



DOCUMENT NON PUBLIC

Caserne de Xaintrailles
Bordeaux (Gironde)

**Etude hydrologique préliminaire
à l'implantation d'un forage
destiné au fonctionnement d'une climatisation**

par D. CHIGOT

R 33565 AQI 4S 91

Pessac, septembre 1991

BRGM - AQUITAINE

Avenue du Docteur-Albert-Schweitzer - 33600 Pessac, France
Tél.: (33) 56 80 69.00 - Télécopieur : (33) 56.37.18.11

S O M M A I R E

	Pages
Résumé	III
Liste des figures	IV
1. INTRODUCTION	1
2. LOCALISATION	2
3. CADRE GEOLOGIQUE	3
4. CADRE HYDROGEOLOGIQUE	5
5. CHIMIE DES EAUX	7
6. PIEZOMETRIE	9
7. NOMBRE D'OUVRAGES POUR LE PRELEVEMENT ET PROFONDEUR	10
8. MODALITÉS DU REJET ET COUT DES PRELEVEMENTS	14
8.1. Redevance à l'Agence de l'Eau	14
8.2. Redevance due au titre du rejet en réseau	14
8.3. Rejet en nappe	15
9. METHODOLOGIE DES TRAVAUX	16
10. PROGRAMME DES TRAVAUX	17

11. COUT DES TRAVAUX DE FORAGE	19
11.1. L'aquifère produit et infiltre 60 m ³ /h	19
11.1.1. Forage F1 et piézomètre P2.....	19
11.1.2. F2 à proximité du P2	19
11.2. L'aquifère produit et infiltre 30 m ³ /h	20
12. PROGRAMME DE L'EQUIPEMENT	21
12.1. Equipement du forage de prélèvement et du forage de rejet	21
12.1.1. Forage d'exploitation	21
12.1.2. Forage de réinjection	24
12.2. Equipement de deux forages de prélèvement et de deux forages de réinjection	25
12.2.1. Forages d'exploitation	25
12.2.2. Forages de réinjection	27
13. COUT DES TRAVAUX D'EQUIPEMENT	29
13.1. L'aquifère produit et infiltre 60 m ³ /h	29
13.1.1. Equipement du forage de prélèvement	29
13.1.2. Equipement du forage de réinjection	29
13.1.3. Assistance BRGM	30
13.2. L'aquifère produit et infiltre 30 m ³ /h	30
13.2.1. Coût des équipements des forages de prélèvement	30
13.2.2. Coût des équipements des forages de réinjection	30
13.2.3. Assistance BRGM	30
14. TABLEAU RECAPITULATIF	31
15. CONCLUSION	32

R É S U M É

La Direction des Travaux du Génie Militaire de Bordeaux envisage de climatiser les locaux informatiques de la Caserne Xaintrailles. Pour cela, elle a demandé au BRGM Aquitaine d'évaluer les possibilités aquifères du sous-sol bordelais.

Après avoir réalisé une étude hydrogéologique, l'objectif recherché sera les calcaires de l'Oligocène entre 7 et 50 m de profondeur. Cet aquifère doit permettre de fournir les 60 m³/h nécessaires au fonctionnement de la climatisation.

La réalisation d'un premier ouvrage et le calcul des caractéristiques hydrodynamiques permettront de préciser le nombre d'ouvrages.

Une évaluation des coûts d'investissement a été effectuée en prenant en compte deux hypothèses :

- une hypothèse probable de 2 ouvrages : l'un en prélèvement, l'autre en réinjection,
- une hypothèse maximaliste de 4 ouvrages.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Localisation 1/1000

Figure 2 - Schéma type géologique

Figure 3 - Coupe géologique

Figure 4 - Simulation des lignes de courant pour
1 puits de prélèvement et 1 puits de réinjection

1 - Introduction

La Direction des Travaux du Génie a contacté le BRGM Aquitaine pour la réalisation d'une étude de faisabilité de forage pour alimenter et refroidir le système de climatisation de la caserne Xaintrailles à Bordeaux.

L'étude a consisté, après recueil de la documentation existante dans le secteur, à définir les horizons géologiques susceptibles de produire 60 m³/h.

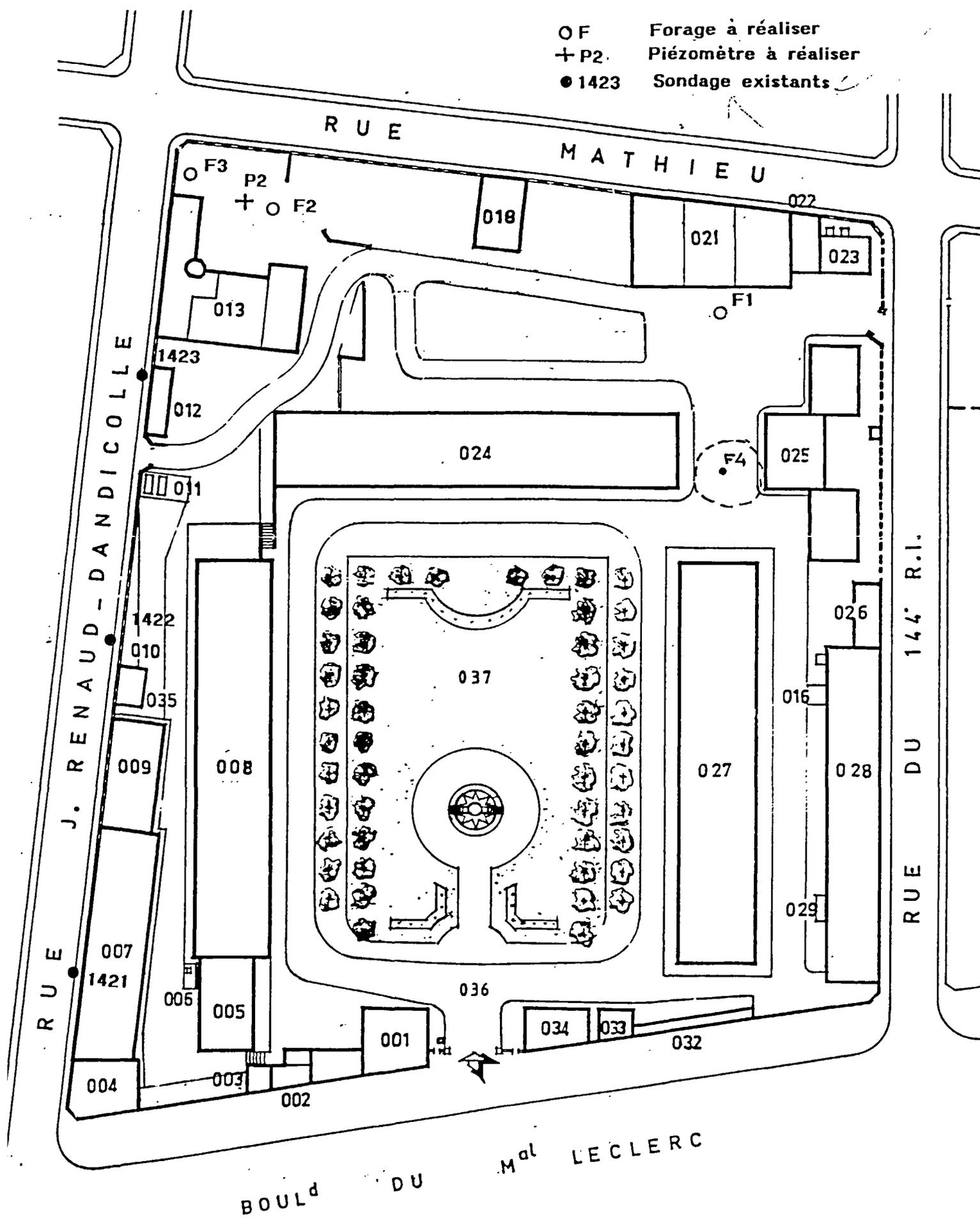
Un calcul d'interférence avec les ouvrages existants à proximité a été réalisé.

Il a été établi le coût de la réalisation des ouvrages, des équipements et de la maîtrise d'oeuvre.

PLAN DE SITUATION-MASSE

LEGENDE

- F Forage à réaliser
- + P2 Piézomètre à réaliser
- 1423 Sondage existants



2 - Localisation

Les bâtiments de la caserne Xaintrailles (figure 1) sont situés sur la commune de Bordeaux, entre le boulevard du Maréchal Leclerc et la rue Mathieu d'une part, et entre la rue J. Dandicolle et la rue du 114ème R.I. d'autre part.

Le plan au 1/1000ème précise l'implantation du site et les ouvrages existants à proximité.

3 – Cadre géologique

Les terrains qui composent le sous-sol du secteur de la caserne de Xaintrailles appartiennent à un domaine de plateaux calcaires surmontés par un recouvrement de type alluvionnaire.

► Le plateau calcaire

Le substratum du secteur est composé par des dépôts marneux du Sannoisien. Ces formations sont recouvertes par les terrains appartenant au Stampien, divisés en 2 zones, de bas en haut :

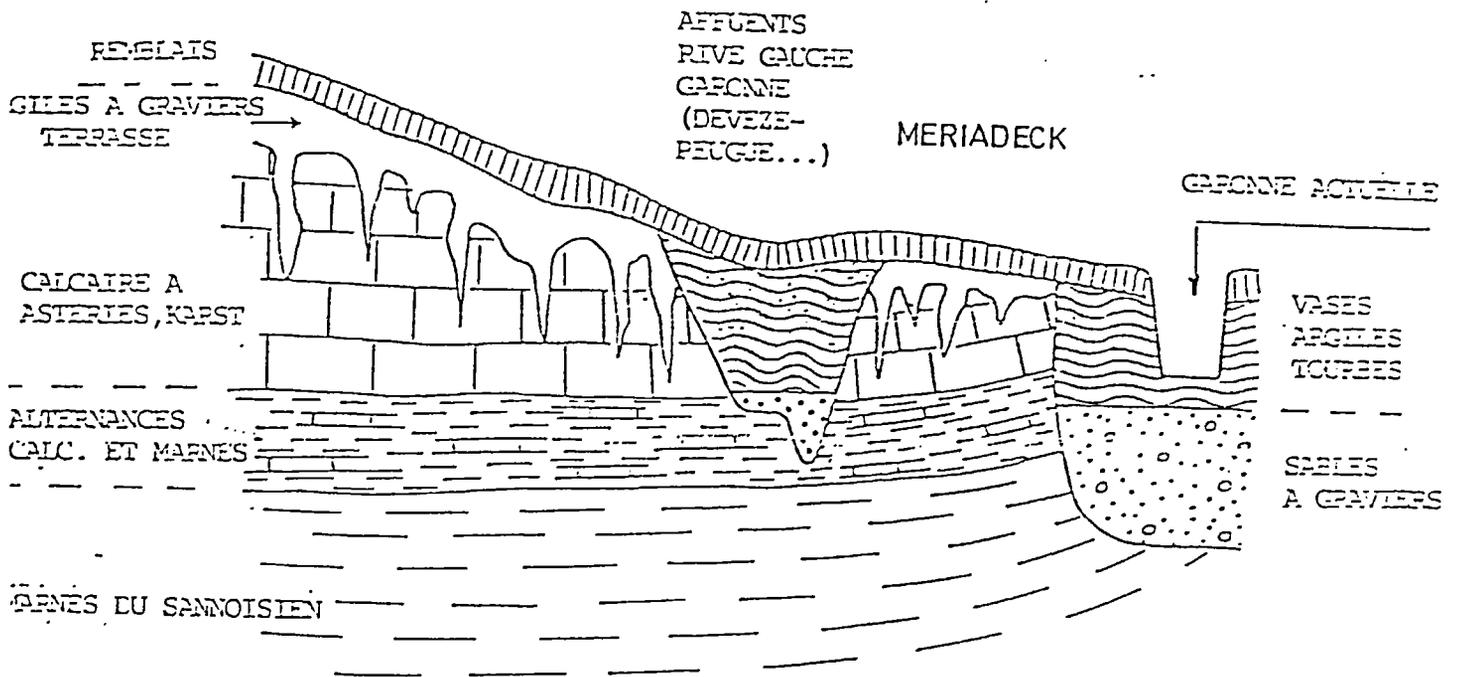
- une alternance de calcaires et de marnes,
- un calcaire karstifié.

► Le recouvrement alluvial

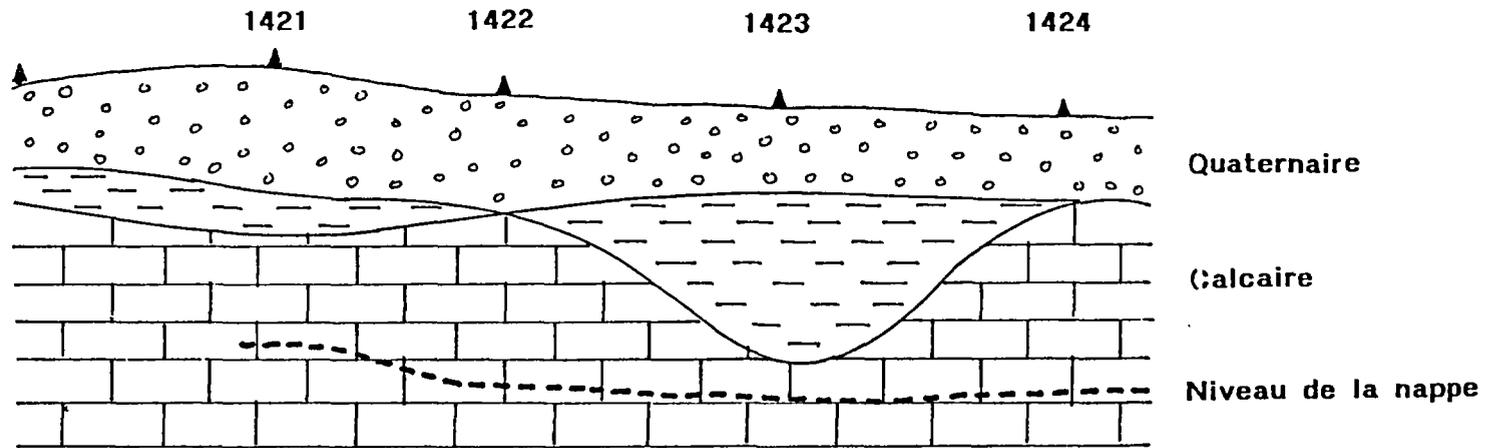
Ce recouvrement hétérogène a une épaisseur variable due à l'existence d'anciennes vallées de petits affluents de la Garonne (ex. le Peugue) comblées par des dépôts.

Généralement, les terrains rencontrés sont constitués de sables et graviers plus ou moins argileux et d'argiles.

SCHEMA-TYPE GEOLOGIQUE



COUPE GEOLOGIQUE LE LONG DE LA RUE DANDICOLLE



L'ensemble des terrains représentatifs sont schématisés sur la figure 2.

Les sondages réalisés à proximité pour le collecteur du Peugue permettent de préciser la géométrie des couches (figure 3) qui fait apparaître l'existence d'une vallée au point 1423, avec une accumulation de matériaux alluvionnaires sur 8 m environ.

4 – Cadre hydrogéologique

Les terrains de surface appartenant aux remblais et au domaine alluvial contiennent des petites nappes non susceptibles de produire le débit demandé.

L'aquifère le plus intéressant est celui des calcaires du Stampien. Le puits 415, situé à environ 200 m de la caserne, a atteint la profondeur de 315 m. Il traverse les calcaires oligocènes jusqu'à 42 m de profondeur (+ 34 m NGF).

L'aquifère de l'Eocène est profond et nécessiterait un forage de plus de 200 m. L'importante baisse du niveau piézométrique sur la commune de Bordeaux a entraîné une restriction des captages profonds utilisant cet aquifère.

Les forages ayant capté les calcaires de l'Oligocène sont les suivants :

Lieu du test	Prof. (m)	Débit (m ³ /h)	Rabatte- ment (m)
Place Gambetta	20	36,7	2,44
Place Gavinies	15	40,0	1,60
Patinoire F1	35	24,0	3,60
Patinoire F2	?	21,0	14,59
Patinoire F3	?	20,0	8,32
Sté Elis (rue Préservation)	50	50,0	5,00

Les résultats obtenus dépendent de l'état de karstification du massif calcaire ainsi que de la technicité de l'ouvrage.

Pour les 3 premiers ouvrages et le dernier, les diamètres de creusement sont en 400 mm et l'équipement en 225 mm ; pour les 2 piézomètres de la patinoire (F2 et F3), les diamètres sont plus réduits.

Le débit spécifique des ouvrages varient de 7 à 25 m³/h/m, ce qui témoigne d'une bonne capacité de l'aquifère.

5 - Chimie des eaux

La température mesurée lors des essais sur ces différents ouvrages varie entre 14 et 17°C, température importante pour une nappe peu profonde. Il semble que le couvert de l'agglomération bordelaise contribue au réchauffement de cette nappe.

Les analyses chimiques réalisées en 1979 à la patinoire et à la Société ELIS donnent les résultats suivants :

	Patinoire	Sté Elis	
turbidité	350	45	gouttes de mastic
FC	8,37	0,35	mg/l
résistivité	1 792	1 176	Ohm.cm
TAC	15,75	30,50	
TH	26,90	46,00	
pH	7,48	7,35	
Cl	39	51	mg/l
SO4	147	124	mg/l
Ca	95	164	mg/l

Les analyses obtenues sur les points d'alimentation en eau potable suivis régulièrement mais éloignés du site étudié donnent les valeurs suivantes (écart relevé sur Mérignac, Pessac ...) :

Fe	0,1 à 1,2 mg/l
résistivité	1 700 et 3 000 Ohm.cm
TAC	20 à 30°F
TH	17 à 33°F
pH	7 à 8
Cl	≈ 30 mg/l
Ca	100 à 120 mg/l
SO4	20 à 50 mg/l

Du point de vue bactériologique, l'eau est impropre à la consommation. Les résultats de l'analyse de l'agressivité réalisée à la Patinoire indiquent une eau légèrement agressive (13 à 22,5 mg/l de CO₂ agressif).

6 - Piézométrie

Le levé réalisé lors de la campagne de sondage du collecteur du Peugue montre que la nappe s'écoule vers le ruisseau du Peugue, qui joue le rôle d'un drain. Le gradient devrait être voisin de 2 ‰. Le niveau piézométrique devrait se situer entre les cotes de 8 et 10 m NGF.

7 – Nombre d'ouvrages pour le prélèvement à réaliser et profondeur

Les caractéristiques hydrodynamiques relevées sur les forages indiquent que le débit de 60 m³/h est possible sur un seul ouvrage. Toutefois, compte tenu de la nature aléatoire du massif karstique, un second ouvrage devra être envisagé si le premier présente des caractéristiques insuffisantes.

Les ouvrages auront une profondeur de 50 m et ne seront pas soumis à une autorisation préfectorale (obligatoire si la profondeur dépasse 60 m).

Un calcul d'interférence a été réalisé sur deux ouvrages, l'un prélevant 60 m³/h et l'autre au repos. Les forages sont positionnés à 100 m l'un de l'autre. Les paramètres utilisés ont été :

- | | |
|------------------|-------------------------|
| - transmissivité | 0,017 m ² /s |
| - emmagasinement | 0,01 |

Les rabattements ont été calculés au bout de 1 jour, 30 jours, 60 jours, 180 jours et 360 jours.

Les rabattements induits de F1 sur F2 sont inférieurs à 0,80 m au bout d'un an (voir tableaux pages suivantes).

Dans le cas où deux puits de prélèvement seraient à créer, la distance séparant les puits ne devrait pas être inférieure à 40 m (débit de 30 m³/h).

Les rabattements induits d'un ouvrage à l'autre seraient les suivants :

. 1 jour	0,19 m
. 30 jours	0,32 m
. 60 jours	0,35 m
. 180 jours	0,39 m
. 360 jours	0,42 m

Caserne Xaintrailles

Tableau 1

CALCUL DU RABATTEMENT

DEFINITION DES PARAMETRES GENERAUX

- TRANSMISSIVITE (m²/s) = .0170000
 - ENMAGASINNEMENT (sd) = .0100000
 - NOMBRE DE DATES auxquelles on veut une estimation des rabattements = 5
 - NOMBRE DE FUIFS = 2
 - DISTANCE entre les deux limites paralleles à l'axe des X (m) 1E20 si absence de la seconde limite = .10E+19
 - NATURE DES LIMITES
 (1 = flux imposé, -1 = rabatt. imposé, 0 = pas de limite)
 NATURE DE LA PREMIERE LIMITE = 0
 NATURE DE LA SECONDE LIMITE = 0
 - NOMBRE MAXIMAL D IMAGES ADMISES = 50
 DATES AUXQUELLES SONT CALCULES LES RABATTEMENTS
 1.00 jours
 30.00 jours
 60.00 jours
 180.00 jours
 360.00 jours

SAISIE DES DONNEES PAR FUIFS

code	NOM	X (m)	Y (m)	RAYON (m)	DEBIT (m ³ /s)	Date debut (jour)	TRANSMIS. (m ² /s)
1 F	P1	185.00	210.00	.200	.0166	.00	.017000
2 F	P2	225.00	125.00	.200	.0000	.00	.017000

Caserne Xaintrailles

Tableau 2

CALCUL D'EVOLUTION DES RABATTEMENTS

PROGRAMME IMAGE : CASERNE XAINTRAILLES

CALCUL D'EVOLUTION DES RABATTEMENTS DUS A L'INFLUENCE DE
EN ACTION DANS UN AQUIFERE HOMOGENE ET ISOTROPE.

DATE = 1.00 jours

PUITS	P1	X=	185.0	Y=	210.0	RAB=	1.237M
PUITS	P2	X=	225.0	Y=	125.0	RAB=	.283M

DATE = 30.00 jours

PUITS	P1	X=	185.0	Y=	210.0	RAB=	1.502M
PUITS	P2	X=	225.0	Y=	125.0	RAB=	.546M

DATE = 60.00 jours

PUITS	P1	X=	185.0	Y=	210.0	RAB=	1.556M
PUITS	P2	X=	225.0	Y=	125.0	RAB=	.600M

DATE = 180.00 jours

PUITS	P1	X=	185.0	Y=	210.0	RAB=	1.641M
PUITS	P2	X=	225.0	Y=	125.0	RAB=	.685M

DATE = 360.00 jours

PUITS	P1	X=	185.0	Y=	210.0	RAB=	1.695M
PUITS	P2	X=	225.0	Y=	125.0	RAB=	.739M

8 – Modalités du rejet et coût des prélèvements

La mise en production d'un ouvrage induit de se soumettre aux réglementations en vigueur, à savoir :

- versement d'une taxe de prélèvement à l'Agence de l'Eau Adour-Garonne,
- versement d'une taxe de réinjection dans le réseau de Bordeaux géré par la SLE.

8.1 - REDEVANCE A L'AGENCE DE L'EAU

La redevance payable à l'Agence de l'Eau est de 1,78 centimes par m³ pompé (coût 1991). Lorsque le rejet de l'eau se fait dans la même nappe sans détérioration de la qualité, cette redevance n'est pas prélevée.

8.2 - REDEVANCE DUE AU TITRE DU REJET EN RESEAU

Le rejet de l'eau transitant par une pompe à chaleur dans le réseau est soumis à une autorisation de la Communauté Urbaine de Bordeaux, ainsi qu'au versement d'une taxe qui comporte une partie fixe de 3 200 F et une partie variable de 0,25 F par m³ rejeté.

8.3 - REJET EN NAPPE

Le rejet en nappe ne peut être réalisé que si les conditions hydrodynamiques le permettent. En effet, la réinjection est plus difficile à réaliser que le prélèvement. Pour un volume identique, la théorie indique un rabattement ou une hausse du niveau similaire pour un pompage ou une réinjection. En pratique, sur les nombreux essais réalisés en France, le niveau remonte beaucoup plus en réinjection que dans la théorie.

En prenant les caractéristiques moyennes de la nappe, à savoir un débit spécifique de 10 m³/h/m, un pompage occasionnerait un rabattement de 6 m. En réinjection, compte tenu du niveau statique à 6 m de profondeur, le niveau d'injection serait supérieur au sol. De plus, la création d'un ouvrage de réinjection va créer un piézométrique d'eau plus chaude qui risque de s'écouler vers le puits de pompage, augmentant ainsi la température de la nappe.

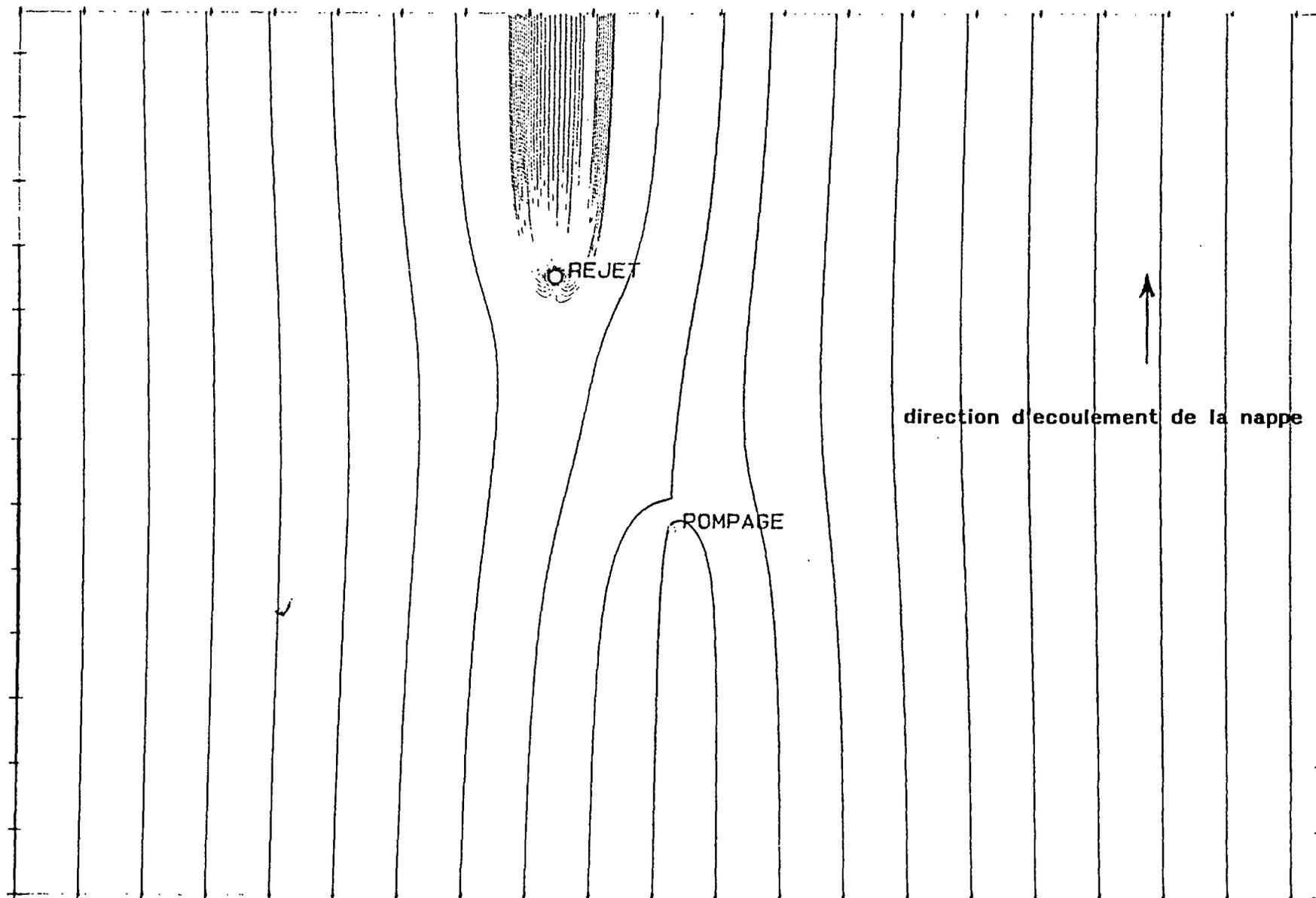
La modélisation du doublet pompage-réinjection par le logiciel KOUROS permet de visualiser les lignes de courant retournant au puits de pompage et issu des puits de réinjection, ainsi que le temps de transfert (fig. 4).

Les deux puits ont été positionnés à 100 m l'un de l'autre, aux extrémités de la zone d'implantation prévue. Nous avons simulé un puits de prélèvement à 60 m³/h et un puits de réinjection au même débit. L'eau n'est pas recyclée. Cette simulation a été réalisée avec des hypothèses et des données à des puits souvent éloignés.

Il conviendra de réaliser en premier lieu un forage avec un piézomètre afin de calculer le rabattement, le gradient et la capacité de réinjection.

CASERNE XAINTRAILLES SIMULATION DES LIGNES DE COURANT

rue Dandicolle



Modélisation KOUROS

du : 05/09/1991

à : 08 h 06

ETUDE : EXEMPLE DE DOUBLET SIMPLE
DIRECTION D'ECOULEMENT / NORD : 0
AXE DES X / NORD : 90
PERMEABILITE EN M/S : .004
GRADIENT D'ECOULEMENT : .002
EPAISSEUR MOYENNE DE LA NAPPE : 40

FORAGE DE REJET NUMERO : 1

NOM = REJET

DEBIT m3/h ... = 60

X = 185

Y = 21.0

FORAGE DE POMPAGE NUMERO : 2

NOM = POMPAGE

DEBIT m3/h ... = -60

X = 225

Y = 125

----- TEMPS DES RECYCLAGES LIGNE A LIGNE DE COURANT -----

9 - Méthodologie des travaux

Le programme des travaux sera le suivant :

- réalisation d'un forage F1 (prélèvement) et un piézomètre P2,
- test de l'aquifère, mesure du gradient, essai de réinjection, modélisation.

Selon les résultats, il sera envisagé la réalisation du forage F2 (réinjection) à proximité du piézomètre P2.

Si l'aquifère ne peut fournir ou absorber les 60 m³/h, il sera alors réalisé 2 autres forages : F3 de prélèvement et F4 de réinjection (cas maximaliste).

10 – Programme des travaux

Les ouvrages F1 et F2 pourront être réalisés de part et d'autre du site retenu, à 100 m de distance.

La coupe géologique prévisionnelle sera la suivante :

- . de 0 à 2 m : alluvions (sable et gravier) sous remblai,
- . de 2 à 7 m : argile plus ou moins sableuse,
- . de 7 à 50 m : calcaire karstique, puis calcaire et marne.

Compte tenu du débit recherché, les ouvrages seront réalisés de façon similaire, comme suit :

- creusement ϕ 17" 1/2 (445 mm) de 0 à 8 m,
- pose d'un tube API 13" 3/8 (325 mm) de 0 à 8 m cimenté,
- reconnaissance au 8" 1/2 de 8 à 50 m,
- enregistrement de diagraphie,
- alésage en 12" 1/4 de 8 à 50 m,
- pose d'un tube PVC Boode 180-200 mm plein de 0 à 8 m et de 45 à 50 m, et crépiné de 8 à 45 m,
- mise en place d'un massif de gravier de 0 à 50 m,
- nettoyage à l'air-lift (25 h), acidification (2 t),
- essai de débit par paliers croissants (10 h),
- essai de longue durée (72 h),
- prise d'échantillon pour analyse.

Lors des essais de débit, l'eau pompée sera injectée dans le P2 avec mesures de niveaux.

Le piézomètre P2 sera réalisé de la façon suivante :

- creusement en 12" 1/4 de 0 à 8 m, tube cimenté,
- creusement en 8" 1/2 de 8 à 50 m, tube provisoirement gravillonné PVC,
- nettoyage et pompage avec une pompe 4".

Selon les résultats, il sera réalisé un forage à l'emplacement du sondage et, éventuellement, 1 ou 2 forages éloignés. Les ouvrages seront tous réalisés selon le même schéma.

11 - Coût des travaux de forage

11.1 - L'AQUIFERE PRODUIT ET INFILTRE 60 m3/h

11.1.1 - Réalisation du forage F1 et du piézomètre P2

- forage F1	101 670 F HT
- piézomètre P2	45 800 F HT
- essai de pompage (82 h)	45 960 F HT
	<hr style="width: 20%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	193 430 F HT

Assistance technique du BRGM

Celle-ci comprendra le suivi du chantier, la définition des cotes d'arrêt de l'équipement et des traitements, participation aux réunions (2 fois 1/2 journée par semaine), diagraphie et simulation d'écoulement. 29 650 F HT

11.1.2 - Réalisation du forage F2 à proximité du P2

- forage F2	93 670 F HT
- essai de pompage (82 h)	41 960 F HT
	<hr style="width: 20%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	135 630 F HT

Assistance technique du BRGM 24 300 F HT

MONTANT GLOBAL 2 OUVRAGES 383 010 F HT

11.2 - L'AQUIFERE PRODUIT ET INFILTRE 30 m3/h

Dans ce cas, il faut réaliser deux puits supplémentaires :

- forages F3 et F4 187 340 F HT
- essai de pompage 83 920 F HT

271 260 F HT

Assistance technique du BRGM 48 600 F HT

MONTANT TOTAL DE L'OPERATION (4 OUVRAGES) 702 870 F HT

12 - Programme de l'équipement

L'ouvrage de prélèvement sera muni d'une pompe 6" placée à 35 m de profondeur, avec une colonne d'exhaure de 6". L'équipement de la tête du puits sera réalisé dans un regard enterré. Il comprendra, selon les hypothèses de forage :

12.1 - EQUIPEMENT DU FORAGE DE PRELEVEMENT ET DU FORAGE DE REJET (60 m³/h)

12.1.1 - Forage d'exploitation

1) Groupe électropompe immergé comprenant :

- 1 pompe + 1 pompe en secours avec 4 m de câble,
- marque Pleuger,
- réf. groupe QN 65-9 + M6-45,
- équipé de 40 m de câble H07 RNF 4 x 16 mm²

2) Câble d'alimentation électrique du groupe, comprenant :

- 1 boîte Scotch type II,
- 100 m de câble type U1000 R02V 4 x 16 mm²,
- 100 m de câblette de terre 16 mm².

NOTA - Fourreau ϕ 160 mm pour le passage des câbles.

3) Sonde de niveau, comprenant :

- 1 sonde Véga,
- 35 m de câble H07 RNF 3 x 1,5 mm²,
- 1 boîte Scotch type I,
- 100 m de câble U1000 RO2V 3 x 1,5 mm².

4) Une tête de puits, comprenant toutes les entrées/sorties équipée :

- en partie haute d'un coude ϕ 100 mm, 90°,
- d'une bride,
- d'un ensemble mécanique pour maintenir cette tête,
- d'une mise en atmosphère.

5) Tube sonde :

- 35 m de tube PVC alimentaire 19 x 25,
compris colliers de fixation.

6) Une colonne de refoulement de 35 m, ϕ 80 mm, y compris :

- 1 jeu de boulonnerie inox,
- 1 jeu de joints,
- 1 boîte Rilsan,
- revêtement Epoxy alimentaire,
- la location d'une grue avec chauffeur,
- 1 pièce spéciale d'adaptation pour montage entre groupe et colonne, revêtement en époxy.

7) Tuyauterie de surface comprenant :

- 1 ensemble de tuyauterie en tube acier T10 époxy,
- 1 vanne de sectionnement ϕ 100 mm marque AMRI,
- 1 vanne de réglage de clapet Bayard,
- 1 vanne d'essai Bayard,
- 1 by-pass,
- 1 plaque de fond,
- 1 clapet anti-retour,
- 1 manomètre,
- 1 robinet,

- 2 supports pour le maintien de l'ensemble,
- 1 boulonnerie.

Compteur à tête émettrice, comprenant :

- 1 compteur à tête émettrice ϕ 100 mm, type WS SOCAM,
- 1 transmetteur de marque SOCAM,
- 1 filtre de protection SOCLA,
- 100 m de câble blindé 2 x 1 mm².

8) Coffret électrique :

- 1 coffret IP 559 dim. 800 x 600 x 250 mm,
- 1 totalisateur de débit SYRELEC,
- 1 Végator 256 B (niveau),
- 1 sectionneur GK1 EV avec poignée extérieure,
- 1 contacteur LC1 D 50,
- 1 relais thermique LR2 D33,
- 3 porte-fusibles,
- 1 transformateur 380 V / 24 V 160 VA,
- 1 arrêt d'urgence,
- 1 bouton-poussoir marche,
- 1 bouton-poussoir arrêt,
- 1 commutateur 3 positions,
- 2 voyants marche/défaut,
- relais d'automatisme,
- bornes Entrelec.

NOTA - Le coffret électrique sera installé dans le local climatisation situé à côté du bâtiment informatique.

9) Dossier technique et essais

12.1.2 - Forage de réinjection

1) Sonde de niveau comprenant :

- 1 sonde Véga,
- 35 m de câble HO7 RFN 3 x 1,5 mm²,
- 1 boîte Scotch type I,
- 20 m de câble U1000 R02V 3 x 1,5 mm².

2) Une tête de puits comprenant toutes les entrées/sorties équipée :

- en partie haute d'un coude ϕ 100 mm, 90°,
- d'une bride,
- d'un ensemble mécanique pour maintenir cette tête,
- d'une mise en atmosphère.

3) Tube sonde :

- 35 m de tube PVC alimentaire 19 x 25, compris colliers de fixation.

4) Une colonne de refoulement de 35 m, diam. 80 mm, y compris :

- 1 crépine SOCLA en inox,
- 1 jeu de boulonnerie inox,
- 1 jeu de joints,
- 1 boîte Rilsan,
- revêtement époxy alimentaire.

Font également partie des prestations :

- la location d'une grue avec chauffeur,
- une pièce spéciale d'adaptation pour montage entre groupe et colonne, revêtement en époxy.

5) Dossier technique et essais.

Les conduits hydrauliques du réseau ainsi que les abris calorifugés des têtes de puits sont à la charge du maître d'ouvrage.

12.2 - EQUIPEMENT DE 2 FORAGES DE PRELEVEMENT ET DE 2 FORAGES DE REINJECTION

12.2.1 - Equipement des forages de prélèvement

1) Groupe électropompe immergé comprenant :

- 2 pompes + 1 pompe en secours avec 4 m de câble,
- marque Pleuger,
- réf. groupe QN 63-11 + M6-29,
- équipé de 40 m de câble H07 RNF 4 x 10 mm²
(voir descriptif et courbe ci-joints).

2) Câble d'alimentation électrique du groupe, comprenant :

- 2 boîtes Scotch type II,
- 200 m de câble type U1000 R02V 4 x 10 mm²,
- 150 m de câblette de terre 10 mm².

NOTA - Fourreau ϕ 160 mm pour le passage des câbles.

3) Sondes de niveau, comprenant :

- 2 sondes Véga,
- 70 m de câble H07 RNF 3 x 1,5 mm²,
- 2 boîtes Scotch type I,
- 200 m de câble U1000 R02V 3 x 1,5 mm².

4) Deux têtes de puits, comprenant toutes les entrées /sorties, équipées :

- en partie haute d'un coude ϕ 80 mm, 90°,
- d'une bride,
- d'un ensemble mécanique pour maintenir la tête,
- d'une mise en atmosphère.

5) Tube sonde :

- 70 m de tube PVC alimentaire 19 x 25, compris colliers de fixation.

6) Deux colonnes de refoulement de 35 m, ϕ 80 mm, y compris :

- 1 jeu de boulonnerie inox,
- 1 jeu de joints,
- 1 boîte Rilsan,
- revêtement Epoxy alimentaire,
- la location d'une grue avec chauffeur,
- 1 pièce spéciale d'adaptation pour montage entre groupe et colonne, revêtement en époxy.

7) Deux tuyauteries de surface comprenant chacune le matériel suivant :

- 1 ensemble de tuyauterie en tube acier T10 époxy,
- 1 vanne de sectionnement ϕ 100 mm marque AMRI,
- 1 vanne de réglage de clapet Bayard,
- 1 vanne d'essai Bayard,
- 1 by-pass,
- 1 plaque de fond,
- 1 clapet anti-retour,
- 1 manomètre,
- 1 robinet,
- 2 supports pour le maintien de l'ensemble,
- 1 boulonnerie.

Compteur à tête émettrice : il n'est prévu qu'un seul compteur de débit sur la conduite générale :

- 1 compteur à tête émettrice ϕ 100 mm, type WS SOCAM,
- 1 transmetteur de marque SOCAM,
- 1 filtre de protection SOCLA,
- 100 m de câble blindé 2 x 1 mm².

8) Coffret électrique :

- 1 coffret IP 559 dim. 800 x 600 x 250 mm,
- 1 totalisateur de débit SYRELEC,
- 2 Végator 256 B (niveau),
- 1 sectionneur GK1 EV avec poignée extérieure,
- 2 contacteurs LC1 D 50,
- 2 relais thermiques LR2 D33,
- 3 porte-fusibles,
- 1 transformateur 380 V / 24 V 160 VA,
- 1 arrêt d'urgence,
- 2 boutons-poussoirs marche,
- 2 boutons-poussoirs arrêt,
- 1 commutateur 3 positions,
- 4 voyants marche/défaut,
- relais d'automatisme,
- bornes Entrelec.

NOTA - Le coffret électrique sera installé dans le local climatisation situé à côté du bâtiment informatique.

9) Dossier technique et essais

12.2.2 - Equipement des forages de réinjection

1) Sondes de niveau comprenant :

- 2 sondes Véga,
- 70 m de câble HO7 RFN 3 x 1,5 mm²,
- 2 boîtes Scotch type I,
- 40 m de câble U1000 RO2V 3 x 1,5 mm².

2) Deux têtes de puits comprenant toutes les entrées/sorties, équipées :

- en partie haute d'un coude ϕ 100 mm, 90°,
- d'une bride,
- d'un ensemble mécanique pour maintenir la tête,
- d'une mise en atmosphère.

3) Tube sonde :

- 70 m de tube PVC alimentaire 19 x 25, compris colliers de fixation.

4) Deux colonnes de refoulement de 35 m, diam. 80 mm, y compris :

- 1 crépine SOCLA en inox,
- 1 jeu de boulonnerie inox,
- 1 jeu de joints,
- 1 boîte Rilsan,
- revêtement époxy alimentaire.

Font également partie des prestations :

- la location d'une grue avec chauffeur,
- une pièce spéciale d'adaptation pour montage entre groupe et colonne, revêtement en époxy.

5) Dossier technique et essais.

IMPORTANT - Dans les deux solutions, l'offre ne comprend pas les conduits hydrauliques du réseau, ainsi que les abris calorifugés des têtes de puits des forages.

13 - Coût des travaux d'équipement

13.1 - L'AQUIFERE PRODUIT ET INFILTRE 60 m³/h

13.1.1 - Equipement du forage de prélèvement

1) Groupe électropompe Pleuger	17 200,00 F
2) Câble d'alimentation	3 800,00 F
3) Sonde niveau et équipements	1 550,00 F
4) Tête de puits	5 500,00 F
5) Tube mesure	800,00 F
6) Equipement colonne de refoulement ϕ 80 mm	19 800,00 F
7) Sortie forage et équipements extérieurs	55 895,00 F
8) Equipement électrique	48 755,00 F
9) Dossier technique et essais	14 400,00 F
	<hr style="width: 20%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
MONTANT TOTAL HT	167 700,00 F

13.1.2 - Equipement du forage de réinjection

1) Sonde de niveau	1 250,00 F
2) Tête de puits	5 500,00 F
3) Tube sonde	800,00 F
4) Colonne de refoulement ϕ 80 mm	21 500,00 F
5) Dossier technique et essais	3 500,00 F
	<hr style="width: 20%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
MONTANT TOTAL HT	32 550,00 F

13.1.3 - Assistance BRGM

Celle-ci comprendra la réalisation du marché de travaux avec une entreprise spécialisée, la surveillance technique de la pose des installations et leur conformité avec le marché, le dossier technique de réception, y compris pour le foration de réinjection, forfait HT

	19 500,00 F
	<hr/>
MONTANT GLOBAL HT POUR LES DEUX OUVRAGES	219 750,00 F

13.2 - L'AQUIFERE PRODUIT ET INFILTRE 30 m3/h

13.2.1 - Coût des équipements des forages de prélèvement

comprenant les installations prévues au chapitre 12.2

Montant HT	305 990 F
------------	-----------

13.2.2 - Coût des équipements des forages de réinjection

Montant HT	65 100 F
------------	----------

13.2.3 - Assistance BRGM

comprenant l'établissement du marché des travaux, la surveillance technique, le procès-verbal de réception, montant HT

	34 800 F
	<hr/>
MONTANT GLOBAL DES 4 OUVRAGES	405 890 F

14 – Tableau récapitulatif

▶ L'aquifère produit et infiltre 60 m³/h

- réalisation du forage de PRELEVEMENT F1			
et piézomètre	réalisation	193 430	F
équipement du forage	équipement	167 700	F
- réalisation du forage de REINJECTION F2			
	réalisation	135 630	F
équipement du forage	équipement	32 550	F
- assistance BRGM		73 450	F
MONTANT GLOBAL (2 OUVRAGES)		602 760	F

▶ L'aquifère produit et infiltre 30 m³/h

- réalisation de 2 forages de PRELEVEMENT			
(F1, F2) et piézomètre	réalisation	329 060	F
équipement des forages	équipement	305 990	F
- réalisation de 2 forages de REINJECTION			
(F3, F4)	réalisation	271 260	F
équipement des forages	équipement	65 100	F
- assistance BRGM		137 350	F
MONTANT GLOBAL HT (4 OUVRAGES)		1 108 760	F

15 - Conclusion

La Direction des Travaux du Génie a demandé au BRGM Aquitaine d'évaluer les possibilités aquifères du sous-sol bordelais pour alimenter en eau un système de refroidissement à la caserne Xaintrailles.

L'horizon géologique à capter sera les calcaires de l'Oligocène situé entre 7 et 50 m. De nature karstique, cette nappe devrait fournir les 60 m³/h demandés. Toutefois, la réalisation du 1er forage permettra de confirmer cette capacité. L'eau pompée sera réinjectée dans un forage de même conception situé à 100 m. Compte tenu du gradient, le recyclage devrait être nul.

L'investissement à réaliser pour la conception et l'équipement de deux ouvrages, l'un de prélèvement et l'autre de réinjection, est de 602 760 F HT. Si l'aquifère ne peut produire que 30 m³/h par ouvrage, l'investissement sera de 1 108 760 F HT.