaines seront consacrées à la préparation de la plate-forme, des bourbiers, du montage de l'atelier de forage. Ces travaux seront entrepris durant des heures normales de travail. Durant les 8 ou 10 semaines suivantes, les travaux de forage proprement dits se poursuivront de façon continue 24 heures sur 24.

4.1. MESURES CONTRE LES EFFETS SUR LE MILIEU NATUREL.

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

- avant la construction de la plate-forme, une campagne d'essais géotechniques et de reconnaissance de terrain devra définir les mesures à prendre pour assurer la stabilité de la plate-forme et éviter tout tassement.

Les principaux problèmes à traiter sont :

. reconnaissance des terrains de surface : remblais, terrains meubles ...

. définition des travaux de terrassement et de fondation.

- bien qu'une partie de la forêt du Sauboden devra être obligatoirement déboisée, il conviendra de limiter au maximum les coupes d'arbres et un reboisement partiel sera entrepris après le déménagement de la plate-forme.
- la pente donnée à la plate-forme de forage devra permettre l'écoulement de tous les produits liquides et des eaux de pluie vers les bourbiers,
- étanchements des bourbiers et des deshuileurs, un film synthétique garnira le fond et les parois des bourbiers
- drainage de la dalle bétonnée principale et des dalles secondaires, les eaux de ruissellement, huiles, etc... devant s'écouler par des caniveaux étanches vers les déshuileurs et les bourbiers,
- caniveaux étanches entres les bacs à boues et les déshuileurs,
- déversement de tout liquide dans les bourbiers
- ordures ménagères et déchets (bidon,...) stockés en cuvette étanche ou en benne à ordures seront évacués vers une décharge autorisée (SIVOM de Mulhouse).
- les eaux souterraines des différentes nappes traversées par les forages seront isolées grâce à la présence de tubages et de réalisations de cimentations interannulaires qui seront contrôlées par diagraphies (CBL, UDL) ; d'ailleurs, lors de la foration et la traversée des alluvions quaternaires (nappe phréatique) les boues bentonitiques seront éventuellement stérilisées (bactéricide) ou le forage se fera selon des moyens classiques (benne, pompe à graviers...) généralement employés en Alsace dans ce type de terrain.

Les boues de forage

Rejetées dans les bourbiers étanches prévus à cet effet, les boues de forages sont constituées (voir ci-devant), d'argile particulière (bentonite), de lignosulfonate est un dérivé cellulosique d'un produit utilisé en industrie agro-alimentaire, et dans notre cas de sel pour permettre le passage des horizons salifères. Ces boues ne sont pas toxiques.

Ces boues font l'objet d'un traitement physico-chimique de floculation et de décantation dans les bourbiers, séparant une phase solide d'une phase liquide.

Le solide, encore une fois solidifié par un procédé breveté est évacué par camion sur un lieu de stockage, "mis en décharge".

Dans le cas présent, cette évacuation peut avoir lieu sous réserve d'autorisation sur la Décharge Intercommunale du SIVOM de Mulhouse, sise à Ile Napoléon/Sausheim et distante de 3 à 4 km du site.

Evacuation des eaux

Les eaux de décantation des boues sont d'abord délivrées, si besoin, des hydrocarbures surnageant, puis elles font l'objet d'un traitement physico-chimique secondaire les rendant aptes à être rejetées en milieu ambiant en conformité avec les normes officielles de rejets des arrêtés interministériels (13 Mai 1975). En particulier dans le cas présent, il y aura lieu d'abaisser la température mais surtout les teneurs en sel par dilution.

Les eaux de pompage d'essai, eaux de la Grande Oolithe, chaudes et salées (20 g/litre) seront déversées dans les bourbiers. Après une période de refroidissement, elles seront évacuées comme les eaux précédentes :

Une évacuation vers un réseau d'assainissement n'est pas facilement envisageable ; de plus, le collecteur de la Ville de Mulhouse Nord aboutit sans traitement des eaux directement à l'Ill avant la 2e jonction de cette rivière avec la Doller.

Dans ce cas, il peut être envisagé une évacuation des eaux du chantier, via une conduite de 300 m, vers la Doller - Ill.

Ayant déjà reçu une partie des eaux de l'Ill, cette portion a au moins un débit de 0,400 m^3/s (voir figure 6) en étiage d'été. De façon à ne pas entrainer une trop importante salure des eaux de rivière, on réglera le débit d'évacuation afin de ne pas dépasser ou augmenter 1 g/l après dissolution dans la rivière. Dans ces conditions, les débits d'évacuation d'une eau à 20 g/l seront de l'ordre de 70 m^3/h.

En fonction des débits du cours d'eau, ce débit d'exhane pourrait être augmenté.

Si besoin était on pourra également diluer les eaux avant rejet on contrôlera les débits et les qualités chimiques des eaux de rejet vers la rivière (température, pH, Cl^-, DBO - conductivité, etc...). Naturellement, ce rejet est soumis à autorisation.

4.2. MESURES CONTRE LES EFFETS SUR LE VOISINAGE.

4.2.1. Bruit - vibrations.

Au niveau des habitations les plus proches, l'émergence sonore due au forage est faible de l'ordre de 5 à 10 dBA avec une implantation rapprochée de la voie rapide (environ 50 m du bord Est de la voie, soit 150 m du premier immeuble HLM Brossolette).

Néanmoins, afin d'atténuer encore cette légère perturbation nocturne, certaines recommandations sont suggérées (compte tenu des directions des vents dominants et de l'implantation) :

- orientations de la machine Nord-Sud avec moteur au Sud,

- les échappements seront également dirigés vers le Sud

- on élévera les terres extraites des bourbiers en remblai du côté de la voie rapide pour constituer un écran phonique,

Par ailleurs, on évitera :

- l'utilisation inutile de moteur,

- les manoeuvres bruyantes la nuit, les appels par avertisseurs sonores et l'utilisation de haut-parleurs pour la transmission des consignes.

Il serait souhaitable,(n'oublions pas que le début des travaux est programmé en été),de capoter les engins bruyants (treuil - moteurs) et de munir les diesel - moteurs de silencieux et d'utiliser le maximum de moteurs électriques en place de moteurs diesel.

Les vibrations transmises par la machine de forage ne seront pas ressenties par les habitations les plus proches.

4.2.2. Circulation.

Le trajet sera flêché pour éviter des manoeuvres inutiles dues à des erreurs de circulation, notamment au niveau du cimetière ; le trajet est indiqué sur l'annexe 1.

La circulation se fera au ralenti pour ne pas perturber ce quartier d'habitations d'Illzach, de plus elle sera réduite au strict minimum de nuit.

Toutes dispositions devront être prises par ailleurs pour que les chaussées soient tenues propres au débouché du chemin sur la route près de la rue du Tir (arrosage, balayage) et ainsi éviter des problèmes de glissance ou de soulèvement de poussières. Cette sortie sera signalée.

Le chantier sera clôturé et l'accès au public interdit.

4.4. MESURES DIVERSES.

Il est recommandé de bien observer les consignes de sécurité en vigueur sur le chantier et de prendre les précautions en cas et lors des acidifications.

4.5. MESURES CONTRE LES PERTURBATIONS SOCIO-ECONOMIQUES.

Ces mesures concernent la mise en oeuvre d'une bonne information, auprès de la population avoisinante, par voie de presse, de réunions locales, etc... Cette information devra mettre en évidence l'intérêt de l'opération par rapport aux gênes temporaires de chantier.

4.6. MESURES CONCERNANT LE SOUS-SOL.

Compte-tenu de la présence d'anciens travaux miniers à l'aplomb de la zone de forage, un certain nombre de mesures seront à prendre afin d'éviter que les forages à réaliser ne recoupent d'anciennes galeries ou chambres d'exploitation et que, par la suite, le pompage de l'eau géothermale ne puisse perturber la cohésion des couches géologiques.

C'est ainsi qu'à la suite des indications fournies par les M.D.P.A., l'implantation de la plate-forme a été décalée d'environ 50 m vers le Sud et que des précautions spéciales devront être prises lors des travaux de forage et d'équipement des ouvrages.

LISTE DES PRINCIPALES ADRESSES UTILES

. Services Techniques de la Ville de Mulhouse Bld. Président Roosevelt	Tél. : (89) 42.98.11
. Service des Eaux et de l'Assainissement de la Ville de Mulhouse 11, Avenue du Pdt. Kennedy	Tél. : (89) 42.15.51
. D.D.A. - Service du Génie Rural des Eaux et Forêts Cité Administrative 68091 MULHOUSE CEDEX	Tél. : (89) 42.98.00
. D.D.E. - Subdivision des entretiens autoroutes Rue de l'Aérodrome - 68170 RIXHEIM	Tél. : (89) 64.36.33
. E.D.F. Service Bureau Etudes 9, Rue Pasteur à Mulhouse	Tél. : (89) 56.70.01
. Postes et Télécommunications Agence Commerciale 20, Bld. de l'Europe à Mulhouse	Tél. : (89) 46.02.22

5. REMISE EN ETAT DES LIEUX.

La remise en état des lieux sera réalisée dès que les installations de forages (derrick, moteurs, pompes, baraquements, etc...) seront déménagées. On peut distinguer deux phases dans la remise en état des lieux :

- une phase immédiate,
- une phase à long terme.

5.1. PHASE IMMEDIATE.

- Les têtes de puits seront fermées et protégées,
- la boue sera évacuée vers une décharge après avoir été traitée sur place par un procédé de floculation permettant l'obtention d'un résidu solide et inerte (si cette opération n'avait pas été faite auparavant)
- tous les déchets accumulés seront emmenés vers une décharge contrôlée,
- les différentes conduites (amenée d'eau, refoulement des eaux des essais) seront démontées,
- la ligne électrique éventuelle sera démontée ainsi que la ligne téléphonique,
- les bourbiers seront remblayés.

5.2. PHASE A LONG TERME.

L'accès à la plateforme devra être conservé et entretenu ainsi qu'une zone de service roulable (13 t/essieu) de 20 m autour des puits afin de pouvoir réaliser les travaux de maintenance des puits. La pompe d'injection, le ou les échangeurs et les pompes de refoulement du circuit de chauffage seront installés dans un local près des puits.

La surface restante, limitée à environ 1/2 hectare de la plateforme sera retirée de sa vocation prévue au P.O.S., engazonnée et plantée d'arbres en bordure, s'intégrant ainsi dans l'extension du cimetière et à la forêt voisine, site vert protégé. Une viabilité définitive devra être installée pour ce local.

Le passage souterrain de la voie rapide des conduites de chauffage devra être étudié avec les services compétents de la D.D.E.

6. TABLEAU RESUME

	SECTEURS D'IMPACTS	ETAT INITIAL	Impact des travaux de forage sur l'environnement	Evaluation de l'impact		Mesures pour prévenir, réduire et supprimer les impacts négatifs
				- nég. + pos.	Evaluation	
MILIEU NATUREL	Sol	Terrain cultivé, limono-argileux Forêt	Cessation de la culture Déboisement partiel Risque de déversement, acide huile, boue	- -	moyen moyen	modification de la vocation du terrain plateforme en pente vers les bourbiers ; étanchéi fication des bourbiers ; évacuation des résidus vers décharge du SIVOM ; reboisement
MILIEU NATUREL	Sous-sol	Alluvions sablo-graveleuses à passées argileuses et limons de surface	Risque de tassement de la plateforme	-	faible	examen géotechnique
MILIEU NATUREL	Eaux souterraines	Nappe phréatique rhénane superficielle nappes profondes du Jurassique Rauracien et Grande Oolithe (objectif de la recherche géothermique)	Risque d'infiltration de boues, de produits et des eaux des essais. Risque de communication entre aquifères	- -	fort fort	bourbiers étanches pose de tubages et cimer tations contrôlées
MILIEU NATUREL	Environnement	Terrain en bordure voie rapide et secteur urbanisé	Chantier de travaux lourds	-	faible	information du voisinage chantier clôturé, accès interdit
MILIEU NATUREL	Hydrologie "eaux de surface"	A 300 m au sud du site se situe la confluence entre l'Ill et la Doller	Rejet des eaux de traitement des boues et des eaux d'essais dans la rivière Doller - Ill	-	faible	par contrôle des débits ajuster le débit de rejet de façon à ne pas dépasser les normes de rejet en rivières voir DDA - DII
INFRASTRUCTURES	Voirie	Accès au chantier par rues bitumées (Illzach) et chemin à aménager. Voie rapide Nord-Sud.	Dépôts de boues ou poussières, circulation de véhicules lourds Passages des conduites d'eaux et des câbles électriques	- -	moyen fort	circulation à faible vitesse, entretien des chaussées, éventuellement réparations A voir avec D.D.E.
INFRASTRUCTURES	Canalisations	Réseau d'assainissement et réseau eau potable à Bourtzwiller et à Illzach, soit à 150 et 250 m du site	Rejet éventuel dans réseau d'assainissement de Boutzwiller Branchement sur réseau eau, nécessité de la traversée de la voie rapide si Bourtzwiller	- -	faible faible	non retenu, mais pose d'une conduite pour évacuation des eaux vers la Doller-Ill à voir avec Service des Eaux de Mulhouse
INFRASTRUCTURES	Lignes électriques et téléphoniques	Comme ci-dessus lignes enterrées 20.000 V à Bourtzwiller (au-delà voie rapide) et Illzach	Nécessité de passage de la voie rapide si Bourtzwiller	-	moyen	A voir avec E.D.F. et Télécommunications
ENVIRONNEMENT	Bruits	Niveau ambiant la nuit à Bourtzwiller : 45 à 50 dBA à Illzach : 30 à 40 dBA	Bruit de 55 dBA à 200 m	-	faible + 5 dBA à + 10dBA	Moteurs et échappement vers le sud, terres des bourbiers élevées en remblai côté voie rapide consignes d'utilisation des moteurs (silencieux sur moteurs et éventuel capotage) limitation des manoeuvres nocturnes
ENVIRONNEMENT	Vibrations	Circulation	Vibrations de la machine	-	faible	pas ressenties au niveau des habitations voisines
ENVIRONNEMENT	Circulation	Faible circulation (limitée à la desserte du quartier et du cimetière)	Camions et voitures de chantier	-	moyen	Trajet fléché, et circulation à faible vitesse à réduire au strict minimum la nuit

	SECTEURS D'IMPACTS	ETAT INITIAL	Impact des travaux de forage sur l'environnement	Evaluation de l'impact - nég. + pos.	Evaluation	Mesures pour prévenir, réduire et supprimer les impacts négatifs
VOISINAGE	Dégagement gazeux-odeur	Gaz d'échappements du trafic routier (voie rapide)	Risque de dégagement de gaz hydrocarbures et H_2S, très limité	-	faible	Vannes B.O.P. (vannes de sécurité en vigueur dispositifs anti-déflagrants, rayon de sécurité
	Eclairage de chantier		Eclairage de la plate-forme	-	faible	Phares dirigés vers le chantier
	Effets socio-économiques	Terrain classé en réservation pour des équipements publics (extension de cimetière) Ce terrain constitue un ilôt "naturel" subsistant au milieu d'un secteur urbanisé	Exploitation d'un gîte géothermique intéressant 3 500 TEP économisées escomptées	+	fort	-> information du voisinage sur les avantages du projet et la nature des travaux
	Installations de fonctionnement		Volume d'exploitation intéressant une emprise de 2,9 km²,	-	moyen	Volume à protéger (permis de recherche et d'exploitation)
			plate-forme de chantier	-	moyen	à réaménager
			têtes de puits	-	moyen	à protéger
			construction d'un bâtiment viabilité	-	moyen	contigu aux têtes, abritera les pompes, séparateur, etc.
			conduites de chauffage vers l'est et l'ouest	-	faible	enterrées, passage de la voie rapide à définir
						-> modification du P.O.S concernant la surface intéressée par les installations définitives
anciens	Opérations de forage	Anciennes galeries d'exploitation de potasse à l'aplomb du site	incidents divers	-	fort	Déplacement de la plate-forme
	Exploitation du doublet		Risques de fuites d'eau géothermale pouvant diminuer la cohésion du sous-sol	-	moyen	Tubages d'équipement renforcés, contrôles au fond

CONCLUSIONS

La solution retenue par le maître d'ouvrage d'utiliser les ressources géothermiques de la Grande Oolithe pour le chauffage et la fourniture d'eau chaude sanitaire à un important quartier de Bourtzwiller (réunissant plusieurs groupes d'immeubles) et quelques immeubles d'Illzach - Ouest, présente un intérêt évident en matière d'économie d'énergie. En effet, ce sont près de 2.500 équivalents - logements qui bénéficieront de cette ressource permettant une économie annuelle de près de 3.500 TEP.

En regard de ces avantages, l'éxécution des travaux de forages n'engendreront que des nuisances temporaires, par ailleurs, bien atténuées par un certain isolement du site séparé des habitations les plus proches par une voie à grand trafic.

Il y aura lieu de bien observer et contrôler les évacuations des eaux extraites des boues et des eaux d'essais salées vers le milieu naturel la Doller - Ill.

Par ailleurs, quelques précautions pour atténuer les bruits seront à prendre dans la disposition du chantier et les agencements des moteurs, d'autant plus que le chantier peut avoir lieu en été, période où les fenêtres des habitations restent souvent ouvertes de nuit comme de jour.

Le problème majeur est celui de l'existance d'anciens travaux miniers à l'aplomb de la zone de forage. Afin de les éviter, l'implantation de la plate-forme a été décalée et il sera nécessaire de prendre certaines précautions au cours des opérations de forage et d'équipement.

Au cours de la période d'exploitation, il sera éventuellement nécessaire d'entreprendre des contrôles périodiques au niveau des travaux miniers proches des 2 forages.

L'Ingénieur chargé d'étude
p.o.

M. DAESSLE

Le Directeur du Service
Géologique Régional Alsace

J.J. RISLER

Annexe 1

VILLE DE MULHOUSE

RECHERCHE PAR FORAGE DUN GITE GEOTHERMIQUE DANS L'AQUIFERE DE LA GRANDE OOLITHE

ETUDE D'IMPACT

Plan de situation et d'implantation

Echelle 1 / 5000

B.R.G.M - SGAL
Strasbourg le 13/01/83

2257 - 1 - 15/1/1983

Annexe 3

PROGRAMME DES TRAVAUX DE FORAGE DU DOUBLET GEOTHERMIQUE

1.4. Programme technique de réalisation des forages

Le programme de forage a été concu en tenant compte des résultats de l'étude géophysique réalisée en Février 1982.

Cette étude a permis d'implanter de façon optimale les forages au niveau de leur impact à la Grande Oolithe, à partir de l'emplacement retenu pour les deux forages :

- *puits de production : Azimut géographique N 45 W*
  Déplacement 700 m à - 1800 m NGF

- *puits d'injection : Azimut géographique S 45 W*
  Déplacement 1000 m à - 1800 m NGF

D'autre part, la coupe technique tient compte de la présence d'un anticlynal au niveau de la zone salifère supérieure pouvant se révéler être un piège à hydrocarbures.

A . PUITS DE PRODUCTION

1 - Forage

1.1. Un tube guide de diamètre 30" sera mis en place avant le forage à une profondeur de 40 m environ. Ce tube permet de couvrir les alluvions du quaternaire.

1.2. Phase 26" (ou 24")

Le forage débutera en diamètre 26" (ou 12 1/4 élargi ensuite en 24") jusqu'au toit de la zone salifère supérieure soit envirpn 200 m.

Un tubage de diamètre extérieur 20" (ou 18" 5/8 pour le trou 24") sera mis en place à cette profondeur et cimenté sur toute sa hauteur.

1.3. Phase 17 1/2 x 12 1/4

Le forage reprend en diamètre 17 1/2 jusqu'à environ 400 m puis en 12 1/4 jusqu'à environ 600 m.

Après enregistrement de diagraphies, mise en place à cette profondeur d'un tubage mixte 13 3/8 x 9 5/8 cimenté sur toute sa hauteur.

1.4. - Phase 8 1/2

Le forage se poursuit en diamètre 8 1/2 verticalement jusqu'à 620 m de profondeur, cote à laquelle la déviation est amorcée.

A raison de 1° d'augmentation d'angle tous les 10 m et un angle final d'inclinaison de 34° environ, le déplacement obtenu sera environ de 700 m à 1800 m de profondeur.

La phase 8 1/2 est arrêtée après pénétration de quelques mètres dans la Grande Oolithe soit environ 1780 m vertical (soit environ 2000 m forés).

Après enregistrement de diagraphies, mise en place d'un tubage 7" cimenté jusqu'à environ 400 m du sol.

1.5. - Phase 6"

Le forage du réservoir se réalise en diamètre 6" avec une inclinaison de 34° environ jusqu'à environ 1900 m vertical soit 2150 m forés.

1.6. - Essais

Après enregistrement des diagraphies et coupe du tubage 7" vers 400 m, le puits sera mis en production.

2 - Tubages - cimentations

2.1. - Tubage 20" (18 5/8)

Le tubage sera de diamètre 20" ou 18 5/8 suivant les disponibilités d'approvisionnement (tube et casing head).

Caractéristiques :

Diamètre extérieur :	*20" (18 5/8)*
Masse niminale :	*106.5 lbs/ft (87.5 lb/ft)*
Grade :	*K 55*
Filetage :	*Buttress*

La cimentation sera réalisée avec un ciment de type CPJ 45 sur toute la hauteur du forage.

2.2. - Tubage 13 3/8 x 9 5/8

Caractéristiques :

Diamètre extérieur :	*13 3/8*	*9 5/8*
Masse nominale :	*68 lb/ft*	*40 lb/ft*
Grade :	*K 55*	*K 55*
Filetage	*VAM*	*API 8 rd LTC*

La cimentation sera réalisée avec un ciment haute température (classe D ou G) auquel sera ajouté 30 à 35 % de silice.

2.3. - Tubage 7

Caractéristiques :

Diamètre extérieur :	*7"*
Masse nominale :	*26 lb/ft*
Grade :	*K 55*
Filetage :	*VAM*

La cimentation sera réalisée avec un ciment haute température auquel on aura ajouté 30 à 35 % de silice.

Le tubage sera cimenté du fond jusqu'à 400 m du sol grâce à 1 ou 2 D.V. (matériel permettant une cimentation multi-étagée).

3 - Tête de puits

3.1. - Sur tubage 20" (ou 18 5/8) Phase 17 1/2 x 12 1/4

Un obturateur annulaire de série 20" x 2000 sera monté sur le tubage par l'intermédiaire d'une casing head vissée ou soudée comportant une bride 20" X 3000 (21" 1/4 x 2000).

3.2. - Sur tubage 13 3/8 - Phase 8 1/2 et 6"

La sécurité sera assurée par l'empilage suivant :

- *casing head à bride 13 5/8 x 3000 visséé*
- *spool (s) divers*
- *obturateur double à machoires 13 5/8 x 3000*
- *obturateur annulaire 13 5/8 x 3000*

4 - Boue de forage

4.1. - Phase 26" (ou 24")

La boue utilisée sera une boue bentonitique simple.

4.2. - Phase 17 1/2 x 12 1/4 et 8 1/2

Compte tenu de la présence de sel massif, la boue sera du type salée saturée.

Pour diminuer au maximum les dilutions et les rejets, on apportera un soin très particulier au système de séparation des solides (utilisation d'une centrifugeuse par exemple).

4.3. - Phase 6

Le réservoir sera foré avec une boue non colmatante à base de polymère dégradable compatible avec les conditions de température (de l'ordre de 100° C).

5 - Diagraphies - Surveillance géologique

Le programme qui suit est un programme de base qui pourra être modifié en fonction des problèmes rencontrés.

5.1. - Avant tubage 13 3/8 x 9 5/8

Mesure de la géométrie du trou sur le découvert (diamètreur)
Mesure de la radioactivité naturelle jusqu'au sol (gamma-ray)

5.2. - Avant tubage 7

Mesure de la géométrie du trou sur le découvert (diamètreur)
Mesure en continu de l'inclinaison et de l'orientation (Déviation orientée)
Mesure de la radioactivité naturelle (gamma-ray)
Mesure de la vitesse de propagation des sons (sonic)

5.3. - Après tubage 7

Contrôle sonique de la qualité de la cimentation (CBL-VD)

5.4. - Sur le réservoir

Mesure de la densité/radioactivité des formations (FDC-gamma ray)
Mesure de la vitesse de propagation des sons (sonic)

5.5. - Surveillance géologique

En dehors de la surveillance classique (coupe, enregistrement des avancements) la surveillance géologique sera attentive à la présence d'hydrocarbures.

Les moyens de détection de type pétrolier seront mis en oeuvre :

- *détecteur*
- *chromatographe*
- *indicateur de niveau des bacs*

B . PUITS D'INJECTION

1 - Forage

1.1. - Identique au puits de production

1.2. - Suivant les résultats du premier puits, le programme pourra être modifié comme suit :

1.2.1. Présence de gaz nécessitant la mise en place de B.O.P. sur le tubage 20" (18 5/8)
Phase 26" (24") identique au puits de production

1.2.2. Absence de gaz :
Le forage débutera en 12 1/4 verticalement jusqu'à 220 m environ puis en déviation dirigée comme indiqué ci-après en 1.3.

1.3. - Phase 12 1/4

Après avoir foré verticalement jusqu'à 220 m, on amorcera la déviation à raison de 1°5 tous les 10 m forés jusqu'à obtention d'un angle de 36° environ. Le forage sera ensuite poursuivi avec une inclinaison de 36° jusqu'à 600 m (vertical) soit 640 m forés.

Après enregistrement des diagraphies, le tubage 9 5/8 sera mis en place et cimenté sur toute sa hauteur.

1.4. - Phase 8 1/2

Le forage sera repris en diamètre 8 1/2 avec une inclinaison de 36° jusqu'à pénétration de quelques mètres dans la Grande Oolithe soit environ 1700 m vertical (2000 m forés).

Après enregistrement des diagraphies, le tubage 7 sera mis en place et cimenté sur toute sa hauteur.

1.5. - Phase 6

Le réservoir sera foré en diamètre 6 avec une inclinaison de 36° jusqu'à environ 1820 m (vertical) soit 2150 m forés.

1.6. - Essais

Après enregistrement des diagraphies de réservoir le puits sera testé en production, puis en injection avec mesures d'interférence aur le 1er puits.

2 - Tubages - cimentations

2.1. - Tubage 20" (18 5/8)

cf puits de production

2.2. - Tubage 9 5/8

cf puits de production
Filetage : API 8 rd LTC

La cimentation sera réalisée avec un ciment de type CPJ_45 jusqu'au sol.

2.3. - Tubage 7

Identique au puits de production

Dans ce puits, la cimentation se fera du fond jusqu'au sol.

3 - Tête de puits

Suivant les résultats du premier puits et la mise en place ou non du tubage 20" (18 5/8) les empilages seront les suivants :

3.1. - sur tubage 20" (cf. 1.2.1.)

identique au puits de production

3.2. - sans tubage 20" (cf. 1.2.2.)

pas de B.O.P.

3.3 - Sur tubage 9 5/8

Casing head vissée avec bride supérieure 11" x 3000
Adapter
Spool (s)
Obturateur double 13 5/8 x 3000 à machoires
Obturateur annulaire 13 5/8 x 3000 à machoires

4 - Boue de forage

4.1. - Avec tubage 20" (18 5/8)

Identique au puits de production, la phase 17 1/2 x 12 1/4 étant remplacée par une phase 12 1/4.

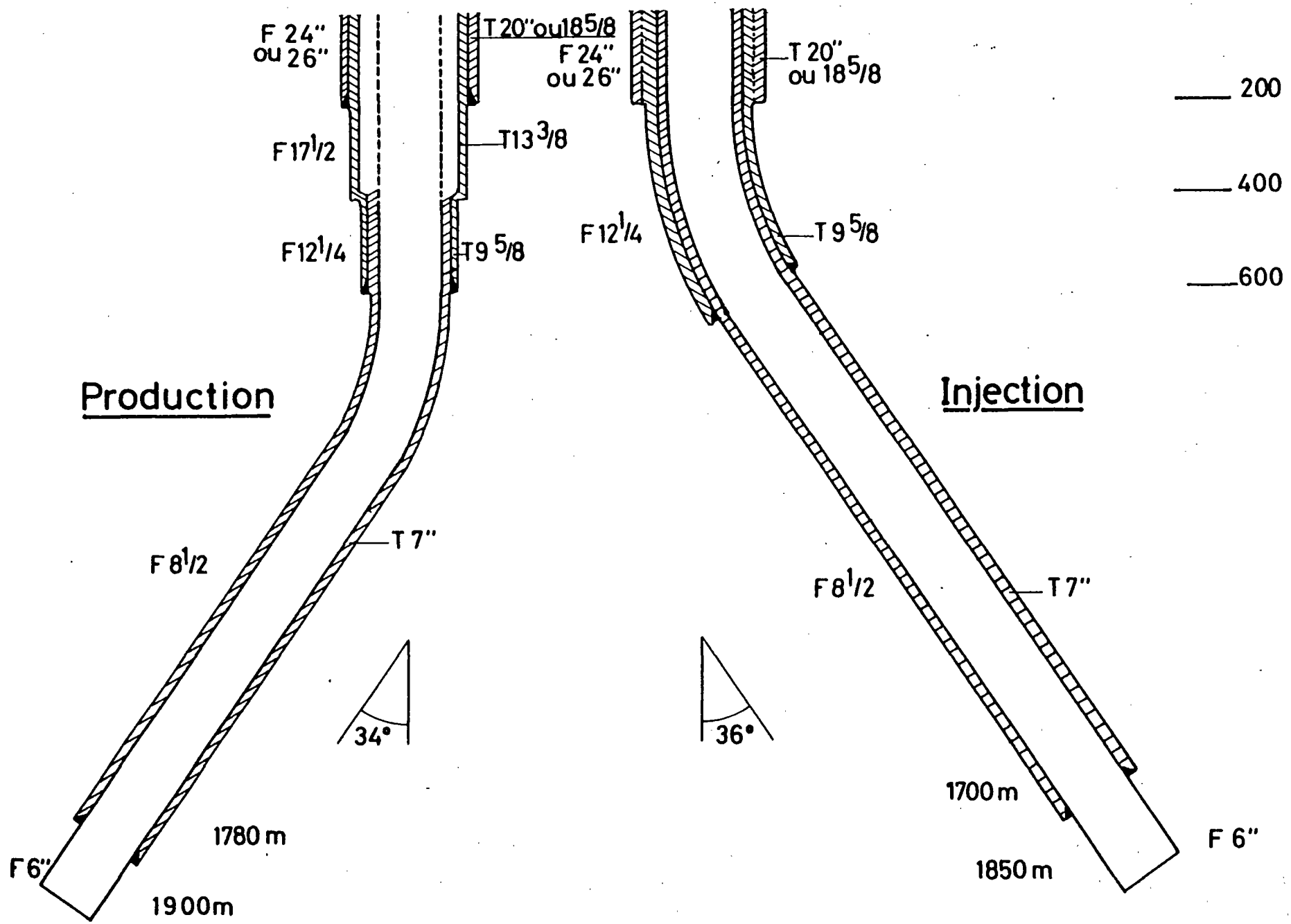
4.2. - sans tubage 20" (18 5/8)

Le forage débutera en 12 1/4 avec une boue de type salée saturée.

Le reste du programme de boue reste identique au puits de production.

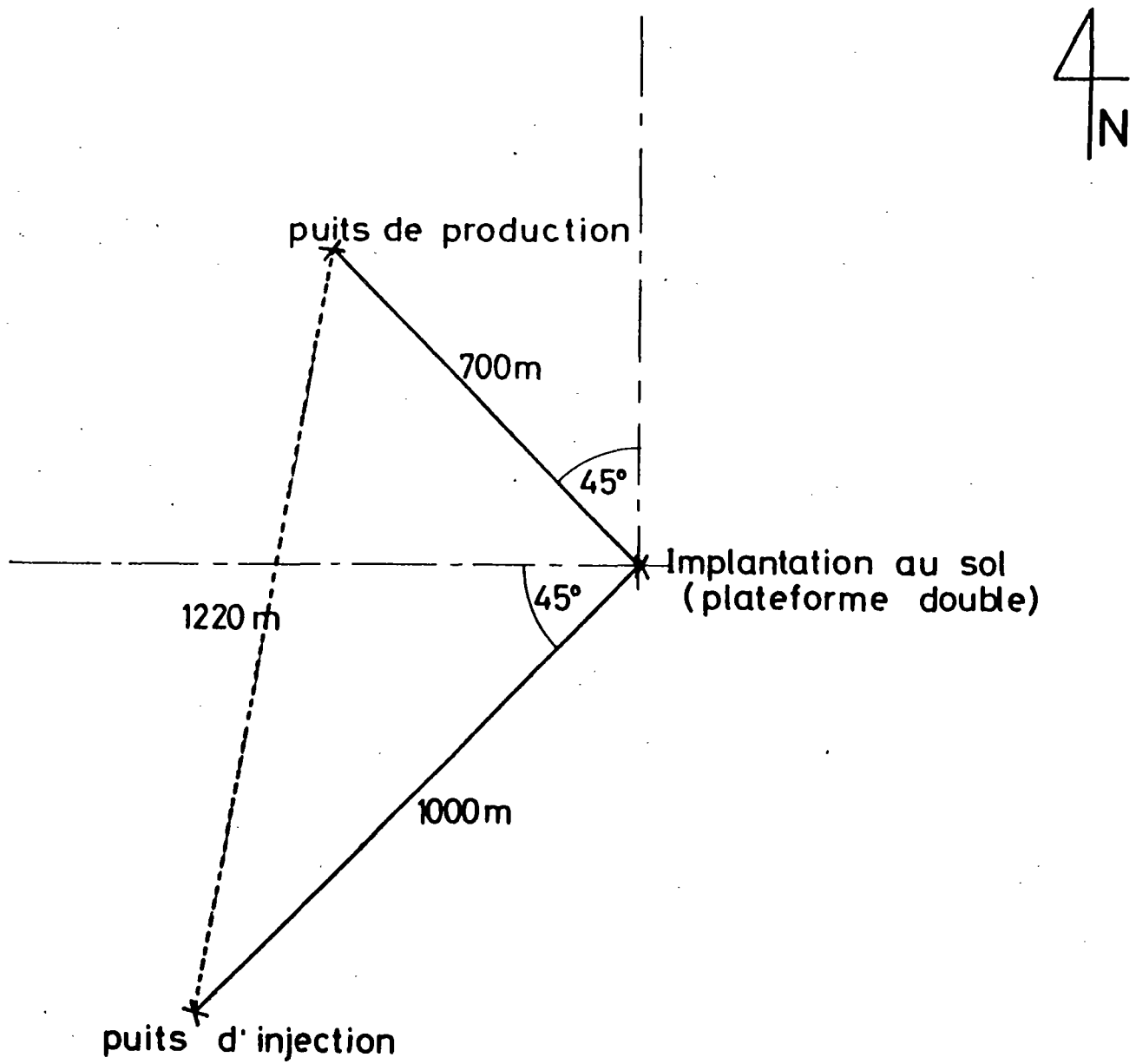
5 - Diagraphies - surveillance géologique

Sur le principe et sauf modifications consécutives aux difficultés rencontrées dans le puits de production, le programme des diagraphies et les moyens de surveillance géologique seront identiques à ceux du puits de production.



Coupe technique

IMPLANTATION DES FORAGES



Annexe 2

MESURES DES BRUITS REALISEES SUR LE SITE DES FUTURS FORAGES GEOTHERMIQUES DE LA VILLE DE MULHOUSE

par P. COURTOT

R E S U M E

A la demande du SGR ALSACE, une étude acoustique à BOURTZWILLER près de MULHOUSE (68) a été réalisée pour l'étude d'impact d'un doublet géothermique.

La présence d'un axe routier important Nord-Sud rend les niveaux de bruit initiaux élevés, et doit être mise à profit pour réduire l'émergence des bruits du forage.

Un rapprochement, dans la mesure du possible, du site du forage près de cet axe, et quelques précautions élémentaires devraient permettre de rendre acceptables les bruits occasionnés par l'opération géothermique.

SOMMAIRE

page

RESUME

1. SITUATION GENERALE 1

2. ASPECT QUALITATIF DU BRUIT EXISTANT 1

3. MESURES DE BRUIT 1

Points de mesure 1
Appareillage et type de mesure 2
Resultats 3
Conclusions et remarques 4

4. EMERGENCE SONORE DU FORAGE 4

5. RECOMMANDATIONS EN VUE D'UNE REDUCTION DU BRUIT DU AU FORAGE 5

1. SITUATION GENERALE (Fig. 1 et 2)

Le projet de doublet géothermique au Nord de la commune de Mulhouse, à Bourtzwiller est limité :

- Au Nord par le cimetière de Bourtzwiller,
- A l'Est par la limite de la commune d'Illzach,
- A l'Ouest par la voie rapide Nord-Sud,
- Au Sud par un terrain boisé qui borde la Doller.

Il est situé sur un vaste terrain (Sauboden) de terres cultivées, de direction Nord-Sud large d'environ 300 mètres sur lequel il n'y a pas d' habitation. Les zones habitées se trouvent à l'Est (zone d'Illzach) et à l'Ouest (quartier des HLM Brossolette).

2. ASPECT QUALITATIF DU BRUIT EXISTANT

Le bruit essentiel provient de la voie rapide Nord-Sud, qui draine une circulation importante aussi bien le jour que la nuit. C'est la seule source importante de bruit, les autres rues étant moins fréquentées, et plus éloignées des immeubles (rue des Romains au Nord par exemple).

Des habitants nous ont signalé que ces bruits étaient plus importants en été qu'en hiver (circulation probablement plus abondante et peut être conditions différentes : fenêtres ouvertes par exemple, ou absence de double fenêtres en été).

3. MESURES DE BRUIT

Points de mesure (Fig. 2)

Du fait d'une certaine symétrie du problème de bruit, deux points d'écoute continue ont été posés, l'un à l'Est, dans un pavillon en bordure du champ (point A), l'autre à l'Ouest sur le toit de l'immeuble

HLM le plus proche du forage présumé (point B).

Dans les deux cas, les mesures ont eu lieu en extérieur, à 1,50 m du sol dans le pavillon (chez Monsieur BAUMELIN Charles, 3 rue du Tir, à Illzach), et à environ 15 m du sol, sur le soit de l'immeuble HLM, du côté Ouest.

Appareillage et type de mesure

Les mesures ont été réalisées en chaque station avec un sonomètre Brüel et Kjäer 2225 ou 2226 alimenté sur secteur, couplé à un enregistreur Brüel et Kjäer 2306, alimenté également sur secteur. Les sonomètres étaient recouverts d'une boule antivent.

Les mesures réalisées sont des niveaux équivalents (Leq) 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 : $Leq = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L(t)}{10}} dt$, où L(t) est le niveau de bruit instantané.

Signalons que le sonomètre (2226) utilisé au point B indique en outre les dépassements de plus de 16 dBA du niveau équivalent, par un pic de saturation durant la mesure, ce qui modifie l'apparence des enregistrements.

Date et heure : Les enregistrements ont été réalisés du 6 janvier 1983 à 18 h au 7 janvier 1983 à 10 h.

Conditions météorologiques : Il y avait peu de vent. Il y a eu une période de pluie au cours de la nuit, à une heure indéterminée.

Résultats

Point A (Fig. 3)

L'analyse des enregistrements permet de distinguer au point A :

- une période de décroissance lente du bruit entre 18 h et 1 h du matin, où les niveaux passent de 48 dBA à 38 dBA, avec une légère remontée entre 22h et 24h.

- une période de minimum entre 1 h et 4 h 30 du matin, où les niveaux ne dépassent pas 40 dBA (de 30 à 40 dBA).

- une période de reprise des niveaux sonores de 4 h à 8 h du matin, les niveaux passent de 40 dBA à 52 dBA.

- de 8 h à 10 h, les niveaux sont quasi-constants à 52 dBA.

Point B (Fig. 4)

Au point B, le signal est moins lisible, du fait des "pics de saturation" cités plus haut. Ceux-ci sont nombreux entre 22h et 1h du matin, dûs probablement à une activité "locale" du quartier, et à partir de 7 h 30. En dehors de ces pics, on distingue :

- une période de décroissance des niveaux sonores entre 18 h et 3 h du matin, où les niveaux passent de 60 dBA à 45 dBA.

- une période de minimum entre 3 h et 4 h du matin (45 à 50 dBA).

- une période de reprise des niveaux sonores de 4 h à 7 h, où ils passent de 50 dBA à 62 dBA.

- de 8 h à 10 h, ils ont une valeur constante de 62 dBA.

Conclusions et remarques

Au point A, un petit muret en façade de l'habitation atténue les niveaux sonores de près de 5 dBA, qu'il faut donc ajouter aux valeurs enregistrées pour avoir le niveau sonore "libre" en façade.

Ces niveaux sonores sont plus forts au point B, car plus près de la voie rapide. Ils restent élevés, dépassant presque toujours 50 dBA. Pour une valeur au sol (rez-de-chaussée) il faut oter 1 ou 2 dBA, valeur négligeable au vu de la variance des résultats.

4. EMERGENCE SONORE DU FORAGE

L'emplacement prévu du forage se trouve à peu près à 200 m des habitations les plus proches, tant à l'Est qu'à l'Ouest. A ces distances, les valeurs de bruit varient autour de 55 dBA selon les machines utilisées. (Nous prendrons pour exemple le bruit créé par la machine de Melleray (fig. 5). Signalons que cette machine était une des plus bruyantes, et que les valeurs sur d'autres manchines peuvent être inférieures de quelques dBA).

Pour un bruit de 55 dBA, il n'y aura d'émergence au point B qu'entre 1h et 4 h 30 du matin : cette émergence sera d'environ 5 dBA, ce qui est tolérable.

Au point A, jusqu'à 23h, l'émergence sera nulle ou faible (inférieure à 5 dBA). De 23h à 5h, elle sera de 10 à 15 dBA. Elle sera faible entre 5h et 8h (inférieure à 5 dBA) et nulle après 8h.

Ceci concerne les bruits en période de forage (50 % du temps). Pendant les autres phases, ils seront plus faibles, excepté pour les diagraphies et cimentations (5 % du temps).

Les vents dominants étant dirigés vers le Nord, zone inhabitée, sont favorables à une réduction du bruit vers les habitations.

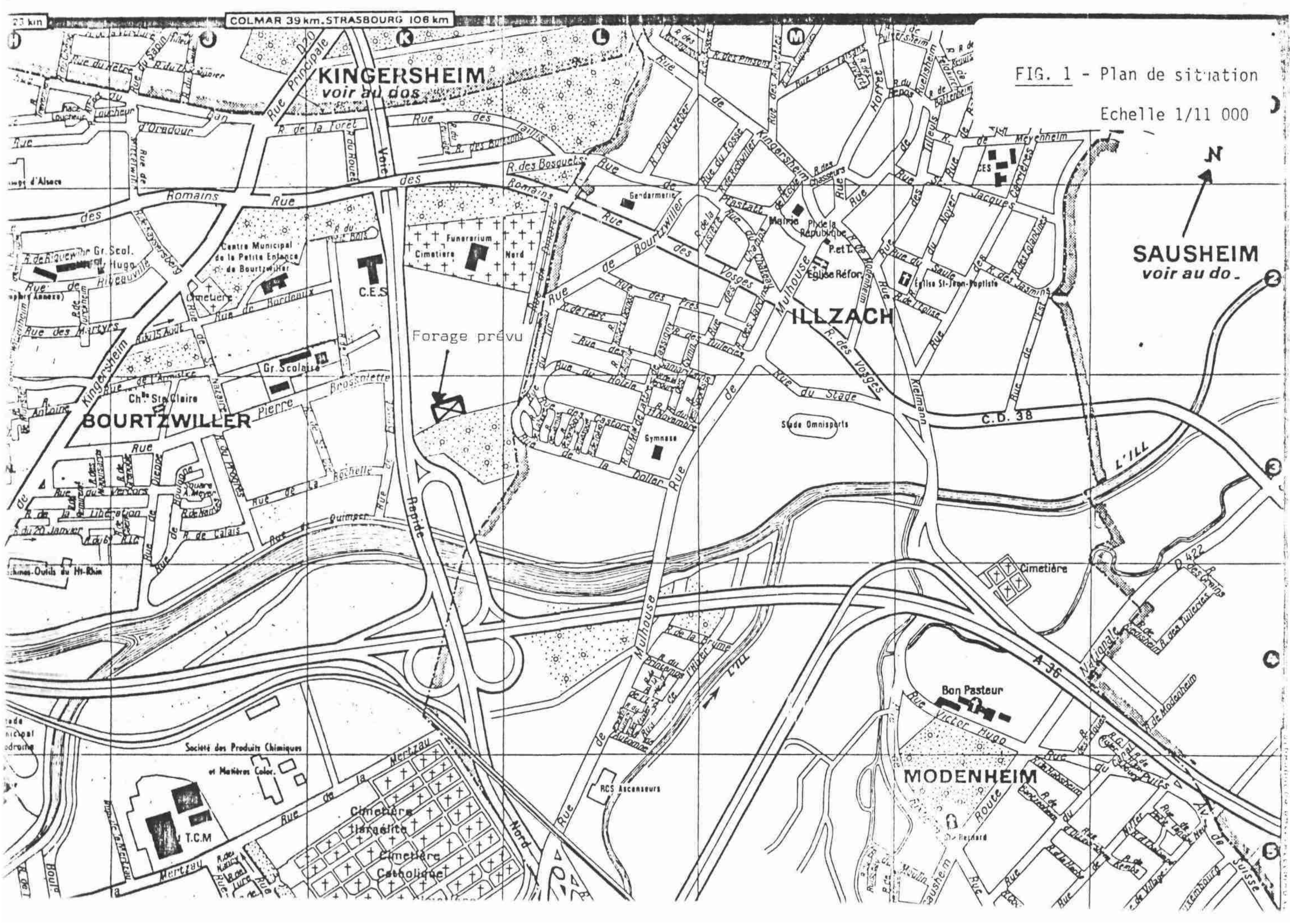


FIG. 1 - Plan de situation

Echelle 1/11 000

5. RECOMMANDATIONS EN VUE D'UNE REDUCTION DU BRUIT DU AU FORAGE

Pour réduire le bruit dû au forage, il serait judicieux d'utiliser au mieux le bruit déjà existant dû à la voie rapide, en rapprochant ces 2 sources de bruit. Donc de mettre le plus à l'Ouest possible le forage, en compatibilité avec les impératifs techniques. Ceci diminuera le bruit vers Illzach à l'Est sans l'augmenter notablement pour les habitations des HLM.

On tâchera également d'orienter les moteurs vers le Sud, où il n'y a pas d'habitation.

Les échappements également seront orientés vers le Sud.

Les opérations bruyantes (diagraphies, cimentations) seront autant que possible réalisées de jour.

La terre des bourbiers sera mise aux abords du forage pour faire un écran au bruit de moteurs (si le déplacement vers l'Ouest du forage n'est pas possible, cette terre sera posée du côté Est, vers Illzach).

Enfin, il serait souhaitable lors du projet de prévenir par circulaire les riverains de la présence momentanée du forage et que les inconvénients inévitables qui y sont liés ne seront que passagers (2 à 3 mois). Les bruits dont la cause et la nécessité sont bien comprises sont toujours plus acceptables. Moyennant ces précautions, il ne devrait pas y avoir de problèmes particuliers de bruit liés au forage.

FIG. 2 - Plan de situation

Echelle 1/5 000

Le plan présente un projet initial (en trait plein) et le site finalement retenu (hachuré).

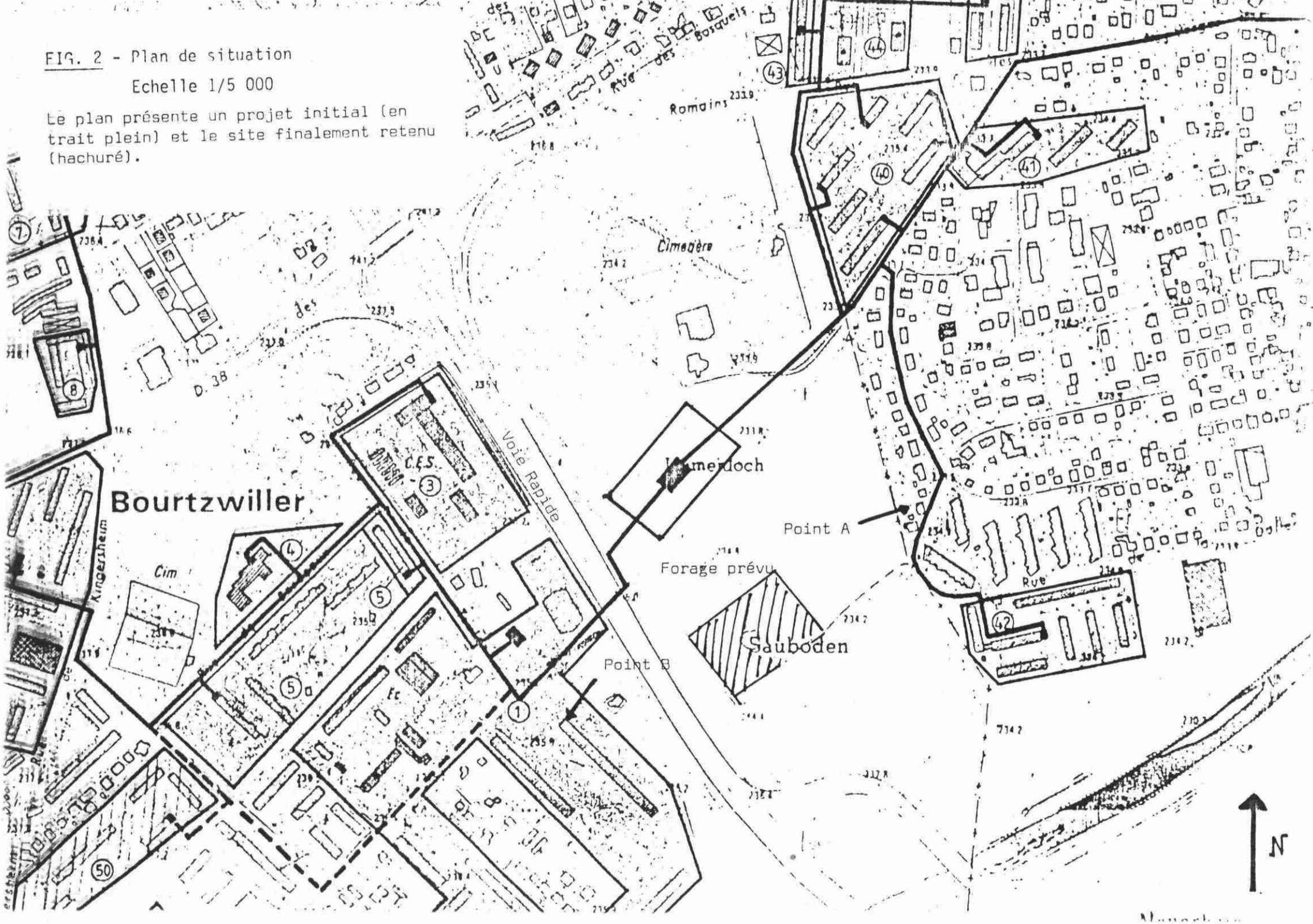
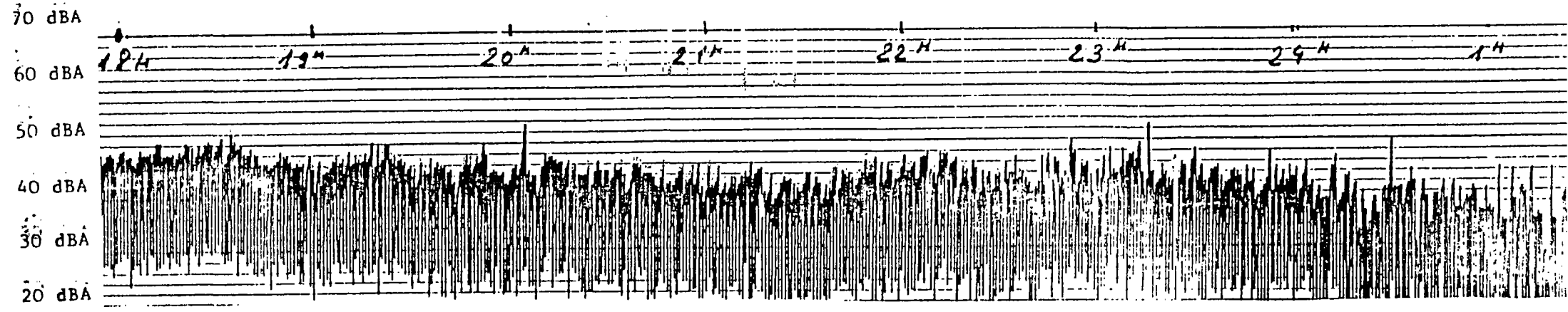


FIG. 3 - Enregistrement continu de Leq d'une minute :

Point A : 3 rue du Tir à Illzach.
Nuit du 6 au 7 janvier 1983



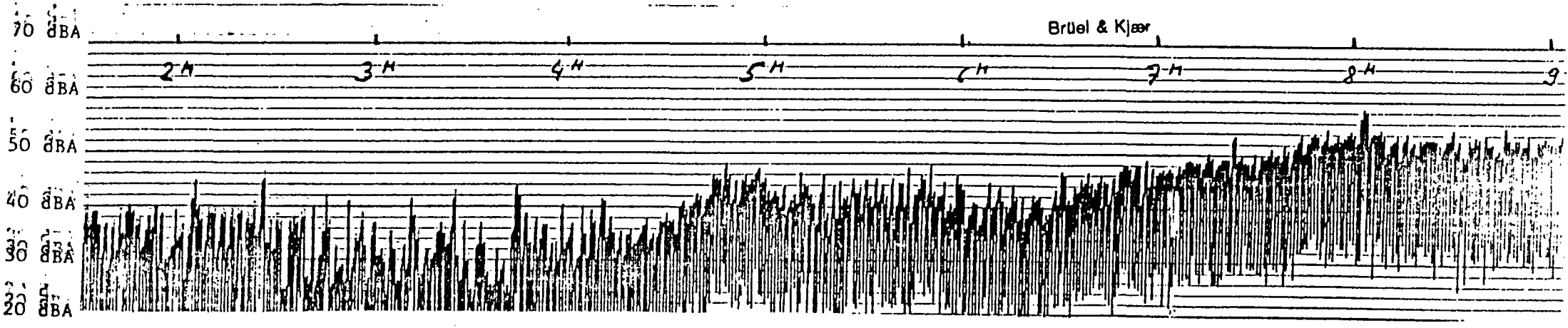


FIG. 4 - Enregistrement continu de Leq d'1 minute :
Point B : HLM Brossolette n° 108 Toit du 4è étage.
Nuit du 6 au 7 janvier 1983.

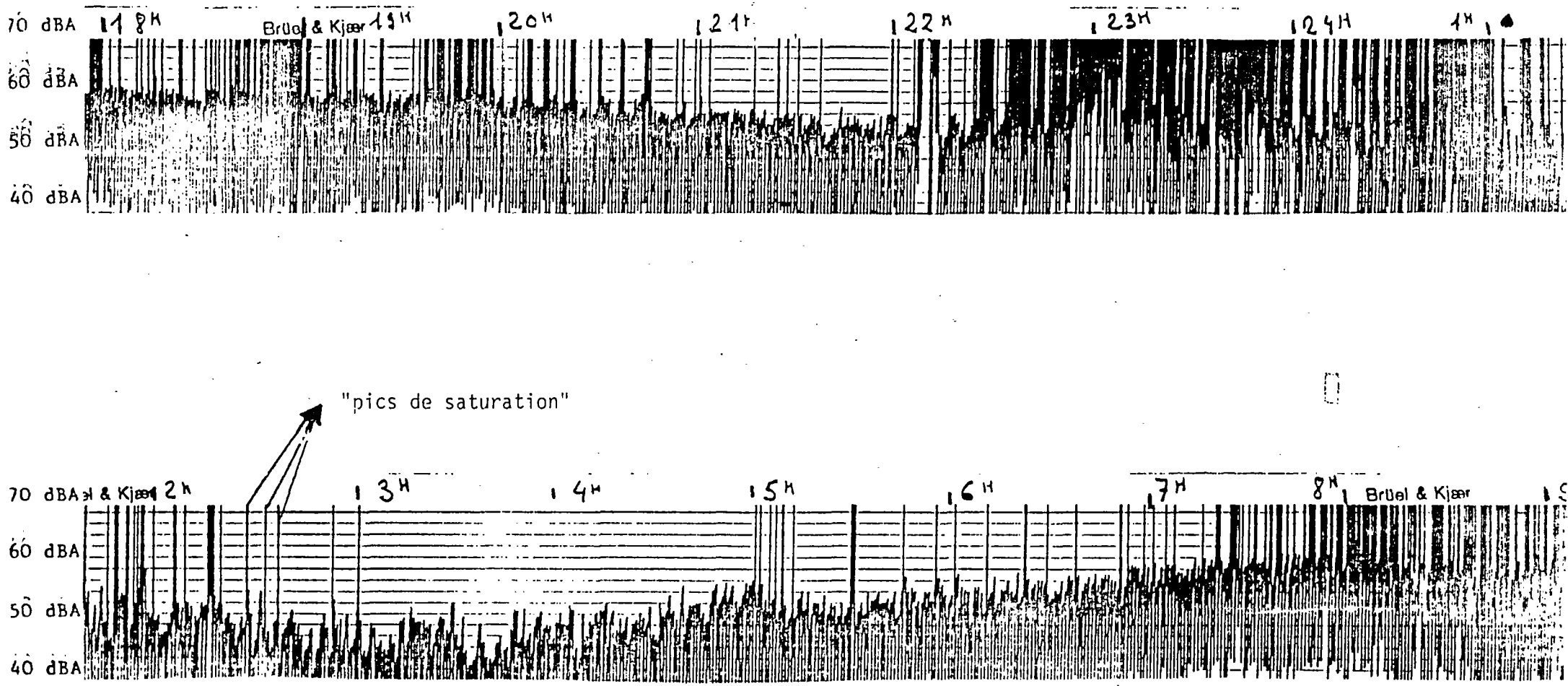
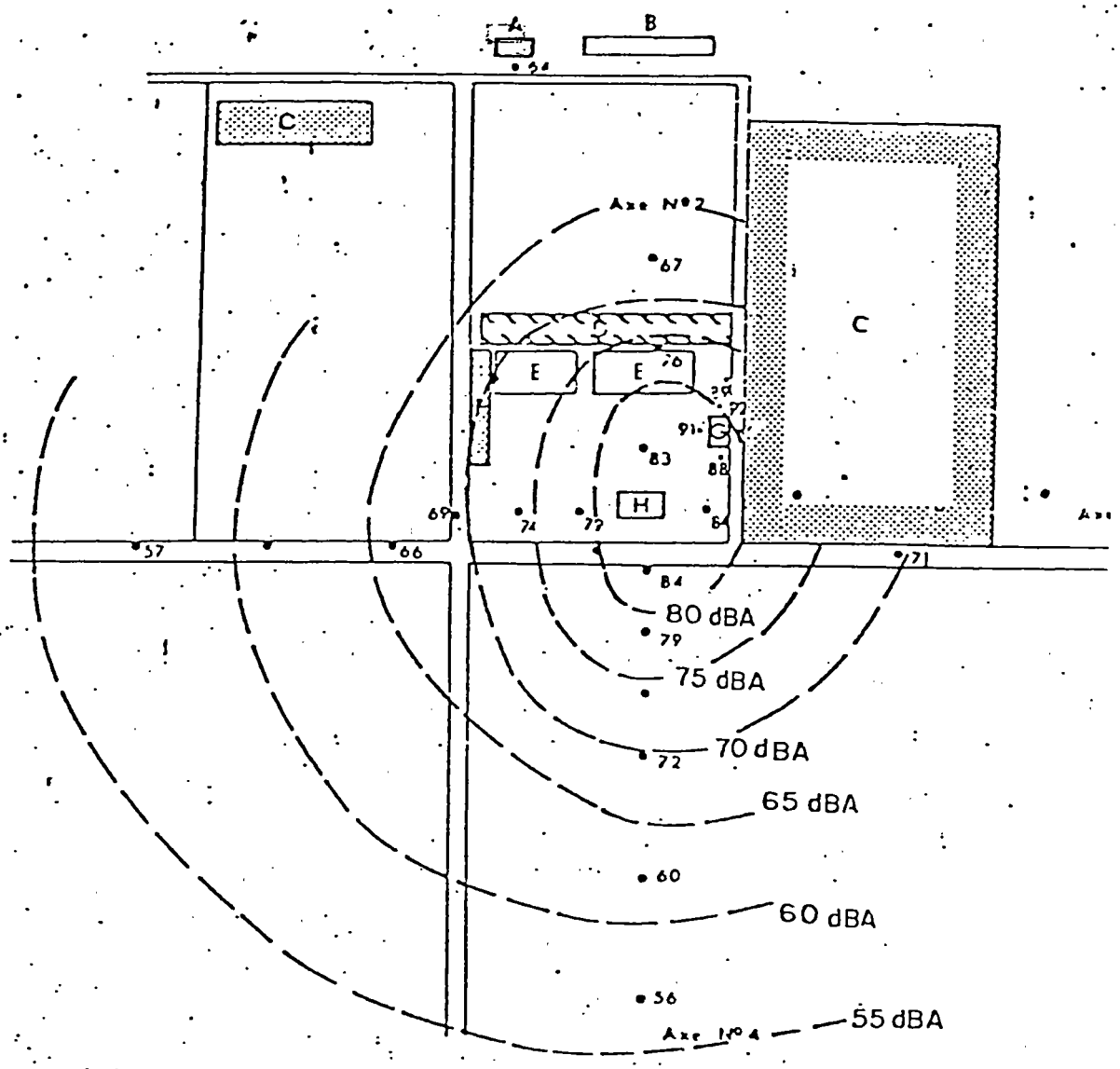


FIG. 5 CHANTIER DE GEOTHERMIE DE MELLERAY . 45

Résultats des points de mesure de bruit



A Maison
B Hangar
C Serres
D Butte en terre
E Bacs à eau
F Bureaux
G Groupe électrogène
H Plate-forme forage

Echelle 1/3000

• 52

Hauteur de mesure : 2 m

Tous les moteurs en marche (12 moteurs).

Mesures du 27.12.1979