



VILLE DE LILLE

UTILISATION DU SOUS-SOL DU PALAIS DES BEAUX-ARTS

ETUDE PRELIMINAIRE DES POSSIBILITES OFFERTES
PAR LE FORAGE ACTUEL

J.Y. CAOUS

J. RICOUR

BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

établissement public
à caractère industriel
et commercial

Siège : Tour Mirabeau
39-43, quai André Citroën
75739 Paris cedex 15, France
Tél. : (33) 1 45 78 33 33
Télex : BRGM 780258 F
Télécopieur : (33) 1 45 78 34 38 (GR 3)
R. C. 58 B 5614 Paris
SIRET : 58205614900419

Service Géologique Régional
Nord - Pas-de-Calais
Fort de Lézennes - Lézennes
59260 Hellemmes Lille, France
Tél. : (33) 20 91 38 19
Abonné Pubitélex
n° (25) 51 00 98 110114
Public X Lille F
Télécopieur : (33) 20 05 54 87

R.30152-NPC-4S-89

15 novembre 1989

Lezennes, le 15 novembre 1989

BRGM-SGR/N.PC
LEZENNES (Nord)
R.30152-NPC-4S-89

J.Y. CAOUS-J. RICOUR

VILLE DE LILLE

UTILISATION DU SOUS-SOL DU PALAIS DES BEAUX-ARTS

ETUDE PRELIMINAIRE DES POSSIBILITES OFFERTES
PAR LE FORAGE ACTUEL

R E S U M E

Dans le cadre d'un projet de rénovation du Musée des Beaux-Arts de Lille, les Services techniques de la Ville ont confié au BRGM/Nord Pas-de-Calais la mission d'examiner de rabattre la nappe de la craie à partir d'un forage existant. Dans son état actuel ce dernier peut fournir un débit de $70\text{m}^3/\text{h}$ mais peut être exploité à $150\text{m}^3/\text{h}$. Restauré, l'ouvrage est susceptible de débiter $200\text{m}^3/\text{h}$ qui pourraient permettre de desservir une centrale de climatisation, d'alimenter une fontaine publique ou les bâches incendies, ou d'arroser les espaces verts en période estivale. Cette première approche nécessitera d'être complétée par une étude plus détaillée portant sur la qualité de la ressource et sur l'optimisation du système de pompage-rabattement, en fonction des contraintes d'environnement et économiques notamment.

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	3
1 - LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE.....	4
2 - EXAMEN DU FORAGE EXISTANT.....	7
21 - Inspection télévisée	7
22 - Pompages d'essai	10
3 - PERSPECTIVES D'UTILISATION DES EAUX PRELEVEES	15
4 - CONCLUSIONS.....	17

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Plan de situation générale	5
Figure 2	Implantation des forages de rabattement de nappe...	6
Figure 3	Coupe géologique et technique du forage F1	8
Figure 4	Profil de l'installation	9
Figure 5	Pompage par paliers	11
Figure 6	Pompage par paliers suivant la méthode de THEIS....	12

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE I Fiche-ouvrage du forage
- ANNEXE II Photos prises lors de l'inspection télévisée
- ANNEXE III Données de rabattements et de débits en fonction du temps
pendant le pompage d'essai
- ANNEXE IV Résultats d'analyse d'eau

VILLE DE LILLE

UTILISATION DU SOUS-SOL DU PALAIS DES BEAUX-ARTS

ETUDE PRELIMINAIRE DES POSSIBILITES OFFERTES

PAR LE FORAGE ACTUEL

INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet de rénovation du Musée des Beaux-Arts de Lille, les Services techniques de la Ville ont confié au BRGM la mission d'examiner la possibilité, à la fois, de rabattre artificiellement la nappe phréatique sous les sous-sols du Palais à l'aide du forage existant et d'utiliser les eaux ainsi prélevées pour alimenter un système de pompe à chaleur destiné au chauffage et à la climatisation des bâtiments.

Pour ce faire il a été nécessaire, d'une part de procéder à un examen détaillé du forage (auscultation vidéo, pompage d'essai, analyse d'eau), d'autre part de rassembler les données relatives aux perspectives d'utilisation des eaux pompées.

Les résultats de ces diverses investigations font l'objet du présent rapport.

1 - LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

La carte et le plan des figures 1 et 2 permettent de situer le Palais des Beaux-Arts et le forage existant.

Géologiquement, le site se trouve près de la limite d'extension vers le Sud des alluvions de la Deûle représentées par quelques mètres de limons argileux et sableux avec quelques lits de graviers siliceux et crayeux à la base. Ces terrains très récents recouvrent un substratum de craie blanche du Crétacé Supérieur (Sénonien), épaisse d'une bonne trentaine de mètres.

Au point de vue hydrogéologique, la craie constitue un important réservoir aquifère contenant une nappe peu profonde s'écoulant naturellement vers le Nord-Ouest, dont le régime passe de libre, au Sud de Lille, à captif, au Nord, sous les alluvions peu perméables de la Deûle.

Non utilisée sous la ville-même à des fins de distribution d'eau potable, cette nappe est cependant sollicitée par plusieurs forages en raison de sa faible profondeur, afin de permettre le dénoyage constant d'un certain nombre d'aménagements souterrains (parkings en particulier).

Le plan de la figure 2 indique l'emplacement des principaux points de pompage dont notamment celui des Beaux-Arts que nous examinons ici. Les volumes ainsi pompés pour rabattre la nappe sont les suivants (d'après données de l'Agence de l'Eau en 1987) :

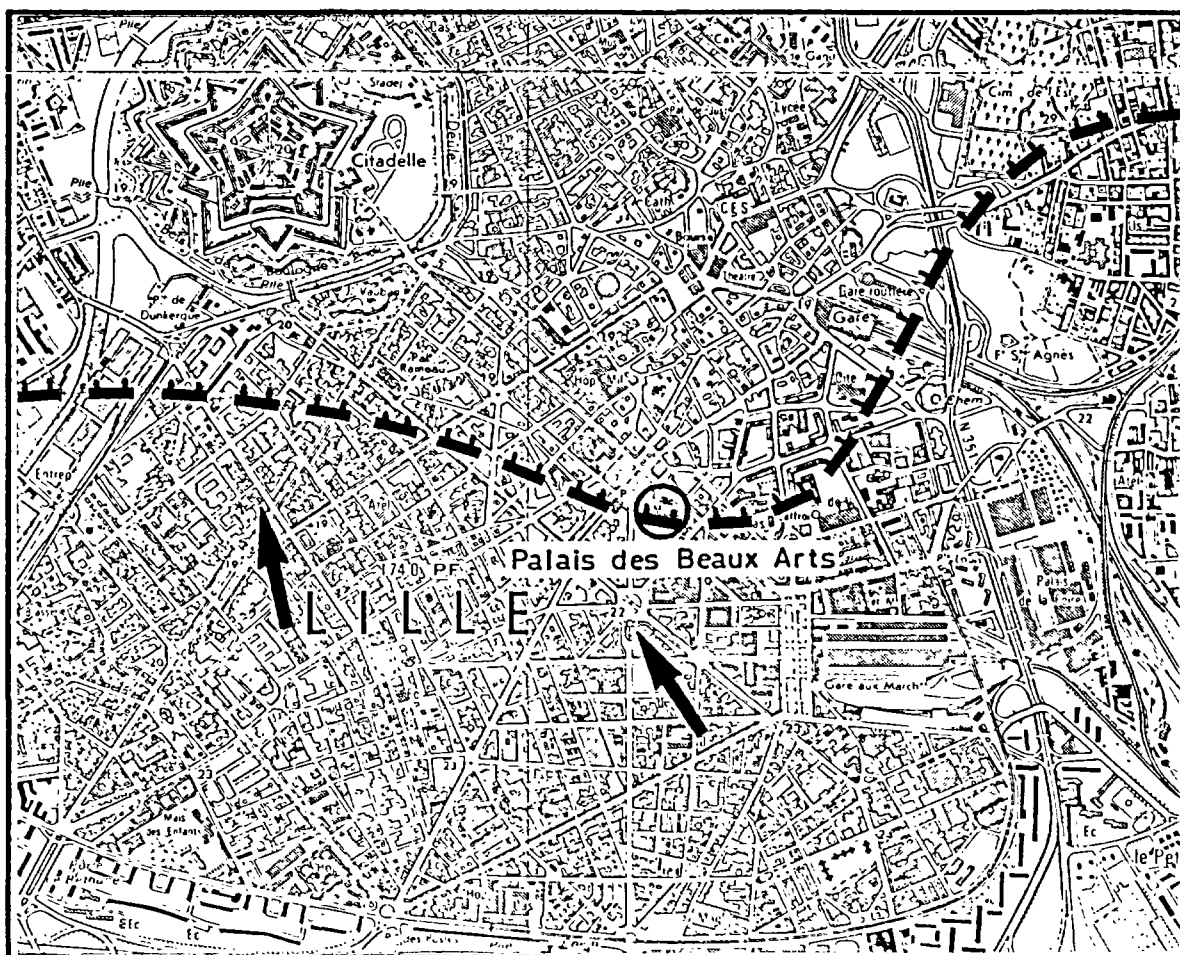
- parking République = $665.600\text{m}^3/\text{an}$;
- le Printemps = $27.990\text{m}^3/\text{an}$;
- Parking Carnot = $1.246.500\text{m}^3/\text{an}$;
- Beaux-Arts = $360.000\text{m}^3/\text{an}$ environ.

En ce qui concerne la forage des Beaux-Arts, l'eau d'exhaure est injectée dans un réseau d'eau industrielle géré par la Communauté Urbaine.

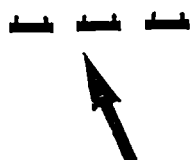
Les volumes ainsi prélevés ($70\text{m}^3/\text{h}$ pendant 12 à 14 heures en moyenne) permettent de maintenir le niveau de la nappe sous le plancher des sous-sols du bâtiment soit un rabattement au forage de l'ordre de 1 mètre environ



_ PLAN DE SITUATION GÉNÉRALE _



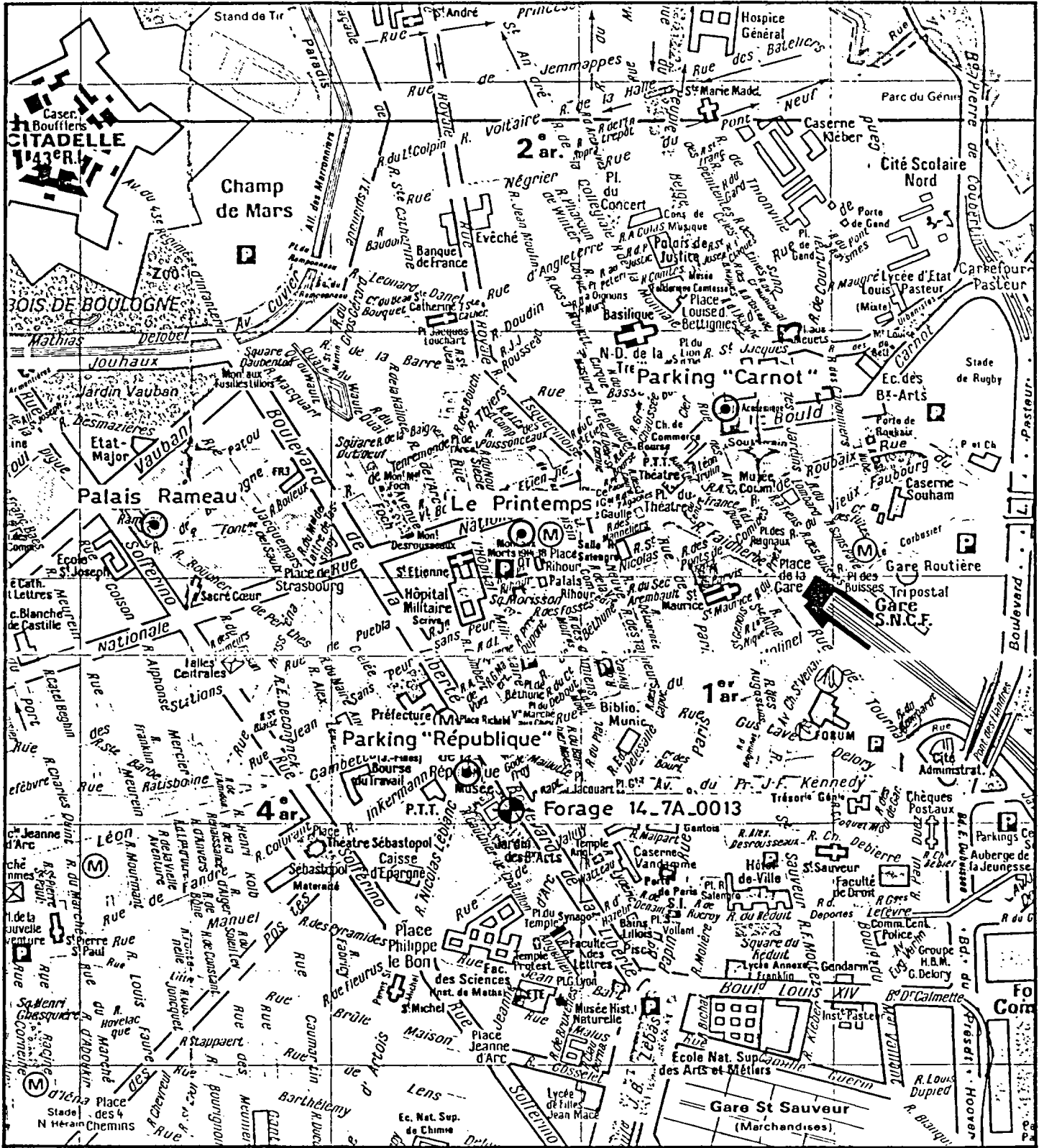
Echelle: 1/25 000



Limite sud de captivité de la nappe de la craie

Sens d'écoulement naturel

IMPLANTATION DES FORAGES DE RABATTEMENT DE NAPPE



Echelle 1/12 000

(cote +15 NGF). Toutefois, en cas d'orage important, il arrive que le forage soit mis en marche continue forcée pour éviter l'inondation de ces sous-sols.

2 - EXAMEN DU FORAGE EXISTANT

La figure 3 illustre la coupe géologique et technique de cet ouvrage qui se situe entre le bâtiment des Beaux-Arts proprement-dit et le boulevard de la Liberté (cf. figure 2) dans une station enterrée communicant avec les caves du musée (voir figure 4). Ses caractéristiques détaillées font l'objet de l'annexe I.

21 - Inspection télévisée

Un examen par caméra vidéo en noir et blanc a été réalisé le 15 juin 1989 par la Société des Eaux du Nord sous le contrôle du BRGM.

Ceci a donné lieu aux photographies placées en annexe II. (un enregistrement sur cassette vidéo est également disponible).

L'observation de ces différentes vues conduit au diagnostic suivant :

- des marques très nettes de corrosion du tubage plein (diamètre 850mm) entre 4 et 8 mètres de profondeur par rapport au sol naturel (photos 4 à 6) ;
- un colmatage important des crépines par des dépôts de calcaire (photos 2 et 7) ;
- enfin, un certain encombrement du fond de l'ouvrage par des dépôts de boues et des débris divers (crépines de pompes...) ; sur une hauteur d'au moins 2 mètres.

Une exploitation intensive de l'ouvrage nécessitera donc les travaux de confortement et de développement suivants :

- rechemisage du tubage plein de 850mm à l'aide d'un tube métallique ou en PVC haute-pression, d'un diamètre légèrement inférieur et venant reposer sur le sommet du tubage crépiné ;

Département : NORD

N° classement : 0014-7A-0013

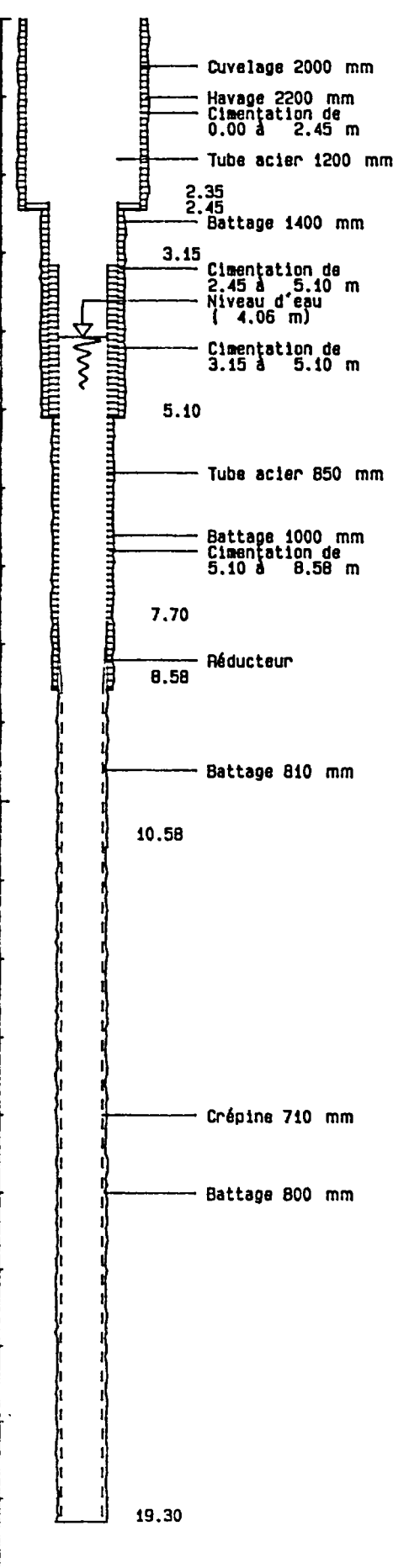
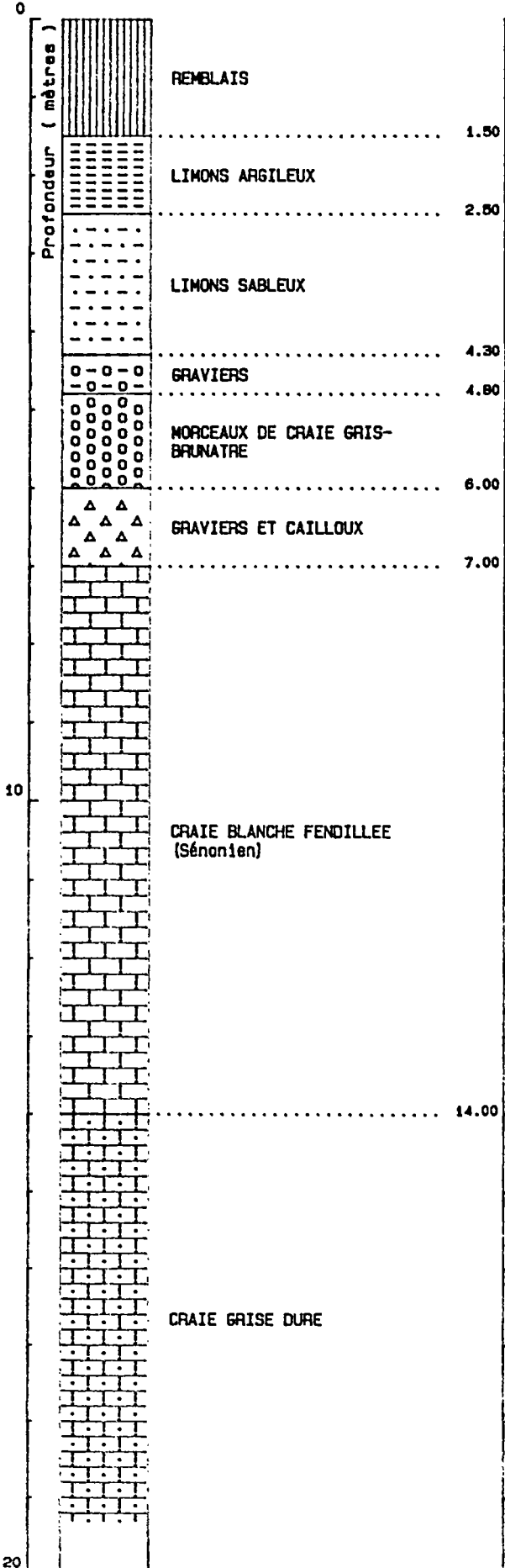
Commune : LILLE

Désignation : F1

Logiciel BRGM

COUPE LITHOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE



DATE (S) D'EXECUTION

Début : 01/01/23

Fin : 31/01/23

LOCALISATION

X : 651.438 km

Y : 326.000 km

Z sol : 20.03 m

PIEZOMETRIE

NS/sol : 4.06 m

Rep/sol : 0.15 m

Z rep. : 20.18 m

Cote : 16.12 m
piézo

POMPAGE D'ESSAI

Date : 19/06/89

Durée : 1.5 h

Débit : 154.0 m³/h

Rabat. : 3.68 m

PARAMETRE (S)
HYDRODYNAMIQUE (S)

T : 3.5 10⁻² m²/s

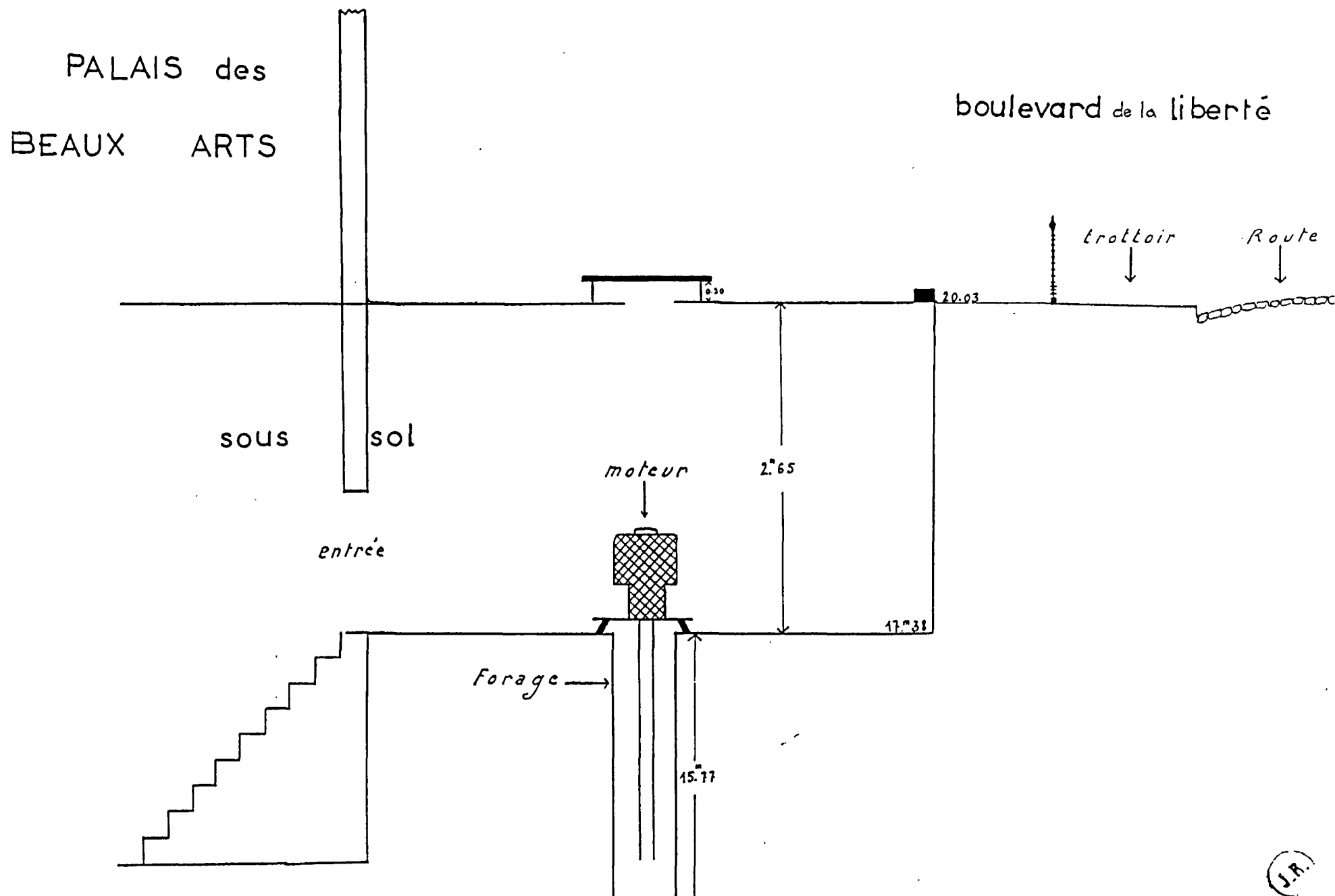
S : 1.0 10⁻²

PARAMETRES
PHYSICO-CHIMIQUES

Temp. : 14.1 °C

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

PROFIL DE L'INSTALLATION



- curage du fond du forage ;
- acidification par 2 à 3 tonnes d'acide chlorhydrique passivé suivie d'un nettoyage par pompage pendant 4 à 5 heures. Un essai de débits par paliers permettra ensuite de mesurer l'amélioration du rendement de l'ouvrage.

22 - Pompages d'essai

Afin d'évaluer la productivité potentielle du forage, dans son état actuel, un pompage d'essai par paliers a été entrepris le 19 juin 1989.

Cet essai a été pratiqué avec la pompe en place, une mise en décharge de l'eau d'exhaure ayant préalablement été opérée sur le réseau de distribution par les agents de la SEN, afin de diminuer au maximum les pertes de charge dues au refoulement.

Quatre paliers de débits enchaînés d'une durée unitaire d'une heure trente ont ainsi été exécutés. Les résultats obtenus font l'objet du tableau de la page suivante ainsi que de ceux de l'annexe III, tandis que l'évolution du niveau d'eau en fonction du temps est illustrée par le graphique de la figure 5.

Le débit spécifique de l'ouvrage est relativement élevé ($60\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ environ) mais des pertes de charges quadratiques (CQ^2), dues aux fortes vitesses de l'eau dans les crépines, apparaissent vers $150\text{m}^3/\text{h}$.

L'interprétation de la courbe de la figure 6 (rabattements en fonction du temps) permet d'obtenir les paramètres hydrauliques suivants de l'aquifère :

- . Transmissivité $T = 3,5 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$;
- . Coefficient d'emmagasinement $S = 1.10^{-2}$.

Ces valeurs, relativement élevées, correspondent à un réservoir aquifère très perméable (craie fissurée) et très capacitif (bonne porosité et nappe en régime libre).

POMPAGE PAR PALIERS

IDENTIFICATION DU POMPAGE

Département : NORD	N° classement : 0014-7A-0013
Commune : LILLE	Désignation : F1
Date du pompage : 19/06/89	Niveau initial: 4.06 m/sol

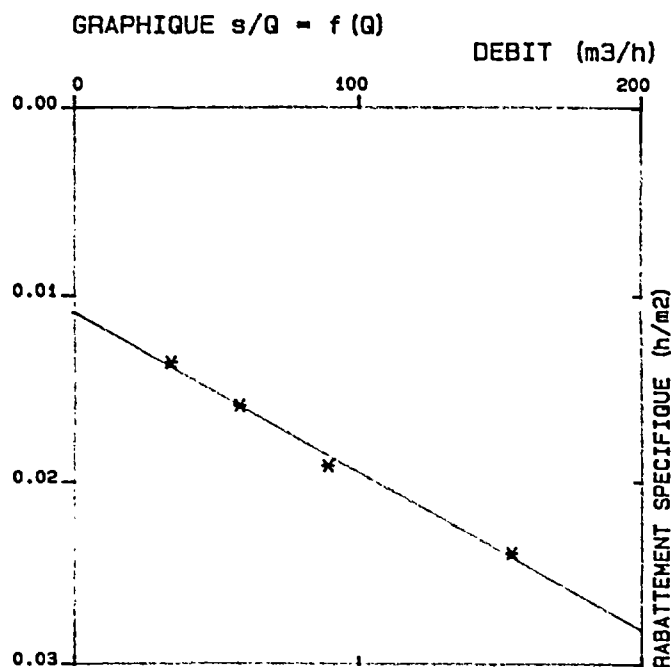
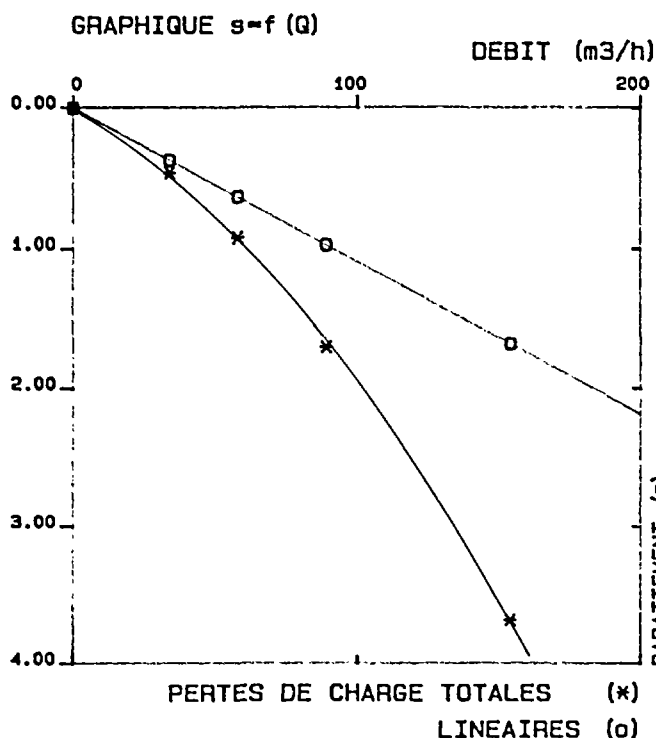
DESCRIPTION DU POMPAGE

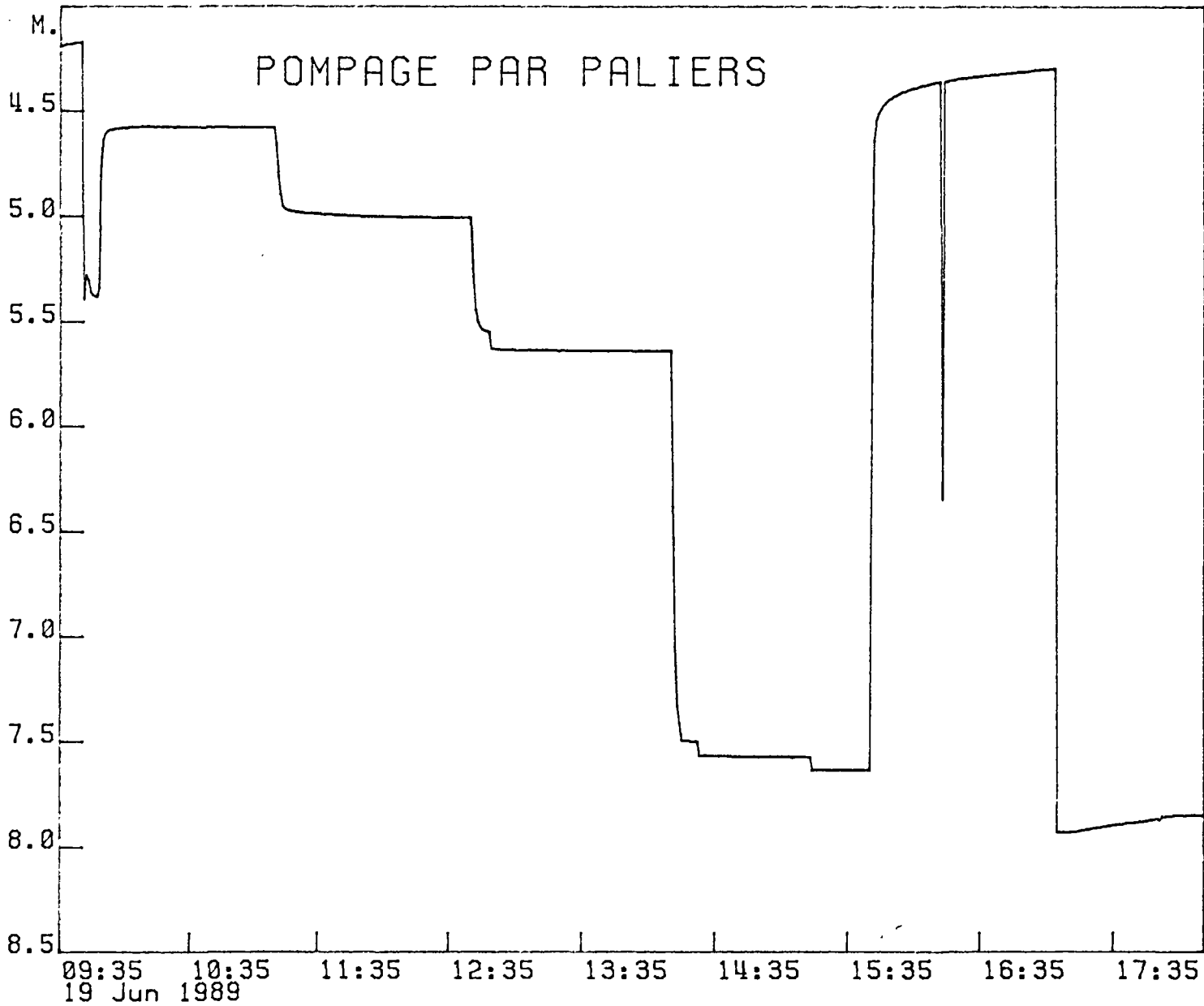
PALIER	DUREE DU POMPAGE (minutes)	DEBIT MOYEN (m3/h)	RABATTEMENT FINAL (m)	RABATTEMENT SPECIFIQUE
n° 1	90	34.0	0.46	0.014
n° 2	90	58.0	0.92	0.016
n° 3	90	89.0	1.70	0.019
n° 4	90	154.0	3.68	0.024
n° 5				
n° 6				

CALCUL DES PERTES DE CHARGE

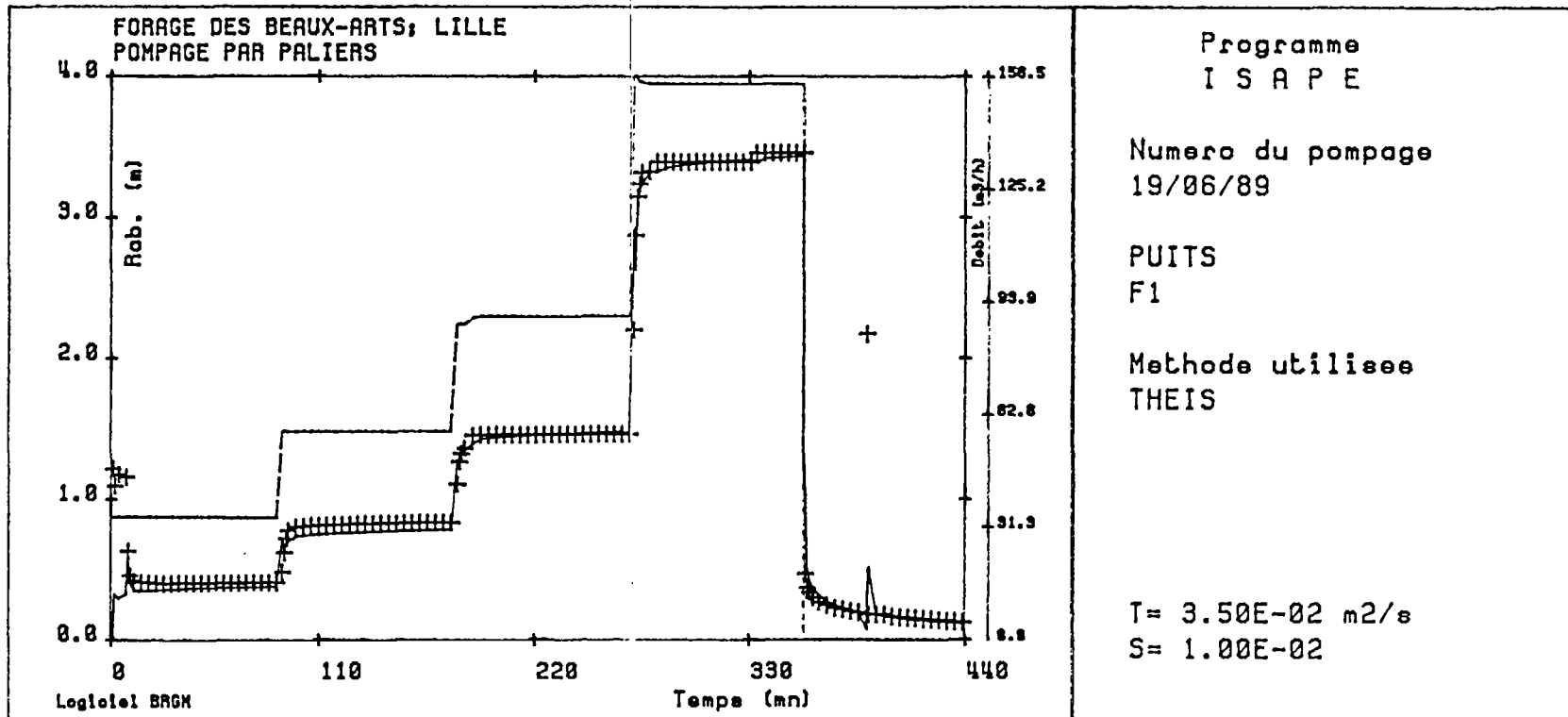
Courbe caractéristique $s = bQ + cQ^2$

- perte de charge linéaires : $b = 1.09 \cdot 10^{-2} \text{ h/m}^2 = 3.92 \cdot 10^1 \text{ s/m}^2$
- pertes de charge quadratiques : $c = 8.61 \cdot 10^{-5} \text{ h}^2/\text{m}^5 = 1.12 \cdot 10^3 \text{ s}^2/\text{m}^5$





FORAGE DES BEAUX-ARTS A LILLE



En ce qui concerne le débit maximum d'exploitation de l'ouvrage en son état actuel, il peut être fixé à $150\text{m}^3/\text{h}$ afin de ne pas dépasser le rabattement maximum possible, de l'ordre de 4 mètres, qui permette de ne pas dénoyer la crépine du forage.

Cette valeur se verra probablement augmentée jusqu'aux environs des $200\text{m}^3/\text{h}$ après acidification et développement.

23 - Analyse d'eau

A l'issue du pompage d'essai, un échantillon d'eau a été prélevé et porté aussitôt au Laboratoire de l'Institut Pasteur à Lille pour une analyse physico-chimique des éléments majeurs dont on trouvera les résultats en annexe IV.

Ceux-ci caractérisent une eau dure, assez minéralisée et riche en sulfates, nitrates et chlorures de sodium et de potassium qui la rendent non potable pour la distribution publique.

On notera cependant l'absence de fer et de manganèse.

La température de l'eau mesurée pendant et à la fin de l'essai s'est établie à 14°C .

3 - PERSPECTIVES D'UTILISATION DES EAUX PRELEVEES

Au cours d'une réunion en date du 15 novembre avec les Services techniques de la Ville de Lille, diverses perspectives de valorisation des eaux prélevées qui correspondent à la nécessité d'un rabattement de la nappe de la craie pour dénoyer les horizons superficiels dans le secteur du Palais des Beaux-Arts ont été examinées.

Ce sont successivement :

- accroissement des débits fournis au réseau d'eau industrielle qui sont limités actuellement à $70\text{m}^3/\text{h}$;

- utilisation thermique de la nappe avec une chute de 4 à 5°C à un régime de $150\text{m}^3/\text{h}$ dans l'état actuel du forage, et de $200\text{m}^3/\text{h}$ si l'ouvrage était rénové ;

- valorisation de la capacité de la nappe en période estivale pour climatiser les locaux du Palais des Beaux-Arts avec un relèvement de 2 à 3°C, à des régimes similaires de pompage que ceux définis précédemment ;

- utilisation de la ressource pour la desserte des bâches du réseau incendie aux lieu et place de l'alimentation à partir du réseau d'eau potable;

- alimentation des fontaines de la place de la République ;

- valorisation de la ressource pour l'arrosage des espaces verts, rue de Valmy et place de la République.

Ces diverses perspectives supposent que l'on examine successivement les contraintes inhérentes à ces projets :

- sur le plan technique (évolution de la qualité de la nappe en fonction de l'abaissement ou du relèvement de la température, modalité de répartition des prélèvements en fonction de l'optimum de rabattement recherché, possibilité éventuelle de réinjection pour tout ou partie des eaux prélevées après usage thermique, conditions de rejet au réseau d'assainissement en fonction des impératifs imposés par l'exploitant...)

- sur le plan économique en intégrant au projet les coûts liés aux taxes de prélèvement (zone 1 : 23,5 centimes par mètre cube en 1990) et d'assainissement, les charges de maintenance et d'entretien des nouvelles installations, y compris celles qui sont liées à la restauration de la capacité de production du forage.

Dans l'état de l'approche générale qui est réalisée, il est difficile d'aller plus loin dans la réflexion proposée. Toutefois, on peut déjà avancer que l'alimentation thermique de la nappe pour le chauffage du Palais des Beaux-Arts est difficilement compatible avec la desserte actuelle, à partir du réseau de chauffage urbain existant. Par contre, les autres utilisations de la ressource en eau disponible méritent un examen plus détaillé, notamment pour ce qui concerne la production de froid en période estivale.

Cette approche nécessite au préalable une définition plus précise des besoins par les concepteurs du projet de rénovation afin d'optimiser le système de prélèvements sur le plan de l'hydraulique souterraine, et d'examiner les contraintes éventuelles liées à la qualité de la ressource ainsi qu'à l'environnement actuel du sous-sol en fonction de son encombrement.

Des "allers et retours" successifs peuvent être éventuellement nécessaires pour une optimisation globale du projet sur le plan économique.

4 - CONCLUSIONS

L'examen du forage du Palais des Beaux-Arts permet de conclure à une possibilité d'accroissement de son débit d'exploitation de 70 à 150m³/h dans son état actuel, et de 200m³/h si il était restauré dans les règles de l'art.

Un débit supplémentaire pourrait être mobilisé à partir de nouveaux forages si l'on cherchait à accentuer le rabattement de la nappe de la craie dans l'emprise du Palais des Beaux-Arts.

Différentes voies ont été examinées pour valoriser les débits pompés ; toutefois elles restent soumises à un examen plus approfondi en fonction de la destination de la ressource mobilisée, de sa qualité, et des contraintes économiques inhérentes au projet.

Ce n'est qu'au terme d'une étude plus approfondie des besoins que l'on pourra apprécier, par une approche complémentaire, la faisabilité du projet dans le cadre d'un avant-projet sommaire.

Vu par J. RICOUR, Directeur
du Service Géologique Régional
Nord Pas-de-Calais

Rédigé par
J.Y. CAOUS, Ingénieur hydrogéologue
Service Géologique Régional Nord Pas-
de-Calais

ANNEXES

BRGM-SGR/N.PC
LEZENNES (Nord)

VILLE DE LILLE

UTILISATION DU SOUS-SOL DU PALAIS DES BEAUX-ARTS

ETUDE PRELIMINAIRE DES POSSIBILITES OFFERTES
PAR LE FORAGE ACTUEL

Fiche-ouvrage du forage
(3 feuillets)

Création dossier: 29/06/89

FICHE OUVRAGE

N° classt : 0014-7A-0013

Désignation : F1

Page 1/3

LOCALISATION ET IDENTIFICATION

Projet : Département : NORD
 Marché : Commune : LILLE
 Financement : Lieu-dit : PALAIS DES BEAUX-ARTS

MAITRE D'OUVRAGE : VILLE DE LILLE Zone Lambert : 1
 MAITRE D'OEUVRE : MAIRIE;SERV.DES EAUX X = 651.438 km
 Y = 326.000 km
 ENTREPRENEUR : SADE Z = 20.030 m +/- .5m

Forage Objet : rabattement Etat : exploité
 Usage : industrie
 Réalisé du 01/01/23 au 31/01/23
 Carte topographique: LILLE (14) Echelle : 1/25000

DESCRIPTION DU TROU NU

Diamètre (mm)	Profondeur/sol (m)	Mode de foration	Fluide utilisé
2200	0.00 - 2.45	Havage	
1400	2.45 - 5.10	Battage	
1000	5.10 - 8.58	Battage	
810	8.58 - 10.58	Battage	
800	10.58 - 19.30	Battage	

TUBAGES

Type de tube	Øint.	Profondeur (m) sup. - inf.	Nature du tube	Epaisseur tube (mm)
Cuvelage	2000	0.00 - 2.45	BETON	100
Tube plein	1200	2.35 - 5.10	ACIER ordinaire	5
Tube plein	850	3.15 - 8.58	ACIER ordinaire	5
Cône réducteur	830	7.70 - 8.50	ACIER ordinaire	4
Crépine n°1	710	8.50 - 19.30	ACIER ordinaire	4

CARACTERISTIQUES DES CREPINES				
N°	Type de crépine	Slot (mm)	Vide (%)	Centreurs
1	Tube perforé	10.0		

Création dossier: 29/06/89

FICHE OUVRAGE

N° classt : 0014-7A-0013

Désignation : F1

Page 2/3

ANNULAIRES

ESPACE ANNULAIRE EXTERNE (entre trou nu et tubage externe)

Profondeur/sol		Type d'annulaire	Nature (et texture)	Granulométrie (mm - mm)
sommet	base			
0.00	2.45	Cimentation	Ciment	
2.45	5.10	Cimentation	Ciment	
5.10	8.58	Cimentation	Ciment	

ESPACE ANNULAIRE INTERNE (intrados du tubage externe)

Profondeur/sol		Type d'annulaire	Nature (et texture)	Granulométrie (mm - mm)
sommet	base			
2.35	2.45	Cimentation	Ciment	
3.15	5.10	Cimentation	Ciment	

CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Géomorphologie : Plaine alluv.

POMPAGES D'ESSAI

Niveau au repos : 4.21 m/repère (19/06/89)

Repère / sol : 0.15 m

Début des pompages le 19/06/89 à 9 h 0 mn

N.P. initial : 4.21 m

D E	S C E N T E	R E M O N T E E
Durée (h)	Débit (m3/h) N.P. final	Durée (h) N.P. final
1.50	34.00	4.68
1.50	58.00	5.14
1.50	89.00	5.91
1.50	154.00	7.89

Transmissivité : $3.5 \cdot 10^{-2}$ m²/sEmmagasinement : $1.0 \cdot 10^{-2}$

(Pompage d'essai interprété par la méthode de THEIS)

Pertes de charge quadratiques : $1.16 \cdot 10^3$ m²/s⁵

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Température de l'eau : 14.1 °C

Conductivité : µS/cm

Création dossier: 29/06/89

FICHE OUVRAGE

N° classt : 0014-7A-0013

Désignation : F1

Page 3/3

OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES

UNE INSPECTION PAR VIDEO-CAMERA A ETE REALI-
SEE LE 15/06/89 PAR LA SOCIETE DES EAUX DU
NORD SOUS LA DIRECTION DU BRGM ET EN PRESEN-
DU MAITRE D'OUVRAGE (SERVICE TECHNIQUES DE LA
VILLE).

BRGM-SGR/N.PC
LEZENNES (Nord)

VILLE DE LILLE

UTILISATION DU SOUS-SOL DU PALAIS DES BEAUX-ARTS

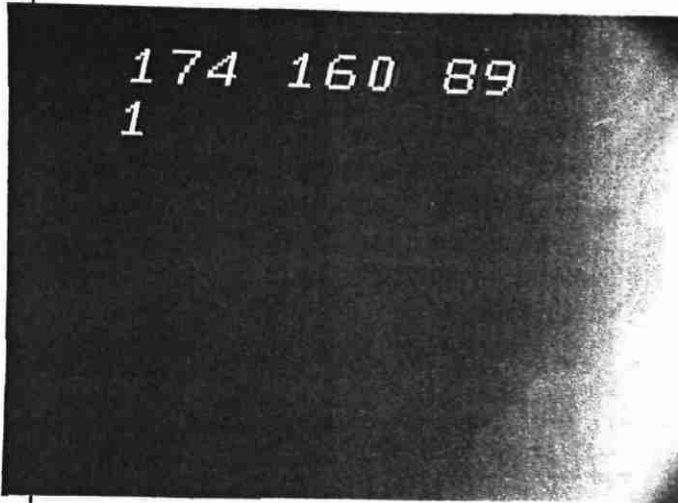

ETUDE PRELIMINAIRE DES POSSIBILITES OFFERTES

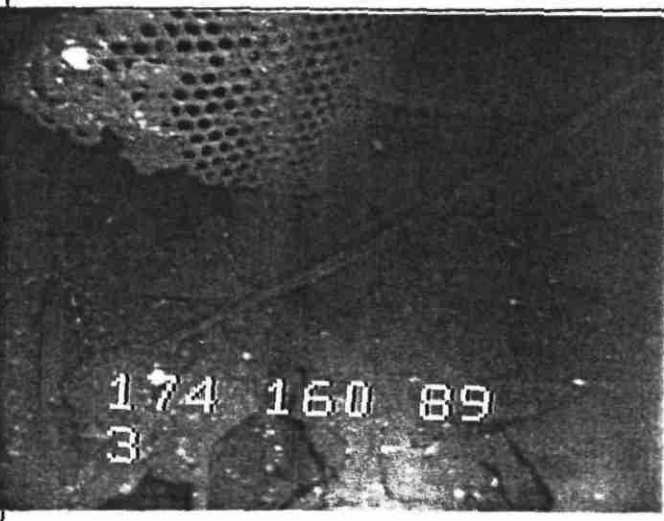
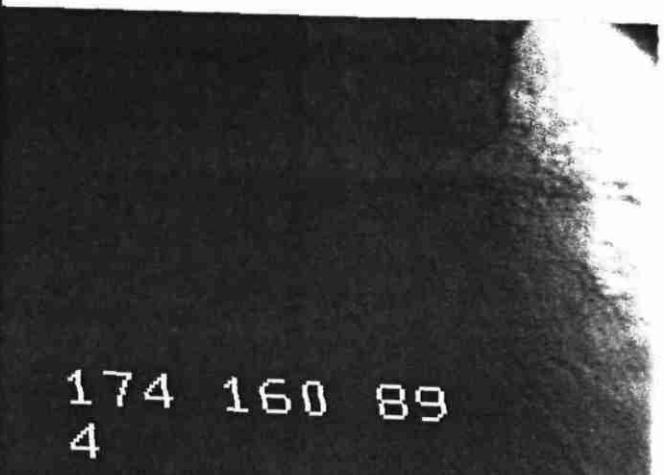
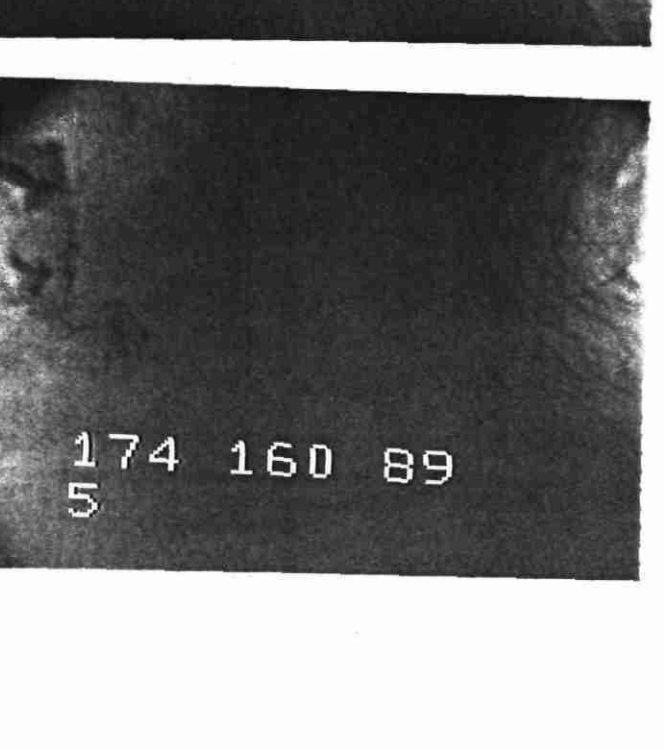
PAR LE FORAGE ACTUEL

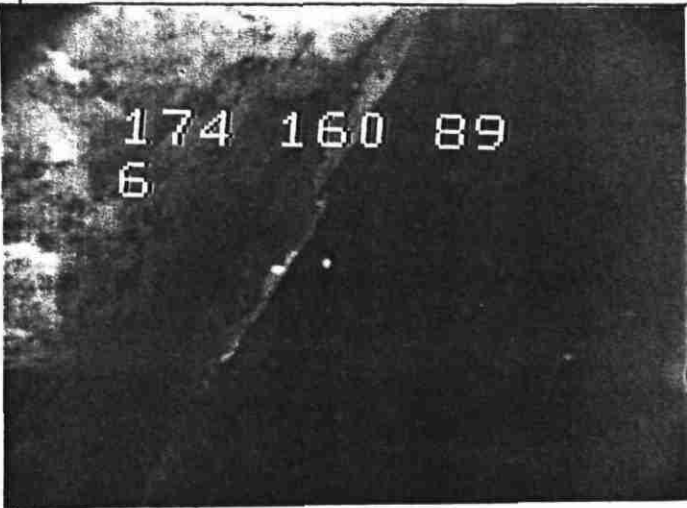
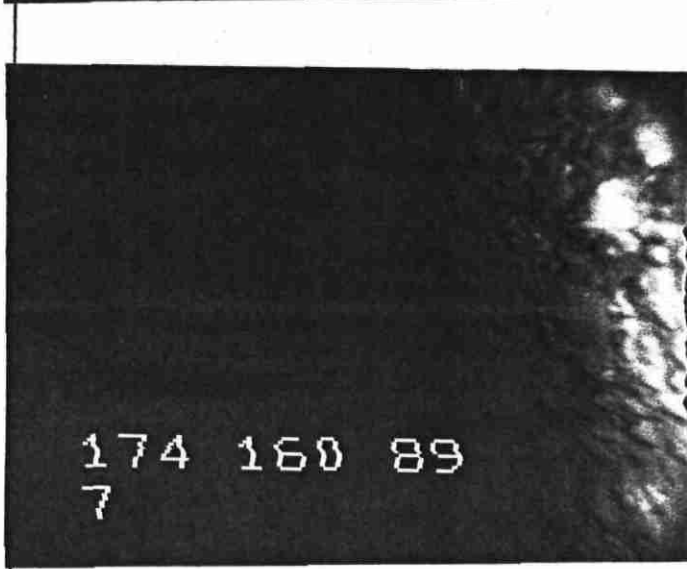
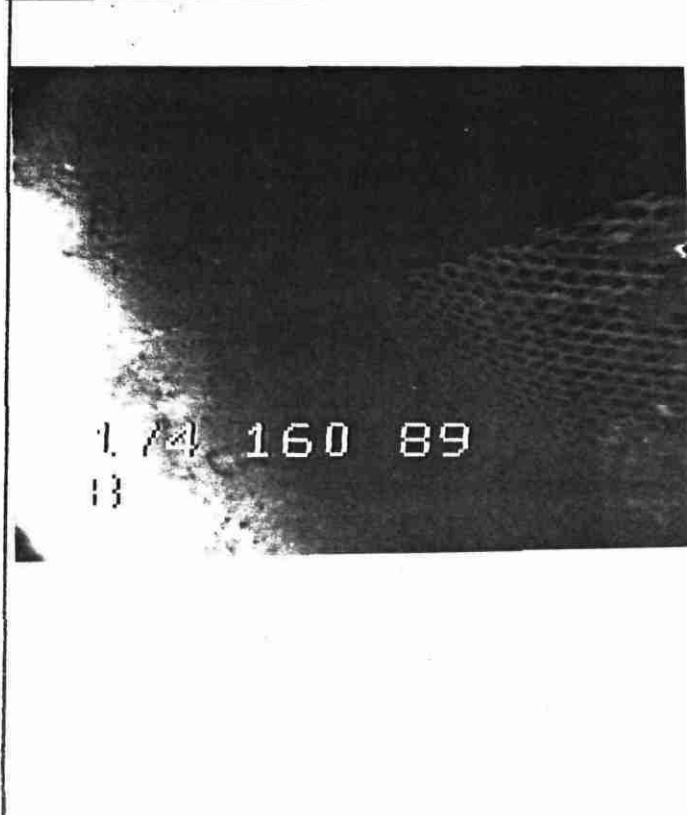
Photos prises lors de l'inspection télévisée



<p><u>NATURE DE L'INSPECTION</u></p> <p>Vérification de l'état d'un forage</p> <p>Le 15 juin 1989</p> <p>LILLE</p> <p>Palais des Beaux Arts</p>	<p><u>PRESENTATION DE LA VISITE</u></p> <p>Inspection vidéo d'un forage Ø 710 en tête</p>
---	---

POSITION	OBSERVATIONS	PHOTO	
0 m	Départ Sol Station à -2,65m du sol naturel		
1,50	Niveau statique		
4,00	Dépôts sur le tube soit 6,65/sol nat.	1	
5,40	Crépine colmatée soit 8,05m/sol nat.	2	

POSITION	OBSERVATIONS	PHOTO	
14,50	Fond du forage soit 17,15m/sol nat.	3	
----- DEUXIEME PASSAGE -----			
0 m	Départ sol station		
2,20	Traces de corrosion sur le tube soit 4,85m/sol nat.	4	
3,20	Traces de corrosion sur le tube soit 5,85m/sol nat.	5	

POSITION	OBSERVATIONS	PHOTO	
4,50	<p>Déchirure du tube soit 7,15m/sol nat.</p>	6	
8,80	<p>Crépine colmatée soit 11,45m/sol nat.</p>	7	
14,50	<p>Fond du forage soit 17,15m/sol nat.</p>	8	

BRGM-SGR/N.PC
LEZENNES (Nord)

VILLE DE LILLE

UTILISATION DU SOUS-SOL DU PALAIS DES BEAUX-ARTS

ETUDE PRELIMINAIRE DES POSSIBILITES OFFERTES
PAR LE FORAGE ACTUEL

Données de rabattements et de débits en fonction
du temps pendant le pompage d'essai
(3 feuillets)

Nom du fichier: BOSARLIL Pompage numero: 19/06/89

LE Puits F1 TESTE L' AQUIFERE: CRAIE SENON.
DIAMETRE DU Puits F1 : 710. mm
RAYON D'OBSERVATION : 0.35 m
NIVEAU HYDROSTATIQUE INITIAL : 4.18 m

PALIER NO: 1 COURBE DE DESCENTE

N	TEMPS (MN.)	TEMPS CUM. (MN.)	RABAT. (M.)	DEBIT (M3/H)	1+TP/TR
1	1.00	1.00	1.219	34.200	0.00
2	2.00	2.00	1.096	34.200	0.00
3	4.00	4.00	1.178	34.200	0.00
4	8.00	8.00	1.159	34.200	0.00
5	9.00	9.00	0.627	34.200	0.00
6	10.00	10.00	0.454	34.200	0.00
7	12.00	12.00	0.416	34.200	0.00
8	16.00	16.00	0.404	34.200	0.00
9	20.00	20.00	0.401	34.200	0.00
10	24.00	24.00	0.398	34.200	0.00
11	28.00	28.00	0.394	34.200	0.00
12	32.00	32.00	0.394	34.200	0.00
13	36.00	36.00	0.398	34.200	0.00
14	40.00	40.00	0.398	34.200	0.00
15	44.00	44.00	0.398	34.200	0.00
16	48.00	48.00	0.398	34.200	0.00
17	52.00	52.00	0.398	34.200	0.00
18	56.00	56.00	0.401	34.200	0.00
19	60.00	60.00	0.398	33.900	0.00
20	64.00	64.00	0.398	33.900	0.00
21	68.00	68.00	0.398	33.900	0.00
22	72.00	72.00	0.401	33.900	0.00
23	76.00	76.00	0.401	33.900	0.00
24	80.00	80.00	0.401	33.900	0.00
25	84.00	84.00	0.401	33.900	0.00
26	88.00	88.00	0.401	33.900	0.00
27	91.00	91.00	0.476	58.060	0.00
28	92.00	92.00	0.615	58.060	0.00
29	93.00	93.00	0.715	58.060	0.00
30	94.00	94.00	0.772	58.060	0.00
31	98.00	98.00	0.797	58.060	0.00
32	102.00	102.00	0.803	58.060	0.00
33	106.00	106.00	0.807	58.060	0.00
34	110.00	110.00	0.810	58.060	0.00
35	114.00	114.00	0.813	58.060	0.00
36	118.00	118.00	0.816	58.060	0.00
37	122.00	122.00	0.816	58.060	0.00
38	126.00	126.00	0.819	58.060	0.00
39	130.00	130.00	0.822	58.060	0.00
40	134.00	134.00	0.822	58.060	0.00

+
+

41	138.00	138.00	0.822	58.060	0.00
42	142.00	142.00	0.826	58.060	0.00
43	146.00	146.00	0.826	58.060	0.00
44	150.00	150.00	0.826	58.060	0.00
45	154.00	154.00	0.826	58.060	0.00
46	158.00	158.00	0.826	58.060	0.00
47	162.00	162.00	0.829	58.060	0.00
48	166.00	166.00	0.829	58.060	0.00
49	170.00	170.00	0.829	58.060	0.00
50	174.00	174.00	0.829	58.060	0.00
51	178.00	178.00	0.829	58.060	0.00
52	181.00	181.00	1.106	87.800	0.00
53	182.00	182.00	1.266	87.800	0.00
54	183.00	183.00	1.323	87.800	0.00
55	185.00	185.00	1.360	87.800	0.00
56	189.00	189.00	1.452	89.600	0.00
57	193.00	193.00	1.455	90.000	0.00
58	197.00	197.00	1.455	90.000	0.00
59	201.00	201.00	1.458	90.000	0.00
60	205.00	205.00	1.458	90.000	0.00
61	209.00	209.00	1.458	90.000	0.00
62	213.00	213.00	1.458	90.000	0.00
63	217.00	217.00	1.458	90.000	0.00
64	221.00	221.00	1.458	90.000	0.00
65	225.00	225.00	1.461	90.000	0.00
66	229.00	229.00	1.461	90.000	0.00
67	233.00	233.00	1.461	90.000	0.00
68	237.00	237.00	1.461	90.000	0.00
69	241.00	241.00	1.461	90.000	0.00
70	245.00	245.00	1.461	90.000	0.00
71	249.00	249.00	1.461	90.000	0.00
72	253.00	253.00	1.464	90.000	0.00
73	257.00	257.00	1.461	90.000	0.00
74	261.00	261.00	1.461	90.000	0.00
75	265.00	265.00	1.461	90.000	0.00
76	269.00	269.00	1.461	90.000	0.00
77	271.00	271.00	2.201	156.500	0.00
78	272.00	272.00	2.871	156.500	0.00
79	273.00	273.00	3.145	156.500	0.00
80	274.00	274.00	3.236	155.100	0.00
81	275.00	275.00	3.315	155.100	0.00
82	279.00	279.00	3.321	154.500	0.00
83	283.00	283.00	3.390	154.500	0.00
84	287.00	287.00	3.390	154.500	0.00
85	291.00	291.00	3.390	154.500	0.00
86	295.00	295.00	3.390	154.500	0.00
87	299.00	299.00	3.390	154.500	0.00
88	303.00	303.00	3.393	154.500	0.00
89	307.00	307.00	3.393	154.500	0.00
90	311.00	311.00	3.393	154.500	0.00
91	315.00	315.00	3.393	154.500	0.00
92	319.00	319.00	3.393	154.500	0.00
93	323.00	323.00	3.393	154.500	0.00
94	327.00	327.00	3.393	154.500	0.00
95	331.00	331.00	3.393	154.500	0.00

+
+

96	334.00	334.00	3.460	154.500	0.00
97	338.00	338.00	3.456	154.500	0.00
98	342.00	342.00	3.456	154.500	0.00
99	346.00	346.00	3.456	154.500	0.00
100	350.00	350.00	3.456	154.500	0.00
101	354.00	354.00	3.456	154.500	0.00
102	358.00	358.00	3.456	154.500	0.00

 PALIER NO: 1 COURBE DE REMONTEE

N	TEMPS (MN.)	TEMPS CUM. (MN.)	RABAT. (M.)	DEBIT (M3/H)	1+TP/TR
103	0.00	358.00	3.456	0.000	0.00
104	1.00	359.00	0.464	0.000	359.00
105	2.00	360.00	0.363	0.000	180.00
106	3.00	361.00	0.331	0.000	120.33
107	5.00	363.00	0.294	0.000	72.60
108	8.00	366.00	0.262	0.000	45.75
109	12.00	370.00	0.240	0.000	30.83
110	16.00	374.00	0.221	0.000	23.38
111	20.00	378.00	0.212	0.000	18.90
112	24.00	382.00	0.199	0.000	15.92
113	28.00	386.00	0.190	0.000	13.79
114	32.00	390.00	2.172	0.000	12.19
115	33.00	391.00	0.177	0.000	11.85
116	37.00	395.00	0.174	0.000	10.68
117	41.00	399.00	0.174	0.000	9.73
118	45.00	403.00	0.161	0.000	8.96
119	49.00	407.00	0.155	0.000	8.31
120	53.00	411.00	0.152	0.000	7.75
121	57.00	415.00	0.149	0.000	7.28
122	61.00	419.00	0.143	0.000	6.87
123	65.00	423.00	0.139	0.000	6.51
124	69.00	427.00	0.136	0.000	6.19
125	73.00	431.00	0.130	0.000	5.90
126	77.00	435.00	0.124	0.000	5.65
127	81.00	439.00	0.121	0.000	5.42

BRGM-SGR/N.PC
LEZENNES (Nord)

VILLE DE LILLE

UTILISATION DU SOUS-SOL DU PALAIS DES BEAUX-ARTS

ETUDE PRELIMINAIRE DES POSSIBILITES OFFERTES
PAR LE FORAGE ACTUEL

Résultats d'analyse d'eau

INSTITUT PASTEUR DE LILLE

DÉPARTEMENT EAUX ET ENVIRONNEMENT

Laboratoire de référence agréé pour l'analyse des eaux

No : 14429

No : 14429

Page 1

Prelevée

à : 59 LILLE

B R G H
 FORT DE LEZENNES
 HELLEMES
 59260 HELLEMES

Par : N. X
 V/ref :
 No UD/Lieu :
 Type : FORAGE
 Prelevée le : 21/06/89 à 15H00
 reçue le : 21/06/89 à 15H10

Remarques : BEMUX NR 15
 PRELEVE PAR MR CAOUS

ANALYSE DE TYPE II

ANALYSE CHIMIQUE

COULEUR	INCOLORE	
ODEUR	NULLE	
TURBIDITE	INF A 0.4	N.T.U.
RESISTIVITE ELECTRIQUE	770	Ohm x cm
PH A 20C	7,15	u. pH
DURETE TOTALE	53,5	degrés F
TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET	26,9	degrés F
OXYDABILITE A CHAUD (en O2)	1,20	mg/l
AMMONIUM	INF A 0.1	mg/l
NITRITES	INF A 0.05	mg/l
NITRATES	135	mg/l
CHLORURES	92	mg/l
SULFATES	210	mg/l
FER	INF A 0.02	mg/l
SODIUM	92	mg/l
POTASSIUM	16,40	mg/l

BALANCE IONIQUE

SOMME DES CATIONS	15,1	meq/l
SOMME DES ANIONS	14,8	meq/l

CONCLUSION

EAU DURE, TRES FORTEMENT MINERALISEE
 CARACTERISEE PAR UN EXCES DE NITRATES
 EAU DANGEREUSE POUR L'ALIMENTATION DES NOURRISSONS ET FEMMES ENCEINTES.
 EAU DE MAUVAISE QUALITE CHIMIQUE
 RESIDU SEC : 1012 MG/L
 MANGANESE : < 0.05 MG/L

Lille le 02 JUILLET 1989

Le chef de SERVICE