



**SYNDICAT MIXTE POUR LA GEOTHERMIE
A LA COURNEUVE**

**recherche par forage d'un gîte
géothermique à basse température
dans l'aquifère du dogger**

**projet de La Courneuve Sud
Seine-Saint-Denis
Etude d'impact**

F. Blanchard

septembre 1990

R 31374 ENV 4S 90

BRGM
SERVICES SOL ET SOUS-SOL
Département Environnement et Risques
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - France - Tél. : (33) 38.64.34.34

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	1
1 - ANALYSES DE L'ÉTAT INITIAL DU SITE	2
1.1 - SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU PROJET	2
1.1.1 - Localisation régionale	2
1.1.2 - Implantation locale	4
1.2 - MILIEU PHYSIQUE	4
1.2.1 - Géologie - Lithologie	4
1.2.2 - Hydrogéologie	9
1.2.3 - Climatologie	13
1.3 - MILIEU HUMAIN	18
1.3.1 - Occupation de sol et habitat	18
1.3.2 - Socio-économie	18
1.3.3 - Les infrastructures	22
1.3.4 - L'environnement sonore	24
2 - ANALYSES DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT	28
2.1 - DÉFINITION DU PROJET	28
2.1.1 - Caractéristiques	28
2.1.2 - Implantation et description des installations	32
2.2 - ÉVALUATION DES IMPACTS DUS AU CHANTIER	37
2.2.1 - Impact sur le paysage et l'occupation des sols	37
2.2.2 - Impact sur le sous-sol et les formations superficielles	37
2.2.3 - Impact sur les eaux	38
2.2.4 - Impact dû aux boues de forage	40
2.2.5 - Impact sur la qualité de l'air	41
2.2.6 - Impact dû au bruit	41
2.2.7 - Impact sur les infrastructures	46
2.2.8 - Impact socio-économique	46
2.2.9 - Impact sur le voisinage	46
3 - RAISONS DU CHOIX DU SITE	47
4 - MESURES ENVISAGÉES POUR SUPPRIMER, RÉDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSÉQUENCES DOMMAGEABLES DU PROJET	48
4.1 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LE PAYSAGE ET L'OCCUPATION DES SOLS	48
4.2 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LE SOUS-SOL ET EAUX SOUTERRAINES	48
4.3 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LES EAUX SUPERFICIELLES	49

	Pages
4.4 - LUTTE CONTRE LES NUISANCES DUES AUX EFFLUENTS DE FORAGE	49
4.4.1 - Les effluents solides	49
4.4.2 - Les effluents liquides	50
4.4.3 - Les effluents gazeux	50
4.4.4 - Traitement des effluents	53
4.5 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR	54
4.6 - LUTTE CONTRE LES NUISANCES SONORES	54
4.7 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LE VOISINAGE	55
4.7.1 - Information des riverains et des autorités	55
4.7.2 - Balisage et accès au chantier	55
5 - REMISE EN ÉTAT DES LIEUX A L'ISSUE DU CHANTIER	57

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 - Localisation du projet. Echelle 1/25 000.**
- Figure 2 - Localisation du projet. Echelle 1/5 000.**
- Figure 3 - Coupe géologique du Bassin de Paris.**
- Figure 4 - Série stratigraphique à la Courneuve.**
- Figure 5 - Carte hydrogéologique. Echelle 1/50 000.**
- Figure 6 - Carte d'exploitation des eaux souterraines.**
- Figure 7 - Cadre géologique de la 1ère nappe libre.**
- Figure 8 - Carte de la nappe des sables verts.**
- Figure 9 - Analyse des eaux du Dogger.**
- Figure 10 - Analyse des gaz.**
- Figure 11 - Rose des vents.**
- Figure 12 - Localisation du projet. Echelle 1/2 000.**
- Figure 13 - Taux d'occupation des logements.**
- Figure 14 - Mesures de bruit.**
- Figure 15 - Principe du forage Rotary.**
- Figure 16 - Coupe prévisionnel du puits.**
- Figure 17 - Implantation du chantier.**
- Figure 18 - Effets physiologiques de l'H₂S.**
- Figure 19 - Rose des bruits de la machine de forage.**
- Figure 20 - Schéma de la ligne d'essais.**

INTRODUCTION

Le Syndicat Mixte pour la Géothermie à La Courneuve envisage la réalisation d'un nouveau forage, sur le site géothermique existant de La Courneuve Sud (rue du Moulin neuf), afin de restaurer la capacité de production en eau géothermale destinée au chauffage urbain.

Le présent rapport constitue l'Etude d'Impact qui permet d'apprécier les conséquences du projet sur l'environnement. Le contenu de cette étude est défini dans la législation relative à la protection de la nature (loi du 10 juillet 1976 et décret du 21 septembre 1977) ainsi que dans le décret du 28 mars 1978 relatif aux titres de recherches et d'exploitation en géothermie.

La présente étude comprend 4 parties :

- 1 - Etude de l'état initial du site.
- 2 - Description du projet et analyse des effets sur l'environnement.
- 3 - Raisons du choix du site.
- 4 - Mesures envisagées pour supprimer, limiter ou compenser les inconvénients de l'installation.

1 - ANALYSES DE L'ÉTAT INITIAL DU SITE

1.1 - SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU PROJET

1.1.1 - LOCALISATION RÉGIONALE (Fig. 1)

LA COURNEUVE située à 3,5 kilomètres de PARIS est une commune entièrement développée dans la plaine du Nord-Est parisien est une ville de 35 000 habitants.

Située à la périphérie de la couronne urbaine elle était considérée comme une zone de réserve et de dépôts où les usines et les voies ferrées pouvaient être implantées en l'absence de toute politique globale d'urbanisation. C'est ce qui explique que la partie véritablement urbaine de la Commune soit limitée, moins du tiers de l'ensemble du territoire communal d'une surface globale de 760 hectares.

- Au Nord 344 hectares sont convertis en parc départemental dont la première tranche de 137 hectares est réalisée. Il s'y ajoute l'emprise du cimetière intercommunal.
- A l'Est du CD.114 (Rue Raspail, Avenue Edgard Quinet, Avenue Marcel Cachin) se développe la Zone Industrielle qui isole le quartier des 4 Routes au Sud-Est.
- Au Sud-Est de la gare, la Zone Industrielle se prolonge jusqu'à la limite d'AUBERVILLIERS ce qui accentue la coupure de la Commune en deux ailes séparées

La Commune est traversée d'Est en Ouest par une série de voies de grande circulation :

- Autoroute du Nord,
- CD.30,

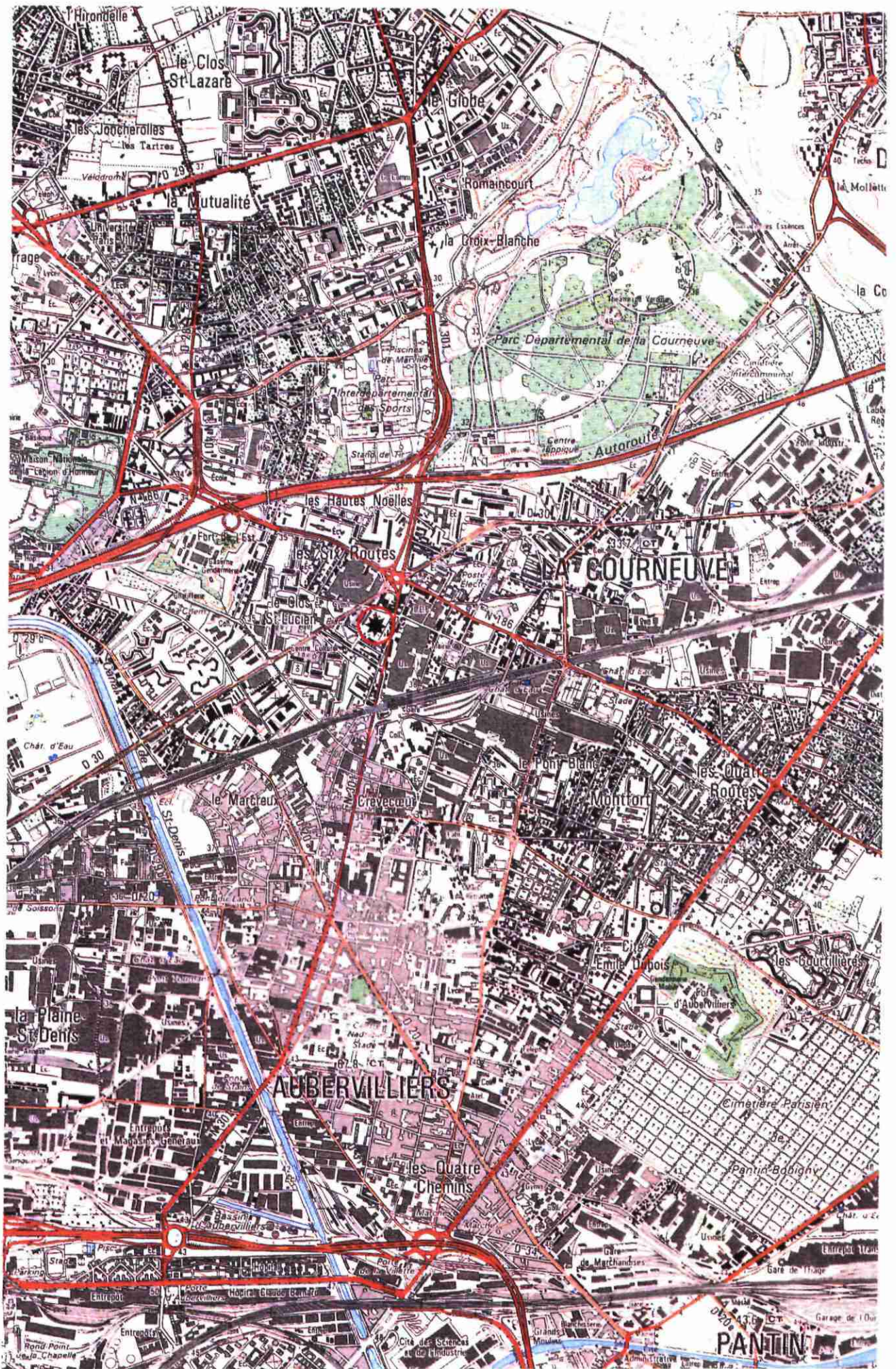


Fig. -I- LOCALISATION DU PROJET A 1/25 000

- RN.186,
et par la ligne importante du chemin de fer PARIS-SOISSONS, et du Nord
au Sud par les :
- RN.301,
- CD. 114,
- RN.2.

Les extensions construites de la ville et de ses voisines (Saint-Denis Aubervilliers) sont telles qu'il n'existe plus, mis à part le parc départemental de La Courneuve au Nord, d'espaces libres entre les territoires de ces différentes communes du département.

1.1.2 - IMPLANTATION LOCALE (Fig. 2)

Le site du forage se trouve au coeur même de l'agglomération, à proximité du carrefour des "Six routes", point de rencontre notamment du boulevard Pasteur (N.301) et de l'avenue du Général Leclerc. Ces deux voies de communication encadrent, avec les rues de l'Union et Léo Delibes, l'ensemble du site.

1.2 - MILIEU PHYSIQUE

1.2.1 - GÉOLOGIE - LITHOLOGIE (Fig. 3)

Le Bassin Parisien est constitué par un ensemble de terrains sédimentaires, disposés en couches successives, régulières plongeant faiblement vers le centre de la cuvette (sous la Brie).

Le centre du bassin de Paris est occupé par des terrains tertiaires dont l'épaisseur maximale révélée par sondage tourne autour de 200 m. Sur la périphérie, les terrains secondaires forment des auréoles concentriques bien nettes surtout à l'est.

L'épaisseur de ces terrains croît au fur et à mesure que l'on se dirige vers le centre du bassin où les sondages doivent atteindre 3 000 m pour toucher le Primaire.

Le Primaire est représenté par le socle hercynien, connu seulement par sondages. Les renseignements donnés par ces techniques prouvent que le socle est de même nature lithologique que les massifs voisins, Massif Armoricain notamment (schistes et grès, granite, etc...).

Au niveau du site de La Courneuve les couches s'inclinent régulièrement en direction de la fosse profonde de Saint-Denis.

D'après la carte géologique de Paris au 1/25 000, les terrains affleurants dans le secteur de l'étude sont les calcaires, marnes et gypse du Marinésien terminal et Ludien inférieur (Tertiaire). Ces différents niveaux présents en alternance représentent une épaisseur de 2 à 3 m et recouvrent les Sables de Monceau. Ces derniers sont composés de sables verts plus ou moins gréseux contenant des bancs d'argiles, de calcaires et de gypses saccharoïdes (épaisseur d'environ 3 m).

La série litho-stratigraphique complète des formations sédimentaires est connue grâce aux forages déjà effectués sur le site. La coupe simplifiée du forage GICSI réalisé en octobre 1980 (figure 4) permet de préciser les épaisseurs de chacune des formations.

La série est constituée de haut en bas : des formations tertiaires composées de calcaires marnes et argiles sableuses (0 à 138 m de profondeur).

Les séries du Crétacé supérieur, Crétacé moyen et Crétacé inférieur sont représentés successivement par des formations crayeuses (138 à 645 m de profondeur) pour des calcaires et argiles en alternance avec des passées sableuses jusqu'à 960 m.

Les séries du Jurassique sont composées par les formations du Jurassique supérieur (Malm) représentées par près de 700 m de calcaires et de marnes avec quelques bancs de grès gauconieux.

Sous ces formations se trouvent les calcaires du Jurassique moyen ou Dogger qui ont été recoupés dans ce forage entre 1645 et 1800 m (profondeur finale du forage). Cette dernière formation contient la nappe d'eau chaude utilisée pour le chauffage des logements.

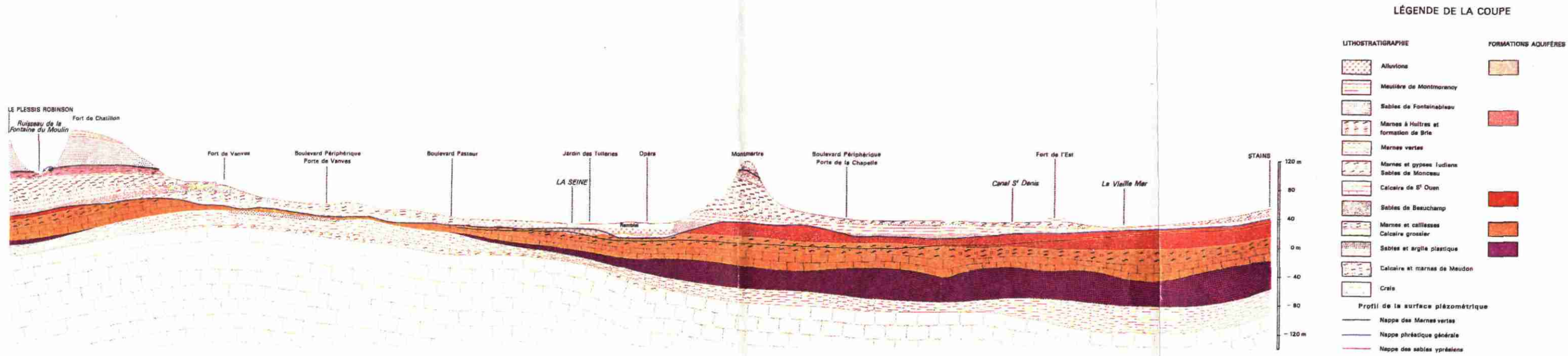


Fig. -3- COUPE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE PARIS

STRATIGRAPHIE		GLCS 1			GLCS 2				
		Prof.	Cote NGF	Epais.	Prof. dév.	Prof. vert.	Cote NGF	Epais.	α moyen déviation
Récant et TERTIAIRE		0	+ 35	138		0	+ 35	138	
CRETACE SUP.	Sénonien	138	- 103	369		138	- 103	368	
	Turonien	507	- 472	138		507	- 472	138	Début déviation 540 π
CRETACE MOYEN	Cénomannien	645	- 610	60		645	- 610	60	
	"Gault"	705	- 670	33		705	- 670	33	
	Albien-Aptien	736	- 703	92		736	- 703	93	
CRETACE INF.	Barrémien	830	- 795	40	833	831	- 796	42	12° 50
	Néocomien-Wealdien	870	- 835	90	876	872	- 838	89	17° 50
JURASSIQUE SUPERIEUR	Purbeckien	960	- 925	25	975	962	- 927	23	23° 50
	Portlandien	985	- 950	121	1 000	985	- 950	121	23° 75
	Kimmeridgien	1 106	- 1 071	152	1 145	1 106	- 1 071	152	33° 30
	Sequanien	1 258	- 1 223	93	1 336	1 256	- 1 221	91	34°
	Rauracien	1 351	- 1 316	94	1 462	1 349	- 1 314	97	43°
	Argovien	1 445	- 1 410	95	1 640	1 446	- 1 411	97	57°
	Oxfordien SS.	1 540	- 1 505	64	1 834	1 543	- 1 508	62	60°
JURASSIQUE MOYEN	Callovien	1 604	- 1 569	39	1 956	1 605	- 1 570	42	59° 25
	Bathonien	1 643	- 1 608	157	2 047	1 647	- 1 612	71	58° 75
	Profondeur finale	1 800	- 1 765		2 189	1 710	- 1 683		60°

Fig. -4- SERIE STRATIGRAPHIQUE A LA COURNEUVE

1.2.2 - HYDROGÉOLOGIE (Fig. 5)

Parmi toutes les formations, seules l'Argile plastique et l'Argile verte sont nettement imperméables ; les autres roches constituent des réservoirs aquifères dont les caractéristiques varient au gré des changements de faciès. Compte tenu des différents paramètres, on distingue schématiquement les nappes de la craie, des sables yprésiens, des calcaires lutétiens, des Sables de Beauchamp, du Calcaire de Saint-Ouen, du Calcaire de Champigny, du Calcaire de Brie, des Sables de Fontainebleau et enfin des alluvions.

Ces dénominations sont surtout basées sur la lithostratigraphie et n'impliquent pas que chacune de ces nappes soit nettement séparée de la nappe inférieure.

Près de la moitié du volume d'eau captée dans le sous-sol de l'agglomération parisienne est utilisé comme eau potable. Le reste est utilisé surtout pour des échanges thermiques : refroidissement, réfrigération et climatisation (Fig. 6).

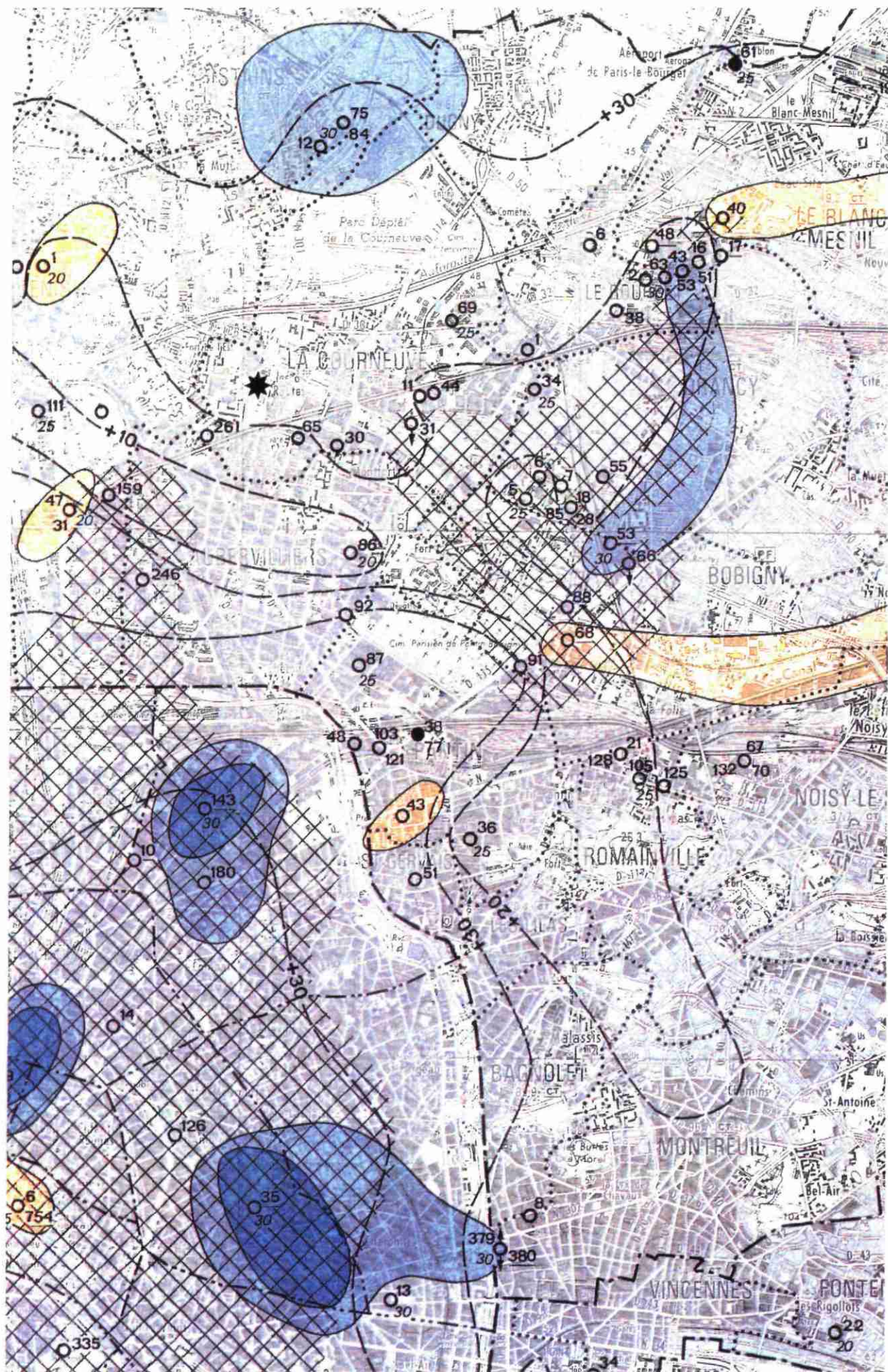
a - Les aquifères superficiels (Fig. 7)

Les formations tertiaires révèlent trois nappes : on rencontre successivement à partir de la surface :

- la nappe de l'Eocène supérieur contenue dans le Calcaire de Saint-Ouen et les Sables de Beauchamp. Le niveau statique de cette nappe se situe à une dizaine de mètres sous le sol.
- la nappe de l'Eocène moyen dont le réservoir est constitué par les Calcaires grossiers du Lutétien et les Marnes et Caillasses.

Ces nappes sont exploitées à des fins industrielles et les plus proches ouvrages du site se situent à 1 km et plus au Sud. Il n'existe pas de captage destiné à l'alimentation en eau potable au voisinage du site.

Les températures mesurées à la sortie immédiate des forages aux nappes semi-profondes sont en général comprises entre 12 et 14°C.



Occupation des aquifères et repérage





Captage AEP

-  avec périmètre de protection éloigné étendu
-  avec périmètre de protection éloigné réduit
-  Les périmètres de protection ne sont pas établis.
-  Forage industriel
-  Forage agricole
-  Champ captant
-  Champ captant potentiel
-  Forage pour P.A.C
-  Prise d'eau en rivière
-  Forage pour climatisation ou de réinjection
-  Situation des coupes types sur carte à 1/250 000 en cartouche
-  Localisation du projet

Caractéristiques géologiques hydrogéologiques et thermiques





Les données ne sont valables qu'entre 0 et 80 m sous le sol, sauf exception mentionnée pour aquifère très intéressant un peu plus profond.

Piézométrie




-  50
 -  50
 -  50
- Courbe isopièze avec cote NGF (équidistance 10 m) Les figurés différents correspondent à des nappes différentes
-  Limite latérale entre aquifères

Pour les aquifères intéressants séparés par une couche imperméable, il y a 2 cartes à 1/50 000. Les distinctions verticales ou latérales entre aquifères sont rappelées sur la petite carte à 1/250 000 en cartouche.



Transmissivité et productivité

Transmissivité en m ² /s	Débit en m ³ /h pour un rabattement de 3 m
 $\geq 10^{-2}$	≥ 100
 $< 10^{-2} > 5 \cdot 10^{-3}$	$< 100 > 50$
 $< 5 \cdot 10^{-3} > 10^{-3}$	$< 50 > 10$
 $\leq 10^{-3}$	< 10




Epaisseur efficace de l'aquifère

-  52 n° d'indice national
-  5 - épaisseur efficace de l'aquifère (m) = Epaisseur totale - Epaisseur des intercalations argileuses
-  5 - signifie que le mur de l'aquifère n'a pas été atteint

Chimie des eaux

-  60 Lorsque l'eau est incrustante (carbonate - sulfate - fer en excès) ou qu'il y a des ferro-bactéries, le n° d'indice national est souligné
-  = Indication de problème de qualité comme ci-dessus, mais en dehors des captages numérotés sur la carte

Température de l'eau

-  14°
-  14 à 12°
-  12 à 10°



-  Limite communale
-  Limite départementale

Fig. -5- CARTE HYDROGEOLOGIQUE A 1/50 000

EXPLOITATION

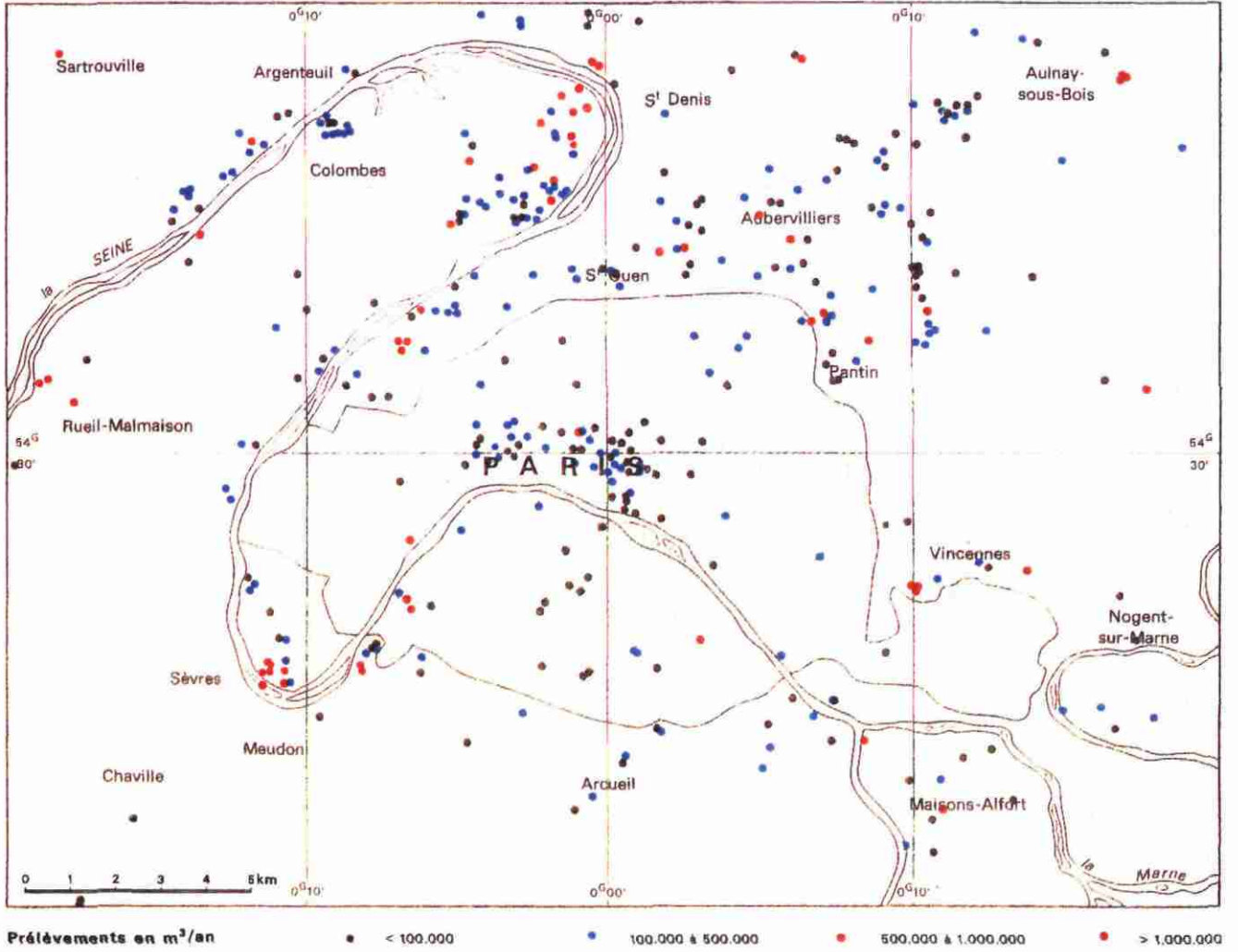
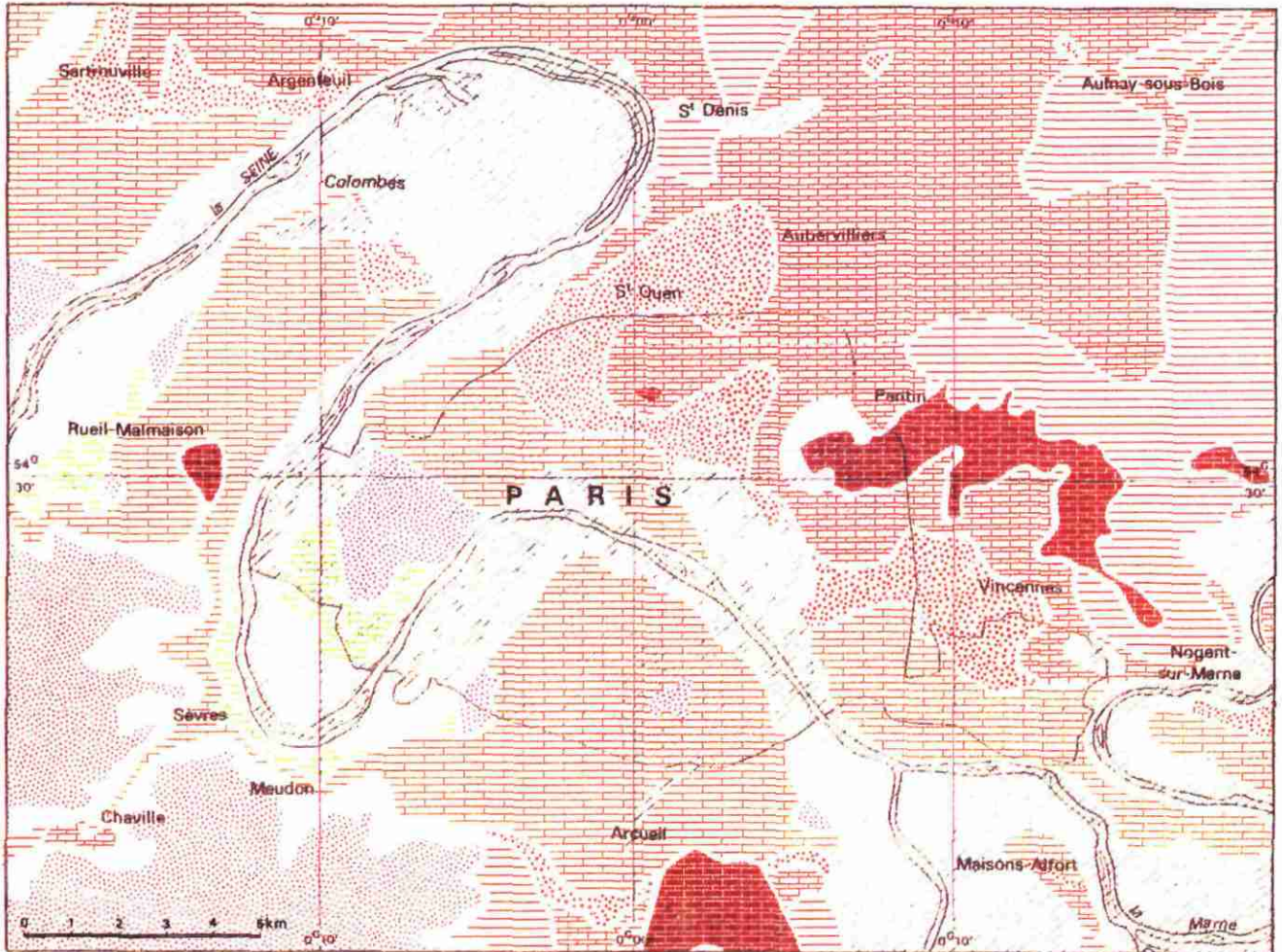


Fig. -6- CARTE D'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES

FORMATION GÉOLOGIQUE DANS LAQUELLE ON RENCONTRE LA PREMIÈRE NAPPE LIBRE



Les figurés et couleurs utilisés sont ceux de la légende générale (cf. géologie)

Fig. -7- CARTOGRAPHIE DE LA PREMIERE NAPPE LIBRE

b - Les aquifères profonds (Fig. 8)

- Les sables de l'Albien constituent la première formation intéressante car, à cause du gradient de chaleur, sa température est relativement chaude (30°C) et elle est exploitée pour l'alimentation des pompes à chaleur. Cette nappe se situe à 560 m de profondeur, et son exploitation est soumise à une législation particulière. Du point de vue chimique et bactériologique cette eau est de qualité exceptionnelle.
- A environ 1 600 m de profondeur on trouve la nappe du Dogger qui est abondamment exploitée actuellement en géothermie. L'eau a une température voisine de 60°C et elle est salée (près de 22 g/l à la Courneuve Sud) et est de type chloruré sodique, elle contient souvent du gaz dissous notamment de l'hydrogène sulfuré H₂S et du dioxyde de carbone (CO₂).

La qualité des eaux géothermales présentes à la verticale du site de La Courneuve Sud est bien connue du fait d'un suivi régulier effectué sur les sites de forages existants. Les figures (9 et 10) synthétisent les données existantes.

1.2.3 - CLIMATOLOGIE

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

L'agglomération parisienne comme la plupart des grandes cités perturbe le climat régional. Les immeubles constituant des sources de chaleur surtout en hiver, la température est plus élevée en ville, bien que l'insolation soit moindre par suite de la pollution atmosphérique.

La figure 11 précise les fréquences des directions du vent et les vitesses relevées à l'aéroport du Bourget. On note une dominance des vents en provenance du Sud-Ouest.

NAPPE DES SABLES VERTS DE L'ALBIEN

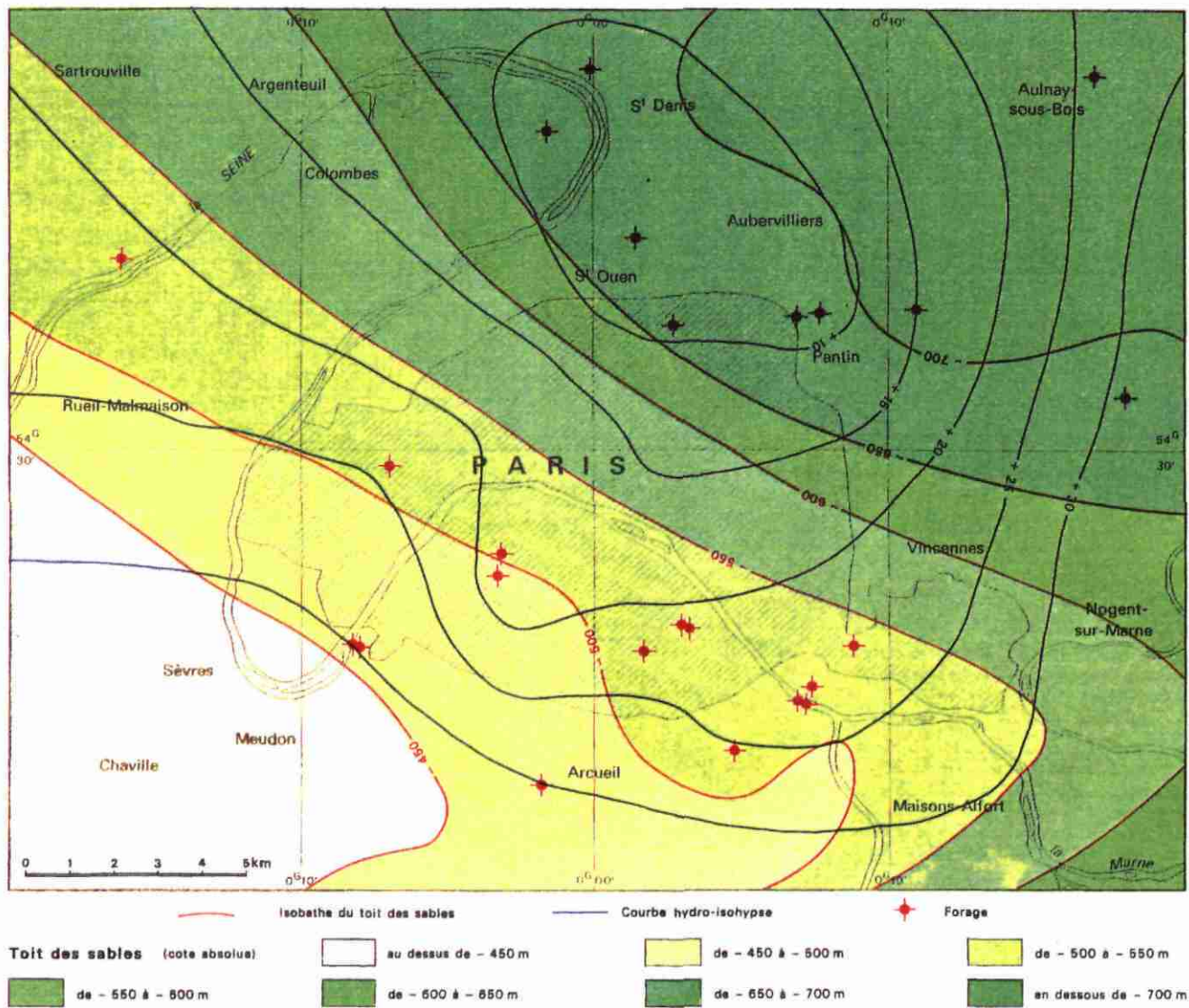


Fig. -8- CARTOGRAPHIE DE LA NAPPE DES SABLES VERTS

LOCALITE	N° CONTRAT	INTERVENTION			
LA COURNEUVE SUD	To	Date	Auteur	Point	Fiabilité
CODE FORAGE	N° ORDRE				
GLCS 1		31.07.1985	GR.SC	TETE DE PUIS	5.6 %

t°C	55.4		ppm	m mole/l		ppm	m mole/l		ppm	mole/l
pH à t°	6.45 (calculé 6.41)	Na	7400	321.74	HCO ₃	390	6.39	SiO ₂	26.4	0.44
Eh à t° (mv)	- 305	K	101	2.58	CO ₃	-		F	5.5	0.29
Résist à t° (mS cm ⁻¹)	54.3	Ca	765	19.12	Cl	12300	346.97	Sr	59.6	0.68
O ₂ (ppm)		Mg	288	11.85	SO ₄	590	6.14	Ba	0.132	0.00096
		NH ₄	23.6	1.31	ΣHS	42.16	1.24	Al	-	
					S			Fe	0.427	0.0076
					RB		6.69	B	13.6	1.26

	Ferro-bactéries			Sulfato-réductrices		
	0	8 j	15 j	0	8 j	15 j
t ₁ 37°C	0	/	/	4/100ml		
t ₂ 55°C	0		/	9/100ml		

PVT					
Point de bulle :	3.5 B.R	à	55.4	°C	
:	-	à	-	°C	
G.L.R.	5.6 %	à	55.4	°C	

Fig. -9- ANALYSE DES EAUX DE L'AQUIFERE DU DOGGER

LA COURNEUVE SUD

ANALYSE DES GAZ

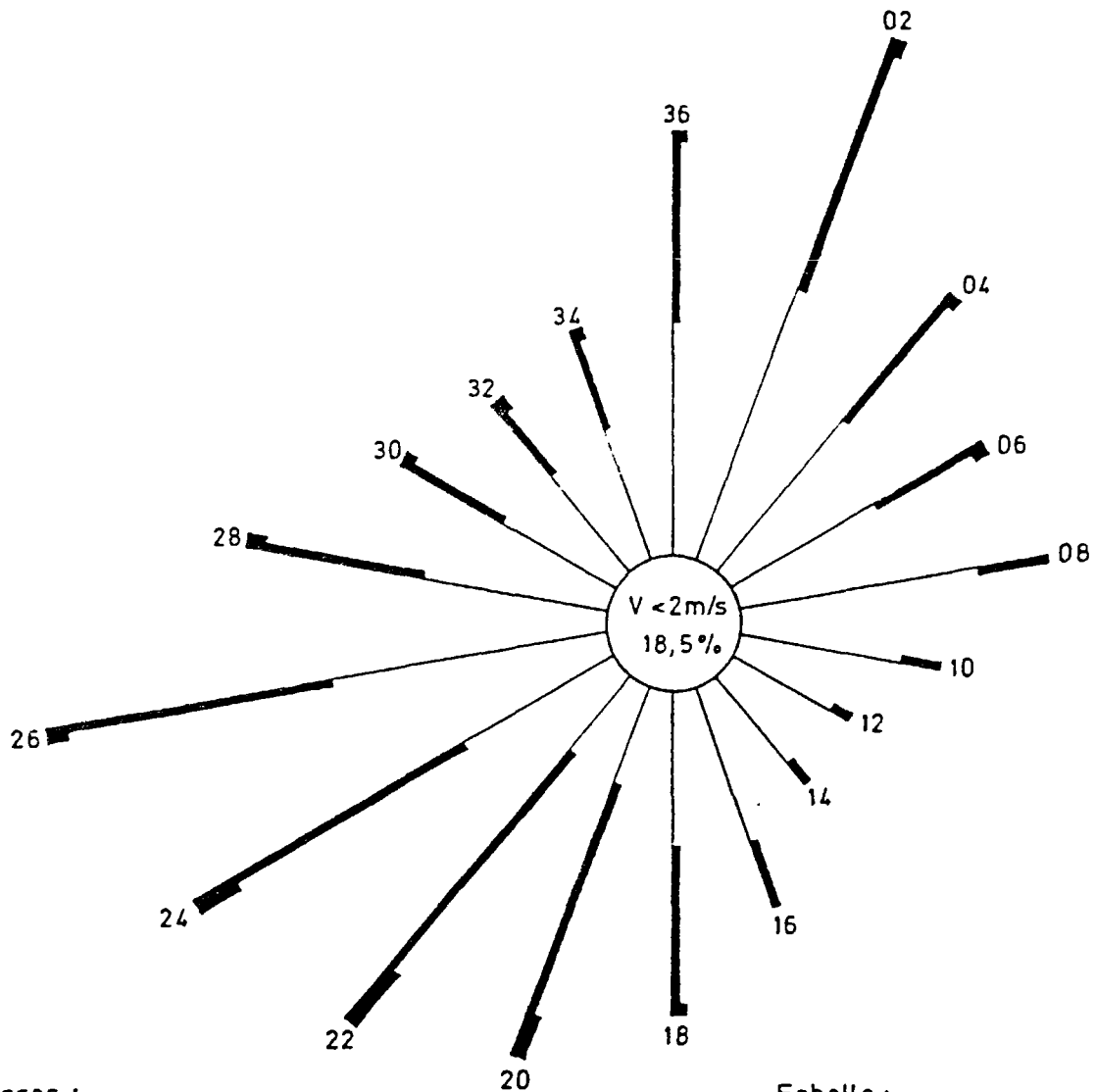
	GAZ LIBRES (% volume)	GAZ DISSOUS (mole/l)
CO ₂	15.4	$2.8 \cdot 10^{-3}$
Ar	0.44	$3.7 \cdot 10^{-6}$
O ₂	0.1	$< 5.9 \cdot 10^{-7}$
N ₂	57.8	$3.1 \cdot 10^{-4}$
He	1.2	$3.2 \cdot 10^{-6}$
H ₂	1.2	$5.9 \cdot 10^{-6}$
CH ₄	21.5	$2.4 \cdot 10^{-4}$
C ₂ H ₆	1.1	$1.1 \cdot 10^{-5}$
H ₂ S	1.2	-

Fig.-10- ANALYSE DES GAZ

Rose des vents annuelle - Le Bourget

(D'après des documents de la Météorologie Nationale)

Fréquences en % des directions du vent,



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%

1.3 - MILIEU HUMAIN

1.3.1 - OCCUPATION DE SOL ET HABITAT

Le site est à l'heure actuelle une zone en friche dont une partie est occupée par le chantier des logements en construction le long de la rue de l'Union. La plate-forme qui englobe les installations souterraines des forages existants est située en limite ouest de la zone à proximité immédiate de la rue du Moulin Neuf (fig. 12).

Le reportage photographique ci-joint illustre le contexte urbain du site qui est bordé au Nord (rue de l'Union) par les nouveaux immeubles (4-5 étages), au Sud par des pavillons individuels, à l'ouest (rue du Moulin Neuf) par une rangée d'immeubles de 3-4 étages au 1er plan et des bâtiments de 14 étages au second plan.

A l'Est le site est séparé du boulevard Pasteur par des maisons individuelles à 1 ou 2 étages et des hangars.

Les installations existantes du Syndicat ainsi que l'ensemble des travaux envisagés sont situés dans une zone d'aménagement concertée (Z.A.C) dite du MOULIN NEUF. La nature de l'occupation du sol et les conditions de l'occupation du sol sont définies dans le règlement d'aménagement de la zone. La ville de La Courneuve ayant décidé récemment d'arrêter cette opération d'aménagement avant l'achèvement du programme prévisionnel, une modification réglementaire devra être envisagée pour définir l'occupation future de la zone restant à aménager.

1.3.2 - SOCIO-ÉCONOMIE

6 secteurs d'activités économiques regroupent 57,3 % des actifs en 1968 et 60,2 % en 1975.

Ces secteurs sont les suivants :

- Industries Mécaniques.
- Bâtiment et Travaux Publics.

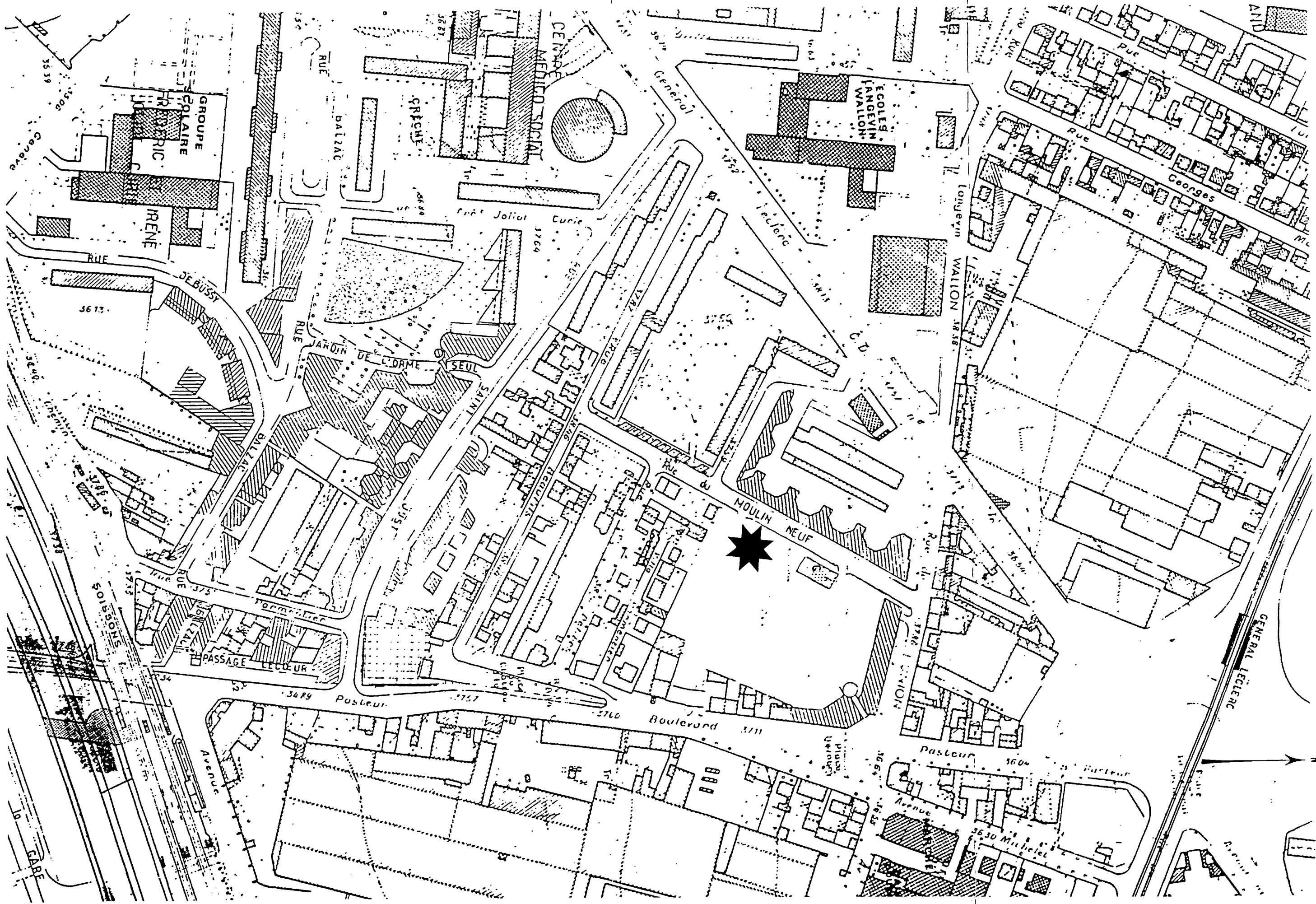


Fig. -I2- LOCALISATION DU PROJET A I/2000



VUE DU SITE EN DIRECTION DE L'EST
Au premier plan les immeubles bordent la rue du Moulin Neuf ;
de l'autre cote du terrain en friche les maisons et hangars
bordent le boulevard Pasteur.



VUE DU SITE EN DIRECTION DE L'OUEST
A l'arriere plan les immeubles longent la rue du Moulin Neuf.



VUE DU SITE EN DIRECTION DU SUD
Les habitations qui bordent le site sont ici de type individuelle.



VUE DU SITE EN DIRECTION DU NORD
Les immeubles en construction bordent la rue de l'Union,
à gauche de la photo la rue du Moulin Neuf.

- Transports.
- Autres Services.
- Commerces.
- Services de l'Etat (sauf Armée).

Ces trois derniers secteurs regroupent plus de salariés (en nombre et en pourcentage) en 1975 qu'en 1968.

Si l'on enregistre une stabilité en pourcentage pour le secteur des Transports, par contre les deux premiers secteurs, à savoir : Industries Mécaniques et Bâtiment et Travaux Publics, sont en baisse.

Ces données rappellent le concernant la population résidant à La Courneuve.

En 1975, sur 17 085 personnes actives, 5 000 travaillaient dans la commune, soit près de 30 % - alors que 27 % allaient travailler dans une autre commune du Département selon les estimations 1982, 23 % des actifs travaillaient dans la commune, 31,4 % travaillaient dans le Département.

En ce qui concerne la situation du logement la situation varie suivant les quartiers. Le taux d'occupation des logements dans la zone entourant le site est de 2,5 à 3 personnes par logement (fig. 13).

1.3.3 - LES INFRASTRUCTURES

Le site se situe à 250 m au Sud d'un carrefour important, le carrefour des Six Routes, et à 400 m au Nord de la voie ferrée Paris-Soissons.

En ce qui concerne les contraintes et servitudes, la canalisation de gaz haute pression passe loin au Sud du site (proximité de la voie ferrée) et les groupes de canalisation et conduits principaux passent sous le Boulevard Pasteur et l'Avenue du Général Leclerc.

Les servitudes aéronautiques de dégagement de l'aérodrome du Bourget s'appliquent au site. Ce dernier est situé à proximité de la ligne de niveau de la surface de dégagement dont l'altitude est 113 m. L'altitude moyenne du site étant de 37 m. La hauteur disponible pour un obstacle mince est donc de 76 m si celui-ci est balisé et 66 m si il ne l'est pas.

1.3.4 - L'ENVIRONNEMENT SONORE

Perception et mesure du bruit.

- Qu'est-ce que le décibel A ?

Le décibel (dixième partie du bel) est une unité de puissance acoustique. Le sonomètre (appareil de mesure du niveau sonore) restitue fidèlement les variations de pressions émises par la source de bruit (décibel).

Or, notre oreille ne fonctionne pas ainsi ; elle atténue les fréquences graves et très aiguës ne retransmettant bien que les fréquences moyennes.

Afin de reproduire la sensibilité de l'oreille, on applique un filtre A, B ou C.

Seule la pondération A est réglementaire et le niveau sonore est alors exprimé en décibels pondérés A : dB (A).

- L'échelle de niveau sonore ?

Pour être perçue par notre oreille, une source doit émettre une puissance acoustique d'au moins 10 - 12 w (OdB A).

Le niveau sonore n'est pas proportionnel à la puissance acoustique émise par la source de bruit.

Ex. : Pour entendre 2 fois plus de bruit, la source doit émettre :

- . 1 000 fois plus fort (de 30 à 60 dB)
- . 1 000 000 fois plus fort (de 60 à 120 db).

Quelques repères :

- | | |
|-----------|--|
| . dB (A) | source de bruit |
| . 0 | origine pour notre oreille |
| . 40 | "calme" de la campagne |
| . 70 | automobile en régime de croisière |
| . 80 | quatuor à cordes |
| . 100-110 | marteau piqueur ou symphonie avec chœurs |
| . 126 | le Concorde |
| . 130-140 | seuil de la douleur selon les individus |

Appareillage et types de mesures

Les mesures continues ont été enregistrées avec un sonomètre alimenté par des piles, couplé à un enregistreur alimenté également par piles.

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 a la même énergie totale que le bruit réel pendant la période considérée (1 minute dans le cas présent).

Localisation et résultats (fig. 14)

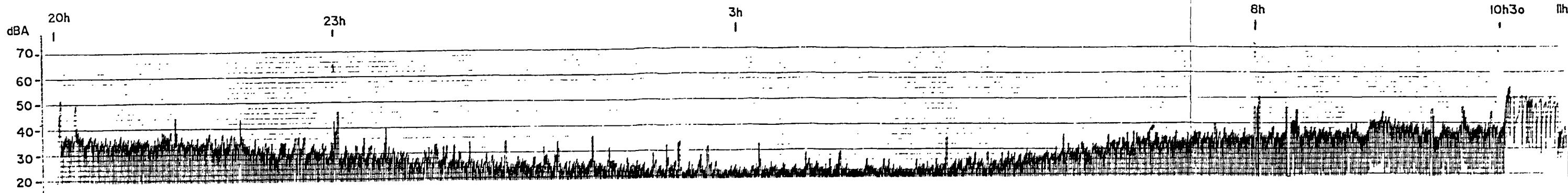
Deux points de mesure en continu ont été choisis ; le première situé au 7e étage des bâtiments HLM qui sont allongés parallèlement à la rue du Moulin Neuf. L'enregistrement a été effectué fenêtres fermées (présence d'un double vitrage) dans une pièce donnant sur le futur site du forage.

Le deuxième point se trouve au R.DC des petits immeubles en bordure de la rue du Moulin Neuf.

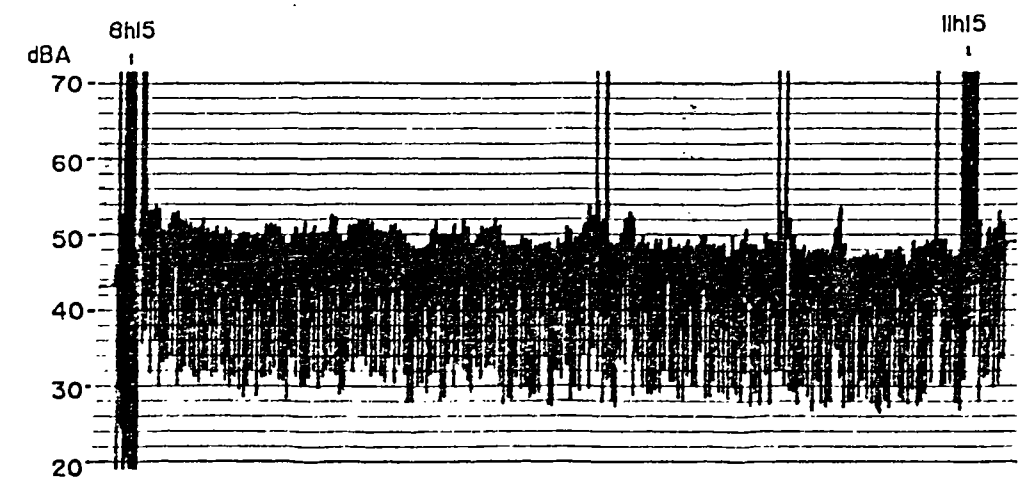
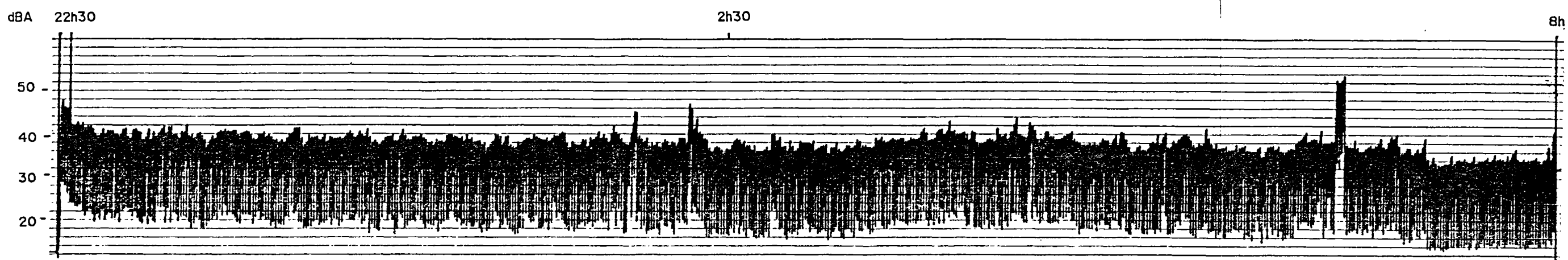
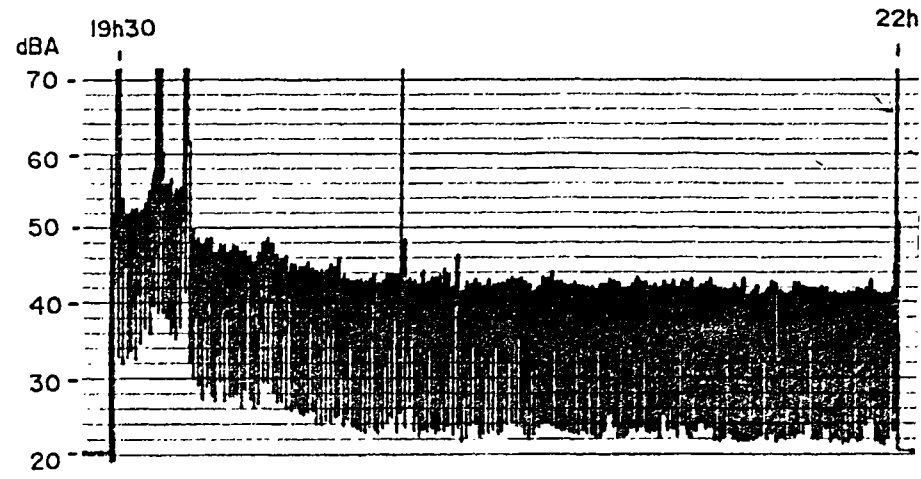
Au 7e étage de la tour l'évolution des niveaux sonores est très régulier avec diminution de 22 h (35-38 dBA) à 3 h 30 - 4 h (25 dBA) du matin puis augmentation progressive pour atteindre le niveau permanent en période de jour vers 8 h 30 - 9 h du matin (38-40 dBA).

Les maximas enregistrés (50 dBA) correspondent à des bruits ponctuels (aboiments de chien, claquement de portes des appartements voisins...).

Entre 10 h 30 et 11 h du matin les mesures ont été effectuées fenêtres ouvertes, les niveaux sonores ont atteints 50 à 55 dBA. Ce fond sonore étant lié principalement aux activités du chantier de construction des immeubles rue de l'Union et à l'intense circulation sur les grands axes avoisinants.



niveaux sonores enregistrés les 8 et 9 février au 7^e étage rue de l'Union face au site de forage



niveaux sonores enregistrés les 8 et 9 février au 7, rez-de-chaussee, rue du Moulin Neuf face au site de forage

Fig.-14- MESURE DE BRUITS

En ce qui concerne l'appartement situé au rez de chaussée de la rue du Moulin Neuf, les mesures montrent un niveau de bruit relativement constant durant la nuit, voisin de 40 dBA, et un niveau en journée à 50 dBA. Les pics correspondent aux bruits tels que passage de bus ou claquement des portes.

Le niveau sonore, relativement constant durant la période nocturne est dû au passage dans la rue (passants, voitures, bruit des installations existantes et de la circulation dans le quartier).

A l'extérieur de l'appartement en façade du site, le niveau de bruit en période calme varie entre 52 et 55 dBA atteignant 60-70 dBA lors de passage d'automobiles ou de passants.

Une mesure de bruit à 5 m des installations géothermiques existantes a donné une valeur de 66 dBA.

Des mesures ponctuelles ont également été effectuées à 22 h en limite sud du terrain avec des valeurs de 60 dBA en bordure des maisons individuelles.

2 - ANALYSE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

2.1 - DÉFINITION DU PROJET

2.1.1 - CARACTÉRISTIQUES

Le projet consiste en la réalisation d'un nouveau puits de production de longueur déviée 2 000 m en matériaux composites.

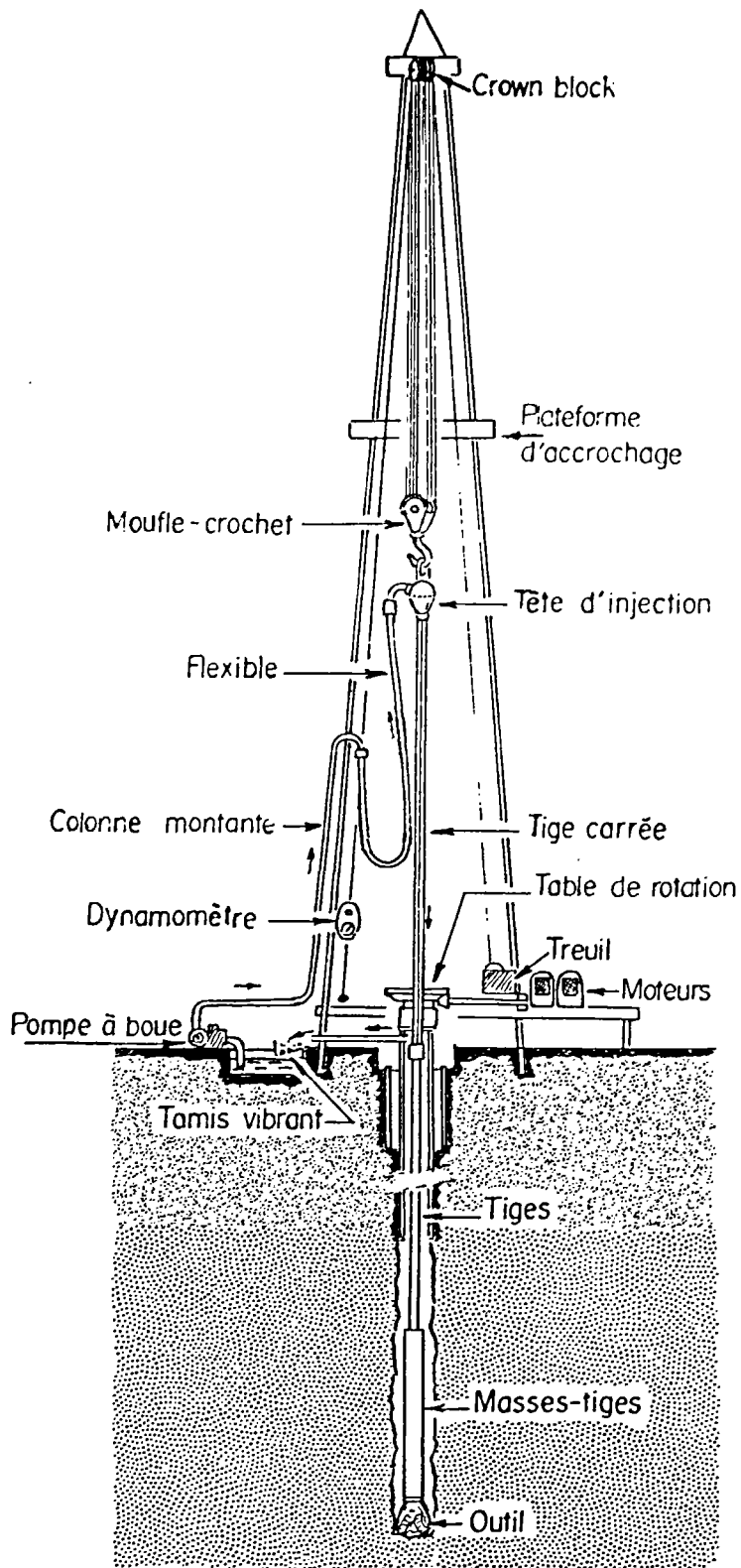
Le creusement d'un forage est effectué par un tricône fixé au bout d'un train de tiges de forage qui, par rotation, réduit la roche en débris de dimensions millimétriques (cuttings).

Simultanément, des pompes injectent, par l'intérieur des tiges, une boue de composition adéquate : boue à la bentonite, aux polymères. Elle 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 (Fig. 16).

La formation géologique réservoir est constitué par les terrains du Dogger et plus précisément le Bathonien représenté par les calcaires oolithiques. Les niveaux producteurs sont situés entre 1 650 et 1 900 m de profondeur. La température de l'eau est de 58°C avec une salinité moyenne de 22 g/l.

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 :



Disposition schématique

Fig. -15- PRINCIPE DU FORAGE ROTARY

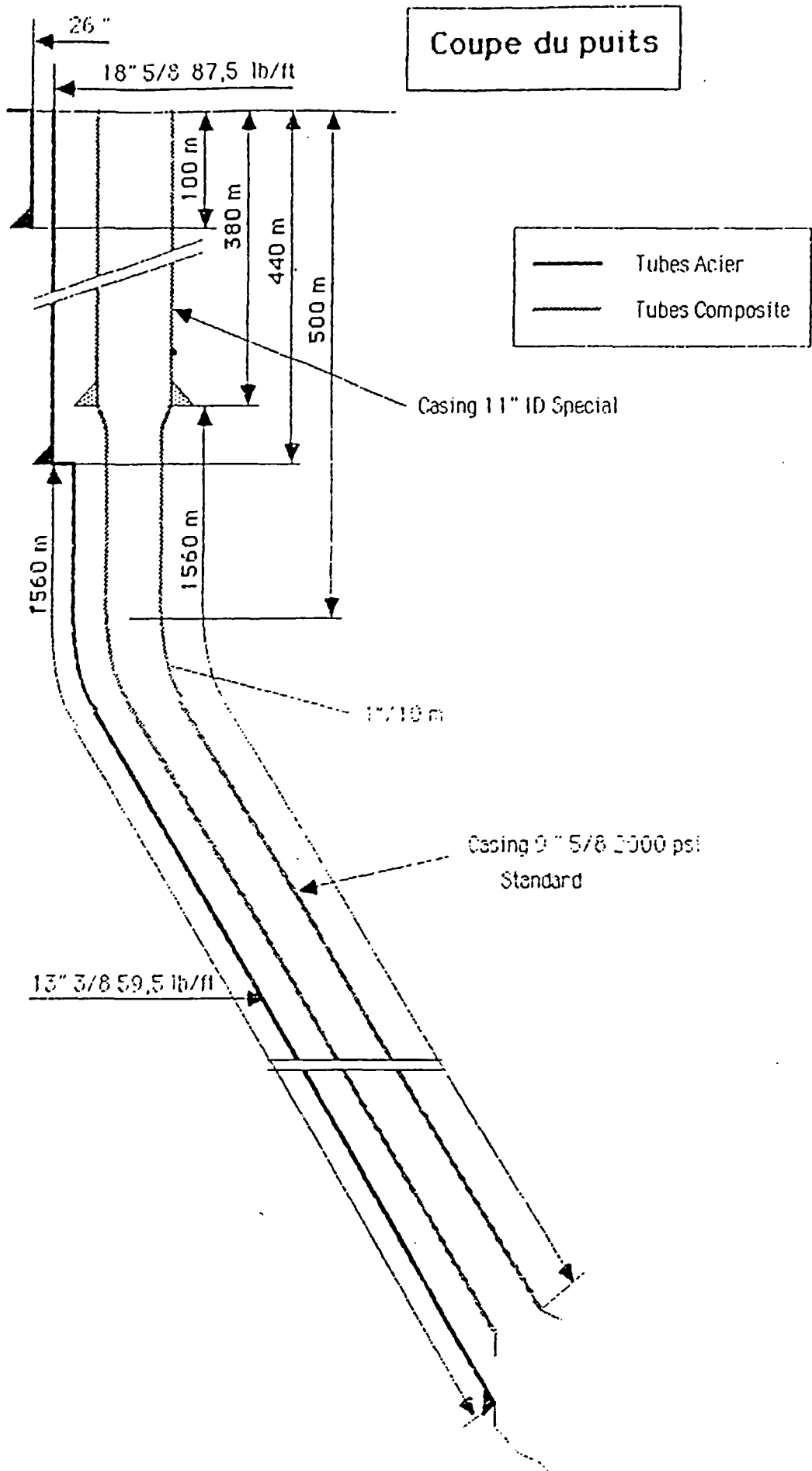


Fig. -16- COUPE PREVISIONNELLE DU Puits

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

Le réservoir est soumis à un certain nombre d'opérations et de mesures : dégorgeage, nettoyage par air-lift, acidification, développement, mesures de pression, de température, de débit, de rabattement du niveau d'eau, prélèvements pour analyses d'eau. Le volume d'eau ainsi extrait sera de l'ordre de 3 000 m³/puits.

Ces opérations permettent de connaître les caractéristiques de l'ouvrage et celles du réservoir capté, ainsi que la qualité physicochimique de l'eau géothermale.

a - L'aménagement du chantier

L'appareil utilisé pour le forage nécessite une surface au sol de 5 600 m², ce chiffre étant conditionné par l'opération d'assemblage au sol du mât.

- Le chantier sera entièrement clôturé sur la totalité du périmètre de travail.
- Travaux de terrassement et génie civil : ils comprennent l'ensemble des terrassements, nivellements, compactage nécessaires à la réalisation : des plateformes, de la dalle bétonnée, des bourniers du réseau d'évacuation des eaux.

La plateforme de forage sera d'une planéité parfaite (0,5 % et 1 %). L'ensemble des zones terrassées sera soigneusement compacté en vue d'obtenir une assise convenable à la couche de forme.

Les travaux concernent également la réalisation des bourniers de 600 m³. Ces ouvrages, en déblais d'une profondeur de 1,60 m à 1,80 m ont leurs parois talutées à 30° sur l'horizontale.

Les travaux d'étanchéification des bourniers, comprennent la mise en place d'une géomembrane de type Butyl 10/10 présentant toute garantie quant à la résistance aux hydrocarbures, aux acides ainsi que toute garantie concernant l'étanchéité. Sous cette membrane, un textile non tissé sera posé en sous-couche.

Cette membrane sera bloquée sur les bords des ouvrages par un béton maigre, une réservation y sera pratiquée permettant un raccordement des rigoles d'écoulement. Une échelle type "échelle de couvreur" permettant l'évacuation en cas de chute sera installée.

b - Le forage consistera en plusieurs étapes successives

- . L'acheminement du matériel et le montage de l'appareil de forage.

- . Forage en 32" jusqu'à 100 m.
Tubage en 26".

- . Forage en 24" de 100 à 440 m.
Tubage en 18"5/8.

- . Forage en 14"3/4 de 440 à 1950 m.
Tubage 10"3/4.

- . Forage en 12"1/4 de 1950 à 2100 m.

Les différentes étapes du forage sont synthétisées sur la figure 16.

2.1.2 - IMPLANTATION ET DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

L'implantation des différentes installations est signalée sur la figure 17 et permettent de visualiser le chantier.

On distingue :

- . Le mât de forage et son équipement.
- . Les équipements connexes : installations électriques, moteurs pompes.
- . Les abris de chantier.
- . Les installations liées aux boues : bacs de préparation.

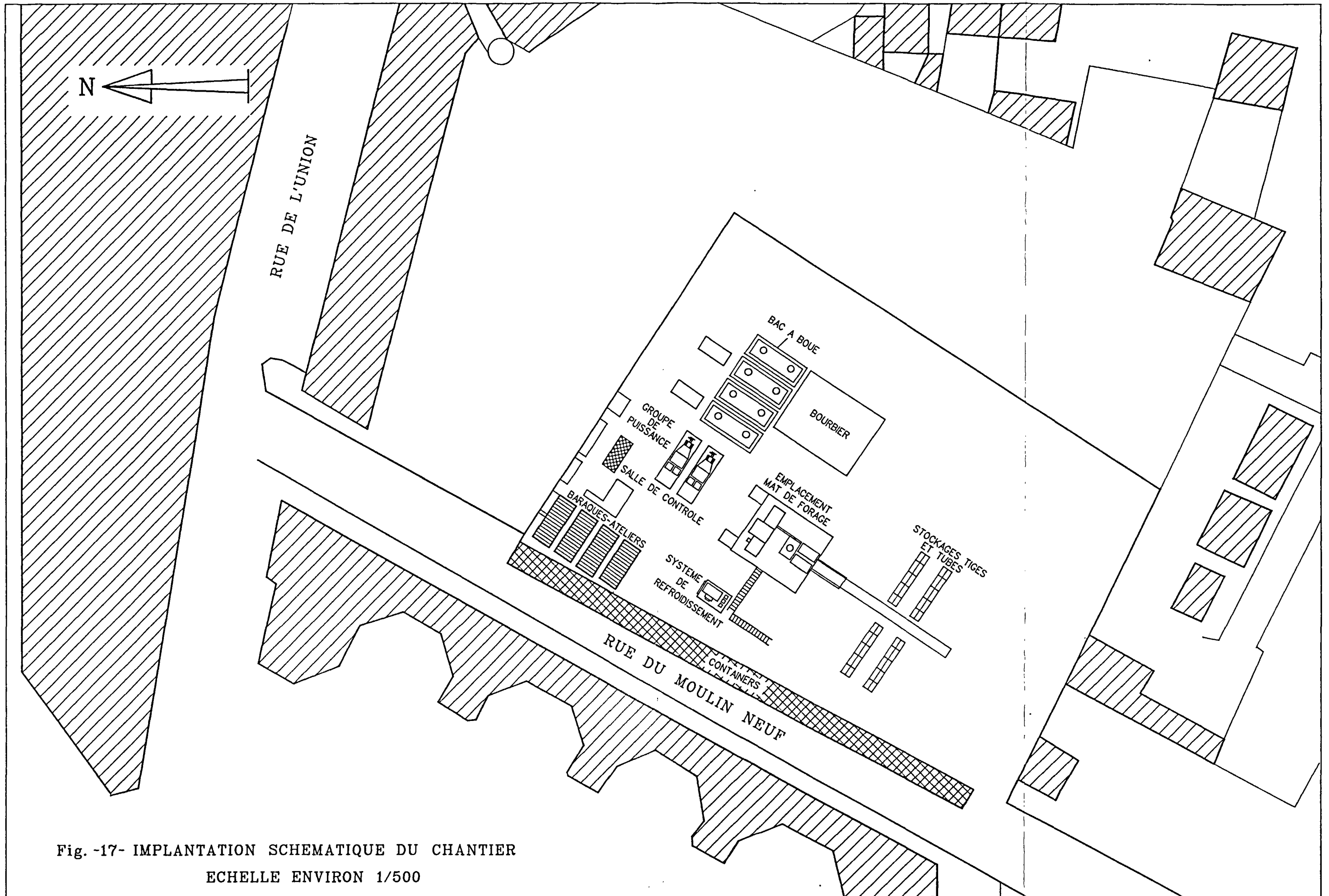


Fig. -17- IMPLANTATION SCHEMATIQUE DU CHANTIER
 ECHELLE ENVIRON 1/500

1) - Le mât de forage et son équipement

Il s'agit de l'appareil Rig 47 de la Société SEDCO-FOREX, c'est une machine forant par la méthode rotary avec des générateurs électrique et diesel et dont les principales caractéristiques sont :

- Un mât surmontant un plancher situé à 9 m du sol avec un équipement de levage constitué par un moufle mobile d'une capacité de 350 t (hauteur 47 m).
- La table de rotation est entraînée par un moteur à courant continu GE 752.
- Treuil de forage entraîné par deux moteurs General Electric équipé de refroidisseurs Hunt - et des treuils auxiliaires à air pour manutention.
- La centrale de puissance est constituée de 4 groupes courant alternatif montés sur skid comprenant chacun :
 - . un moteur caterpillar d'une puissance de 910 chevaux à 1200 tr/mn.
 - . une génératrice courant alternatif de 930 kw, 600 V, 60 Hz.

2) - Pupitre de commande et de contrôle

Le poste de commande des différentes opérations et d'enregistrement des paramètres en cours de forage :

poids sur l'outil,
compte tours,
pression de boue,
vitesse d'avancement...

ainsi que le tableau de commande électrique sont situés au niveau du plancher de forage dans l'abri du chef de poste.

3) - Installations connexes

Divers moteurs pompes et autres installations sont nécessaires au fonctionnement de l'appareil de forage. Tel l'ensemble pour air comprimé comprenant 3 compresseurs et 1 refroidisseur et des réservoirs verticaux.

4) - Abris de chantier

On peut répertorier les abris suivants :

- bureau de l'entrepreneur
- bureau du maître d'oeuvre
- bureau pour le chef mécanicien et chef électricien
- laboratoire boue
- bureau d'accueil et vestiaire
- magasins pour abriter le matériel de rechange de l'entrepreneur
- container avec étagères pour le matériel du maître d'oeuvre et matériel électrique
- atelier équipé

5) - Installations liées aux boues

On distinguera :

- Les installations de préparation et de stockage des boues, ces dernières seront ensuite dirigées vers un centre de traitement.
- Les installations de recyclage de la boue (tamis vibrants...).

Le borbier est destiné à recevoir les boues usées après décantation, le volume total sera de 600 m³.

Le rôle de la boue est fondamental à plusieurs titres :

- 1 - Elle lubrifie et refroidit le trépan, soumis à un échauffement et à une usure, fonction de la dureté des terrains.
- 2 - Elle permet la remontée des matériaux forés par "l'espace annulaire", c'est-à-dire l'espace compris entre le train de tiges et la paroi de l'ouvrage.
- 3 - Elle maintient les parois du trou par la pression qu'elle exerce et empêche les éboulements possibles.

Au cours de la réalisation du trou, on est amené à faire varier la composition chimique de la boue (pH, adjuvants) ou ses caractéristiques physiques (densité, viscosité).

La boue est fabriquée dans des bassins particuliers étanches puis injectée dans le puits par l'intermédiaire d'une pompe et de la tête d'injection.

Au sortir du puits, la boue après séparation d'avec les déblais qu'elle a remontés est renvoyée dans le puits (circuit fermé).

Le volume de boue à mettre à oeuvre variera suivant les phases de forage. Le volume prévu total étant de 1 600 m³.

La boue employée sera fabriquée en ajoutant à de l'eau des polymères.

Sur cette base, on pourra ajouter, si nécessaire :

- . Un bactéricide protégeant le polymère et le forage d'une pollution bactérienne éventuelle.
- . Une saumure (NaCl) pour contrôler la densité du fluide et maintenir l'équilibre avec les pressions des formations (artésianisme éventuel).
- . Les additifs nécessaires au contrôle de la rhéologie, du filtrat et du pH.

La préparation et le recyclage des boues nécessitent :

- . 2 pompes utilisées pour le mélange et la fabrication des boues.
- . 1 pompe qui envoie la boue vers la tête d'injection située le long du mât de l'appareil de forage.

La réutilisation de la boue nécessite de la débarrasser des déblais qu'elle remonte. Cela est fait grâce à l'utilisation de tamis vibrants et dessablants. La boue nettoyée est réinjectée dans le puits tandis que les déblais sont envoyés, de même que les boues "en excès" évacuées régulièrement, dans le couloir où s'effectuera une floculation (sédimentation au fond du bassin par décantation).

2.2 - ÉVALUATION DES IMPACTS DUS AU CHANTIER

2.2.1 - IMPACT SUR LE PAYSAGE ET L'OCCUPATION DES SOLS

L'emprise de l'installation de forage nécessite une emprise au sol d'environ 6 000 m². Le site qui est à l'heure actuelle une zone en friche ne sera que temporairement occupé étant donné la durée du chantier : 2.5 mois.

L'impact visuel du chantier sera important pour toutes les habitations et immeubles entourant le site qui est enclavé dans une zone urbanisée.

2.2.2 - IMPACT SUR LE SOUS-SOL ET LES FORMATIONS SUPERFICIELLES

2.2.2.1 - Formations superficielles

La mise en oeuvre de l'aire du chantier de forage va conduire à un décapage des formations superficielles et un nivellement de la zone actuellement en friche.

Cette surface sera ensuite aménagée selon les besoins du chantier avec terrassements des plateformes, et réseau d'évacuation des eaux.

Une dalle et une cave en béton armé formeront la plateforme de l'appareil de forage.

Ces différentes surfaces peuvent être considérées comme imperméables ou très peu perméables et, de ce fait, sujettes à un ruissellement des eaux de surface.

En outre, les hydrocarbures, acides et tout autre produit risquant de nuire au sol après déversement accidentel sur l'aire de chantier, devront être entreposés en un endroit où leur récupération sera toujours possible (écoulement vers les bourniers de préférence).

2.2.2.2 - Le sous-sol

Il est ici constitué par les formations calcaires, marnes et argiles sableux du Tertiaire qui sont subaffleurants. Compte tenu des connaissances de caractéristique de ces formations acquises lors du forage effectué en 1981, il semble que tout risque de tassement ou de glissement de la plateforme soit improbable dans la zone concernée.

2.2.3 - IMPACT SUR LES EAUX

Tout forage nécessite des besoins en eau indispensable à la fabrication des boues. L'approvisionnement se faisant par branchement direct sur le réseau urbain d'A.E.P.

2.2.3.1 - Les eaux superficielles

Les eaux produites par une installation de forage profond peuvent avoir diverses origines :

- . Les eaux de décantation des bourniers.
- . Les eaux vannes et usées (en provenance des toilettes, laboratoire).
- . Les eaux pluviales ayant ruisselé sur la plateforme et les installations annexes.

Les eaux et solides en provenance du forage seront stockés dans des bourbiers.

La composition physicochimique des eaux géothermales est bien connue. Grâce au suivi de l'installation existante les analyses ont été reportées sur la figure 9 ($T = 58^{\circ}\text{C}$, teneur en sels 22 g/l). Le pH est proche de 6,40 ce qui situe ces eaux dans une gamme approchant la neutralité. Les eaux sont très minéralisées avec quelques caractéristiques telle que la teneur élevée en H_2S (hydrogène sulfuré) proche de 40 ppm.

Compte tenu de ces différents paramètres, ces eaux ne peuvent être rejetées dans les réseaux sans traitement préalable.

Les eaux géothermales rejetées proviendront principalement des essais de pompage lorsque le réservoir d'eau géothermale aura été atteint en fin de forage.

2.2.3.2 - Les eaux souterraines

Il existe des nappes d'eau souterraine utilisées pour différents usages en particulier les aquifères de l'Albien et du Néocomien. Les différentes nappes pourraient être contaminées, toutes les précautions devront être prises :

- A partir de la surface, quoique les aquifères soient protégés par l'existence de niveaux peu perméables et par la hauteur de terrain "non saturé" (au-dessus de la nappe) de l'ordre de 10 m. Cependant les bourbiers devront être étanches.
- Un forage profond peut être à l'origine, par suite d'une mauvaise complétion, de communications entre aquifères de caractéristiques différentes, lors de la réalisation du forage, les tubages devront être cimenté de façon rigoureuse afin d'éviter tout mélange des eaux profondes plus ou moins salées (impropre à la consommation) et les eaux des aquifères moins profonds et de bonne qualité.

2.2.4 - IMPACT D'UN FLUIDE AUX BOUES DE FORAGE

Les fluides utilisés pour la réalisation du forage obéiront aux impératifs suivants :

- . N'entraîner aucun effet polluant, tant dans les formations souterraines traversées, qu'en surface.
- . Autoriser l'exécution du forage dans des conditions de sécurité satisfaisantes.

Le choix s'est donc porté sur un fluide à base de polymères dégradables fournissant une viscosité suffisante pour remonter les cuttings. Les caractéristiques de ce fluide sont également :

- . De permettre un bon contrôle du filtrat pour limiter l'invasion des formations traversées (le Dogger en particulier).
- . D'être facilement destructible (par acidification ou enzymes) en laissant un minimum de résidus insolubles.

En fin de travaux, après destruction des polymères par acidification ou traitement aux enzymes, le puits sera mis en eau et nettoyé par soupapage ou à l'air-lift.

Les boues usées seront stockées dans le borbier creusé à proximité immédiate de la machine de forage (une géomembrane étanche et résistante aux hydrocarbures sera mise en place pour éviter tout risque d'infiltration dans la nappe superficielle).

Les déchets solides recueillis aux tamis vibrants dans le borbier décanteur et pour les plus légers dans la fosse à essais seront chargés par pelles mécaniques (ou bandes transporteuses) et camions pompeurs puis évacués par une société spécialisée vers un site de décharge agréé.

2.2.5 - IMPACT SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Lors de forages géothermiques, des dégagements gazeux peuvent se produire (hydrogène sulfuré, H₂S, en particulier). Les émanations de gaz à l'odeur caractéristique sont décelées par le système olfactif à des teneurs très faible de l'ordre du ppm.

Les effets physiologiques de l'H₂S peuvent être dangereux, en particulier pour les ouvriers du chantier, mais impliquent dans ce cas des concentrations beaucoup plus élevées (plus de 100 ppm) - figure 18.

2.2.6 - IMPACT D'UN CHANTIER AU BRUIT

L'activité d'un chantier de forage géothermique représente pendant la durée du chantier une source non négligeable de nuisances sonores.

On identifie trois sources principales de bruits :

- . L'appareil de forage.
- . Le trafic des véhicules légers et poids lourds.
- . Les groupes électrogènes.

Auxquels s'ajouteront divers bruits comme celui lié au personnel du chantier et,

- . Camion de cimentation lorsqu'on l'utilisera.
- . Chocs entre pièces métalliques lors des manipulations des tiges de forages...

Le chantier fonctionnera 24 h sur 24 en ce qui concerne l'appareil de forage et les groupes électrogènes.

La situation du site du forage au coeur d'une zone urbanisée, caractérisée par un nombre important de structures hautes au voisinage du forage modifiant le trajet des ondes sonores, requiert donc des mesures appropriées.

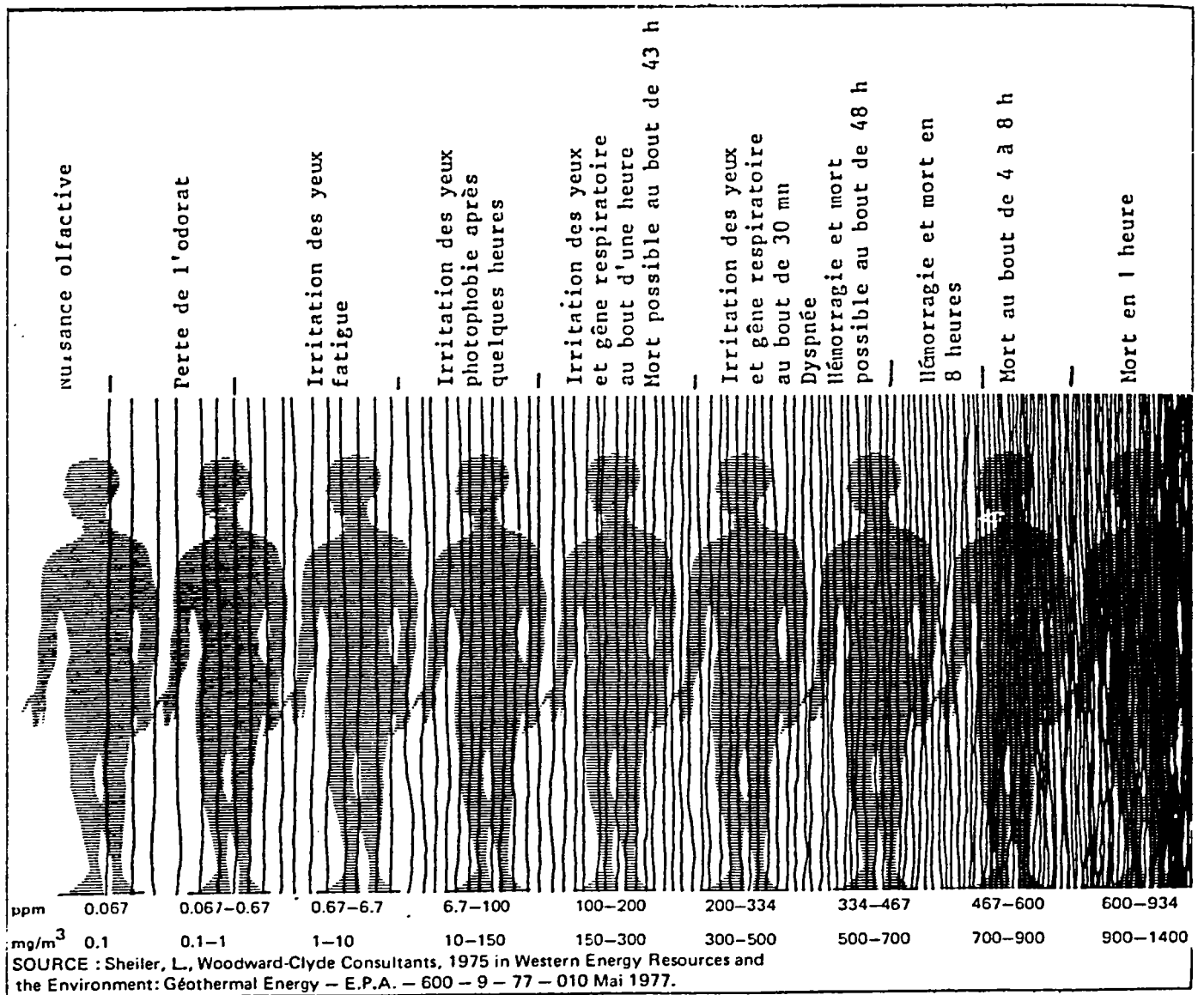


Fig. -18- EFFETS PHYSIOLOGIQUES DE L'H₂S

Compte tenu de l'expérience acquise sur différents chantiers du même type, les mesures prises démontrent qu'il est possible de réduire ces nuisances phoniques.

La synthèse de niveaux sonores enregistrés sur des sites similaires et à la Courneuve Sud lors du précédent forage montre que la phase de forage est la source de bruit la plus importante en durée et que le capotage des moteurs et mise en place de silencieux sont des solutions efficaces.

Les phases de manoeuvres et de cimentation sont des phases plus courtes.

Les chocs des tiges produisent des bruits, très aigus et brefs, qui peuvent parfois être très intenses. Des protections (madriers, caoutchouc...) permettent de réduire ces émissions sonores qui durent moins d'une seconde en général.

a) Niveau sonore de la machine

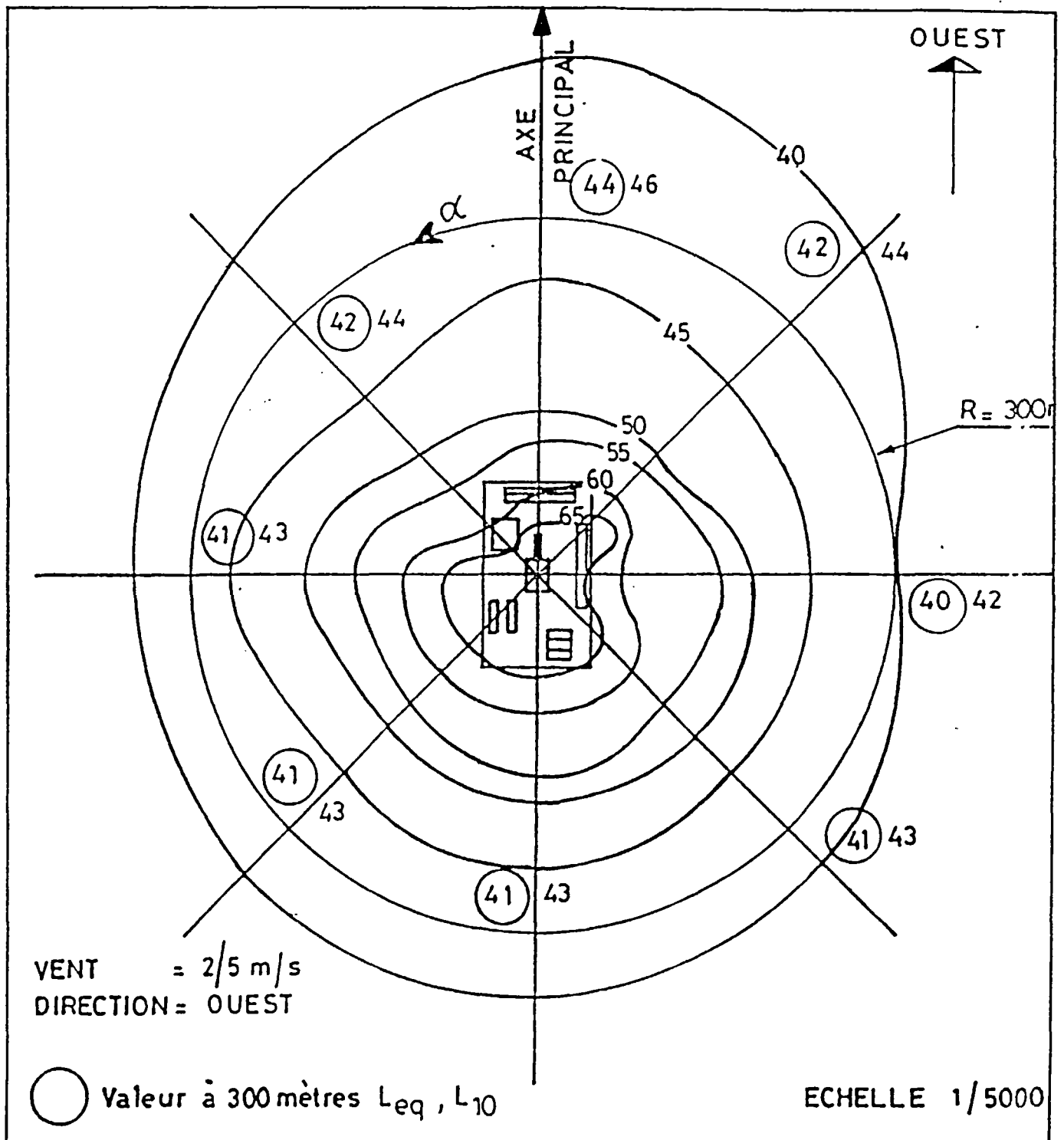
Le niveau sonore de la machine de forage utilisé a été mesuré par la Société ERA (Etudes et Recherches Acoustiques) le 29 juillet 1988 sur le site de Chaunoy en Seine-et-Marne. Les conditions météorologiques étaient les suivantes : vent : ouest faible (2-5 m/s) ciel dégagé, température : 22 à 25°C.

La caractérisation de l'appareil est établie en accord avec les recommandations de la chambre syndicale du pétrole. Elle est principalement basée sur les normes NFS 31010 et 31110 et permet d'établir une "rose des bruits", représentant la carte de bruit du site de forage ; elle consiste à mesurer le niveau du bruit émis par l'appareil de forage le long de quatre axes centrés sur le puit de forage et décalés entre eux de 45°, jusqu'à une distance de 300 m de l'axe du forage.

Les grandeurs mesurées sont le niveau acoustique équivalent, noté L_{eq} , et niveau L_{10} qui représente le niveau dépassé pendant 10 % du temps de mesure.

Compte-tenu du planning de forage, l'établissement de la "rose des bruits" a été limité à une période de manoeuvres et effectué à partir de mesures statistiques ponctuelles de 15 minutes réalisées en douze points de l'axe principal, espacés de 50 m, et de mesures du niveau de pression acoustique instantané en quelques points des autres axes.

La "rose de bruits" réalisée est reportée sur la figure 19.



ROSE DES BRUITS
MANOEUVRE

Mesures faites le : 29. 7. 88
Site : CHAUNOY 74

X : Y :

APPAREIL : CHAUNOY 74

Vent : OUEST Vitesse : 2/5 m/s

En plus des courbes isophoniques (en terme de L_{eq}) échelonnées tous les 5 dB(A), le niveau acoustique équivalent L_{eq} , et le niveau L_{10} mesurées à 300 m sont reportés sur la figure.

La forme générale de la "rose des bruits" met bien en évidence l'influence de l'ouverture, nécessitée par les manoeuvres, des écrans ouest de la plate-forme, des bâtiments de bureaux (au nord du puits) et des groupes électrogènes (à l'est du puits). L'influence de l'ouverture mentionnée est légèrement atténuée par le vent d'ouest.

En ce qui concerne le cas des conditions de forage, on peut considérer que les niveaux sonores sont inférieurs aux valeurs mesurées en conditions de manoeuvres.

On a constaté que les niveaux acoustiques (respectivement le niveau moyen et le niveau représentant le niveau dépassé pendant 10 % du temps de mesure) mesurés à 300 m suivant 8 directions radiales sont situés entre 43 et 40 dBA. A une distance de 100 m du plancher, le niveau n'excède pas 55 dBA.

b) Législation sur le bruit

Les bruits aériens émis dans l'environnement par les installations classées sont soumis à une législation (arrêté du 20 août 1985).

Les niveaux limites de bruit à respecter en limite de propriété de l'installation projetée sont calculés à partir d'une valeur de base fixée (45 dBA dans le cas de ce site) à laquelle on ajoute des termes correctifs CT et CZ.

- CZ tient compte du type de zone, le projet étant situé dans une zone résidentielle urbaine avec des voies de trafic assez importante la correction serait de + 15 dBA.
- CT tient compte de l'horaire, on distingue une période jour (CT = 0), une période intermédiaire (CT = -5) et une période de nuit (CT = -10).

En période jour la valeur limite sera donc de :

$$\begin{aligned} L &= 45 + 15 - 0 \\ &= 60 \text{ dBA} \end{aligned}$$

et en période nuit : $L = 50 \text{ dBA}$

Il est donc nécessaire de mettre en place un écran anti-bruit entre le chantier et les habitations les plus proches (rue du Moulin Neuf).

2.2.7 - IMPACT SUR LES INFRASTRUCTURES

Les voies de communications.

Une augmentation de trafic modéré sera engendrée durant la durée du chantier, et ceci plus particulièrement durant les opérations d'approvisionnement du matériel, montage et enfin repli de l'installation après réalisation du forage.

Il faut prévoir une circulation aussi en cours du chantier pour l'apport de matériel de forage et approvisionnement en fuel et évacuation des déchets solides.

Ces véhicules poids lourds accèderont au site par la rue Beaufiles et la voie restée libre rue du Moulin-Neuf.

Une circulation supplémentaire de véhicules légers sera également induite par le chantier.

2.2.8 - IMPACT SOCIO-ÉCONOMIQUE

Le terrain où sera implanté le forage étant actuellement en friche il n'y aura aucune conséquence au niveau de l'affectation des sols.

2.2.9 - IMPACT SUR LE VOISINAGE

Etant donné la situation du site du projet en plein cœur d'une agglomération, le chantier va induire un certain nombre de gênes et nuisances passagères qui ont été présentées dans les paragraphes précédents.

L'information des habitants concernés par le projet au sujet des nuisances et des mesures adoptées est une nécessité.

De même la proximité immédiate de zone habitée d'un chantier en activité qui comprend différents moteurs thermiques et électriques implique des conditions de sécurité draconiennes en ce qui concerne l'accès au chantier par des personnes étrangères.

3 - RAISONS DU CHOIX DU SITE

Réalisé en 1981, mis en service en Mai 1982, la boucle géothermale de La Courneuve Sud est en exploitation depuis plus de 7 ans. Ce site a subi jusqu'en 1986 des pannes de pompes de production répétées avec une fréquence annuelle, puis depuis le 2ème semestre 1986, un colmatage progressif de ces deux puits.

A la mi 1989 le débit maximal exploitable est inférieur à 130 M³/H pour un débit nominal de 180 M³/H.

Des résultats significatifs ayant été obtenu sur La Courneuve Nord, le Syndicat a procédé à l'examen des conditions d'une restauration du site de La Courneuve Sud.

La réhabilitation du site de La Courneuve Sud implique la modification de la boucle géothermale et de ces conditions d'exploitation.

Le programme du nouveau forage et l'équipement mis en place à l'intérieur de celui-ci tient compte de l'expérience acquise (tubage en matériaux composite, dispositif de contrôle...).

L'objectif prioritaire de ce nouveau puits concerne l'environnement économique de l'exploitation - énergie géothermique récupérable et charges d'exploitation de la boucle.

La réhabilitation du site par forage d'un nouveau puits implique naturellement pour des raisons techniques et économiques (disponibilité terrain, proximité installation existantes...) de choisir une implantation à proximité immédiate de l'ancien forage.

4 - MESURES ENVISAGÉES POUR SUPPRIMER, RÉDUIRE ET SI POSSIBLE COMPENSER LES CONSÉ- QUENCES DOMMAGEABLES DU PROJET

4.1 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LE PAYSAGE ET L'OCCUPATION DES SOLS

Les nuisances seront minimales, mais surtout passagères car la durée du chantier n'excèdera pas 2 mois 1/2.

L'impact visuel des installations et en particulier du mât de la sondeuse sera inévitable durant cette période.

La zone concernée étant actuellement en friche, l'impact au niveau de l'occupation des sols est inexistant.

4.2 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LE SOUS-SOL ET EAUX SOUTERRAINES

Les revêtements étanches des bourniers éviteront toute infiltration dans le sous-sol. Il n'en résultera aucune nuisance vis-à-vis de la nappe phréatique.

Au niveau du forage, le programme technique d'équipement et de cimentation sur toute la longueur du forage évitera ainsi toute contamination locale des aquifères supérieurs qui seront ainsi protégés. On notera tout spécialement la mise en place d'un tube composite sur toute l'épaisseur de la nappe phréatique.

4.3 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

Les eaux de pluie ruisselant sur les différentes plateformes seront recueillies dans un système de fossés qui aboutiront à un décanteur deshuileur empêchant tout rejet accidentel d'hydrocarbures dans le milieu naturel.

Les eaux usées seront collectées dans les fosses étanches afin d'éviter toute contamination des eaux.

4.4 - LUTTE CONTRE LES NUISANCES DUES AUX EFFLUENTS DE FORAGE

4.4.1 - LES EFFLUENTS SOLIDES

Ils intéressent essentiellement les déblais ("cuttings") remontés en cours de forage et les résidus solides des boues de forage.

Ils seront recueillis aux tamis vibrants des bacs, dans le bournier décanteur et, pour les plus légers, dans la fosse étanche.

Il est utile de rappeler que ni les déblais ni les produits boues utilisés (formulations bentonitiques et aux biopolymères biodégradables et additifs, NaOH, bactéricides, sel) ne présentent de caractère toxique exigeant un traitement chimique spécial. Il s'agit en effet de boues à l'eau non toxiques, compatibles avec les normes de rejet dans le milieu naturel.

En conséquence, les solides seront évacués par une société spécialisée vers un site de décharge agréée en région parisienne.

4.4.2 - LES EFFLUENTS LIQUIDES

– Pollution en cours de forage

Le risque d'une contamination en cours de forage par les fluides de forage des aquifères de l'Albien et du Néocomien sera écarté par le choix d'une formulation de boue aux biopolymères additionnée d'un bactéricide.

– Pollutions en cours d'exploitation

Il s'agit du risque de contamination représenté par un percement des tubages s'ajoutant à une cimentation défectueuse au droit de celui-ci, qui mettrait en communication un aquifère à eau douce (ou assimilé) avec les eaux du Dogger, lesquelles, sont impropres à la consommation.

Le type de complétion mis en oeuvre, tubage acier cimenté et complétion composite à annulaire contrôlé, permet de se prémunir contre ce risque.

De plus le protocole de suivi périodique de la boucle géothermale et d'inspection des tubages offre une garantie supplémentaire de détection préventive et de déclenchement de toute mesure conservatoire à cet égard.

4.4.3 - LES EFFLUENTS GAZEUX

Ils représentent le risque le plus élevé vis-à-vis du personnel de l'entreprise et des riverains en raison de la toxicité des gaz (H_2S) dissous dans le fluide de formation. Ils sont susceptibles de se dégager lors des phases de dégorgeement artésien, suivant la stimulation, dans le cadre de l'essai de production en fin de forage.

Le débit massique maximum de H_2S susceptible d'être dégagé pendant la phase de dégorgeement au débit de $150\text{ m}^3/\text{h}$ à pression de tête nulle est de $1,5\text{ kg/h}$.

Cette quantité sera séparée et éliminée sans inconvénients au moyen des unités de séparation 3 phases utilisées par l'industrie pétrolière assorties d'un brûleur à allumage autonome et d'une torchère à double foyer placée à une distance minimum de 30 m de la table de rotation. La quantité de SO_2 engendrée

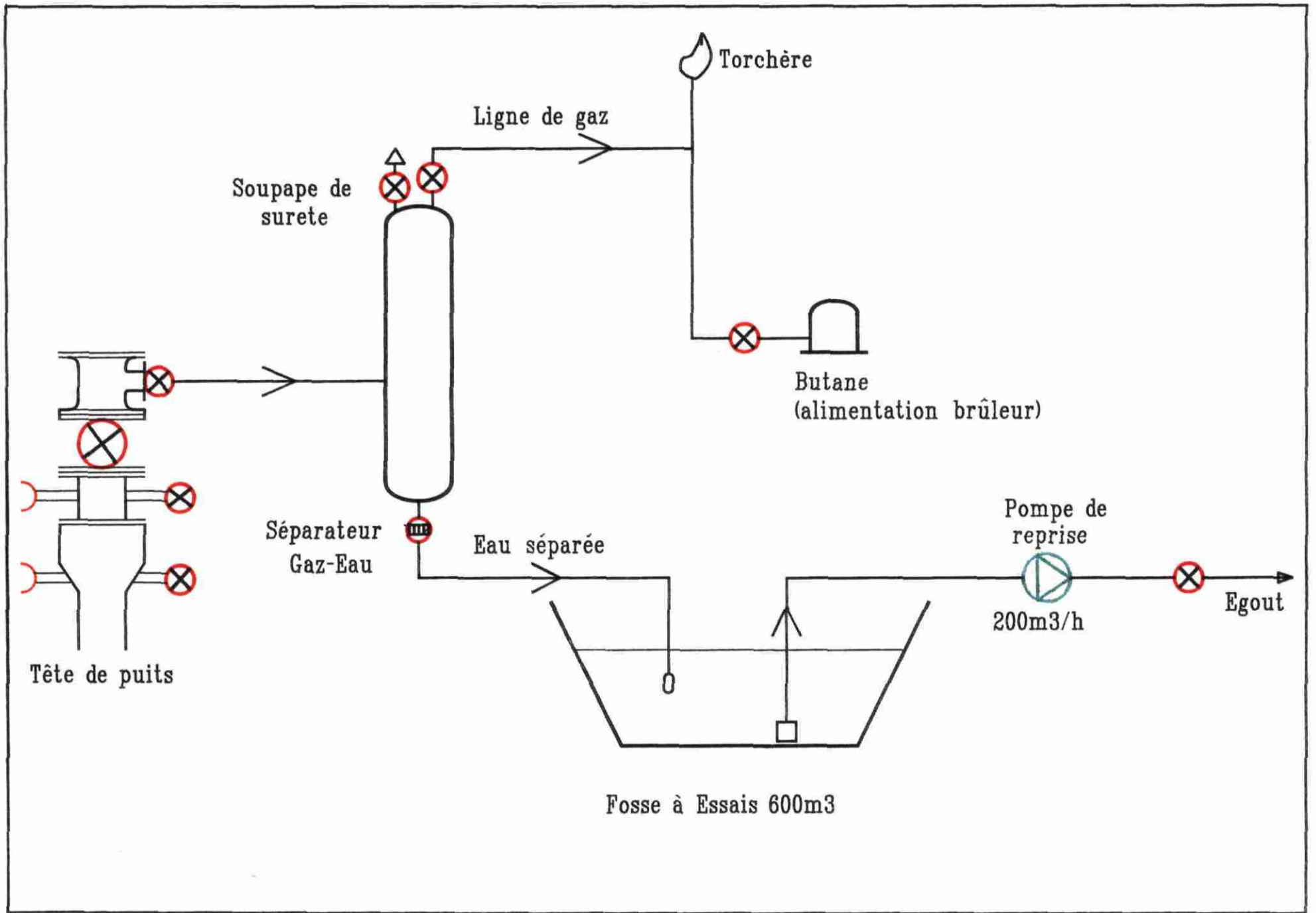
par combustion du H₂S resterait, en raison des faibles masses de H₂ susceptibles d'être séparées et de la durée relativement courte (8 h) impartie à l'essai de dégorgement, en dessous des seuils de toxicité de l'air ambiant.

La figure 20 illustre l'installation mise en place durant le temps de l'essai de production du puits.

La sécurité générale du chantier et des abords sera assurée par les mesures de sécurité suivantes :

- 4 capteurs H₂S disposés aux points sensibles du chantier (cave, plancher/table de rotation, bac/vibrateurs, pompe de forage) et reliés en permanence à une unité centrale d'enregistrement et de gestion des alarmes sonore (klaxon) et visuelle (gyrophare) réglées aux seuils de 10 et 15 ppm,
- 2 manches à air indiquant la direction des vents dominants,
- 2 sorties balisées d'évacuation du chantier,
- 4 masques à gaz,
- 2 bouteilles d'oxygènes,
- 1 armoire à pharmacie,
- affichage des consignes de sécurité de la Chambre syndicale des industries du pétrole et du gaz naturel,
- plan d'évacuation du chantier en cas d'urgence,
- stock de sécurité d'eau froide et de saumure (20 tonnes NaCl)
- personnel d'encadrement (chefs de chantier, chef de projet, chefs de postes et seconds) éprouvé (stages éruptions, expérience professionnelle en matière de forage/production d'hydrocarbures à terre et en mer).

En outre, un exercice de répétition d'évacuation du chantier et des mesures de sécurité et de première urgence sera effectué au démarrage du chantier, sous la responsabilité du chef de projet de l'entreprise chargée des travaux.



4.4.4 - TRAITEMENT DES EFFLUENTS

L'eau de gisement subira deux types de traitement, respectivement un traitement par décantation (solides) et un dégazage lors de son évacuation vers la fosse à essais de capacité 600 m³.

Cette fosse à essais officiera comme une capacité tampon permettant de refroidir l'effluent à une température voisine de 30°C avant reprise par des pompes de surface et évacuation vers le réseau d'assainissement via une "flow line". Au cas où un refroidissement suffisant ne pourrait être réalisé, une dilution par eau de ville serait opérée pour obtenir le niveau de température requis.

Il a pu être vérifié que le réseau d'assainissement avait la capacité suffisante pour absorber un débit de 150 m³/h pendant une période de pompage n'excédant pas 6 heures consécutives, laps de temps amplement suffisant au regard de la durée (8 heures) impartie à l'essai de production préalable à la phase de remontée de pression.

Le rejet des eaux dans le réseau public d'assainissement nécessite un prétraitement qui consistera au minimum en :

- décantation et neutralisation éventuelle des eaux (pH devant être compris entre 5,5 et 8,5) ;
- la température de rejet sera inférieure à 30°C ;
- des dispositions seront prises pour éviter le relargage d'H₂S dans les égouts (voir paragraphe effluents gazeux).

Des analyses chimiques seront effectuées régulièrement et les résultats seront consultables par les agents de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement.

Les contacts et autorisations nécessaires seront pris auprès de la Direction départementale de l'équipement et des services techniques de la Ville de La Courneuve, sur la base du protocole d'essais qui leur aura été soumis au préalable.

4.5 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Les rejets des moteurs des groupes électrogènes et groupe de puissance seront conformes aux normes en vigueur.

4.6 - LUTTE CONTRE LES NUISANCES SONORES

L'activité du chantier représentera une source de nuisances sonores. La présence de zones résidentielles à proximité immédiate requiert des mesures appropriées :

L'appareil de forage et les unités satellites sont équipés d'un dispositif d'insonorisation qui comprend :

- 2 ensembles d'insonorisation des groupes diésel,
- 1 ensemble d'insonorisation des compresseurs d'air,
- 1 ensemble de panneaux de bardage anti-bruit au plancher de 8 m de haut (4 m au-dessus et 4 m au-dessous du plancher),
- 1 lot d'échappements à silencieux renforcés sur les moteurs,
- 1 lot de silencieux à l'échappement des treuils à air et moteur à air comprimé.

Ce dispositif présente toutes les garanties vis-à-vis des normes anti-bruit de la législation environnementale en vigueur, ainsi que des recommandations de la Chambre syndicale du pétrole (normes NFS 31010 et 31110).

Il a pu être éprouvé à l'issue du rapport de mesure de bruit établi par la Société ERA (Etudes et Recherches Acoustiques) le 29 juillet 1988 sur le site de Chaunoy 74 en Seine-et-Marne (cf. paragraphe 2.2.6).

- Un mur anti-bruit sera installé le long de la rue de l'Union, il sera constitué d'un empilement de conteneurs sur 3 à 4 niveaux.

- Les opérations de forages seront organisées de telle façon que les manoeuvres bruyantes soient effectuées de préférence au cours de la journée. Afin de réduire les bruits dus au choc des tiges une isolation des lieux de stockage sera prévu (pose de bande de caoutchouc).

Enfin en ce qui concerne l'organisation du travail, l'usage de talky walky pour assurer les communications sur le chantier permettra d'éviter l'emploi de haut-parleurs et klaxon.

4.7 - LUTTE CONTRE LES EFFETS SUR LE VOISINAGE

4.7.1 - INFORMATION DES RIVERAINS ET DES AUTORITÉS

Il sera diffusé auprès des riverains et des autorités concernées une notice d'information de une page résumant les objectifs du projet, le contenu et la durée prévisionnelle des travaux et les sources de nuisances momentanées qu'ils entraîneront, ainsi que les mesures et dispositions arrêtées avec les autorités pour les minimiser.

Le texte de cette note sera soumis aux autorités responsable préalablement à sa diffusion.

4.7.2 - BALISAGE ET ACCÈS AU CHANTIER

Le chantier étant situé en zone urbaine, à proximité immédiate d'une ZUP à forte densité de population et de voies à grande circulation, un soin tout particulier sera apporté à la signalisation et au balisage du chantier et à la réglementation de ses accès.

Le chantier sera signalé au moyen de panneaux d'information réglementaires. Il sera en outre clôturé sur la totalité du périmètre de travail et ses accès strictement contrôlés et réservés aux seules personnes autorisées. Les accès seront tenus fermés en l'absence de mouvements de véhicules et d'engins.

Le chantier, durant les aménagements de génie civil, les travaux de forage proprement dits et la remise en état du site, sera placé sous surveillance 24 h/24 par le personnel de l'entreprise et, si besoin, une société de gardiennage spécialisée, en cas de travail non posté.

L'appareil et l'aire de travail seront dotés d'un éclairage conforme aux normes françaises.

La mise au point d'une signalisation routière adaptée portant obligation de ralentissement à hauteur des accès prévus pour les engins, transports et véhicules de personnel, sera étudiée avec les autorités (équipement/ponts et chaussées, services de la voirie urbaine, police), ainsi que la possibilité d'une interruption momentanée de la circulation pendant les manoeuvres d'engins et de véhicules.

5 - REMISE EN ÉTAT DES LIEUX A L'ISSUE DU CHANTIER

En fin de chantier, tout le matériel de forage sera démontré et évacué du site.

Les constructions provisoires, clôture, mur anti-bruit... seront également démontés.

Sur la plateforme de forage, ne subsistera que la tête de puits qui sera enterrée.

Les travaux principaux qui seront effectués sont les suivants :

- . pompage et évacuation des bourbiers, comblement de ces derniers,
- . nettoyage général de l'ensemble du chantier,
- . aménagement de la tête du puits.