



BRGM

**Société du Pipe-Line de la Raffinerie
de Lorraine**

Vulnérabilité de la nappe alluviale au droit du dépôt
d'hydrocarbures d'Hauconcourt

Y. BABOT
C. GERVAISE

Décembre 1992

R 36 410 LOR 4S 92

Document non public

RESUME

La Société du Pipe-Line de la Raffinerie de Lorraine a confié au BRGM-Lorraine l'étude de la vulnérabilité de la nappe alluviale au droit du dépôt d'hydrocarbures d'Hauconcourt (57). Ce dépôt est situé à l'intérieur du confinement construit autour de l'ancienne raffinerie. La nappe y est rabattue pour maintenir un niveau piézométrique inférieur à celui de l'extérieur. L'examen du dispositif de confinement et de pompage montre que ce dispositif est efficace pour les stockages actuels d'hydrocarbures.

Il est recommandé :

- d'une part, de ne pas mettre de stockages au Nord-Est (piézo. 42),
- d'autre part, de compléter le réseau piézométrique interne vers canal et darse.

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	5
2.	DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE SURFACE	5
3.	DESCRIPTION DU DISPOSITIF NAPPE	6
4.	HISTORIQUE DES POMPAGES ET NIVEAUX PIEZOMETRIQUES	9
5.	HISTORIQUE DES CONTROLES ANALYTIQUES DES EAUX	10
6.	ESTIMATION DU BILAN HYDRIQUE DU SITE	12
7.	EFFICACITE DU DISPOSITIF	14
8.	CONCLUSIONS	15
9.	BIBLIOGRAPHIE	16

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Localisation du site - Echelle 1/10.000
et piézométrie octobre 1971.
- Figure 2 : Plan de situation des installations de surface.
- Figure 3 : Coupe schématique d'une cuvette de rétention.
- Figure 4 : Dispositif nappe et piézométrie 16/05/1987.
- Figure 5 : Dispositif de pompage
- Figure 6 : Evolution des niveaux sur P43.
- Figure 7 : Evolution des niveaux sur P40 et P41
- Figure 8 : Evolution des niveaux sur P5 et P42
- Figure 9 : Pluviométrie décembre 85 - octobre 92 à Metz.

1. INTRODUCTION

A la demande de la S.P.L.R.L. (Société du Pipe-Line de la Raffinerie de Lorraine), le BRGM-Lorraine a réalisé une étude hydrogéologique de la vulnérabilité de la nappe alluviale au droit du dépôt d'hydrocarbures d'Hauconcourt.

Cette étude est motivée par la dérogation de l'article 3 de l'arrêté N° 90-AG/2-210 du 9 mai 1990 autorisant la S.P.L.R.L. à exploiter le dépôt d'Hauconcourt avec dispense d'étanchéification des cuvettes de rétention, sous réserve de l'assurance de non-vulnérabilité de l'aquifère.

2. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE SURFACE

2.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le dépôt d'hydrocarbures est situé à l'intérieur du lotissement Industriel du Malambas sur la commune d'Hauconcourt à 9 km au Nord de Metz, dans la plaine de la Moselle (*figure 1*). Cette zone industrielle est entourée :

- à l'Est par la Moselle,
- à l'Ouest par le canal des Mines de la Moselle,
- au Sud par l'A4,
- au Nord, par le village d'Hauconcourt.

2.2. ACTIVITÉ INDUSTRIELLE DU SITE

Le Lotissement Industriel du Malambas regroupe des sociétés et services dans la construction mécanique, le conditionnement - stockage de gaz et pétroles liquéfiés, les engrais, les équipements industriels.

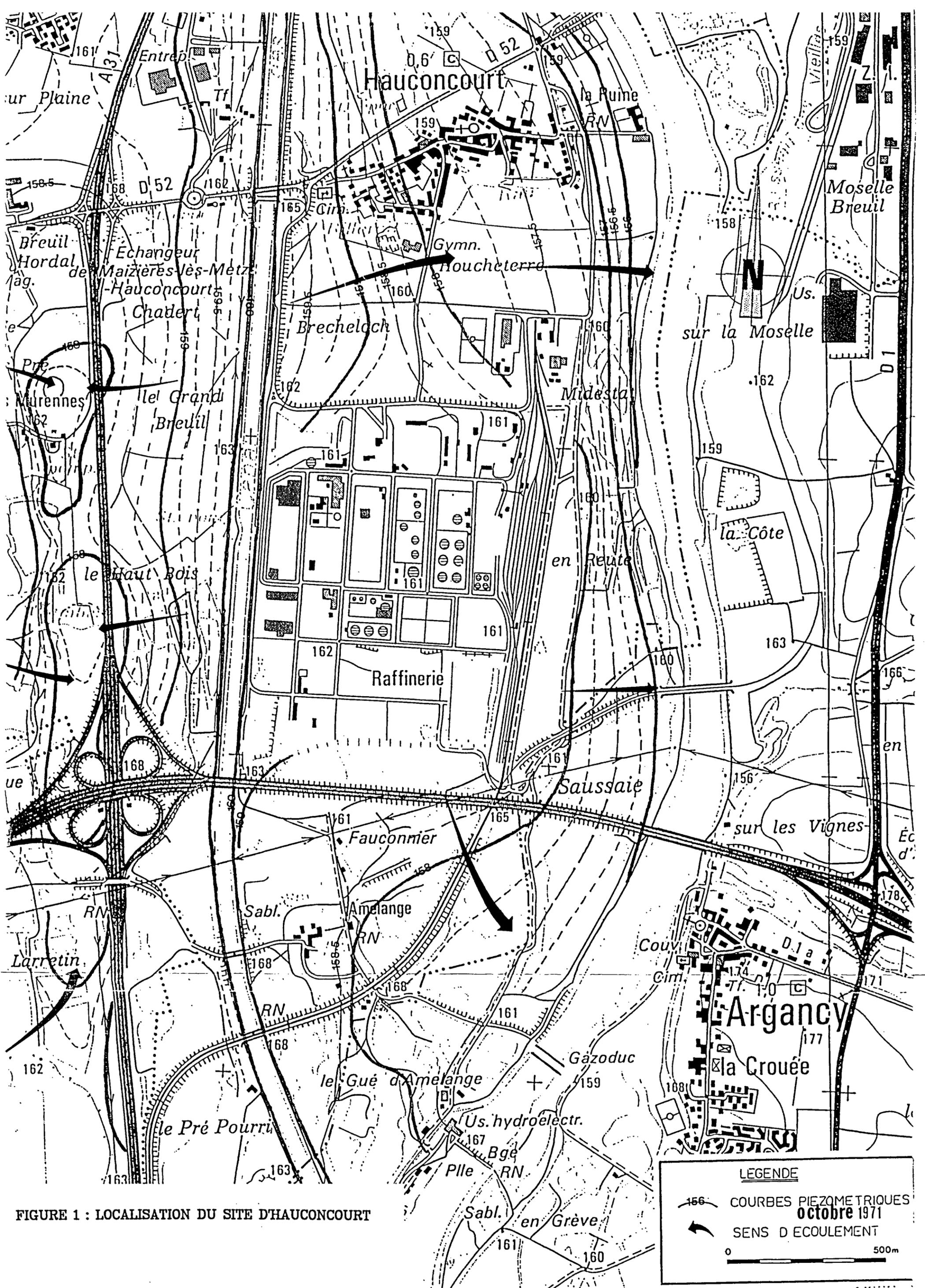


FIGURE 1 : LOCALISATION DU SITE D'HAUCONCOURT

LEGENDE

- COURBES PIEZOMETRIQUES
- octobre 1971**
- SENS D'ECOLEMENT
- 0 500m

Il a été aménagé sur le site de l'ancienne raffinerie qui a été mise en service en 1970 et démantelée en 1982.

2.3. INSTALLATIONS DE SURFACE DU DÉPÔT D'HYDROCARBURES

Le dépôt d'hydrocarbures est constitué de 11 bacs de capacité variant de 2.000 à 10.000 m³ dont la localisation est donnée sur la *figure 2*. Quatre sphères de gaz sont situées au Sud-Ouest du dépôt.

Les bacs se trouvent à l'intérieur de cuvettes dont la coupe schématique est donnée sur la *figure 3*.

Au droit des bacs, le terrain naturel a été décaissé et remblayé sur une hauteur d'un mètre environ par du laitier de haut-fourneau lors de la construction de la raffinerie.

Les digues des cuvettes sont constituées d'argile compactée par couches successives assurant une bonne imperméabilisation de la structure.

3. DESCRIPTION DU DISPOSITIF NAPPE

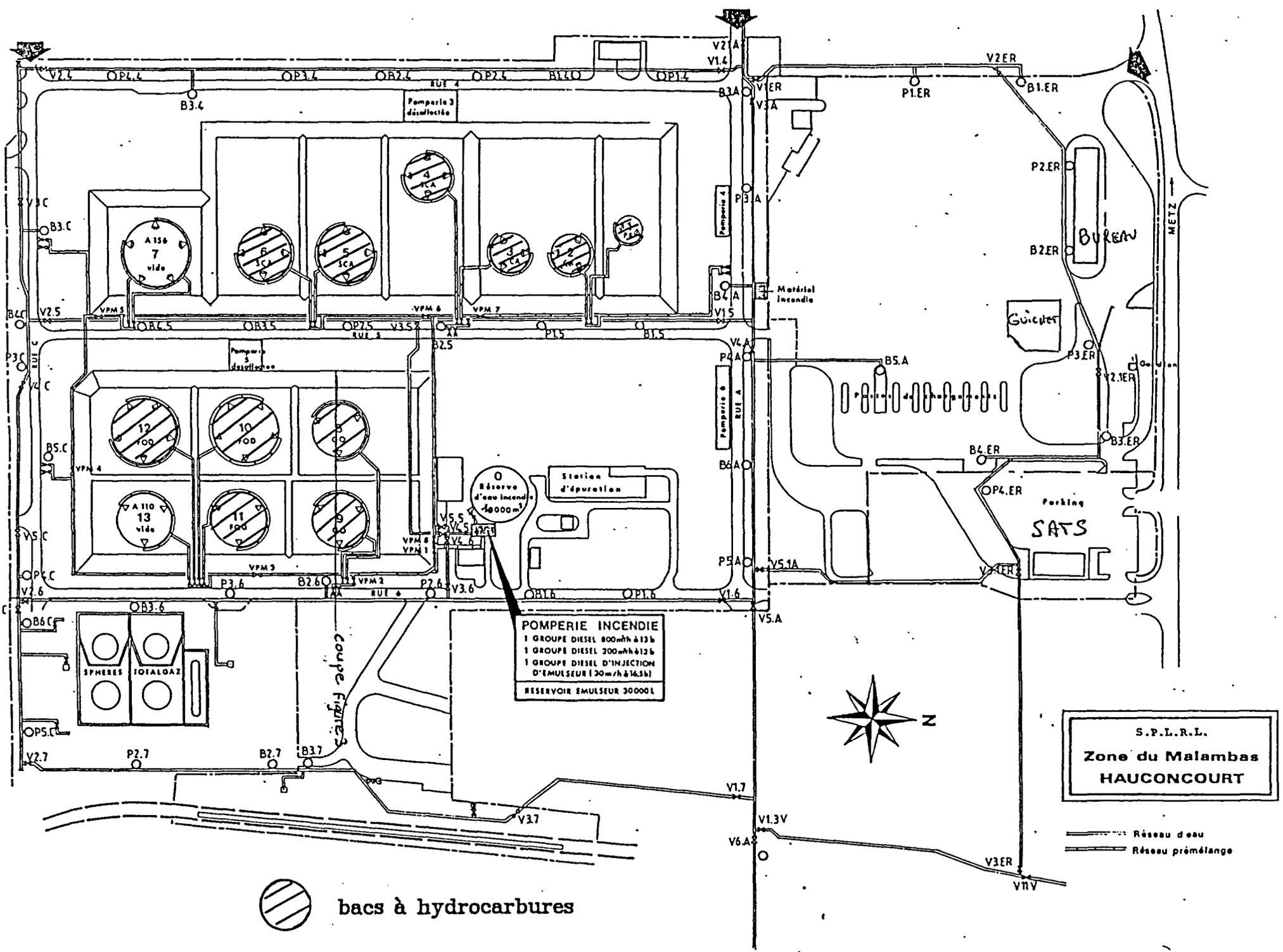
3.1. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

Le secteur étudié correspond à des dépôts alluvionnaires de la Moselle sablo-graveleuses à la base et limoneuses-argileuses en surface.

L'épaisseur des alluvions, reconnue par les piézomètres en place, est comprise entre 4 et 6 mètres. L'épaisseur des limons et argiles atteint plus de 2 mètres sur le site. Le substratum est constitué par des marnes liasiques.

Les alluvions forment un aquifère à nappe libre en général, mais qui peut être localement ou temporairement semi-captive à captive sous les limons argileux.

FIGURE 2 : INSTALLATIONS DE SURFACE



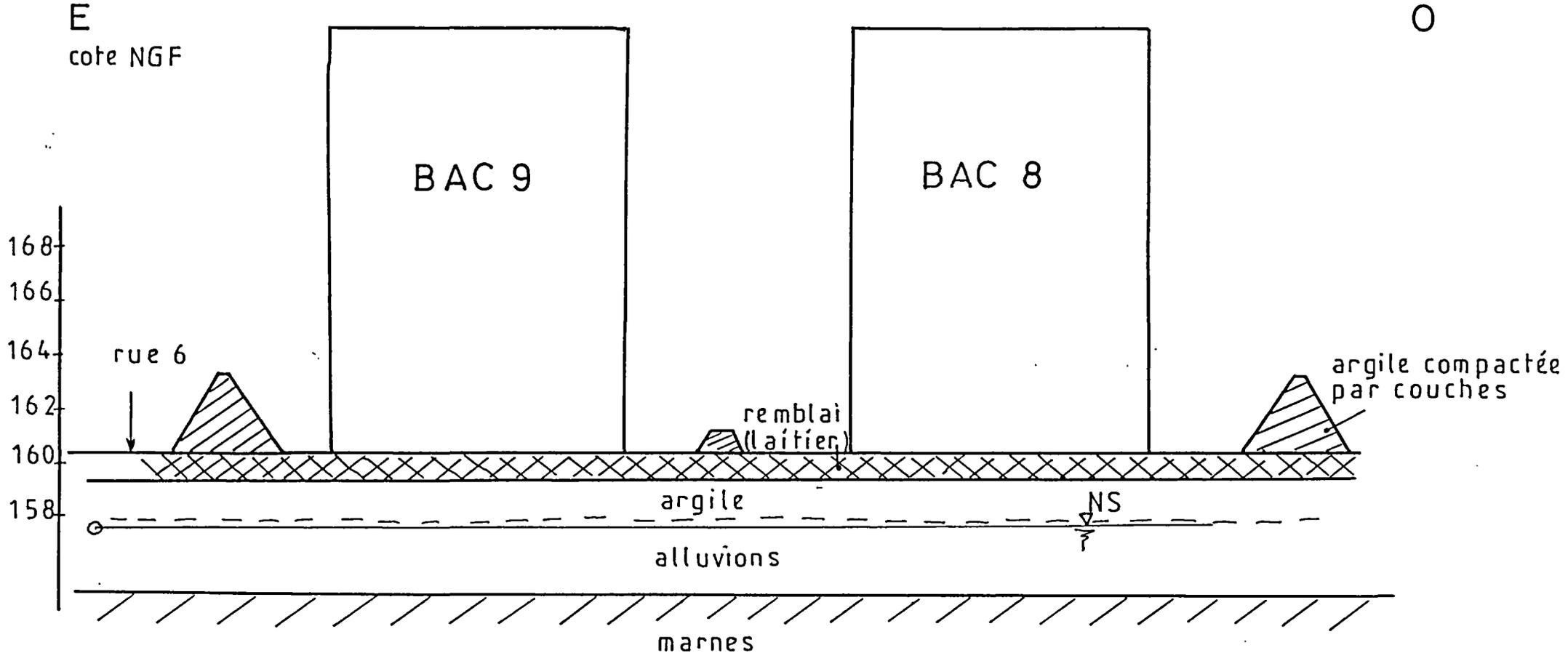


FIGURE 3 : COUPE SCHEMATIQUE D'UNE CUVETTE DE RETENTION

ECHELLE: 1/500

L'écoulement régional naturel est dirigé de l'Ouest vers l'Est, en direction du drainage par la Moselle ; le canal est en position d'alimentation par rapport à la nappe.

Le battement piézométrique de la nappe alluviale est compris entre 1,5 et 1,8 m.

L'écoulement est modifié localement par le confinement décrit ci-après.

Le site de la ZI du Malambas est entouré (*figure 4*) :

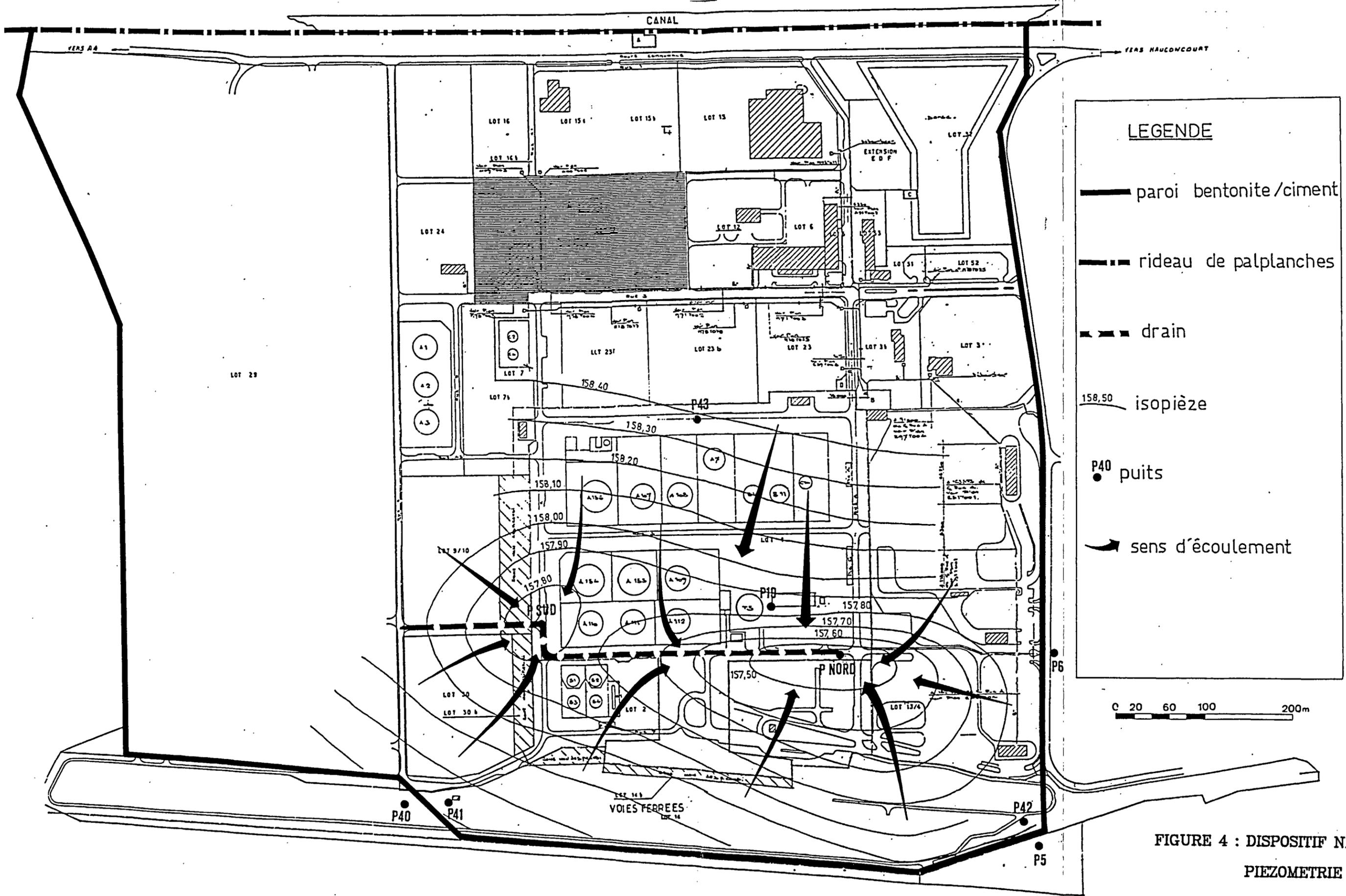
- sur les côtés Nord, Est, et Sud, par une paroi moulée de type bentonite et ciment descendant jusqu'au substratum marneux entre 4 et 6 m de profondeur par rapport au sol (ancrage de 0,5 m sous le toit du substratum) ;
- sur le côté Ouest, par un rideau continu de palplanches descendues jusqu'à 4,5 m/sol - qui n'atteignent donc pas partout les marnes - destiné à protéger les berges du canal.

L'enceinte limite ainsi un milieu "confiné" tel que les "entrées" correspondant à l'excédent pluviométrique, aux apports du canal et de la darse sont égales aux "sorties" (prélèvements par pompage).

Le battement piézométrique est faible, de l'ordre de 0,5 m. Les conduites traversant la paroi moulée (eaux pluviales, pipe-line) ont été enrobées dans le coulis lors de la réalisation de la paroi. L'étanchéité est donc assurée.

La rivière "Le Malambas" passe sous le canal des Mines de la Moselle et longe la limite Ouest du Lotissement Industriel pour se jeter dans la darse (réserve à incendie du dépôt d'hydrocarbures). Un système vis d'Archimède et vanne permet d'effectuer la vidange partielle des eaux de la darse dans le canal et le remplissage par les eaux du canal.

Le trop-plein de la darse qui correspond au débit du Malambas est ensuite canalisé vers le lit naturel du ruisseau à l'Est du confinement. La cote de l'eau dans la darse est maintenue constante grâce au dispositif précédent. Elle est donc en charge au-dessus de la nappe phréatique. Compte-tenu de la nature des berges (alluvions naturelles), la darse infiltre un débit dans la nappe à travers son colmatage qui crée une perte de charge.



LEGENDE

- paroi bentonite / ciment
- rideau de palplanches
- drain
- isopièze
- puits
- sens d'écoulement

FIGURE 4 : DISPOSITIF NAPPE ET PIEZOMETRIE mai 1987

3.2. DISPOSITIF DE POMPAGE ET D'OBSERVATION DE LA NAPPE

(figure 5)

La nappe est maintenue en rabattement permanent au moyen de deux drains (Sud et Nord) et puits de pompage (Sud "G" et Nord "K"). Ce dispositif a été conçu de façon à obtenir une surface piézométrique à l'intérieur de l'enceinte à une cote inférieure à celle de la nappe, à l'extérieur.

La longueur totale des deux drains (\varnothing 315 mm) est de 600 m.

- Le drain Sud (150 m) comporte deux regards de visite "F" et "H", de profondeur 2,73 et 2,67 m, situés à chaque extrémité et un puisard "G" de profondeur 3,21 m.
- Le drain Nord (450 m) comporte trois regards de visite ("I" : 2,66 m - "J" : 2,78 m - "L" : 2,54 m) et un puisard "K" de profondeur 3,07 m. La génératrice inférieure du drain est à la cote 157,38 dans ce puisard.
- Le puits "K" est équipé d'une pompe "vide cave" de débit 200 m³/h et le puits "G" d'une pompe de 120 m³/h.
- La base de la crépine de la pompe est à la cote 157,08 m en "K" et 157,32 en "G".

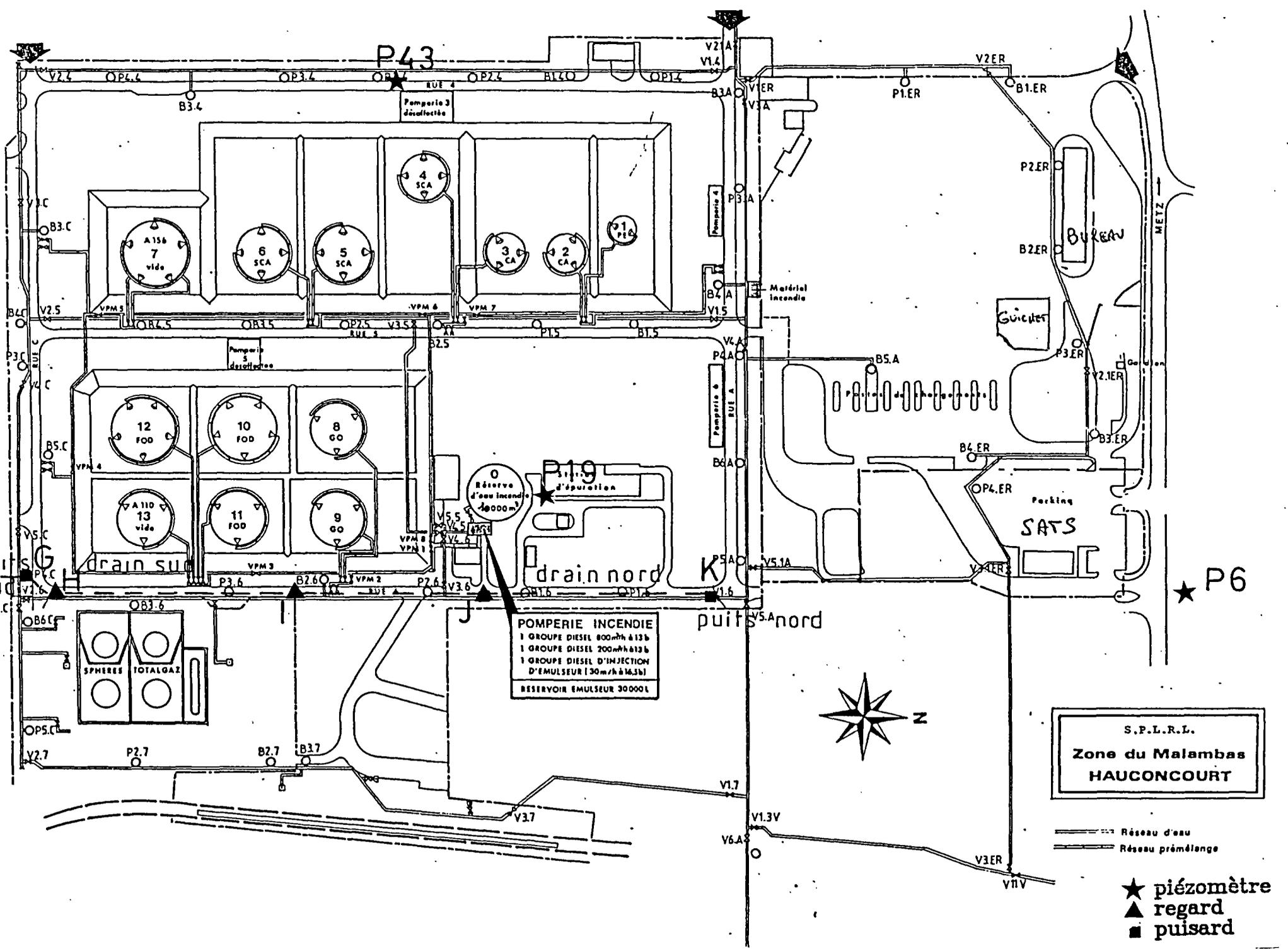
Un système permettant le fonctionnement en discontinu des pompes avec seuil à + 0,20 m de la génératrice inférieure des drains a été installé ; d'après les relevés des compteurs électriques, ce système aurait été peu utilisé en 1991 et 1992, les pompes fonctionnant en continu (pompe Nord).

Quatre piézomètres intérieurs au confinement et trois extérieurs à celui-ci permettent une observation du niveau d'eau depuis 1986.

Les mesures, hebdomadaires jusqu'en 1991, sont effectuées à présent mensuellement.

Les piézomètres plus anciens datant de la raffinerie n'ont pas été conservés, en particulier à l'Ouest près du canal.

FIGURE 5 : DISPOSITIF DE POMPAGE



4. HISTORIQUE DES POMPAGES ET NIVEAUX PIEZOMETRIQUES

4.1. HISTORIQUE DES POMPAGES

Il n'y a pas de mesure du débit prélevé dans la nappe (indication compteurs non fiables à cause du pompage d'air, non relevés). L'examen des consommations horaires des deux pompes (Sud : n° 3028, Nord : n° 3029) montre qu'en 1991 et 1992 :

- la pompe du drain Sud a très peu fonctionné ; le niveau dans ce drain est très bas compte tenu du pompage par la société Hergott sur le lot 29 qui exploite les alluvions en rabattement de nappe. Le débit pompé n'est pas connu.
- la pompe du drain Nord fonctionne en continu (24 h/24) d'après les relevés du compteur électrique.

D'après les informations communiquées, les débits prélevés varieraient selon

	puits Nord	puits Sud
hiver :	200 m ³ /h	120 m ³ /h
été :	80-120 m ³ /h	0-50 m ³ /h

4.2. HISTORIQUE DES NIVEAUX PIÉZOMÉTRIQUES

L'historique des observations sur les piézomètres P43, P42 et P5, P40 et P41 est présenté sur les *figures 6 à 8*.

On observe une baisse assez marquée du niveau d'eau mi-1989 sur les piézomètres, consécutive à une diminution de la pluviométrie.

La comparaison des niveaux d'eau à l'intérieur (P41 et P42) avec les niveaux à l'extérieur du confinement (P40 et P5) montre :

Figure 7 : P40 - P41

Dans ce secteur, les niveaux à l'intérieur du confinement sont toujours inférieurs à ceux à l'extérieur (sauf mesures 10/10/90 et 8/9/92), avec une différence de cote de plus de 0,50 m actuellement.

Evolution des niveaux sur P43 Période décembre 1985 - octobre 1992

Niveau piézométrique (mètres N.G.F.)

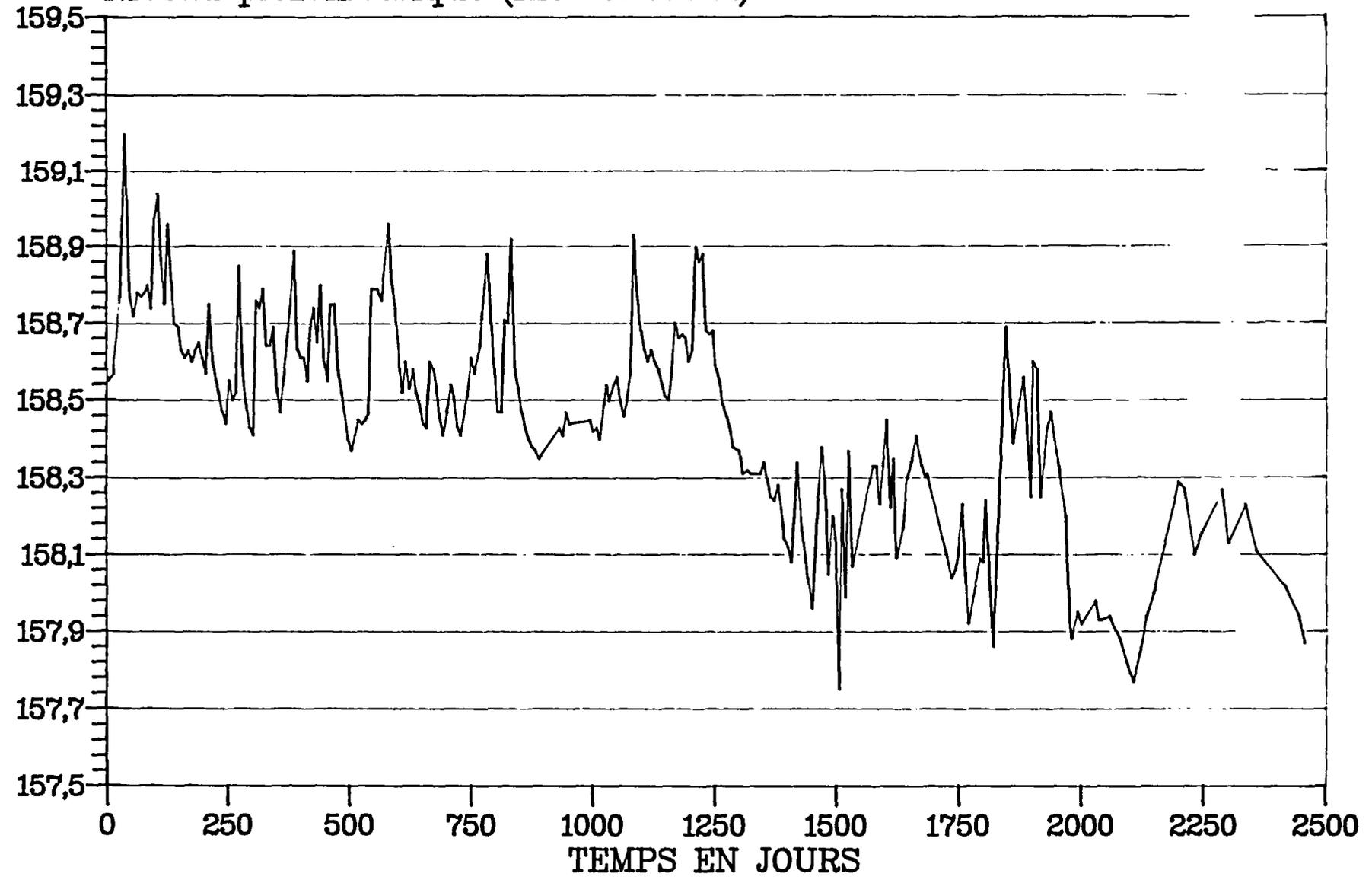


FIGURE 6

EVOLUTION DES NIVEAUX

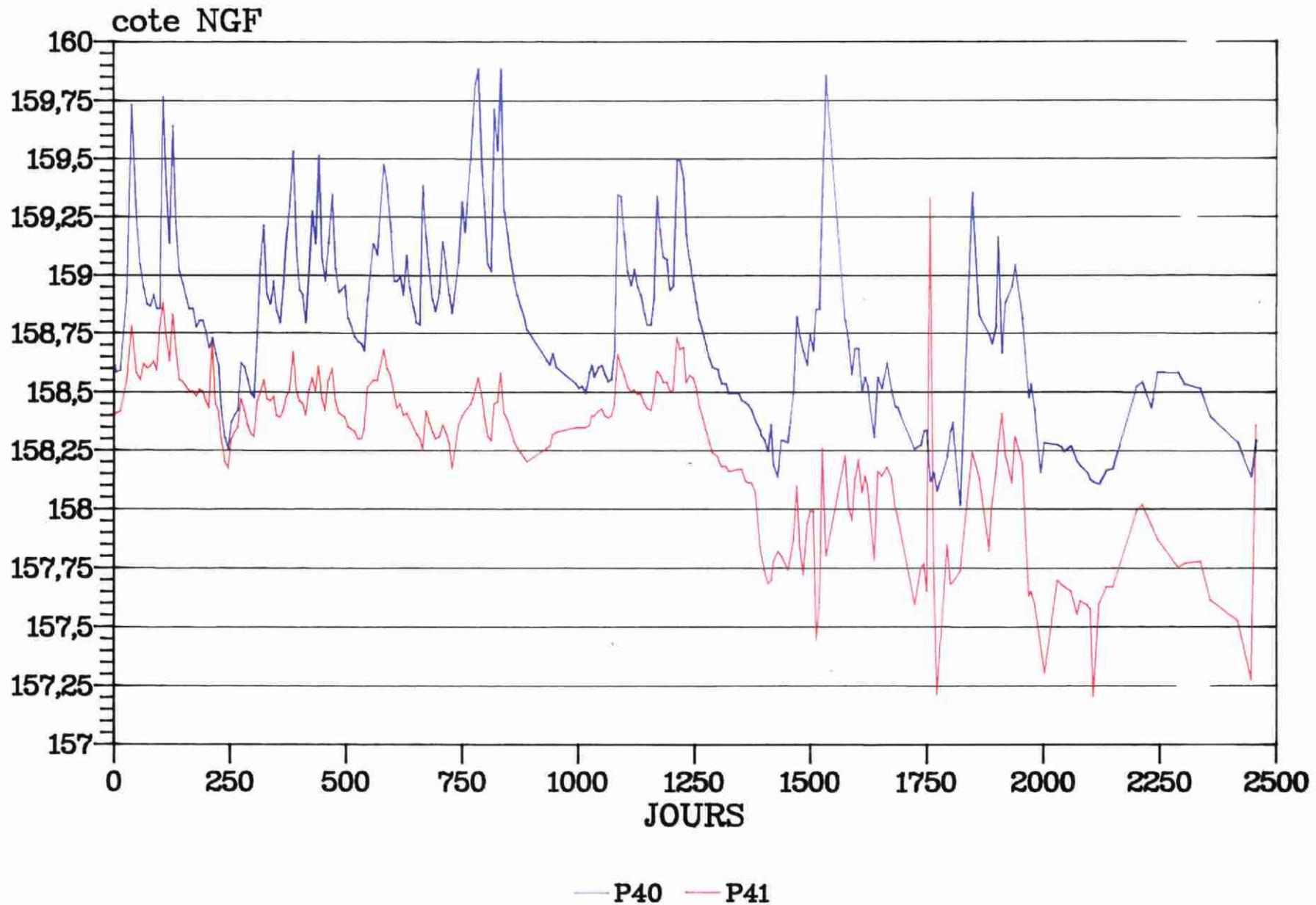


FIGURE 7

EVOLUTION DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES

Période décembre 1985 – octobre 1992

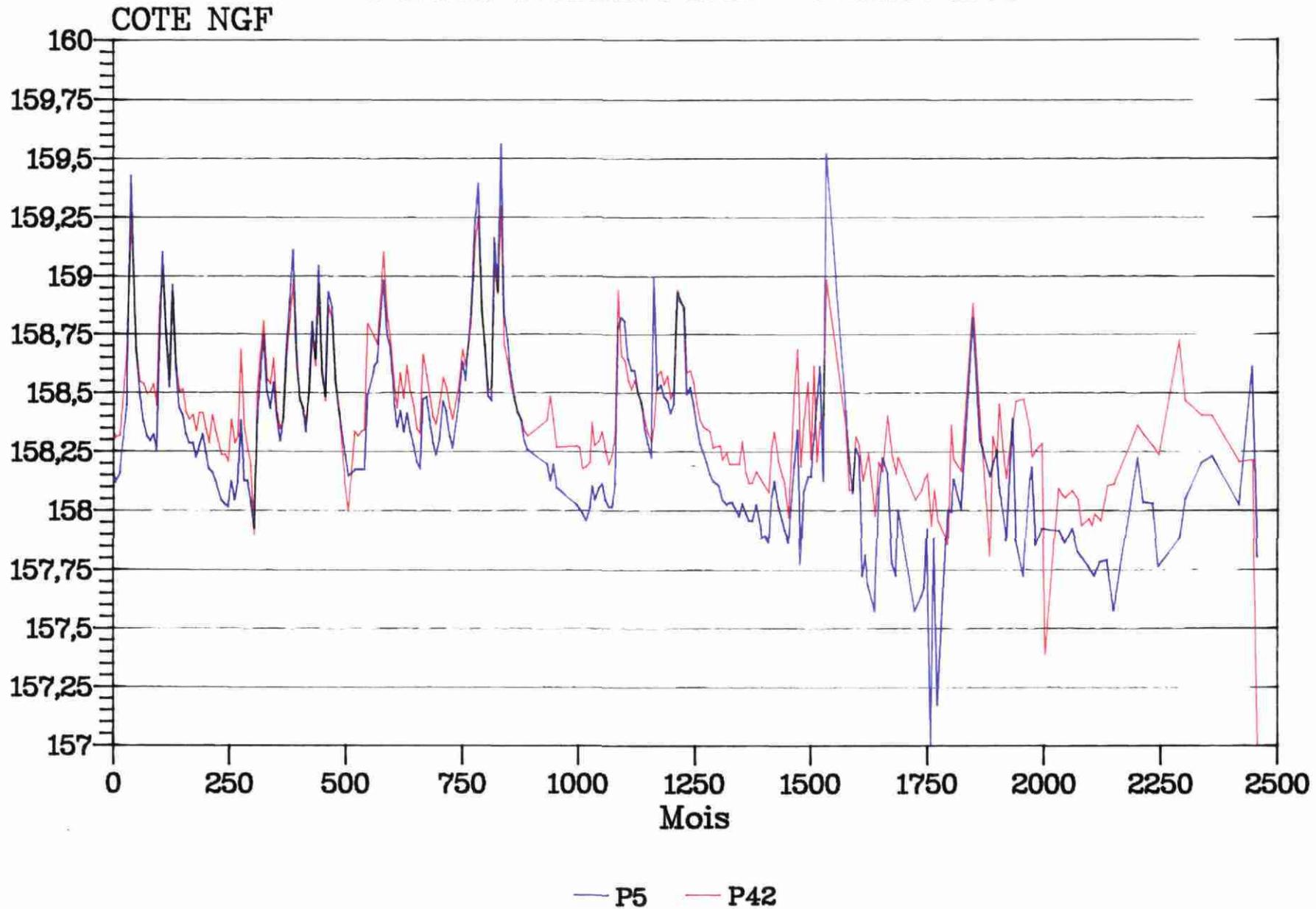


FIGURE 8

Figure 8 : P42 - P5

Les niveaux à l'intérieur du confinement sont presque toujours supérieurs aux niveaux observés à l'extérieur (maximum : 0,30 - 0,4 m).

5. HISTORIQUE DES CONTROLES ANALYTIQUES DES EAUX**5.1. QUALITÉ DES EAUX DE LA NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE**

Les eaux de la nappe sont moyennement minéralisées de dureté comprise entre 30 et 35°F, de faciès bicarbonaté chloruré-calcique.

Les teneurs en chlorures et sulfates sont très variables en fonction des rejets salins en rivière et de la proximité du site de la Maxe.

5.2. QUALITE DES EAUX DANS LA ZONE CONFINEE

Il n'y a pas de suivi de la qualité des eaux à la sortie des drains. Selon l'arrêté préfectoral de 1990, deux analyses des hydrocarbures dissous des eaux rejetées en Moselle sont effectuées annuellement. On ne note pas de dépassement par rapport aux normes imposées.

Une analyse effectuée en novembre 1990 sur un prélèvement d'eaux d'exhaure (drain) permet de préciser la qualité chimique des eaux dans la zone confinée. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-après.

Tableau 1 - Analyse du 15/11/1990 des eaux d'exhaure

Conductivité à 20°C (micro s/cm)	769	NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,32
Résidu sec à 180°C (mg/l)	500	PO ₄ ⁻⁻⁻ (mg/l)	0,40
Dureté totale (°F)	33,5	SiO ₂ (mg/l)	8,8
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	280,0	H ₂ S (micro g/l)	0
SO ₄ ⁻ (mg/l)	80,0	Al (micro g/l)	0
Cl ⁻ (mg/l)	90,0	Mn (micro g/l)	0
Ca ⁺⁺ (mg/l)	117,0	Ni (mg/l)	0
Mg ⁺⁺ (mg/l)	9,2	Cr (micro g/l)	0
Na ⁺ (mg/l)	49,0	Cd (micro g/l)	0
Fe ⁺⁺ (mg/l)	4,82	Pb (micro g/l)	0
pH	7,55	As (micro g/l)	0
CO ₂ (mg/l)	203,0	Hg (micro g/l)	0
O ₂ (mg/l)	8,6	Hydrocarbures (mg/l)	< 0,2
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,5	DBO ₅ (mg/mlO ₂)	3,0
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,0	DCO (mg/lO ₂)	20,0

La minéralisation est conforme à l'analyse moyenne des eaux de la nappe de la Moselle. On note l'absence de métaux lourds et la présence d'une faible teneur en hydrocarbures. Le milieu est réducteur (présence de fer ferreux, présence d'ammonium et très peu de nitrates).

5.3. POLLUTION DU SOUS-SOL DE LA ZONE CONFINÉE

Une reconnaissance par sondages à la pelle mécanique a été réalisée en 1990 sur la zone située à 300 m à l'Ouest du dépôt d'hydrocarbures pour le compte de EMC Services (lots 8 et 22).

Les résultats révèlent la présence d'hydrocarbures dans les sables et graviers jusqu'à une profondeur de 4 mètres environ.

L'analyse des hydrocarbures (indice CH2) présents dans les divers échantillons de terrain prélevés montré de fortes teneurs au droit des installations de l'ancienne raffinerie, et des valeurs plus faibles autour. Lors de la réalisation des piézomètres, le forage avait traversé des sols imprégnés d'hydrocarbures (P 43).

En conclusion, on peut dire que les anciennes activités de la raffinerie ont imprégné les sols d'hydrocarbures mais que la nappe phréatique, fortement renouvelée par le pompage, présente une eau globalement à faible teneur en hydrocarbures.

6. ESTIMATION DU BILAN HYDRIQUE DU SITE

Le bilan des entrées et sorties du système représenté par le confinement est régi par les termes suivants :

	ENTREES	SORTIES
Eléments	Pluie efficace	Pompages (drains + Hergott)
du	Fuites canal et	
bilan	infiltration darse	

6.1. PLUVIOMETRIE

Les données de la pluviométrie utilisées sont celles de la station météorologique de Metz-Frescaty sur la période décembre 1985-octobre 1992.

Le volume infiltré peut être estimé selon :

- pluie moyenne : 700 mm/an
- pluie efficace : 200 - 300 mm/an
- surface non imperméabilisée et non remblayée : 40 - 60 ha (les eaux pluviales sont collectées et reprises par la pomperie n° 30 pour être évacuées du site).

Pluviométrie (Metz-Frescaty)
Période décembre 1985 - octobre 1992

Pluviométrie (mm)

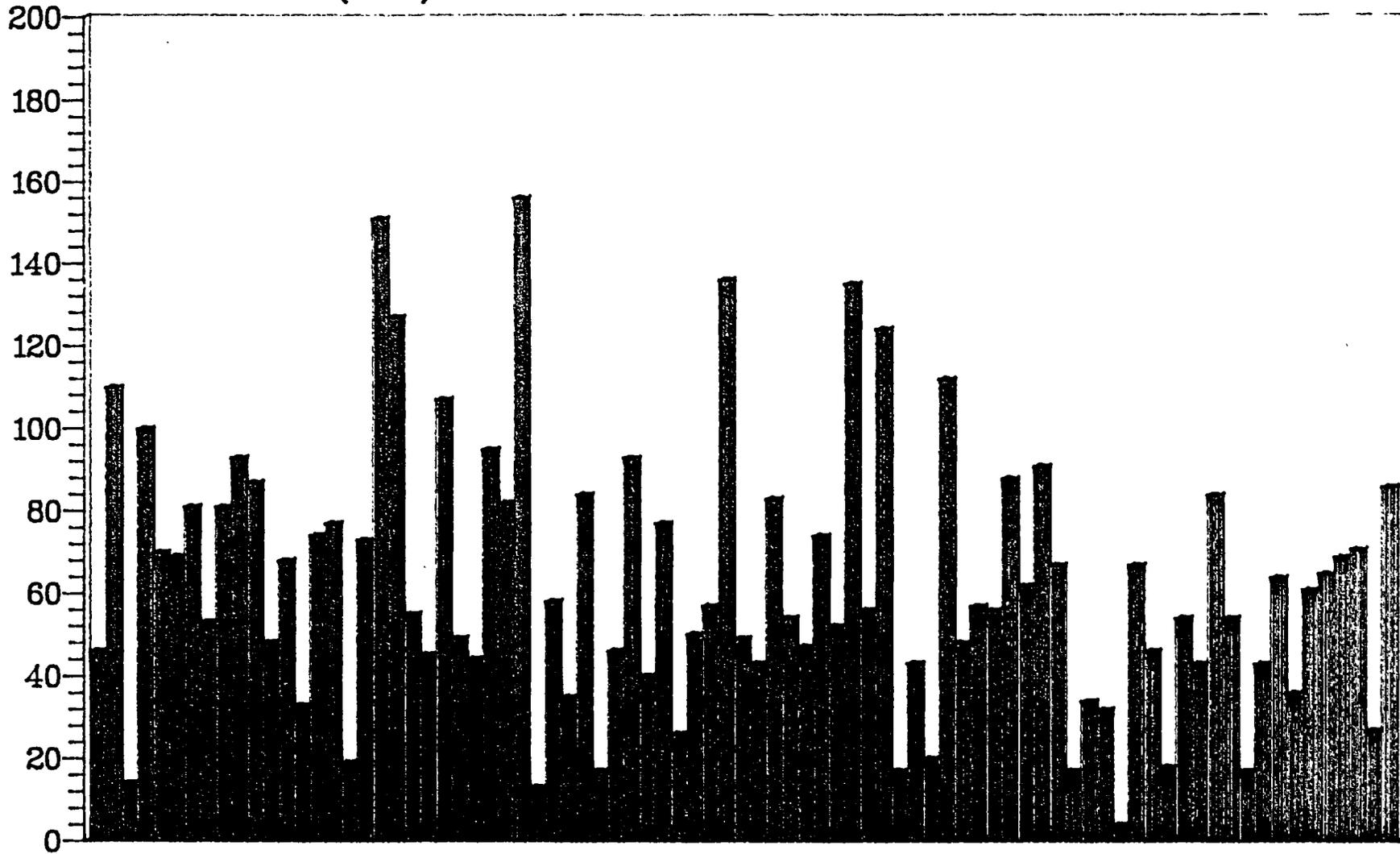


FIGURE 9

DJFMAMJ JASON DJFMAMJ JASON DJFMAMJ JASON DJFMAMJ JASON DJFMAMJ JASON DJFMAMJ JASON DJFMAMJ JASO
Mois

L'alimentation par les précipitations est estimée d'après des hypothèses entre 250 - 500 m³/jour soit 10 - 20 m³/h en moyenne annuelle avec des fluctuations saisonnières entre :
 0 à 10 m³/h en été saison sèche,
 60 à 80 m³/h en saison humide et froide.

6.2. FUTES DU CANAL ET INFILTRATION PAR LA DARSE

Le canal est en charge par rapport à la nappe et alimente le confinement par l'épaisseur d'alluvions comprise entre le bas des palplanches et le substratum.

Une étude de Géohydraulique (1968) montre une perte de charge importante entre le canal et les piézomètres situés à 25 m. La communication entre le canal et la nappe est faible et les débits de fuite du canal ont été évalués à 27 l/h par mètre de rive. D'autre part, le niveau d'eau de la darse est maintenu à une cote constante grâce à l'alimentation par le Malambas, le canal et le dispositif de trop-plein.

Les berges naturelles permettent l'échange plan d'eau - nappe et l'alimentation de l'aquifère.

Le débit total infiltré par le canal et la darse peut-être évalué grâce à la relation :

$Q = L.i.T.$ avec :

- L = longueur du front d'alimentation ($L \approx 1\ 000\ m$)
- i = gradient piézométrique moyen
- T = transmissivité en m²/s

Des pompages d'essai réalisés sur le site par Géohydraulique montrent deux secteurs distincts : au Nord de l'ancien lit du Malambas la transmissivité est comprise entre 3,5 et 7.10⁻³ m²/s ; au Sud, les valeurs sont plus fortes entre 1,2 et 2,5.10⁻² m²/s. On prendra une moyenne de 5.10⁻³ m²/s et 1,8.10⁻² m²/s pour chacun des secteurs.

Le gradient de la nappe est estimé d'après les observations disponibles (P19, puits) entre 2 et 4.10⁻³ suivant les saisons. On a donc :

$$Q = L.i.t = (L1.T1 + L2.T2)i$$

avec $L1 = 700$ m et $L2 = 400$ m

soit un débit compris entre 100 et 200 m³/h.

Le calcul est qualitatif et donne seulement un ordre de grandeur des fuites du canal et des infiltrations de la darse.

6.3. POMPAGES DRAINS

Le débit prélevé sur les puits est estimé à 250 - 300 m³/h en hiver et dans une fourchette de 80 à 170 m³/h en été.

	Pompage m ³ /h	Entrée m ³ /h
Hiver	250 - 300	60-80 + 200 = 260 à 280 m ³ /h
Eté	80 - 170	10 + 100 = 100 à 110 m ³ /h

Ces résultats sont cohérents.

6.4. RÉSULTAT DU BILAN

Le système canal + darse joue un rôle important dans l'alimentation du secteur de nappe par rapport aux apports par les précipitations. Les échanges plan d'eau et canal avec la nappe sont estimés avec une large marge d'erreur en l'absence de données précises, en particulier sur la piézométrie à l'Ouest du site.

7. EFFICACITE DU DISPOSITIF

L'abaissement du niveau d'eau par pompage à l'intérieur du confinement est satisfaisant, en particulier au Sud-Est du site, au droit des bacs d'hydrocarbures ; le pompage réalisé par la Société Hergott favorisant cet abaissement au niveau du drain Sud. Au coin Nord-Est, le niveau intérieur est légèrement au-dessus du niveau statique extérieur. Mais ce

secteur n'est pas occupé par des stockages d'hydrocarbures.

Le pompage d'essai réalisé sur le piézomètre P 42 (en 1986) a permis d'autre part de vérifier la limite étanche constituée par la paroi moulée.

8. CONCLUSIONS

Le dépôt d'hydrocarbures d'Hauconcourt est localisé sur un secteur dont le sous-sol est caractérisé par une pollution au droit des anciennes installations de la raffinerie. L'examen du contexte hydrogéologique et des données disponibles montre que le dispositif de confinement et de pompage de la nappe permet d'isoler de façon satisfaisante le site de stockage dans les conditions d'exploitation actuelles.

A l'intérieur de celui-ci, la présence de laitier en remblai au droit des bacs de stockage permet d'autre part de réduire la vulnérabilité de cette portion de nappe.

Néanmoins, il est recommandé :

- d'une part, de ne pas réaliser de stockage d'hydrocarbures (ou autres liquides polluant) dans le coin Nord-Est, à moins d'y créer un pompage pour obtenir une piézométrie inférieure à celle extérieure ;
- d'autre part, de compléter le réseau piézométrique vers le canal et la darse pour préciser leurs apports à la nappe (qui surchargent les pompes) et la position piézométrique interne/externe dans le reste du confinement (c'est-à-dire hors secteur stockage S.P.L.R.L.).

BIBLIOGRAPHIE

Géohydraulique (1967)

Etude préliminaire de la nappe alluviale de la Moselle dans la région d'Hauconcourt et Maizières-les-Metz (Rapport n° 1)

Géohydraulique (1968)

Etude hydrologique du site. Etude piézométrique de la nappe phréatique (Rapport n° 2).

Géohydraulique (1968)

Etude des principaux problèmes d'hydraulique souterraine (Rapport n° 3).

Solétanche (1970)

Raffinerie d'Hauconcourt - Ecran imperméable moulé dans le sol - Compte-rendu des travaux.

BRGM (1986)

Nettoyage et pompage sur le piézomètre n° 42 - Compte-rendu de l'intervention.

BRGM (1987)

Etude hydrogéologique du site de la Z.I. du "Malambas".

BRGM (1990)

EMC Services - Division PEC TREDI - Centre TREDILOR - HAUCONCOURT (57) - Centre de traitement de sous-produits industriels - Etude d'impact.