



DIRECTION DEPARTEMENTALE
DE L'EQUIPEMENT

**Etude de la vulnérabilité
des eaux souterraines
au droit de l'échangeur de la Vigie
(Geispolsheim, Bas-Rhin)**

Définition d'un réseau de contrôle

B. Delporte

**Janvier 1993
R 36751 ALS 4S 93**

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

Etude de la vulnérabilité des eaux souterraines
au droit de l'échangeur de la Vigie
(Geispolsheim, Bas-Rhin)

Définition d'un réseau de contrôle

R 36751 ALS 4S 93

Janvier 1993

R E S U M E

La protection du plan d'eau du lac Achard a conduit la Direction Départementale de l'Equipement à réaliser deux systèmes de collecte, de stockage et d'épandage des eaux de pluies en provenance des tronçons de la N 83 et de l'A 35 à proximité du rond-point de la Vigie.

A cet effet, une étude de la vulnérabilité du site a été demandée au BRGM Alsace, conjointement à la détermination et au dimensionnement du réseau de contrôle et de dépollution du site en cas d'accident.

Le présent rapport fait état de cette étude, établit le bilan hydraulique du secteur et donne les recommandations concernant la protection du site.

Rapport rédigé par B. DELPORTE, Ingénieur Hydrogéologue.

Ce rapport comprend 12 pages, 7 figures et 1 annexe.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1. VULNERABILITE DES EAUX SOUTERRAINES DU SECTEUR	1
1.1. Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques	1
1.2. Vulnérabilité statique	4
1.3. Vulnérabilité dynamique	4
1.4. Vitesse d'écoulement de la nappe	5
2. ENVIRONNEMENT DE L'ECHANGEUR	5
3. RAPPEL DU PROJET	5
4. MISE EN PLACE D'UNE BARRIERE HYDRAULIQUE.....	7
5. MISE EN PLACE D'UN RESEAU DE SURVEILLANCE	10
CONCLUSION	12

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Plan de situation	2
Figure 2 - Piézométrie de la nappe	3
Figure 3 - Périmètres de protections du secteur.....	6
Figure 4 - Principe d'un pompage de dépollution	7
Figure 5 - Simulation d'un puits de dépollution à 50 m³/h	8
Figure 6 - Simulation d'un puits de dépollution à 25 m³/h	9
Figure 7 - Emplacement du réseau de surveillance	11

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Coupes lithologiques et techniques des forages 272-2x-0502 et 272-2x-0508

INTRODUCTION

A la demande de la Direction Départementale de l'Equipement du Bas-Rhin, subdivision Autoroute de Strasbourg, le BRGM Alsace (SGAL) a été sollicité pour évaluer la vulnérabilité de la nappe et la définition d'un réseau de contrôle et de dépollution au droit de l'échangeur de la Vigie.

Cette démarche a été réalisée à la suite des travaux permettant la collecte des eaux pluviales de la bretelle de l'échangeur A 35 - RN 283 dit "échangeur de la Vigie", sur le ban communal de GEISPOLSHEIM et d'OSTWALD. Ces eaux usées se déversaient au préalable dans le plan d'eau du Lac Achard, communiquant directement avec la nappe des alluvions de la plaine d'Alsace.

1. VULNERABILITE DES EAUX SOUTERRAINES DU SECTEUR

1.1. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

Au droit de l'échangeur de la Vigie et du Lac Achard, il n'existe pas de forages donnant une coupe détaillée des formations géologiques. En étendant la zone d'investigation, d'autres ouvrages nous donnent un aperçu du sous-sol de la région (annexe 1). Celle-ci est constituée principalement d'un dépôt d'une centaine de mètres d'alluvions rhénanes composées de galets, graviers et sables dans lesquelles s'intercalent de petits horizons argileux. Cet ensemble homogène est représenté à l'Ouest du secteur par le forage 0272-2X-0508 (annexe 1). Là, les alluvions sont bien homogènes et constituées presque uniquement de sables, graviers et galets déposés au Quaternaire par le Rhin. Au niveau de l'Ill (forage 0272-2X-0502, annexe 1), la lithologie est beaucoup plus complexe. De nombreux niveaux argileux, très près du sol parfois (0 à 2 m), ou plus profonds (17 à 23 mètres) viennent s'intercaler dans ces alluvions grossières. Ces argiles correspondant à des dépôts fluviatiles sont probablement d'anciens lits de l'Ill.

Toutes ces alluvions reposent sur un substratum marneux d'âge Oligocène.

Les alluvions rhénanes sont le siège d'une puissante nappe phréatique très fortement sollicitée pour l'alimentation en eau des collectivités et des industries. Dans le secteur, cette nappe n'est pas homogène mais est composée de plusieurs nappes perchées les unes sur les autres et ayant des échanges, non quantifiés, entre elles. Les niveaux argileux, notamment ceux entre 20 et 22 mètres que l'on retrouve dans le sous-sol de toute l'agglomération strasbourgeoise, délimitent ces nappes. Ces caractéristiques influent très fortement les migrations des polluants arrêtés ou ralentis par les niveaux argileux qui peuvent également les absorber en partie.

Dans la zone de l'étude, la transmissivité de la nappe est de l'ordre de $3 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$, ce qui conduit à une perméabilité de l'ordre de $3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ pour une épaisseur d'environ 100 mètres.

Figure 1

PLAN DE SITUATION

Echelle : 1/25000

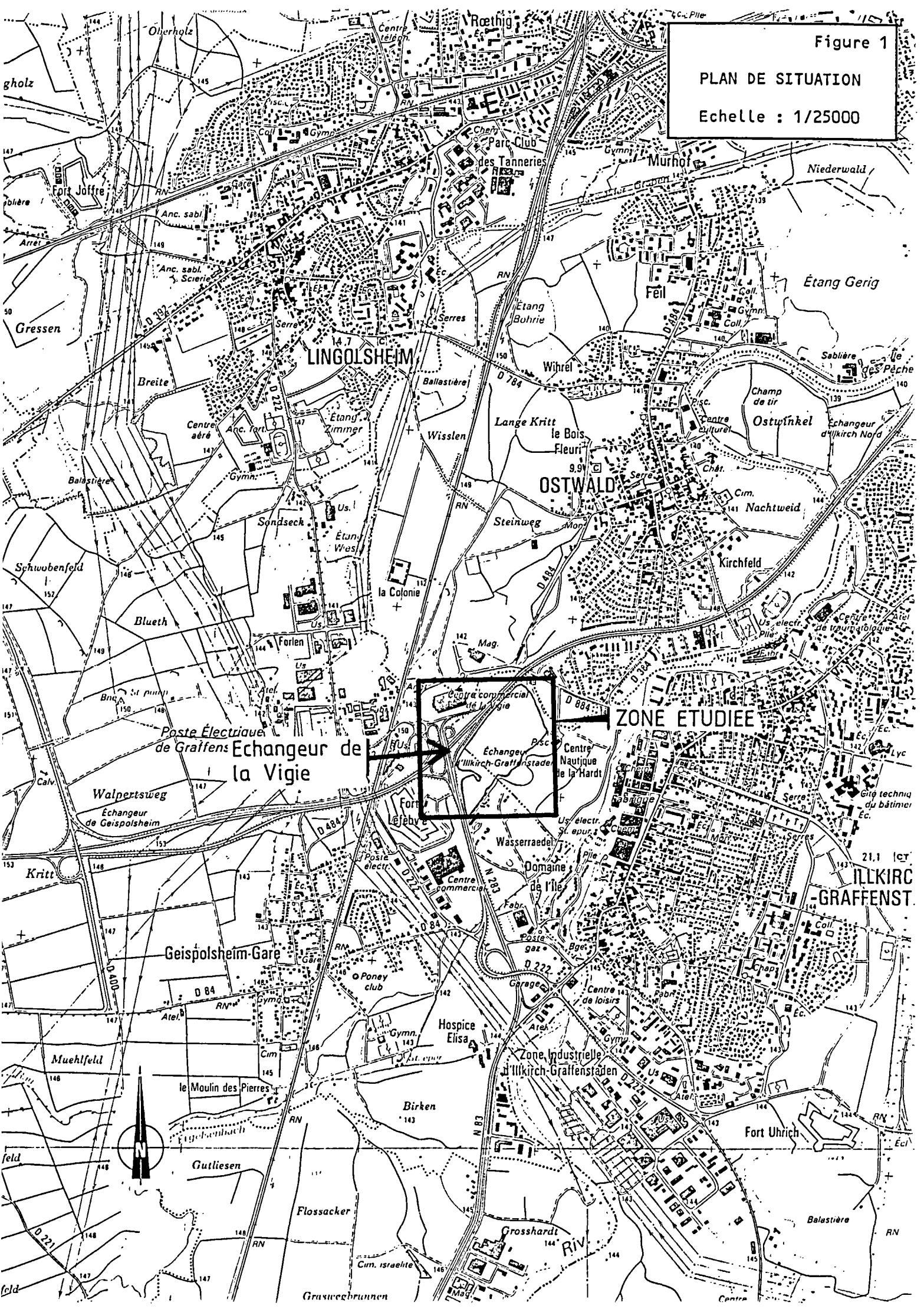
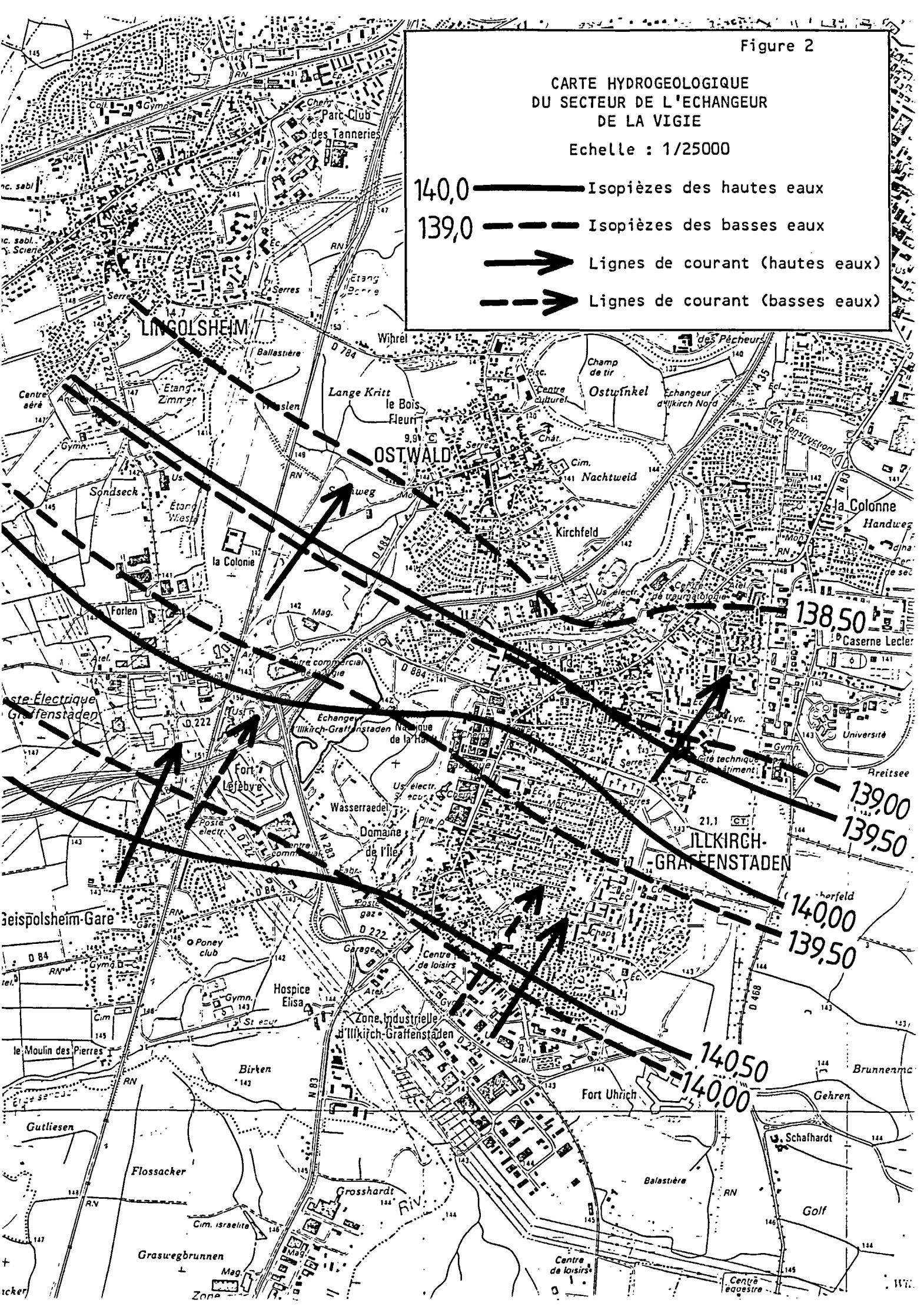


Figure 2

CARTE HYDROGEOLOGIQUE
DU SECTEUR DE L'ECHANGEUR
DE LA VIGIE

Echelle : 1/25000

- 140,0 — Isopièzes des hautes eaux
- 139,0 — Isopièzes des basses eaux
- Lignes de courant (hautes eaux)
- Lignes de courant (basses eaux)



La nappe s'écoule à l'état naturel en direction du Nord-Est avec un gradient moyen de 0,8 à 1 °/oo (figure 2). Le battement interannuel de la nappe atteint en moyenne 50 à 70 centimètres pour des cotes de la nappe au droit du projet de 139,5 à 140,5 mètres. Suivant les endroits, l'eau se rencontre approximativement à un mètre ou deux du sol. Ces valeurs sont sujettes à de fortes amplitudes compte tenu du remaniement important des sols de surface dans le secteur considéré. Suivant la hauteur de la nappe, l'écoulement de celle-ci peut varier d'une vingtaine de degrés autour d'un axe Nord-Est au niveau du lac Achard.

1.2. VULNERABILITE STATIQUE

La vulnérabilité statique est fonction de l'épaisseur et de la perméabilité des formations situées au-dessus de la nappe phréatique.

Lorsqu'un recouvrement argileux existe, celui-ci constitue une bonne barrière hydraulique puisque leur perméabilité varie entre 10^{-7} et 10^{-9} m/s.

Par contre, ces formations argileuses ne sont pas partout présentes ; elles sont lenticulaires et les eaux de surface sont directement ou indirectement transférées dans l'aquifère par l'intermédiaire des alluvions graveleuses. La vulnérabilité des eaux souterraines est donc relativement importante et une pollution peut atteindre rapidement la nappe phréatique et les eaux du lac Achard.

1.3. VULNERABILITE DYNAMIQUE

Il s'agit d'apprécier la vitesse de transfert des polluants dans la nappe, en tenant compte des caractéristiques hydrogéologiques locales liées à la circulation naturelle, mais aussi des zones d'emprunt des futurs puits de dépollution.

Les essais en laboratoire et "in-situ" ont permis de situer la perméabilité horizontale (K_h) des alluvions sablo-graveleuses dans une large gamme de $0,3 \text{ à } 50 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Les perméabilités verticales (K_v) mesurées sur échantillons en laboratoire ont les valeurs suivantes :

- sables grossiers :	$0,1 < K_v < 2,5 \cdot 10^{-3}$ m/s	$\bar{K}_v \approx 0,15 \cdot 10^{-3}$ m/s
- sables et graviers :	$0,05 < K_v < 0,2 \cdot 10^{-3}$ m/s	$\bar{K}_v \approx 0,1 \cdot 10^{-3}$ m/s
- graviers peu sableux :	$0,1 < K_v < 0,7 \cdot 10^{-3}$ m/s	$\bar{K}_v \approx 0,3 \cdot 10^{-3}$ m/s
- graviers propres :	$0,1 < K_v < 50 \cdot 10^{-3}$ m/s	

Ces valeurs mettent en évidence :

- la grande hétérogénéité des perméabilités à l'échelle métrique,
- une anisotropie (rapport $a = K_h/K_v$) faible ($1 < a < 5$) pour les couches métriques des terrains à granulométrie assez homogène, tels les sables ou les graviers propres,
- une anisotropie plus forte pour les couches des terrains à granulométrie hétérogène, tels que les sables et graviers ($10 < a < 20$).

La transmissivité de l'aquifère est éventuellement liée à celle des couches sablo-graveleuses de perméabilité élevée.

1.4. VITESSE D'ECOULEMENT DE LA NAPPE

En retenant pour l'évaluation des vitesses d'écoulement une perméabilité de $3 \cdot 10^{-3}$ m/s, un gradient de 1 et une porosité cinématique de l'ordre de 10 %, on aboutit à une vitesse d'écoulement de la nappe de :

$$V_e = \frac{K_i}{w_c} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} \text{ soit environ } 2,5 \text{ m/j.}$$

Cependant, la vitesse d'écoulement dans les niveaux les plus perméables peut être beaucoup plus élevée et atteindre plusieurs dizaines de mètres par jour. Dans la pratique, les vitesses réelles ne peuvent être déterminées qu'à l'aide d'expériences de traçage. En raison de cette hétérogénéité, la vulnérabilité de la nappe est qualifiée de forte.

2. ENVIRONNEMENT DE L'ECHANGEUR

Les deux principales zones protégées se situent en amont du rond-point de la Vigie et constituent les périmètres de protection des captages des forages de Geispolsheim, Lingolsheim et Holtzheim (figure 3). Ils ne peuvent en aucun cas être contaminés par une éventuelle pollution provenant de l'échangeur de la Vigie. En aval, les forages d'alimentation en eau du Polygone (Strasbourg) ne peuvent être atteint. Le lac Achard, en communication directe avec la nappe phréatique est directement concerné puisque les bassins d'infiltration des eaux usées sont situés, au plus, à une centaine de mètres en amont de celui-ci.

3. RAPPEL DU PROJET

Le lac Achard est actuellement l'une des aires de baignade les plus fréquentées de la région. Ancienne gravière, il a été aménagé pour la baignade. La Communauté Urbaine de Strasbourg envisage actuellement de le transformer en véritable base nautique. Jusqu'à maintenant, les eaux pluviales collectées sur les tronçons de la N 83 et de l'Autoroute A 35 au niveau de l'échangeur étaient directement déversées dans les eaux du lac. La Direction Départementale de l'Equipement a alors entrepris durant le deuxième semestre 1992 des travaux permettant la collecte des eaux pluviales, leur déversement dans deux bassins de stockage et leur infiltration dans la nappe par l'intermédiaire de deux bassins d'épandage. Le dispositif d'assainissement est composé comme suit :

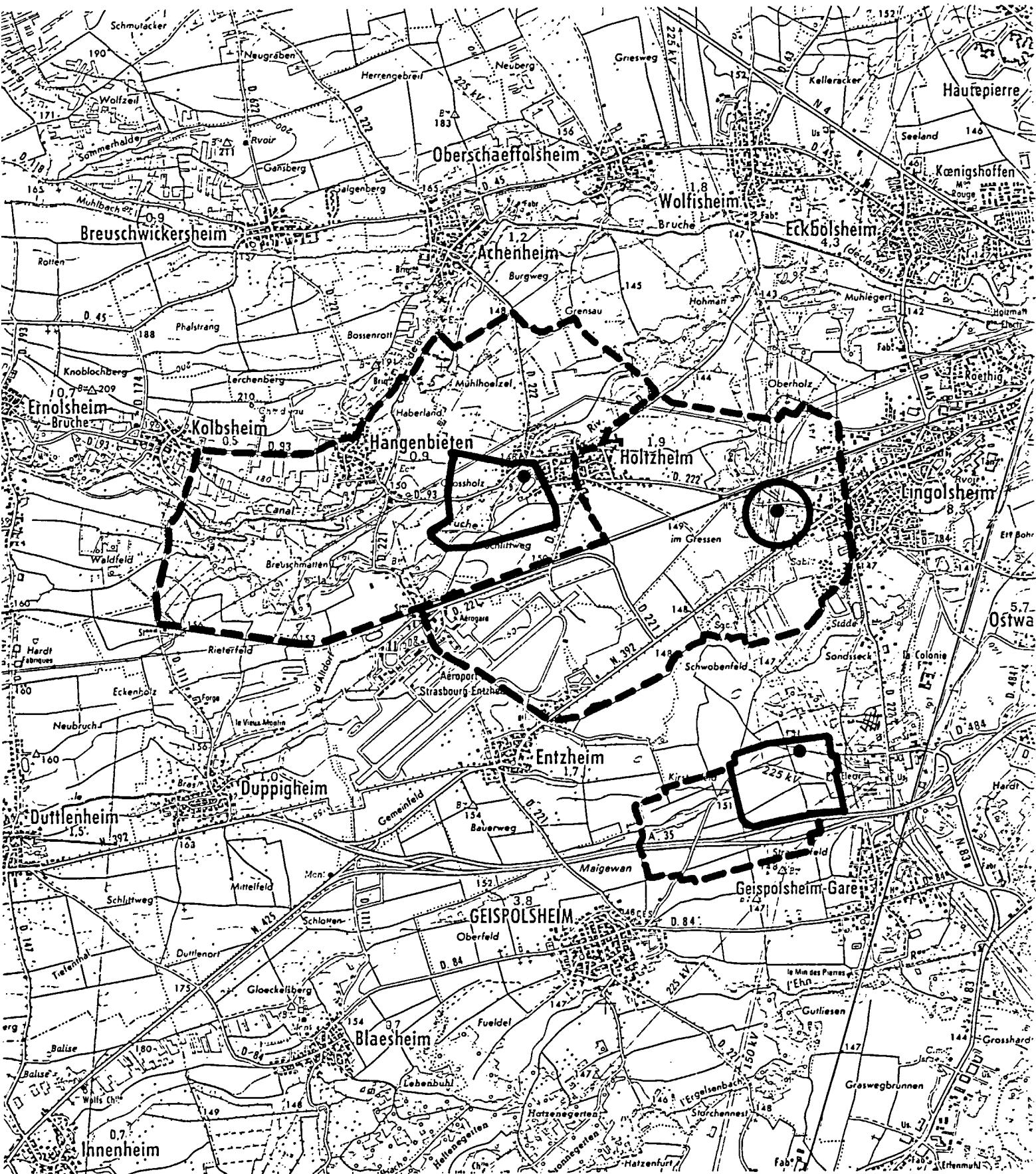
les eaux collectées sont stockées dans un bassin de retenue parfaitement étanche d'où s'écoulent les eaux vers un filtre à huiles et hydrocarbures. Elles sont ensuite rejetées dans un bassin d'épandage composé de bas en haut de 40 centimètres de sables limoneux, d'un géotextile et d'une couche d'1 à 5 cm de sable. Le niveau de la nappe phréatique se trouve à environ 50 centimètres sous les bassins d'infiltration.

Figure 3

PERIMETRES DE PROTECTION ELOIGNES ET RAPPROCHES
DANS LE SECTEUR DE L'ECHANGEUR DE LA VIGIE
(ILLKIRCH-GRAFFENSTADEN (67))

Echelle : 1/50000

— Périmètre de protection éloignée
— Périmètre de protection rapprochée



4. MISE EN PLACE D'UNE BARRIERE HYDRAULIQUE

Le rôle de la barrière hydraulique est de stopper et de récupérer les eaux souterraines contaminées pour éviter leur migration vers laval. Un dispositif de barrière hydraulique est constitué classiquement d'un ou de plusieurs puits situés à laval direct du dépôt ou de la zone à décontaminer. Dans le cas présent, deux bassins d'infiltrations sont en place, suffisamment distants pour que deux systèmes de protection hydraulique distincts soient réalisés.

Le problème consiste à récupérer la totalité des eaux contaminées de la nappe tout en limitant le débit pompé. La figure 4 donne le principe du pompage et les volumes d'eau pris en compte : un écrémage de la surface de la nappe est ainsi réalisé.

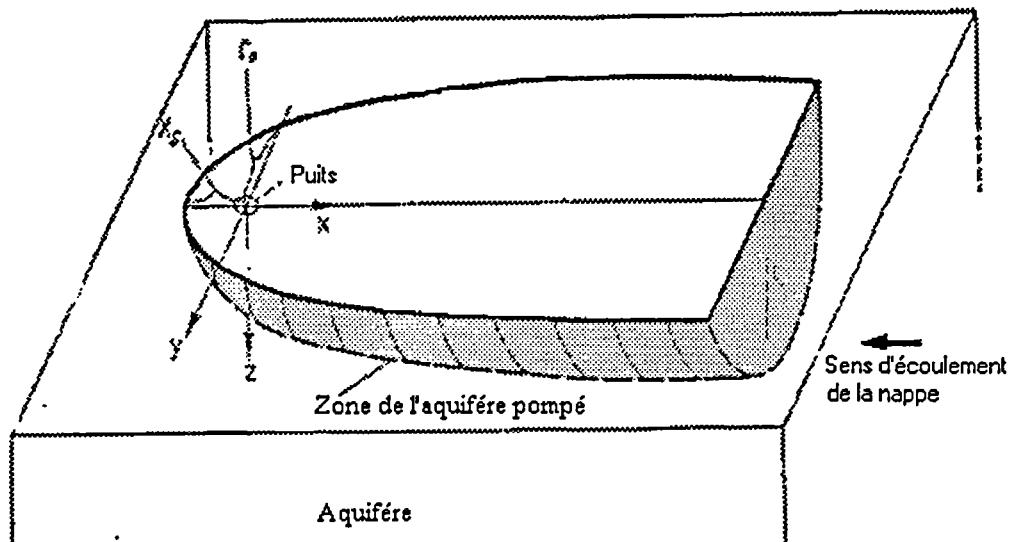


Figure 4 : Principe d'un pompage de dépollution

Une modélisation (logiciel ARCHE) a été réalisée en vue de l'implantation du puits de dépollution devant opérer sur le bassin d'infiltration Nord, situé dans l'étroite parcelle triangulaire entre la RN 83 et l'autoroute A 35. La figure 5 représente l'une des simulations faites sur le secteur : le puits de décontamination est placé dans le coin Est du bassin d'épandage. Le débit pompé de $50 \text{ m}^3/\text{h}$ permet de drainer toutes les eaux contaminées provenant de ce même bassin. La zone d'emprunt couvre très largement la surface du bassin d'épandage et permet de vérifier qu'à cette position et à ce débit, l'élimination de la pollution est réalisée.

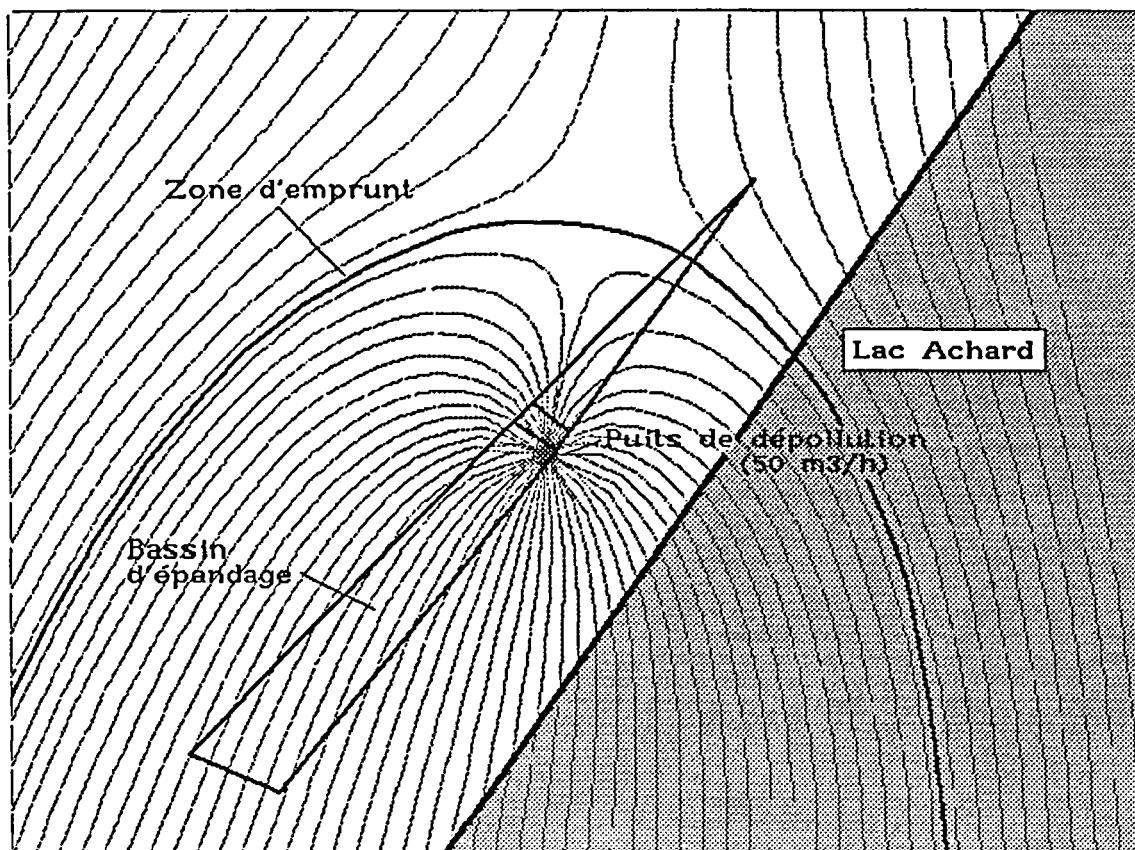


Figure 5 : Simulation d'un puits de dépollution à 50 m³/h

Une seconde simulation (figure 6) a été effectuée en plaçant le puits de dépollution légèrement en aval, à l'extrême Sud-Ouest du bassin de stockage de manière à faciliter l'accès de la foreuse. Un débit de pompage de 25 m³/h a été simulé afin de rétrécir la zone d'emprunt. Les résultats montrent que ce débit est légèrement sous-estimé puisqu'il ne permet pas le drainage de toute la zone du bassin d'épandage. Un débit approximatif de 30 m³/h semble donc convenir à une dépollution exhaustive.

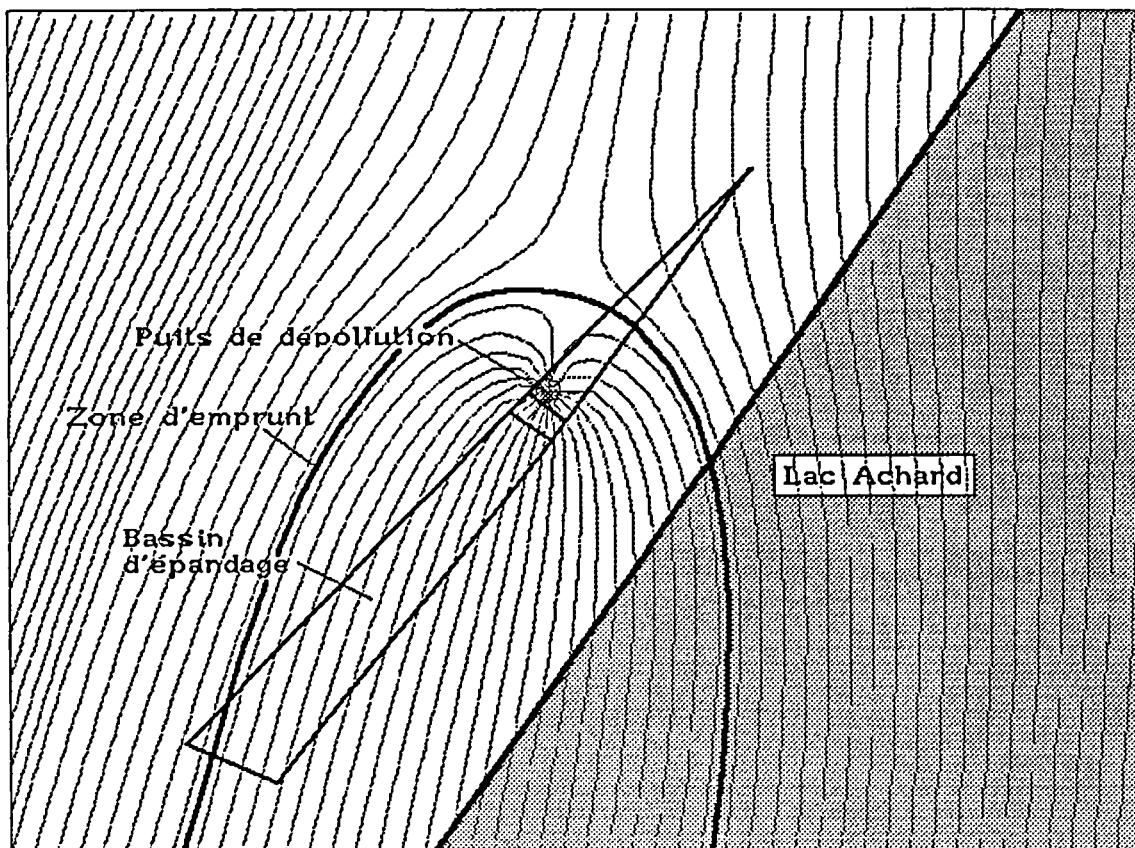


Figure 6 : Simulation d'un puits de dépollution à 25 m³/h

Chacune des simulations montre l'alimentation du lac Achard. Les proportions des eaux en provenance de celui-ci ne peuvent être déterminées exactement que par des essais en vraie grandeur tenant compte des conditions locales géologiques et hydrogéologiques.

Ces simulations ont été réalisées en tenant compte d'une pénétration partielle des forages de décontamination (10 mètres), permettant ainsi un écrémage des eaux superficielles de la nappe.

Les forages de dépollution devront donc avoir les caractéristiques suivantes :

- bassins Sud longeant la RN 83 : le forage de dépollution se situera à l'angle Nord-Est. Les profondeur et diamètre seront respectivement de 10 mètres et d'au moins 200 mm.
- bassins Nord longeant l'autoroute A 35 : des problèmes importants d'espace ont conduit à une étude détaillée de l'emplacement par l'intermédiaire de simulations hydrauliques (cf. ci-dessus). L'emplacement le plus judicieux a été déterminé par les résultats des simulations et de l'accessibilité du point lors du forage. Celui-ci devra se situer, suivant la convenance, dans l'angle Sud-Ouest du bassin de stockage ou dans l'angle Nord-Ouest du bassin d'épandage.

5. MISE EN PLACE DU RESEAU DE SURVEILLANCE

Les plans d'eau libres contrarient l'écoulement naturel des nappes : ils drainent celle-ci à l'amont et l'alimentent à l'aval. Les sens d'écoulement caractérisant habituellement la nappe sont donc modifiés. Le lac Achard, de par son étendue, confirme ces faits. Il est donc impératif de concevoir un réseau de surveillance permettant à la fois de connaître les flux et leurs directions (piézométrie) ainsi que la nature des eaux (chimie) en aval et en amont des installations.

Cinq piézomètres devront donc être réalisés de la manière suivante :

- bassins Sud longeant la RN 83 : 2 piézomètres de diamètre 100 mm minimum, situés l'un à l'amont du bassin d'épandage (Sud-Ouest), l'autre en aval, à l'Est de la N 83, en contrebas du talus de cette Nationale (chemin longeant le lac Achard).
- bassins Nord longeant l'autoroute A 35 : 3 piézomètres de diamètre 100 mm minimum captant l'aquifère sur 10 mètres minimum ; l'un sera placé en amont des installations et les deux autres en aval, le long du talus séparant la N 83 et le chemin bordant le lac Achard. La foration de deux piézomètres en aval est rendue nécessaire compte tenu des faibles distances entre la source de pollution et le lac Achard d'une part et de l'incertitude des écoulements aux abords de celui-ci.

Pour déterminer la puissance de l'aquifère au droit du site et par voie de conséquence les débits de pompage nécessaires lors d'une éventuelle dépollution, il est impératif de connaître la puissance de l'aquifère. Pour cela, l'un des piézomètres sera creusé jusqu'à 25 mètres pour déterminer la présence ou l'absence d'un horizon argileux.

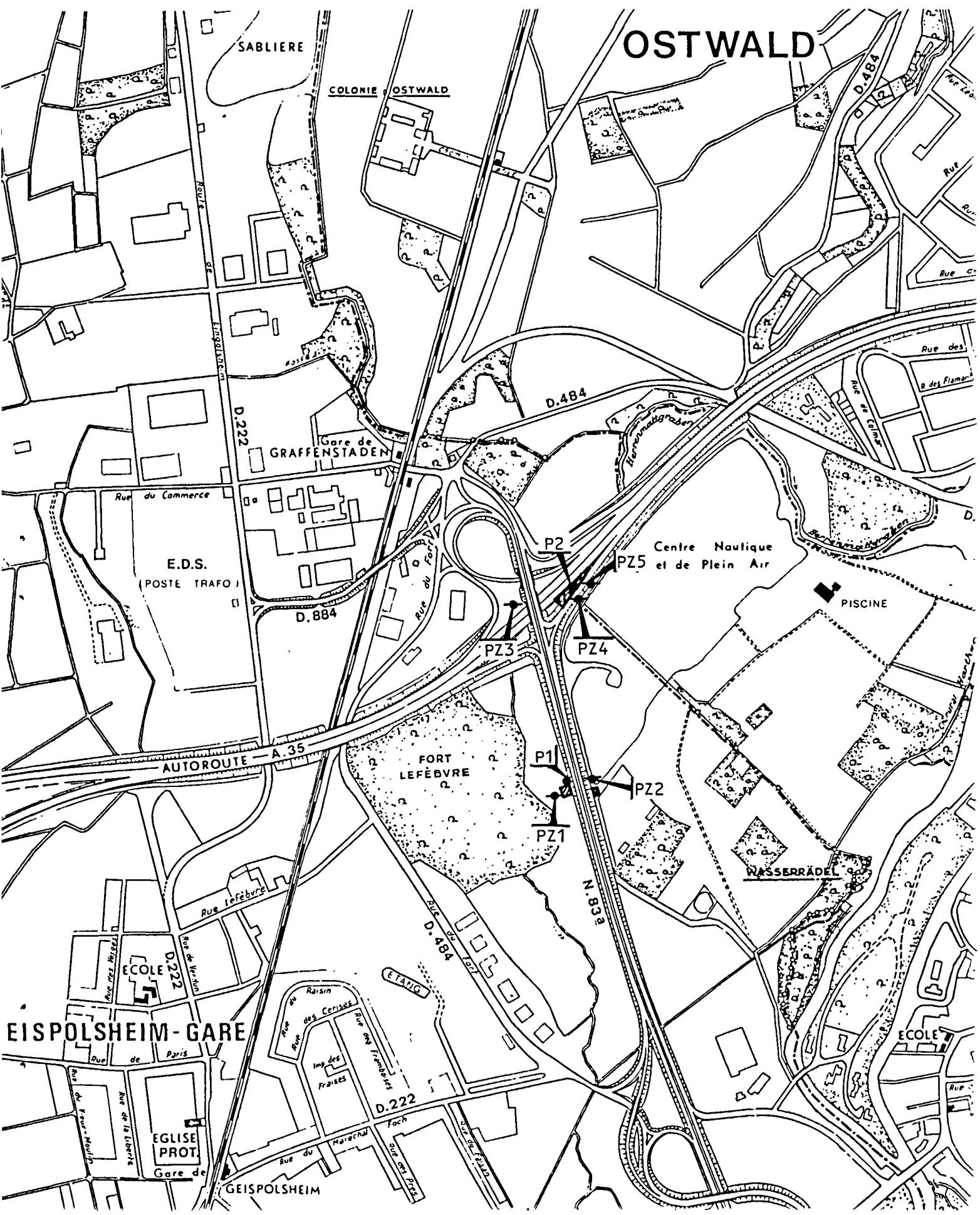
Les piézomètres en place serviront, après travaux, aux contrôles de qualité des eaux en amont et en aval des bassins de stockage et d'épandage (cf. figure 7).

Figure 7

EMPLACEMENTS DES PUITS DE DEPOLLUTION (P)
ET DES PIEZOMETRES DE CONTROLE (PZ) PROPOSES

Echelle : 1/10000

Bassin de décantation et de stockage



CONCLUSION

Les études géologique et hydrogéologique de la vulnérabilité du site ont mis en évidence les contraintes d'environnement permettant de guider le choix de l'implantation d'une barrière hydraulique et d'un réseau de contrôle.

Des mesures piézométriques et chimiques doivent être entreprises dès la fin des travaux de foration pour permettre de connaître plus précisément l'hydrodynamique de la nappe. Les analyses physico-chimiques permettront quant à elles de spécifier un état zéro de l'environnement du lac Achard.



ANNEXE 1

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

**Etude de la vulnérabilité des eaux souterraines
au droit de l'échangeur de la Vigie
(Geispolsheim, Bas-Rhin)**

Définition d'un réseau de contrôle

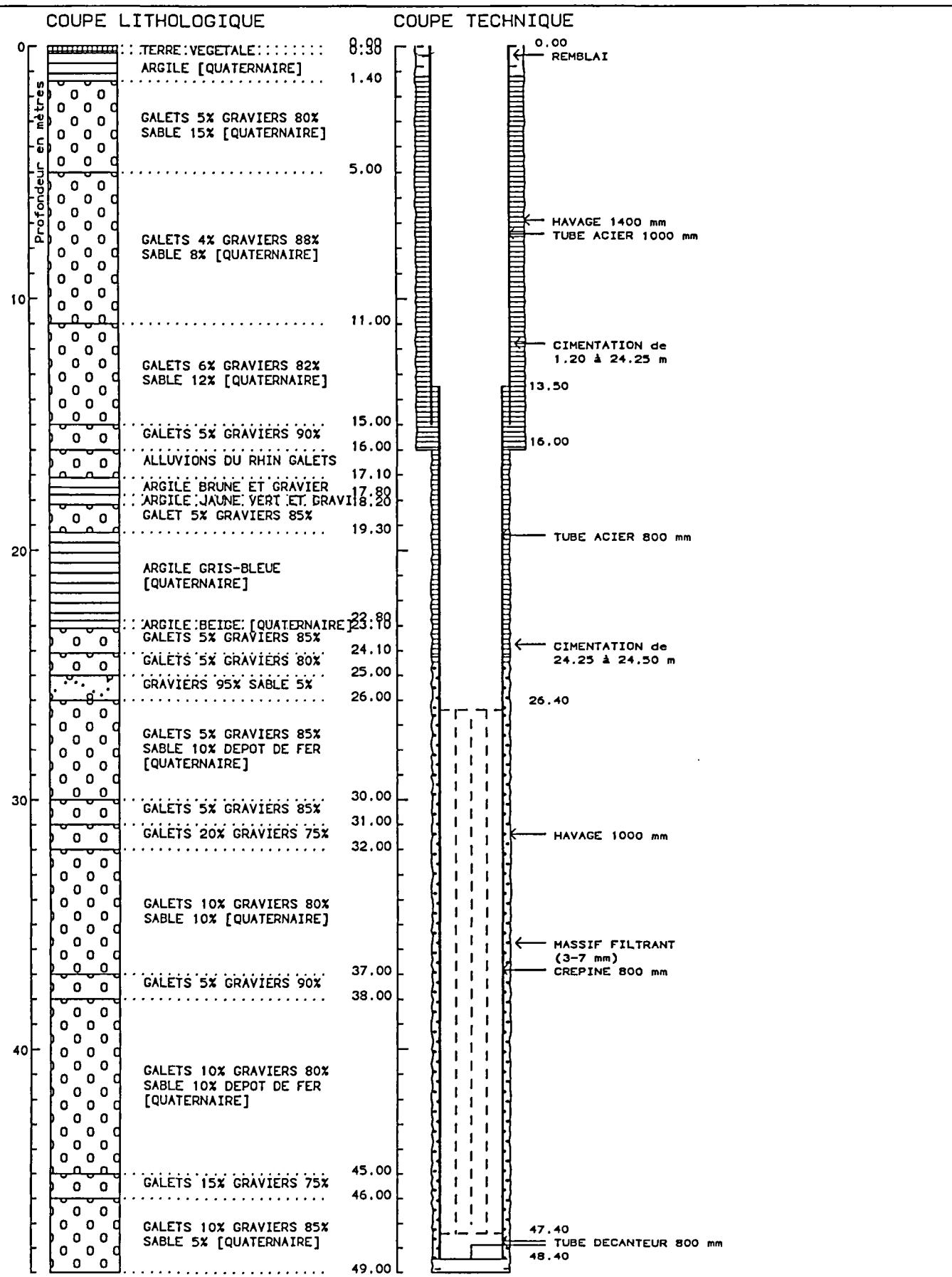
Coupes lithologiques et techniques
des forages 272-2x-0502 et 272-2x-0508

Département : BAS-RHIN (67)

N° classement : 02722X0502

Commune : ILLKIRCH GRAFFENSTADEN (218)

Désignation : F



Département : BAS-RHIN (67)
Commune : ENTZHEIM (124)

N° classement : 02722X0508
Désignation : PZK2

