



Lezennes, le 10 août 1990

COMMUNAUTE URBAINE DE LILLE
DIRECTION DE LA VOIRIE ET DES TRANSPORTS URBAINS
SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE DE LA CRAIE
ET SUIVI EXPERIMENTAL DES CARRIERES SOUTERRAINES
SUR LE SITE DE LEZENNES
par J. RICOUR et J. LEPLAT

R31239 NPC 4S 90

BRGM - NORD - PAS-DE-CALAIS

Fort de Lezennes - 59260 Lezennes, France
Tél.: (33) 20.91.38.19 - Télécopieur : (33) 20.05.54.87

BRGM NORD - PAS-DE-CALAIS

Fort de Lezennes

59260 LEZENNES

R31239 NPC 4S 90

J. RICOUR et J. LEPLAT

COMMUNAUTE URBAINE DE LILLE

DIRECTION DE LA VOIRIE ET DES TRANSPORTS URBAINS

SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE DE LA CRAIE

ET SUIVI EXPERIMENTAL DES CARRIERES SOUTERRAINES

SUR LE SITE DE LEZENNES

R E S U M E

L'évolution dans le temps et dans l'espace du niveau de la nappe de la craie pose le problème de son interférence avec les carrières souterraines. Le site de Lezennes (59), en banlieue sud-est de Lille, faisant l'objet d'un suivi relativement exhaustif, la Direction de la Voirie et des Transports de la C.U.D.L. a chargé le BRGM/NPC d'examiner quels étaient les paramètres qui influencent l'évolution du niveau de la nappe de la craie du Sénoturionien. En s'appuyant sur deux leviers piézométriques synchrones nivelés comparés aux données géologiques et structurales, il apparaît que les fluctuations piézométriques sont étroitement interdépendantes :

- de la lithologie de l'aquifère, et des niveaux de craie phosphatée peu perméable (ou tuns) ;
- des exploitations en carrières souterraines qui constituent un exutoire naturel et un niveau artificiel d'émergence de la nappe, en période de crue notamment.

Par contre, les zones remblayées en fond d'exploitation par chambres et piliers abandonnés ne paraissent pas jouer un rôle déterminant dans l'évolution du niveau piézométrique spatiotemporel de la nappe.

S O M M A I R E

	Pages
1 - INTRODUCTION.....	3
2 - LOCALISATION DU SITE D'ETUDE.....	4
3 - RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	6
4 - TRAVAUX SPECIFIQUES REALISES DANS LE CADRE DE L'ETUDE.....	7
5 - INTERPRETATION DES RESULTATS.....	10
51 - Evolution piézométrique de la nappe de la craie.....	10
52 - Carte piézométrique de la nappe de la craie.....	12
6 - CONCLUSIONS.....	16

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 - Carte de situation générale à 1/25.000	5
FIGURE 2 - Schéma général et théorique d'exploitations souterraines dans le secteur de Lezennes	
FIGURE 3 - Localisation des points de mesure à 1/5000 et carte piézométrique de la nappe de la craie au 29.03.1990.....	11
FIGURE 4 - Coupe schématique Sud-Est - Nord-Ouest.....	13
FIGURE 5 - Evolution du niveau piézométrique enregistré sur l'ouvrage 0014-7D-2977.....	14

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 - Résultats de la campagne de mesures de nivellement effectuées au 4ème trimestre 1989 sur les carrières souterraines du secteur de Lezennes.....	9
---	---

COMMUNAUTE URBAINE DE LILLE

DIRECTION DE LA VOIRIE ET DES TRANSPORTS URBAINS

SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE DE LA CRAIE
ET SUIVI EXPERIMENTAL DES CARRIERES SOUTERRAINES
SUR LE SITE DE LEZENNES

1 - INTRODUCTION

Au Sud et à l'Est de l'agglomération lilloise, la craie a fait autrefois l'objet d'une exploitation très active en carrières souterraines. L'existence de ces cavités, qui représentent des superficies très importantes, se traduit aujourd'hui par des problèmes d'interférence avec la nappe de la craie, compte tenu du battement piézométrique inter-annuel de celle-ci.

Pour affiner la connaissance du comportement de la nappe de la craie en zone de carrières souterraines, en fonction des nombreux paramètres susceptibles d'intervenir (topographie souterraine, géométrie des cavités, secteurs remblayés, phénomènes tectoniques...), le site expérimental de Lezennes (59) a été retenu, en accord avec la Direction de la Voirie et des Transports Urbains de la C.U.D.L.

Le programme proposé comportait les opérations successives suivantes :

- la localisation, sur un fond à 1/5.000, des puits et autre "affleurement" de la nappe ("Lac bleu") connus en fond de carrière ;
- le nivellement de ces ouvrages et la réalisation de levés piézométriques synchrones.

Cette dernière prestation a été confiée au Service Départemental de l'Inspection des Carrières Souterraines compte tenu des contraintes spécifiques de sécurité à respecter.

- la comparaison des éléments géologiques, hydrogéologiques et structuraux permettant de mieux cerner l'interaction entre les carrières souterraines et la nappe de la craie.

Une telle approche nécessitait de s'appuyer sur l'ensemble des informations disponibles après les avoir critiquées et présentées sous une forme homogène.

Le présent rapport rend compte des résultats obtenus dans le cadre de la mission confiée au BRGM par la C.U.D.L. (commande 035 du 21/04/1989 se référant au marché 89013).

2 - LOCALISATION DU SITE D'ETUDE

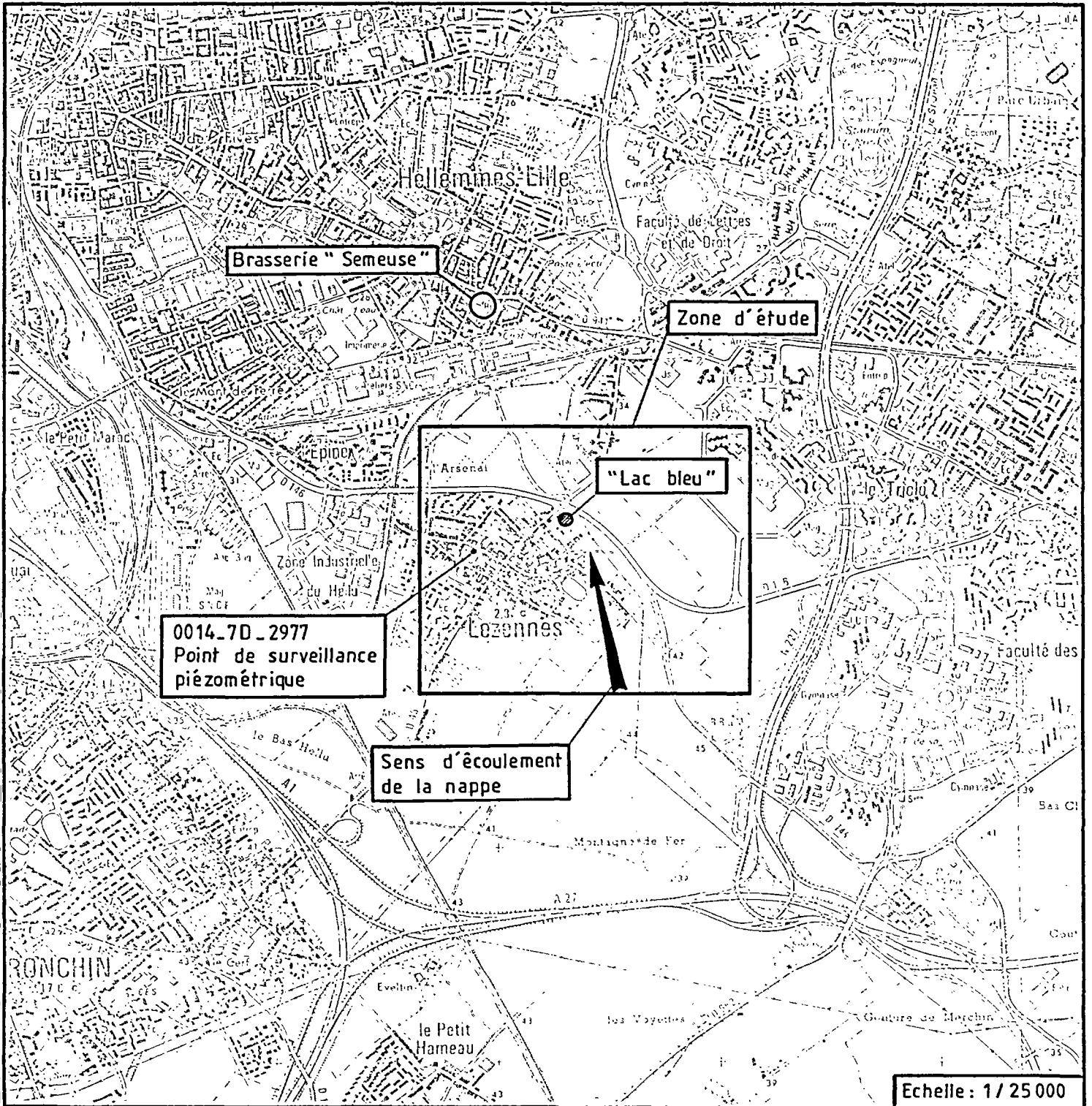
Le site étudié est localisé sur la carte à 1/25.000 de la figure 1. Il correspond à une partie de la frange Sud-Est de l'agglomération lilloise, développée sur la retombée nord de la structure connue sous le nom de "dôme du Mélantois".

Sur cette figure ont été précisées les implantations :

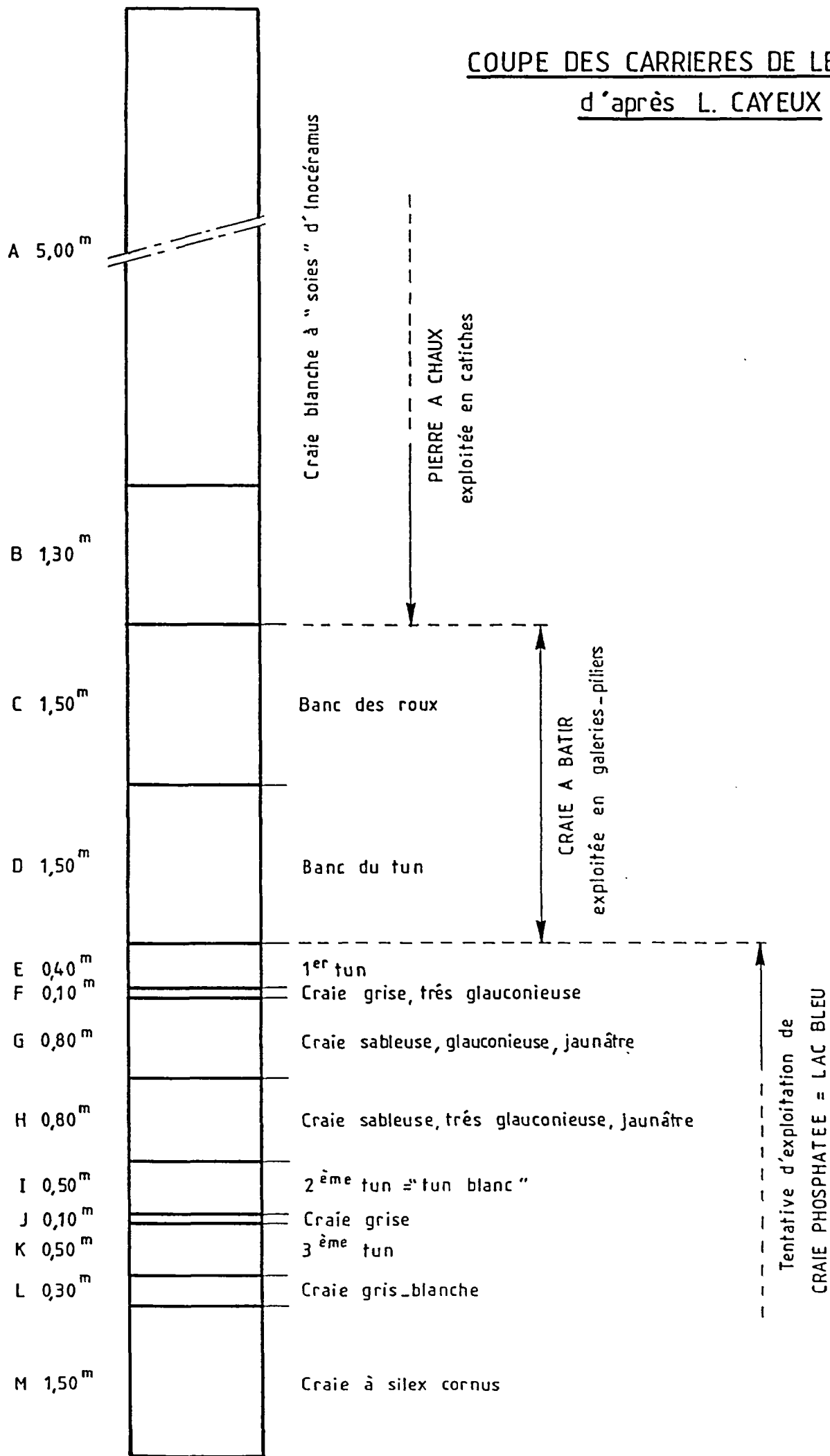
- du piézomètre 0014-7D-2977 qui permet d'assurer en continu le suivi de l'évolution de la nappe de la craie depuis 1986 ;
- du "Lac bleu", qui constitue une émergence de la nappe de la craie en période de crue de l'aquifère, de mars à mai ;
- de l'usine "Semeuse" en limite Nord-Ouest ; les pompages d'écrêtement de crue dans les sous-sol de l'enceinte de cet établissement constituent, en effet, une limite aval à potentiel hydraulique imposé, comme l'ont montré les prélèvements élevés (supérieurs à 800 m³/h) réalisés de 1986 à 1988 pour éviter l'envoyage des parties enterrées des immeubles de cette usine.

L'encombrement au sol dans ce secteur a été limité, jusqu'à ce jour, par l'existence des carrières souterraines. Le développement récent des grands axes de desserte routière a nécessité localement leur confortement et (ou) leur remblaiement, afin d'éviter la détérioration des voutes des carrières.

CARTE DE SITUATION GENERALE



COUPE DES CARRIERES DE LEZENNES
d'après L. CAYEUX



3 - RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Le secteur d'étude est caractérisé par une couverture limoneuse peu épaisse (de l'ordre de 2 mètres) reposant sur la craie blanche sénonienne. Entre ces deux formations géologiques peuvent s'intercaler des lambeaux du tuffeau de base landénien.

Nous emprunterons à L. CAYEUX la description détaillée, faite au niveau des anciennes carrières souterraines de Lezennes, des horizons crayeux qui nous intéressent dans le cadre de cette étude (voir ci-contre).

C'est la base de la craie sénonienne qui a été exploitée pour la fourniture des pierres à bâtir. D'une puissance de 3 à 3,5 m, cet horizon est représenté par une craie encore bien blanche mais se chargeant de grains de glauconie (craie piquetée de glauconie). En carrière, on distinguait 2 bancs d'épaisseur sensiblement égale, connus sous les noms de "banc des roux" et de "banc du tun".

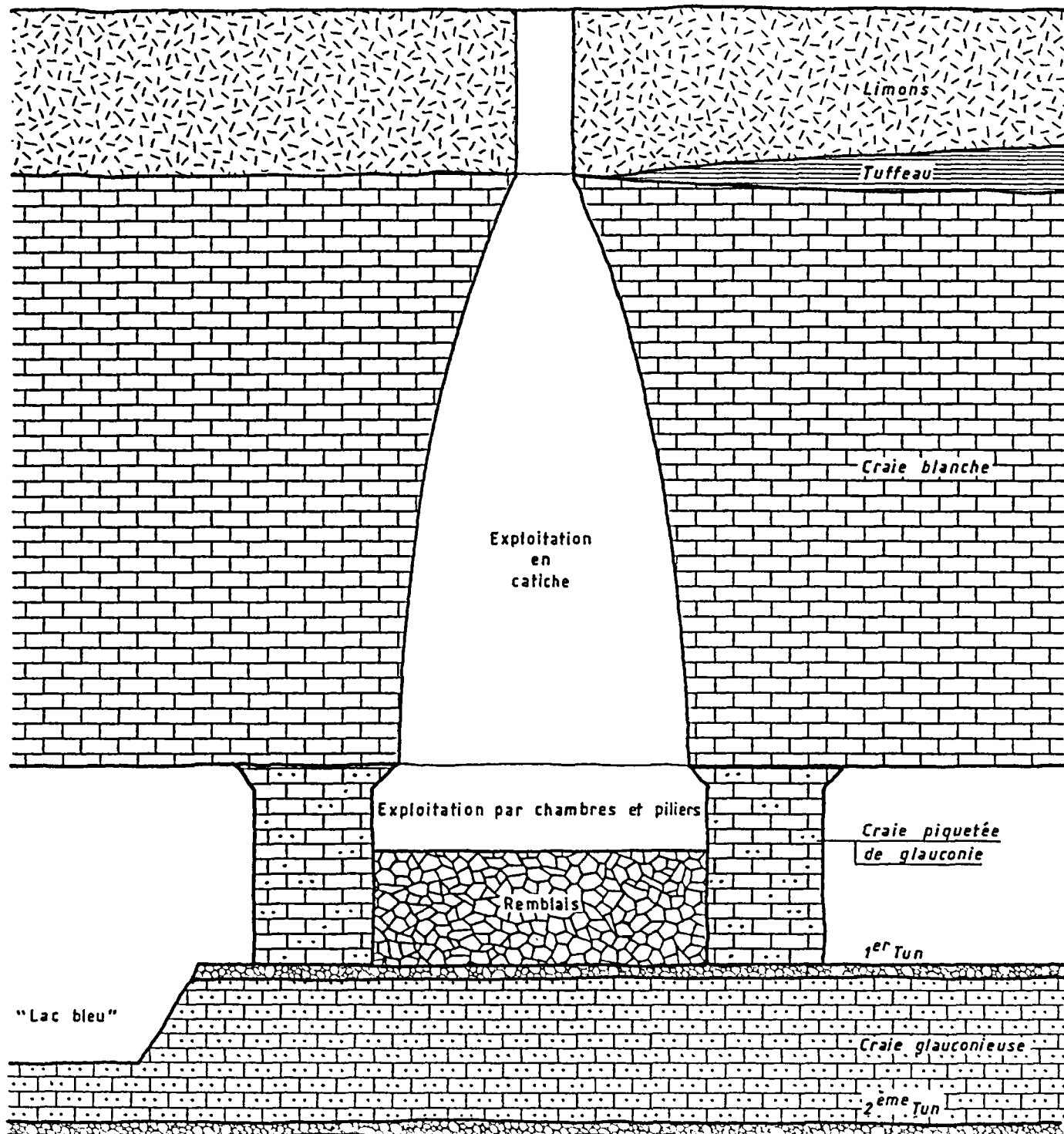
Le passage à la craie turonienne sous-jacente est marqué par un banc-repère particulier, le 1er tun. Il s'agit d'une craie congloméroïde, formée de nodules de craie phosphatée, durcie, vernissés de glauconie et emballés dans une matrice de craie piquetée de glauconie. Un 2ème et parfois même un 3ème niveau de tun, sensiblement analogues au premier, existent en profondeur, séparés du 1er tun par 2 à 2,5 mètres d'une craie très glauconieuse, à aspect sableux, de couleur gris-verdâtre.

En dessous, on trouve encore successivement 2,5 mètres environ de craie à gros silex cornus, puis 4 à 5 mètres d'une craie un peu marneuse, blanc-grisâtre, avant d'atteindre les alternances marno-crayeuses qui caractérisent le TURONIEN moyen.

Au sein de la série crayeuse que nous venons de décrire, plusieurs horizons ont fait l'objet d'une exploitation souterraine. Ce sont :

- la craie blanche sénonienne, exploitée en "catiches" pour la production de pierres à chaux,

SCHEMA GENERAL ET THEORIQUE
D'EXPLOITATIONS SOUTERRAINES
DANS LE SECTEUR DE LEZENNES (59)



- les bancs des roux et du tun à la base de la craie sénonienne, exploités en chambres et piliers pour la production de pierres à bâtir.

Très localement, l'extraction dans ces chambres a été prolongée en profondeur au niveau du 1er tun et de la craie glauconieuse sous-jacente, pour la récupération du phosphate de chaux qui s'y trouve en faible proportion. Cette tentative d'exploitation, qui a donné naissance au fameux "Lac bleu", a été rapidement abandonnée pour cause de non rentabilité.

Les craies du Sénonien et du Turonien supérieur constituent un aquifère dont le mur est formé par les marnes du Turonien moyen et inférieur. La nappe de la craie est libre. L'eau circule dans les fissures de la roche, fissures dont le nombre et l'ouverture décroissent, en règle générale, avec la profondeur, et en particulier sous le 1er tun.

En se référant à la chronique 1986-1990 de l'ouvrage 0014-7D-2977, localisé à l'Ouest de la zone étudiée (figure 1), on voit que le battement interannuel de la nappe de la craie est au maximum de 4 mètres. Dans ce secteur l'écoulement se fait du Sud-Sud-Est vers le Nord-Nord-Ouest, aucun prélèvement important et pérenne ne venant perturber l'allure des isopièzes.

La figure 2 résume de façon théorique les types d'exploitation souterraine qui se sont développés dans le secteur de Lezennes. On remarquera que les galeries des exploitations par chambres et piliers ont pu être remblayées sur une hauteur d'environ 2 m avec les stériles d'exploitation.

4 - TRAVAUX SPECIFIQUES REALISES DANS LE CADRE DE L'ETUDE

Afin d'apprécier les conditions qui commandent l'évolution piézométrique de la nappe de la craie, un certain nombre de travaux spécifiques s'avéraient nécessaires, de manière à pouvoir positionner en valeur absolue :

- l'évolution piézométrique de la nappe de la craie dans le temps et dans l'espace,
- les éléments géologiques et structuraux, le fond des carrières et les niveaux de tun.

Ces éléments ont été recueillis par nivellement au cours du dernier trimestre 1989 par le Service Départemental de l'Inspection des Carrières Souterraines du Nord. Au total, neuf puits(1) ont été nivelés sur le fond des carrières souterraines, et trois campagnes de mesures piézométriques ont été réalisées les 11 janvier, 29 mars et 17 septembre 1990. L'absence de précipitations importantes au cours de l'hiver 1989-1990 a limité la crue de la nappe de la craie, à telle enseigne que le "Lac bleu", émergence pérenne de la nappe qui correspond à une exploitation de craie glauconieuse phosphatée sous le premier banc de tun (cote 24.17 NGF), est aujourd'hui dénoyé.

Le tableau 1 ci-après résume les résultats obtenus au cours de cette campagne de mesures de nivellement, et la figure 3 permet de localiser les points de mesure.

(1) deux d'entr'eux ont du être abandonnés depuis lors.

Tableau 1 : Résultats de la campagne de mesures de nivellement effectuée au 4ème trimestre 1989 sur les carrières souterraines du secteur de Lezennes.

* DESIGNATION DES POINTS DE MESURE	N° DU REPERE	ALTITUDE DU TERRAIN NATUREL	ALTITUDE DU REPERE	COTE DE LA NAPPE								
				DATE	COTE	DATE	COTE	DATE	COTE	DATE	COTE	
6 PE1	36	35.324	24.793	14.12.89	20.143		20.39		21.50			
6 PE2	31	36.939	26.622	27.11.89	20.612		20.80		21.93			
9 PE1	35	37.470	27.448	-	-		-		-			
9 PE2	39	37.256	-	-	-		-		-			
10 PE1	33	36.157	24.036	11.12.89	22.096	11.01.90	22.34	29.03.90	23.13	17.9.90	21.68	
10 PE2	32	37.579	28.112	28.11.89	23.382		23.71		24.59		22.97	
10 PE3	37	37.451	27.938	09.01.90	23.413		23.36		24.37		22.31	
15 PE1	34	42.298	31.396	11.12.89	24.186		24.44		24.97		23.91	
Lac bleu	38	36.374	25.489	10.01.90	à sec		à sec		à sec		à sec	

* la localisation de ces points fait l'objet de la figure 2.

5 - INTERPRETATION DES RESULTATS

51 - Carte piézométrique de la nappe de la craie (variation du niveau dans l'espace)

La figure 3 présente la carte piézométrique synchrone de la nappe de la craie au 29.03.1990, ainsi que les limites d'extension des carrières souterraines, associées aux éléments d'information dont on dispose sur le niveau de tun supérieur.

Le fond des carrières s'abaisse progressivement de la cote 30 NGF à la cote 24,80 NGF, du Sud au Nord, dans le même sens que la topographie et que le pendage des couches géologiques.

La surface piézométrique de la nappe de la craie présente une variation brutale de gradient dans la moitié nord de la zone étudiée ; le gradient hydraulique passe ainsi de 1‰ dans la partie sud à 6‰ dans la partie nord.

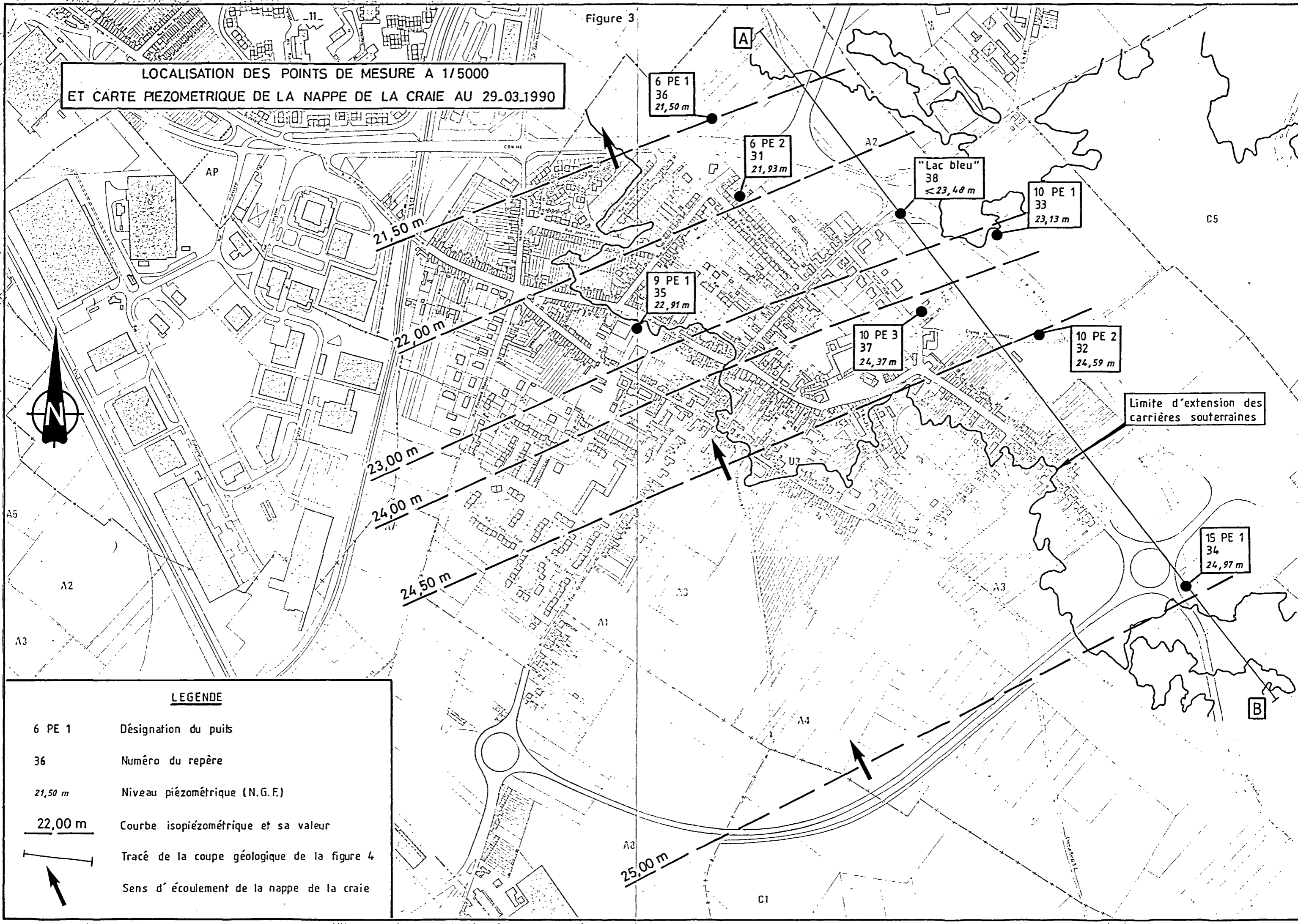
Le gradient de la surface piézométrique de la nappe de la craie varie en fonction :

- du champ des perméabilités de l'aquifère (donc de sa lithologie) ;
- des conditions aux limites imposées à l'aquifère (conditions de flux - prélèvements ou injections - ou conditions de potentiel).



Après étude des données lithologiques et structurales, aucune hétérogénéité ou anomalie structurale ne permet d'expliquer cette variation brusque de gradient hydraulique. Les linéaments N120°E relevés à l'examen des photographies aériennes, ainsi que les quelques données nivelées sur le tun n'autorisent à tirer aucune conclusion sur ce brusque changement du gradient de la surface piézométrique de la nappe de la craie. L'explication de cette anomalie réside, très probablement, dans les conditions d'émergence imposées dans la partie nord de l'aquifère : émergence temporaire de la nappe au niveau du "Lac bleu" et des sous-sols de l'usine "Semeuse" qui accentue le drainage de la nappe, au moins en période de crue de cette dernière.

Figure 3

LOCALISATION DES POINTS DE MESURE A 1/5000
ET CARTE PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE DE LA CRAIE AU 29.03.1990



LEGENDE

- 6 PE 1 Désignation du puits
- 36 Numéro du repère
- 21,50 m Niveau piézométrique (N.G.F.)
- 22,00 m Courbe isopiézométrique et sa valeur
-  Tracé de la coupe géologique de la figure 4
-  Sens d'écoulement de la nappe de la craie

Le battement interannuel maximal de 4 m mesuré au cours de la période 1986-1989 sur le piézomètre de Lezennes (0014-7D-2977) paraît confirmer cette hypothèse.

La coupe schématique de la figure 4 permet d'apprécier la position relative :

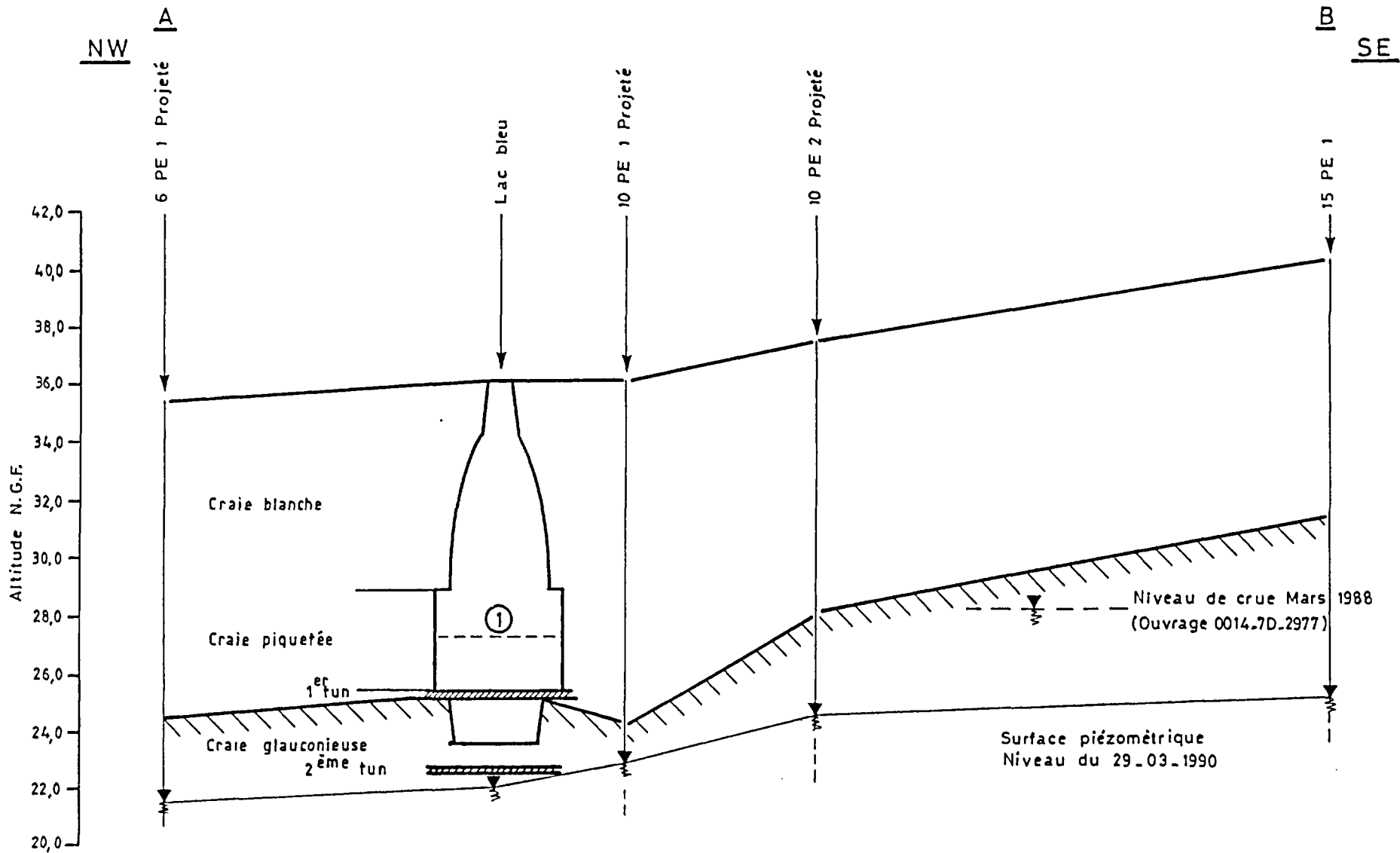
- du plancher des carrières,
- du niveau de la nappe en mars 1990,
- du niveau de crue de la nappe "translatée" de façon homogène de 4 m.

Cette dernière hypothèse montre clairement que le fond des carrières est ennoyé en période de crue, avec un niveau d'équilibre à une cote piézométrique proche de 26-27 m NGF dans la partie nord. Cette limite correspond sensiblement à la zone de flexure où le gradient hydraulique de la nappe passe de 1‰ à 6‰ suivant l'axe 10 PE 3 - 10 PE 2.

52 - Evolution piézométrique de la nappe de la craie (variation dans le temps)

L'évolution du niveau piézométrique de la nappe de la craie enregistré sur l'ouvrage 0014-7D-2977 (référence étude 9 PE1) fait l'objet de la figure 5. Les altitudes des niveaux ont été rattachées au réseau général de nivellement et montrent un battement interannuel maximal de 5 m sur la période 1986-1990. Sur cette figure ont été reportés le premier et deuxième niveau de tun qui encadre un banc de craie glauconieuse de 3-5m environ, ainsi qu'un niveau secondaire de tun de moindre importance.

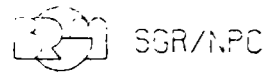
Outre ces éléments géologiques, le fond du "Lac bleu", niveau d'émergence de la nappe à potentiel imposé a été reporté sur la figure 5.



① Niveau de remblaiement dans certaines galeries

COUPE SCHEMATIQUE SUD-EST - NORD-OUEST

PIEZOMETRIE 1986-1989



INDICE B.R.G.M. 2314-70-2977

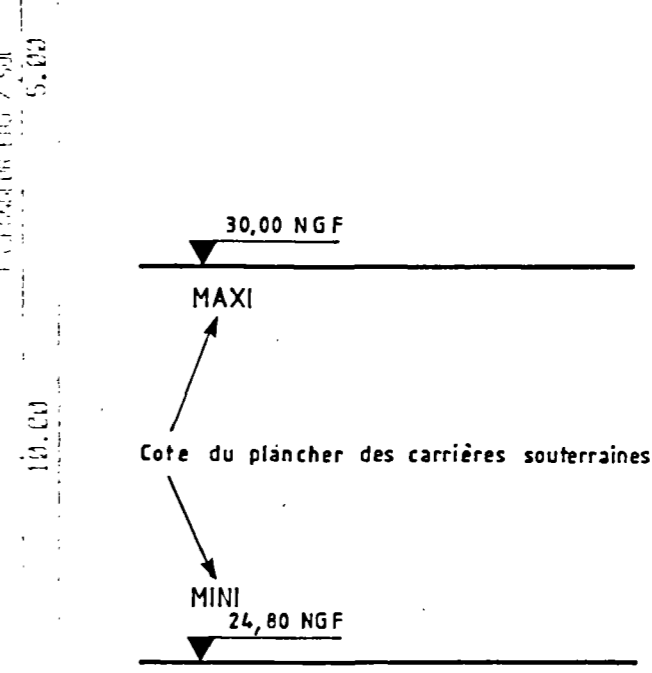
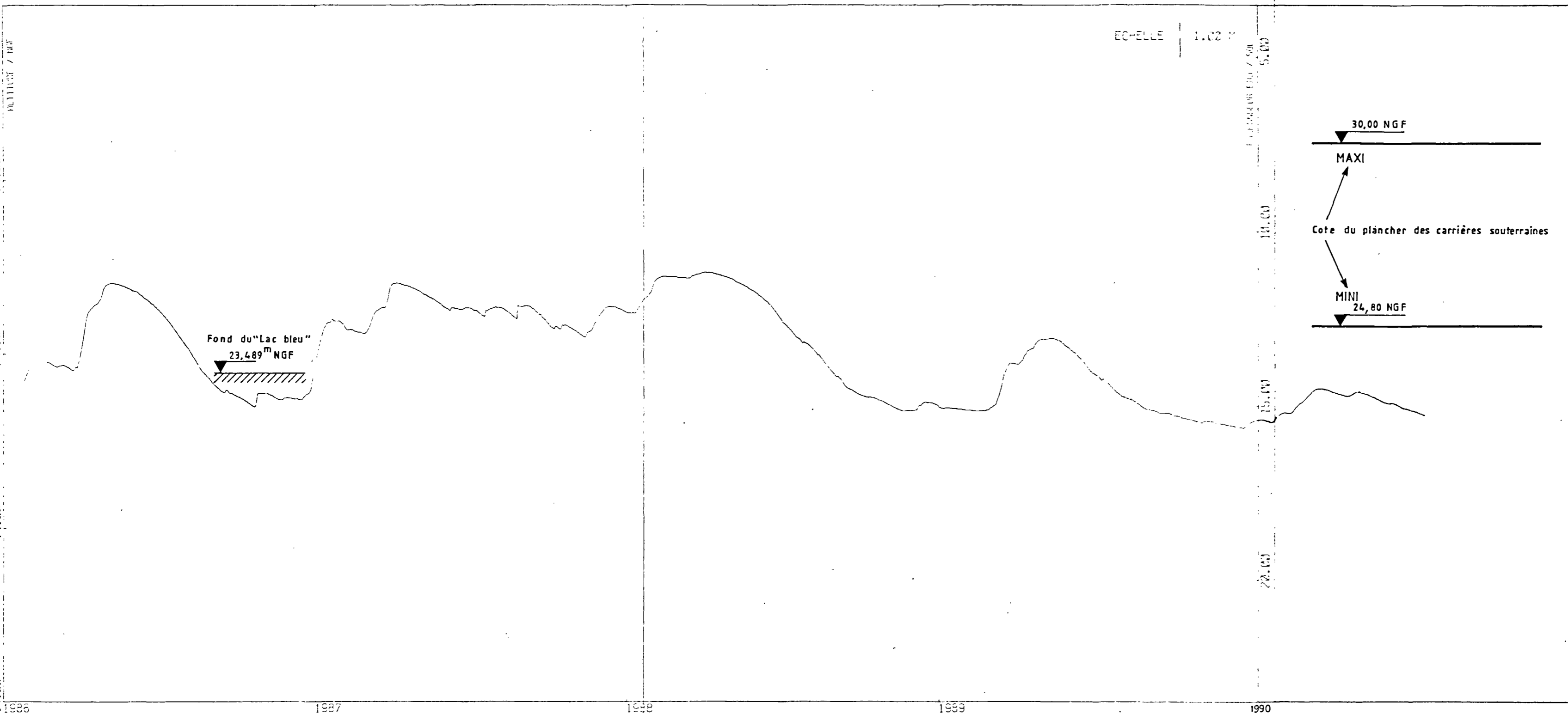
DESIGNATION PZDEF

059 LEZENNES
RUE DEFAUX

COUPE GEOLOGIQUE

m
37,47 NGF 0,00

34.00
29.00
24.00
19.00
14.00



Remblais	
Silt sableux marron	
Craie blanche	
Tun	11,00 m
Tun	11,80 m
Tun	14,00 m
Tun	14,50 m
Craie blanche	15,20 m
Tun	15,50 m
Craie blanche	
Craie grise	
Fond	

NAPPE FLA/23...../+0 NAPPE DE LA CRAIE CRAIE 1
 RESEAU PROFONDEUR OUVRAGE 20.23 M.
 COTE DU REPERE PIEZOMETRIQUE 33.10 M.
 COTE DU SOL 37.50 M.

A l'examen de ces éléments, il ressort que :

- le niveau d'étiage le plus bas connu sur la période 1986-1989 est commandé par le niveau de tun inférieur (étiage 1989 voisin d'une fréquence de retour décennal, proche de l'année 1976) ;
- le premier niveau de crue correspond à l'émergence de la nappe de la craie au niveau du "Lac bleu" situé à 450 m à l'Est-Nord-Est du piézomètre de Lezennes 0014-7D-2977.
- le niveau de crue maximal enregistré au printemps 1988 correspond à une mise en charge partielle de la nappe sous le niveau de tun supérieur.

Les fluctuations piézométriques de la nappe de la craie sont étroitement interdépendantes :

- *de la lithologie de l'aquifère, et notamment des niveaux de craie phosphatée peu perméables (ou tun) ;*
- *des exploitations en carrières souterraines qui ont conduit à abaisser localement le niveau des émergences en dessous du niveau des émergences naturelles.*

6 - CONCLUSIONS

L'examen détaillé de données nivelées sur la nappe de la craie sénoturoniennne et du contexte géologique du secteur de Lezennes (59) au Sud de l'agglomération lilloise montre que les carrières souterraines influencent et modifient sensiblement l'écoulement de la nappe dans ce secteur.

Les facteurs qui commandent la répartition spatiotemporelle des niveaux de la nappe de la craie sont :

- les niveaux de craie indurée et phosphatée (ou tuns) dont dépend l'évolution de l'altitude de la nappe ; la recharge de cette dernière est liée aux niveaux de tuns qui ralentissent l'infiltration d'une part, permettent la mise en charge locale de la nappe d'autre part, du fait de leur faible perméabilité ;
- l'émergence de la nappe sur le fond des carrières souterraines en période de crue, et plus généralement au niveau du "Lac bleu" qui correspond à un approfondissement local des exploitations. Indirectement, l'approfondissement du fond des carrières vers le Nord suit le pendage des couches géologiques et influence le gradient de la surface piézométrique de la nappe.

En conclusion, carrières souterraines et niveau piézométrique de la nappe de la craie sénoturoniennne sont étroitement liés. Il apparaît à l'examen de ces données que la craie, loin de pouvoir être considérée comme un milieu homogène doit être étudiée comme un milieu hétérogène et anisotrope où les conditions de sédimentation et structurales commandent le champ des perméabilités.

Rédigé par :

J. RICOUR, Directeur

et J. LEPLAT, Ingénieur géologue

BRGM NORD - PAS-DE-CALAIS