



DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

Incidence de l'arrêt des forages de SCHWEIGHOUSE
et de HAGUENAU sur le projet de contournement Ouest
de Haguenau

14 Novembre 1986

S O M M A I R E

INTRODUCTION

1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.

- 1.1. Cadre géologique.
- 1.2. Cadre hydrogéologique.

2. IMPACT SUR LA NAPPE DE L'ARRET DES POMPAGES EXISTANTS.

- 2.1. Les données introduites dans le modèle.
 - 2.1.1. Les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère.
 - 2.1.2. Les débits d'échange à l'intérieur du domaine simulé.
- 2.2. Etalonnage du modèle en régime permanent.
- 2.3. Impact sur la nappe de l'arrêt des pompes.

3. ETUDE STATISTIQUE DES HAUTES EAUX DE LA NAPPE.

- 3.1. Données piézométriques disponibles.
- 3.2. Profondeurs minimales annuelles de la nappe.
- 3.3. Remarques.

4. SYNTHESE DES RESULTATS.

5. CONTRAINTES LIEES A LA PROTECTION DES CAPTAGES AEP.

CONCLUSION.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1** : Répartition des transmissivités.
- Figure 2** : Potentiels calculés par le modèle.
- Figure 3** : Impact sur la nappe dû à l'arrêt des pompages.
- Figure 4** : Profondeurs minimales annuelles enregistrées au point 198-7-9.
- Figure 5** : Profondeurs minimales annuelles enregistrées au point 198-7-12.
- Figure 6** : Profil en long du tracé routier projeté.

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1** : Carte piézométrique de Septembre 1986 - Grille du modèle.

INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de contournement Ouest de la Ville de Haguenau, il est envisagé de construire une portion de route en déblai, à proximité des forages du Rothbaechel au Sud-Ouest de l'agglomération. Afin de s'assurer de la faisabilité de ce projet, la Direction Départementale de l'Équipement a chargé le Service Géologique Régional Alsace de préciser, au droit de ce secteur :

- la remontée de la nappe des sables pliocènes provoquée par l'arrêt des pompages dans les forages de Schweighouse et de Haguenau,
- la cote atteinte par la nappe pour des hautes eaux dont la période de retour est de 10 et 20 ans.

Après un bref rappel des conditions hydrogéologiques du secteur, ce rapport présente :

- . les caractéristiques et les résultats du modèle mathématique mis en oeuvre afin d'apprécier l'impact des forages sur la nappe,
- . l'étude statistique des hautes eaux annuelles de la nappe à partir des historiques piézométriques enregistrés dans les piézomètres existants du secteur.

1. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.

1.1. Cadre géologique.

Le secteur étudié est centré sur le tracé du contournement routier de Haguenau. Il s'inscrit dans un quadrilatère limité :

- au Nord, par la vallée de la Moder,
- à l'Ouest, par les agglomérations de Schweighouse et de Harthouse,
- au Sud, par le ruisseau Eschbach, affluent du Rothbaechel,
- à l'Est, par le chemin qui relie Haguenau à la ferme Weinumshof.

D'un point de vue géologique, ce secteur se caractérise par la présence de sables pliocènes affleurants qui reposent sur le substratum marneux d'âge oligocène. Ces sables fins qui deviennent plus grossiers à la base renferment des intercalations lenticulaires d'argiles franches ou de sables argileux. On y observe en outre des fragments de bois fossiles provenant de la destruction des forêts qui recouvraient la région à l'époque pliocène.

Etant donné la morphologie relativement plane du toit des sables pliocènes, leur épaisseur est essentiellement tributaire du relief des marnes sous-jacentes. D'une manière générale, leur épaisseur augmente d'Ouest en Est. On passe ainsi d'une épaisseur de 20 m dans la région de Schweighouse à environ 50 m à hauteur du Château Walk. En dehors de cette allure générale, il convient de mentionner :

- l'existence d'une vallée fossile orientée vers le Sud-Est, dans le prolongement de la vallée actuelle de la Zinsel,
- la diminution d'épaisseur des sables pliocènes suivant l'axe de la Moder, due à l'existence d'un haut fond du substratum (l'épaisseur des sables y est inférieure à 5 m).

1.2. Cadre hydrogéologique.

La nappe des sables pliocènes est pour l'essentiel alimentée par les précipitations. Elle s'écoule du Nord-Ouest vers le Sud-Est avec un gradient de 3 à 4 ‰ et se déverse dans la nappe du Rhin au niveau de la terrasse pliocène qui surplombe la plaine rhénane. La perméabilité moyenne des sables pliocènes est voisine de 1×10^{-4} m/s.

2. IMPACT SUR LA NAPPE DE L'ARRÊT DES POMPAGES EXISTANTS.

La remontée de la nappe liée à l'arrêt des pompages existants,

- . Schweighouse 1 bis et 2 bis (198-7-58 et 7-70),
- . Rothbaechel 1 et 2 (198-7-25 et 29),

a été calculée à l'aide d'un modèle mathématique de 1.739 mailles de 100m de côté (37 lignes x 47 colonnes).

2.1. Les données introduites dans le modèle.

Le comportement de la nappe a été simulé suivant le schéma des nappes captives d'après lequel une transmissivité constante est associée à chaque maille. Cette approximation est valable pour la nappe pliocène au Sud-Ouest de Haguenau : les fluctuations de la nappe y sont en effet négligeables en regard de l'épaisseur des sables aquifères.

Les données d'entrée du modèle comprennent :

- . les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère,
- . les débits d'échange à l'intérieur du domaine simulé.

2.1.1. Les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère.

En régime permanent, les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère intervenant dans les équations de l'écoulement de l'eau en milieu saturé sont la transmissivité et les potentiels le long des limites.

. **La transmissivité** : la répartition des transmissivités adoptées (cf. figure 1) est à quelques détails près, celle qui avait été retenue lors de l'élaboration du modèle des alluvions pliocènes réalisé en 1971. Les valeurs de transmissivités associées aux codes sont les plus élevées (code 1) dans l'axe de la vallée fossile de la Zinsel ($7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$). Les valeurs les plus faibles (code 8) égales à $0,25 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, se situent au Nord du secteur, au Sud de la Moder là où l'épaisseur des sables est la plus réduite.

. **Les potentiels le long des limites** : les potentiels imposés le long des limites, exprimées en NGF 65, correspondent à la piézométrie de Septembre 1986 présentée en annexe 1. Cette carte a été établie à partir des relevés de la D.D.E. et du Service Géologique Régional Alsace sur l'ensemble des points d'eau subsistants dans le secteur. Elle est précise au droit du futur contournement routier (les piézomètres D.D.E. N 2 à N 6 bis ayant été nivelés par le SGAL) ; elle reste par contre relativement incertaine à l'Ouest du secteur, où les piézomètres font défaut.

2.1.2. Les débits d'échange à l'intérieur du domaine simulé.

Les débits d'échange correspondent à des apports et des exhaures de nappe :

- les apports sont pour l'essentiel constitués par la pluie efficace. Celle-ci atteint en moyenne 225 mm/an au poste de Haguenau-Dachshubel (valeur moyenne calculée à partir des 30 dernières années). Ces 225 mm de pluie sont assimilables à un débit de 0,07 l/s par maille de 100 m de côté.

- les exhaures correspondent aux prélèvements utilisés pour l'alimentation en eau des agglomérations de Haguenau et de Schweighouse.

D'après la Lyonnaise des Eaux qui assure la gestion de ces différents forages, les pompes atteignaient en 1985 :

- . 5,7 l/s au puits Schweighouse 2 (198-7-72),
- . 8 l/s au puits Rothbaechel 1 (198-7-25),
- . 12,5 l/s au puits Rothbaechel 2 (198-7-29).

En dehors de l'infiltration efficace et des débits prélevés, il convient de souligner l'impact des échanges nappe - rivière qui, selon les tronçons et la période de l'année considérée, drainent plus ou moins la nappe. Le bilan de ces échanges a été calculé par le modèle en imposant au droit des différents cours d'eau (Moder, Rothbaechel, Eschbach) les potentiels de la nappe sous-jacente.

Répartition des transmissivités

CODE	TRANSMISSIVITE en $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
1	7
2	4,3
3	3,7
4	3
5	2,3
6	1,7
7	0,7
8	0,25

2.2. Etalonnage du modèle en régime permanent.

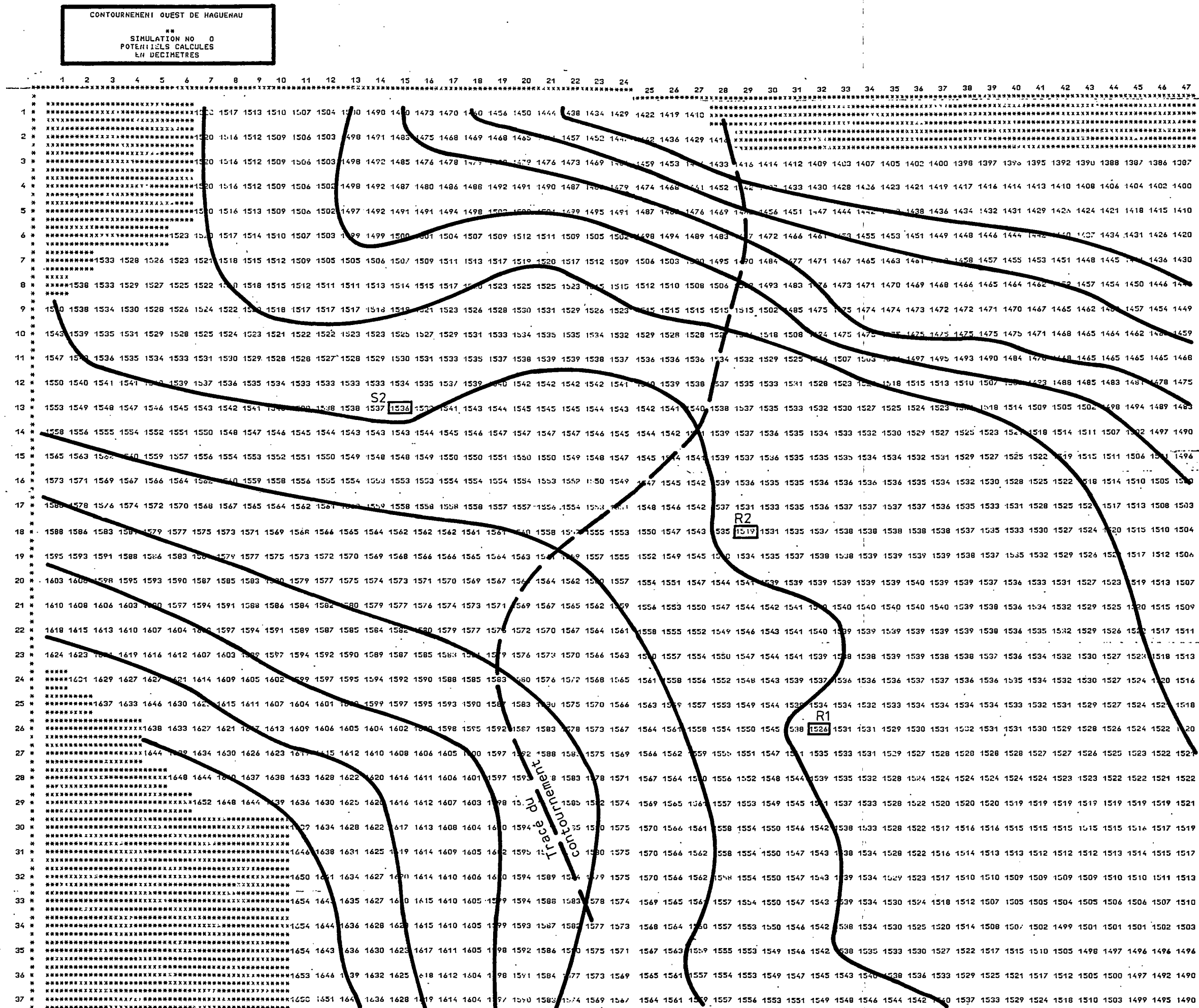
Les potentiels calculés par le modèle à partir des données de départ décrites dans le paragraphe précédent sont présentées figure 2. Cette carte restitue convenablement la piézométrie de départ (annexe 1). Les écarts entre les potentiels calculés et mesurés au droit des piézomètres les plus caractéristiques restent en effet inférieurs ou égaux à 0,5 m comme en témoigne le tableau ci-dessous.

Cordonnées modèle ligne - colonne	N° du point	Potentiels mesurés (m) en Septembre 1986 (NGF 65)	Potentiels calculés (m)	Ecart d'étalon- nage (m)
9 - 28	198-7-108 (N6)	151,20	151,50	+ 0,3
10 - 20	198-7-90 (A5)	153,20	153,40	+ 0,2
11 - 23,24	198-7-9	153,95	153,75	- 0,2
11 - 28	198-7-107 (N5)	153,9	153,4	- 0,5
13 - 18	198-7-89 (A4)	153,60	154,3	+ 0,7
16 - 22	198-7-7	155,40	155,20	- 0,2
18 - 16	198-7-88 (A3)	155,38	156,2	+ 0,4
22 - 18	198-7-84 (A2)	157,65	157,7	+ 0,05
22 - 24,25	198-7-19	155,98	155,95	0,0
24 - 27	198-7-16	155,17	155,6	+ 0,4
27,28 - 26,27	198-7-14	156,11	156,15	0,0
28 - 39	198-7-13	152,88	152,4	- 0,5
31 - 24	198-7-12	155,57	155,4	- 0,2
34 - 34	198-7-10	153,56	153,4	- 0,2

2.3. Impact sur la nappe de l'arrêt des pompes.

Cette simulation a consisté à supprimer les pompes de Schweighouse et de Haguenau pris en compte lors de l'étalonnage en régime permanent, toutes les autres caractéristiques du modèle étant conservées par ailleurs.

Figure 2



La différence entre les potentiels résultant de cette simulation (sans pompage) et ceux de l'étalonnage en permanent (avec pompage) représente l'impact des prélèvements sur la nappe. Cet impact (cf. figure 3) est maximum au niveau des forages :

- . 3,50 m au puits Rothbaechel 2,
- . 1,44 m au puits Rothbaechel 1,
- . 0,86 m au puits Schweighouse..

Le long du tracé du contournement Ouest, l'arrêt des pompes se traduit par une remontée de la nappe dépassant 10 cm entre les mailles 25 - 19 à l'Ouest de la ferme Meyershoffen et 10-28, à 300 m au Sud de son intersection avec le CD 919. La remontée maximale égale à 1 m est enregistrée entre les piézomètres N 4 et N 3.

3. ETUDE STATISTIQUE DES HAUTES EAUX DE LA NAPPE.

3.1. Données piézométriques disponibles.

Sur la carte présentée dans l'annexe 1, sont recensés l'ensemble des points d'observation de la nappe ayant fait l'objet de relevés piézométriques systématiques ou occasionnels.

Parmi ceux-ci, seuls les 2 piézomètres 198-7-9 et 7-12 à environ 500 m de distance du projet et situés respectivement à mi-distance des puits de Schweighouse et Rothbaechel 2 (pz n° 9) et à 800 m à l'Ouest du château Walk (pz n° 12) font partie du réseau régional. Ils sont relevés à une fréquence hebdomadaire, leur historique de mesures datant de 1967. Tous les autres points n'ont fait l'objet que de mesures épisodiques (mensuelles) de 1970 à 1975 et ne peuvent par conséquent être utilisés à des fins statistiques.

3.2. Profondeurs minimales annuelles de la nappe aux piézomètres 9 et 12.

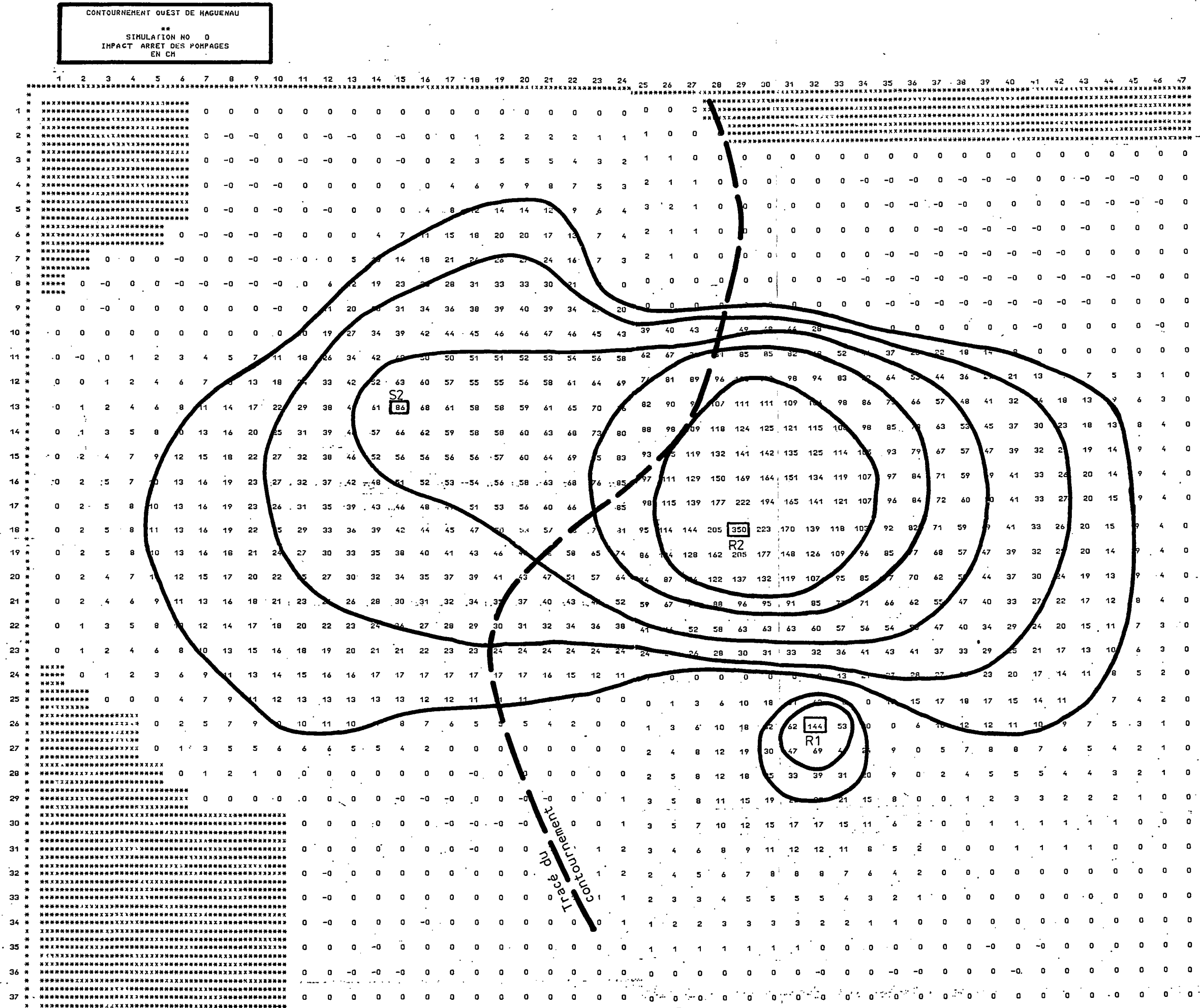
L'ajustement statistique des profondeurs minimales annuelles de la nappe aux 2 piézomètres 9 et 12 (cf. figures 4 et 5) a été établi suivant la loi normale de Gauss. Les points de ces séries expérimentales ont été affectés de la fréquence de dépassement

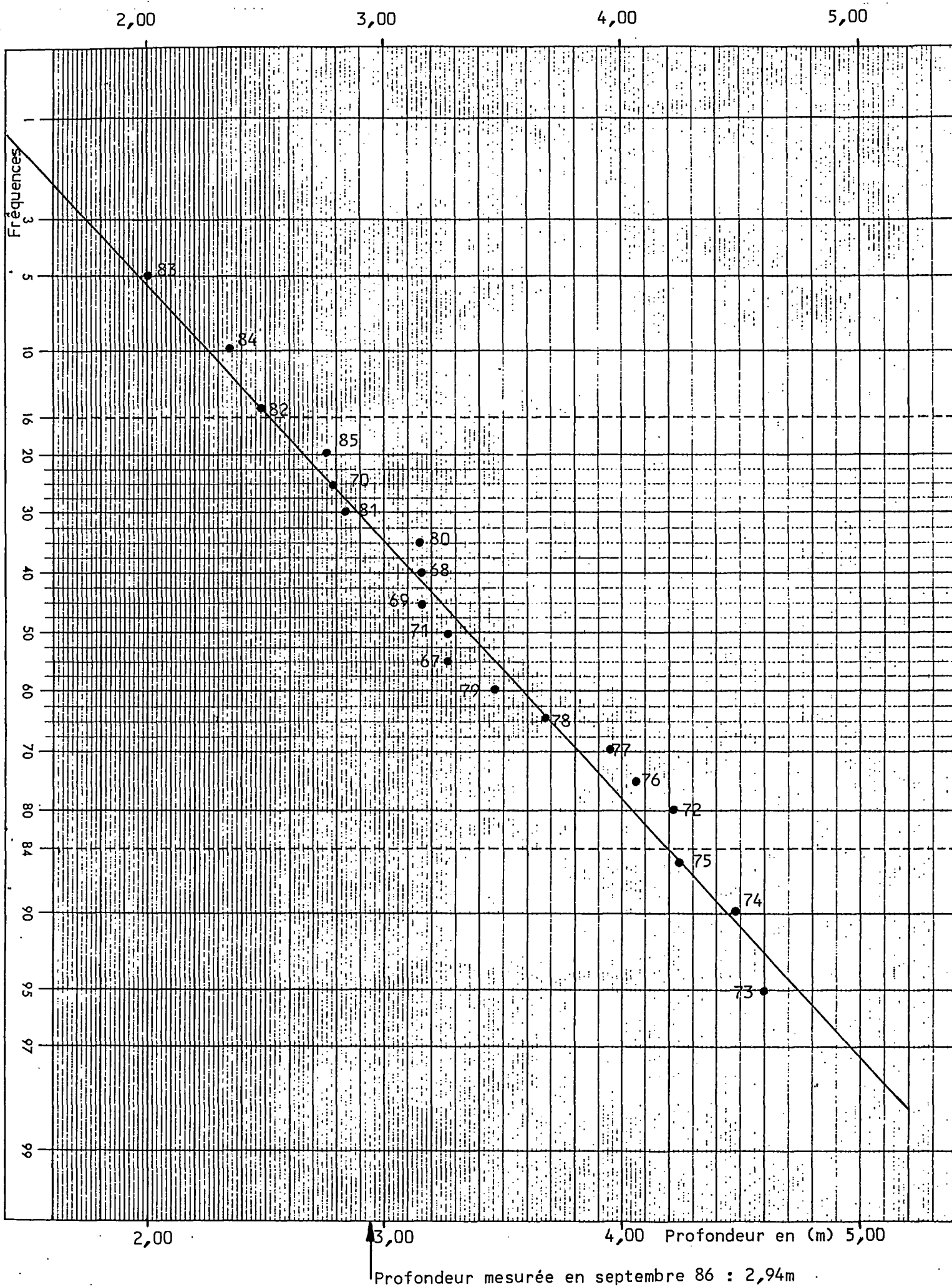
$$F = \frac{i}{n + 1}$$

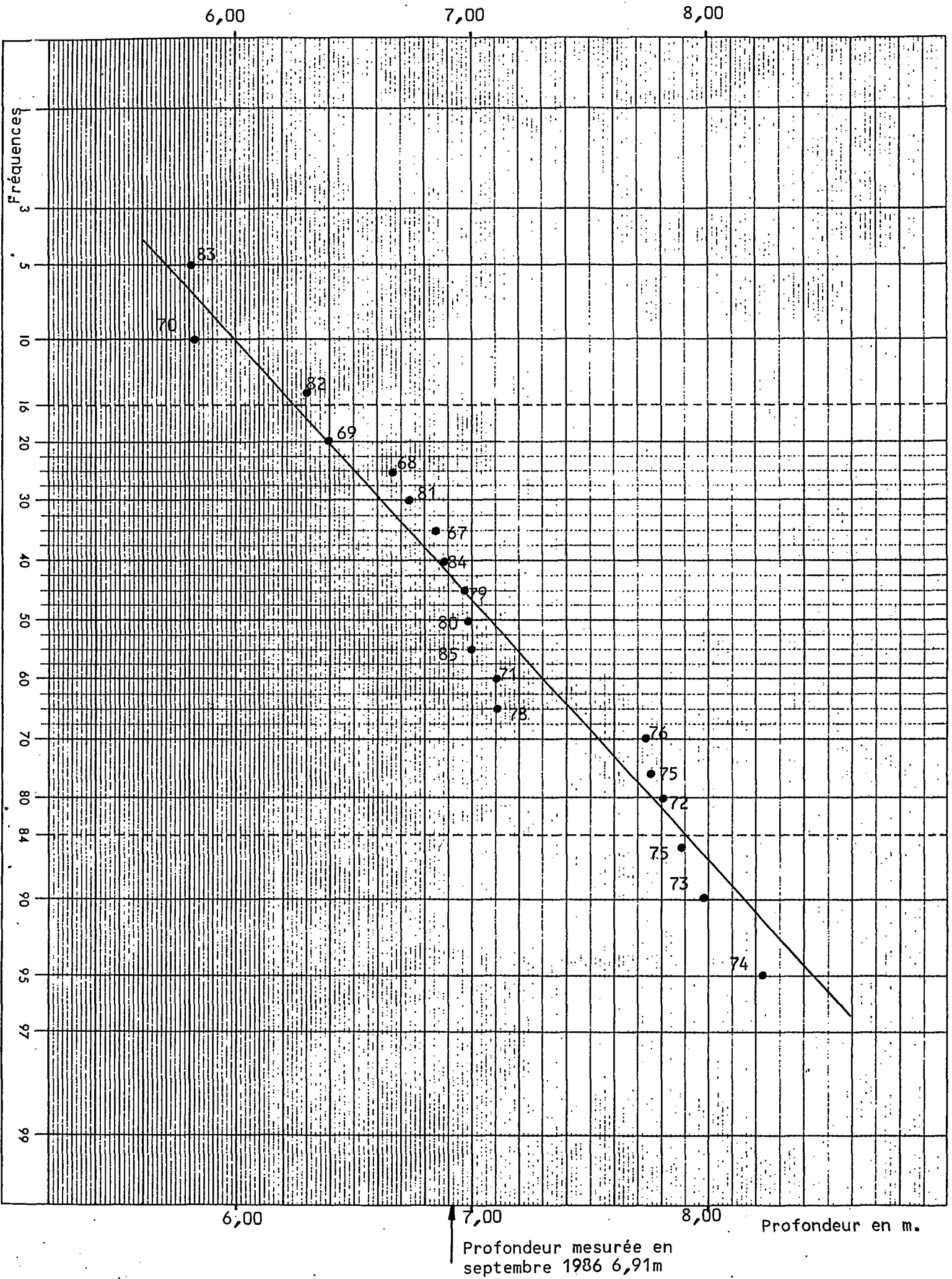
n : nombre d'années

i : indice de classement

Figure 3







Leur alignement est satisfaisant et permet au niveau de ces points de préciser les profondeurs minimales de la nappe liées à des crues dont la période de retour est de 5 à 20 ans.

Profondeur en mètres	Piézomètre 198-7-9 (337 C) N.R. = 156,89 (NGF 65)	Piézomètre 198-7-12 (338 E) N.R. = 162,48 (NGF 65)
Septembre 1986	2,94	6,91
période retour 5 ans	2,65	6,40
période retour 10 ans	2,25	6,00
période retour 20 ans	2,00	5,75

Compte tenu de la situation de ces piézomètres de référence par rapport aux captages (les variations de prélèvements peuvent avoir une incidence sur les niveaux de la nappe), nous retiendrons de préférence les résultats enregistrés au piézomètre 198-7-12, distant de 600 m du puits Rothbaechel 1 et où l'impact de l'arrêt des pompes est de l'ordre de 10 cm ; au niveau du piézomètre 198-6-9, cet impact est de plus de 50 cm (cumul de l'arrêt des puits Schweighouse 2 et Rothbaechel 2).

Dans ces conditions, on peut considérer que les hautes eaux de la nappe, au droit du tracé du contournement Ouest dépasseront la piézométrie de Septembre 1986 de :

- 0,50 m lorsque la crue atteint une période de retour de 5 ans,
- 0,95 m lorsque la crue atteint une période de retour de 10 ans,
- 1,20 m lorsque la crue atteint une période de retour de 20 ans.

Le long du tracé, on peut par conséquent admettre que les hautes eaux vingtennales dépasseront les cotes de Septembre 1986 de :

- . 1,25 m entre les P.R. 0 et 2.500,
- . 0,5 m entre les P.R. 2.500 et 3.000.

Au-delà du P.R. 3.000, il conviendra dans le cadre de ce projet, de se baser sur les cotes de la Moder, associées à une crue centennale.

4. SYNTHESE DES RESULTATS.

Sur la figure 6 de la page suivante (cotes exprimées en IGN 69) ont été représentés :

- le profil en long du tracé du contournement Ouest de Haguenau,
- le niveau de la nappe correspondant aux relevés de Septembre 86,
- les hautes eaux vingtennales de la nappe avec et sans pompage.

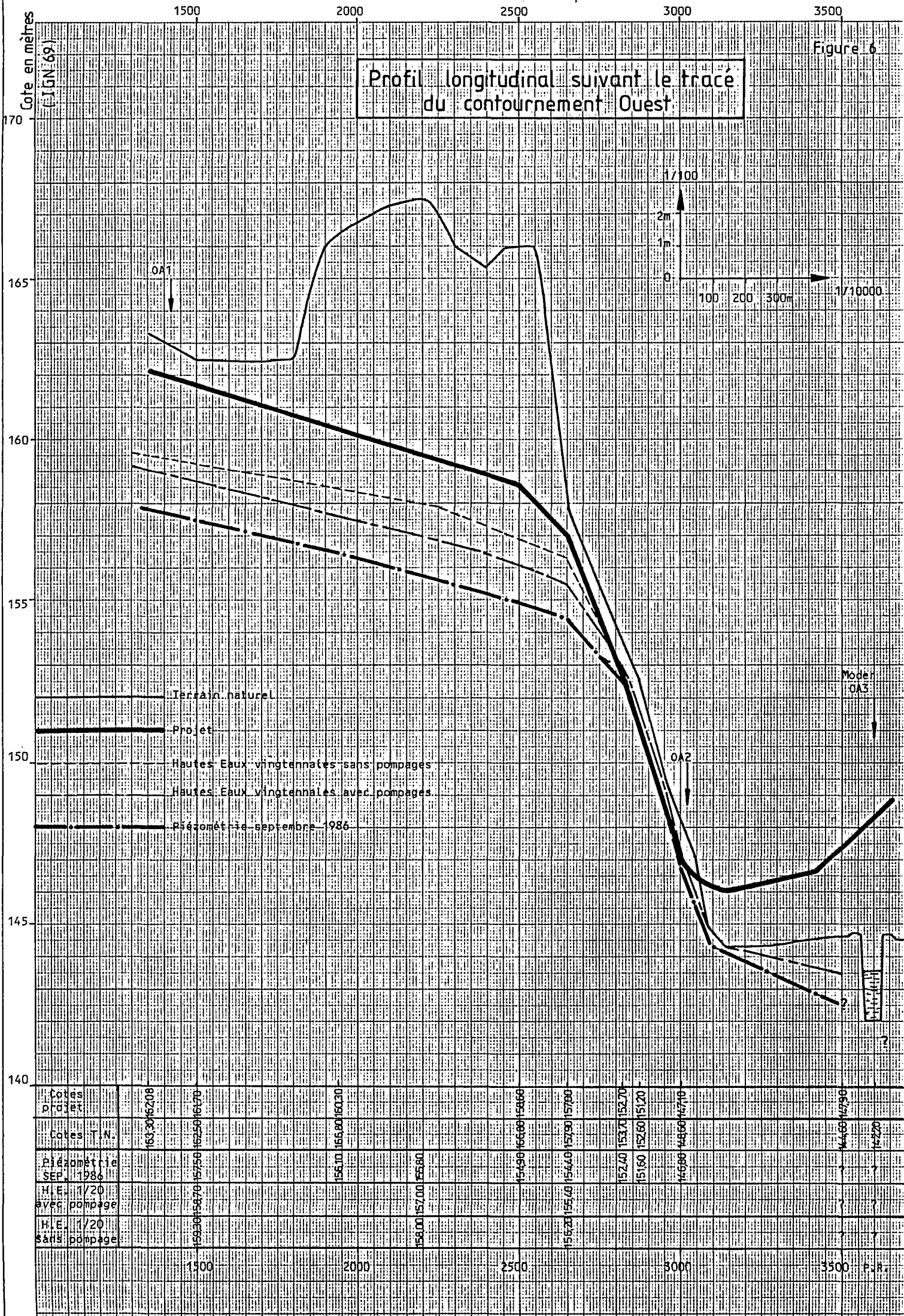
L'examen de cette figure permet de souligner 2 faits majeurs:

- en hautes eaux vingtennales sans pompage, les profondeurs de la nappe par rapport au tracé projeté, sont supérieures au mètre en amont du P.R. 2.600 ainsi qu'au Nord du P.R. 3.100;
- dans la zone en déblai située entre les P.R. 2.800 et 3.050, les niveaux de la nappe en Septembre 1986 (moyennes eaux) atteignent pratiquement les cotes du projet (la nappe est sub-affleurante aux piézomètres N 6 et N 6 bis). Dans tout ce secteur critique, il paraît opportun de maintenir le tracé routier au niveau de la topographie actuelle et même de remblayer d'environ 50 cm le tronçon routier à partir du P.R. 2.900. Dans le cas où cette solution s'avérerait impossible, il serait utile d'y prévoir des drains en communication avec la Moder.

5. CONTRAINTES LIEES A LA PROTECTION DES CAPTAGES AEP.

Le tracé routier projeté traverse le périmètre de protection éloignée des forages du Rothbaechel. D'après la législation en vigueur, la construction, la modification de voies de communication situées dans le périmètre de protection éloignée sont soumises à réglementation et devront faire l'objet de l'avis du géologue agréé en matière d'hygiène publique. Dès à présent, il est conseillé de prévoir la collecte des eaux pluviales sur tout le tronçon de l'axe routier traversant le périmètre et leur évacuation dans le Rothbaechel en aval du périmètre, à proximité du Château Walk.

Profil longitudinal suivant le tracé du contournement Ouest
--



CONCLUSIONS

L'étude statistique des hautes eaux de la nappe pliocène le long du contournement Ouest de Haguenau a permis de préciser ses niveaux associés à une crue dont la période de retour est de 20 ans. Ceux-ci dépassent les relevés de Septembre 1986 de :

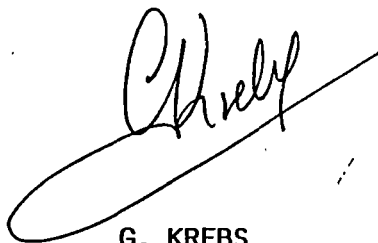
- 1,20 m sur le tronçon en amont du P.R. 2.500,
- 0,50 m sur le tronçon routier compris entre les P.R. 2.600 et 3.000.

Par ailleurs, l'arrêt des forages du Rothbaechel et de Schweighouse induira une surcote atteignant au maximum 1 mètre entre les piézomètres N 4 et N 3 (P.R. 2.300 - 2.500).

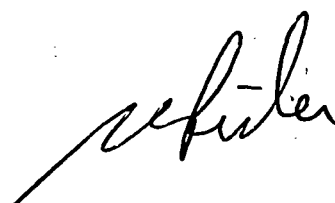
L'effet conjugué de ces 2 facteurs se traduira par un niveau de nappe dépassant les cotes du projet entre les P.R. 2.800 et 3.050. Il conviendra, soit d'y prévoir un système de drains en communication avec la Moder, soit d'y maintenir le projet au niveau actuel de la topographie, la zone la plus sensible comprise entre les P.R. 2.900 et 3.000 devant être remblayée d'une cinquantaine de centimètres.

L'Ingénieur chargé d'étude

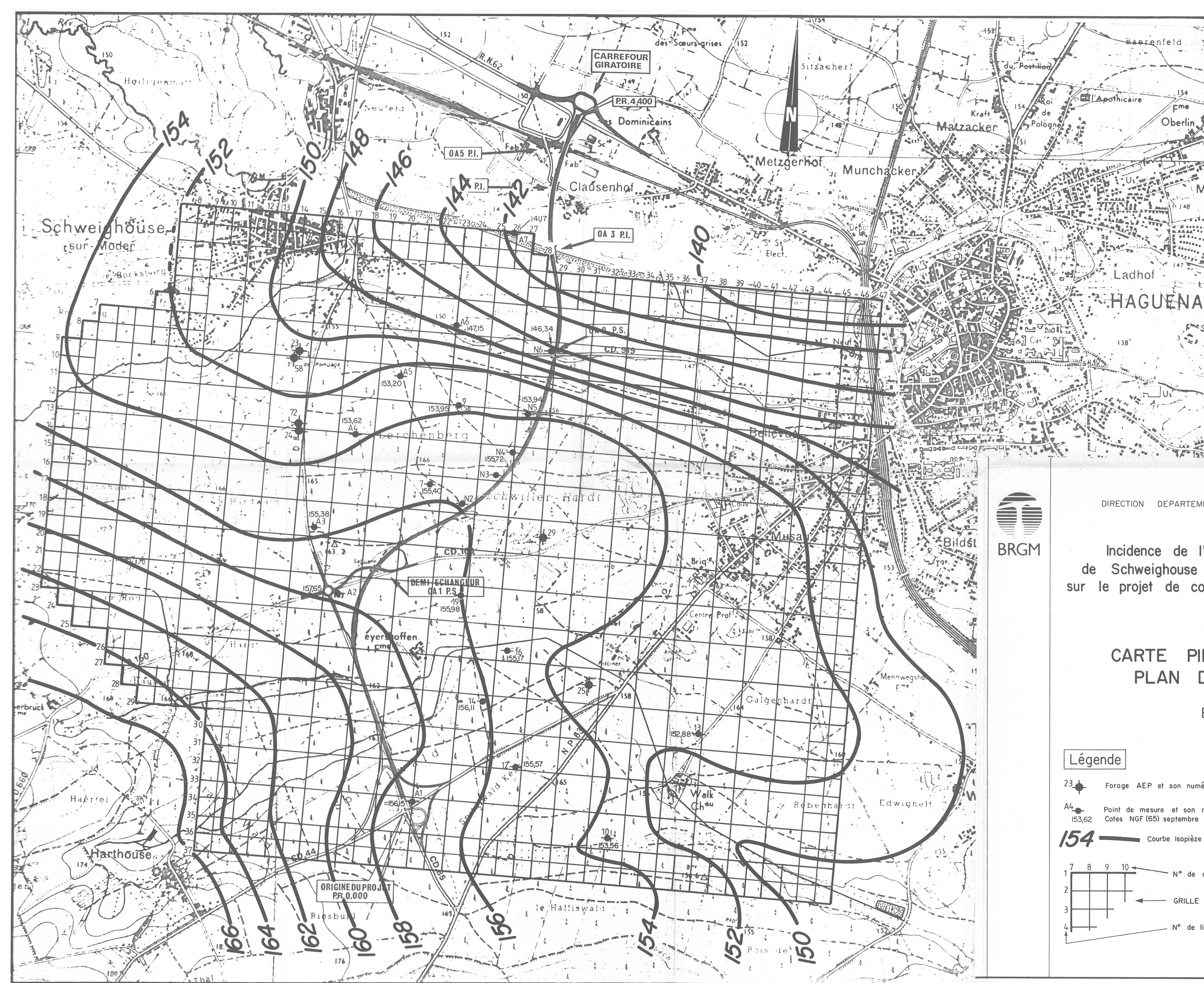
Le Directeur du Service
Géologique Régional Alsace



G. KREBS



J.J. RISLER



Annexe 1



DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

Incidence de l'arrêt des forages
de Schweighouse et de Haguenau
sur le projet de contournement Ouest
de Haguenau

CARTE PIEZOMETRIQUE PLAN DU MAILLAGE

Echelle: 1/10 000

Légende

- Forage AEP et son numéro
- Point de mesure et son numéro
Cotes NGF (65) septembre 1986
- 154 ——— Courbe isopièze et sa valeur en m. (NGF 65)
- 7 8 9 10 ——— N° de colonne
- 2 3 4 ——— GRILLE DU MODELE
- 1 2 3 4 ——— N° de ligne