

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

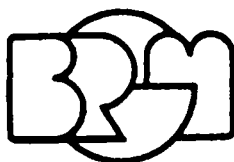
B. P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél. : (38) 63.80.01



Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse

ETUDE DES POSSIBILITES D'IMPLANTATION
D'UN CENTRE DE CAPTAGE DE 300 à 500 m³/h
DANS LA NAPPE DES SABLES PLIOCÈNES
A PROXIMITÉ DE HAGUENAU

29 Septembre 1982



Service géologique régional ALSACE

204, route de Schirmeck, 67200 Strasbourg - Tél. : (88) 30.12.62

S O M M A I R E

INTRODUCTION

1. CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES

- 1.1. LE RESERVOIR AQUIFERE
- 1.2. PIEZOMETRIE BASSES EAUX 1970
- 1.3. QUALITE DES EAUX
- 1.4. EXPLOITATION DE LA NAPPE ET PROBLEMES POSES
 - 1.4.1. Problèmes posés par l'exploitation des sables pliocènes.
 - 1.4.2. Exploitation de la nappe du Pliocène.
- 1.5. PIEZOMETRIE ACTUELLE
- 1.6. EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE AU COURS DES 10 DERNIERES ANNEES

2. ESTIMATION DES RESSOURCES AU SUD DE HAGUENAU

- 2.1. TERMES DU BILAN
- 2.2. CALCUL DU BILAN

3. POSSIBILITÉS D'EXPLOITATION DE LA NAPPE

- 3.1. SITUATION DE NOUVEAUX CENTRES DE POMPAGE
 - 3.1.1. Intensification des centres de production actuels
 - 3.1.2. Création d'un nouveau centre de pompage
- 3.2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES OUVRAGES ET ESTIMATION DES COUTS
 - 3.2.1. Recommandations générales
 - 3.2.2. Coût d'un ouvrage de captage

CONCLUSIONS

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Carte piézométrique Basses Eaux (Décembre 1970)
Annexe 2 : Résultat des analyses chimiques
Annexe 3 : Carte piézométrique Août 1982
Annexe 4 : Plan de situation des zones de captages proposées

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 : Volume d'eau prélevé par les forages
Tableau 2 : Différence de niveaux entre les relevés d'Août 1982 et ceux de la période 1970-1975
Tableau 3 : Précipitations enregistrées au poste de Haguenau - Dachshubel
Tableau 4 : Evapotranspiration réelle calculée au poste de Haguenau - Dachshubel
Tableau 5 : Pluie efficace calculée au poste de Haguenau - Dachshubel

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Limite des sables plioquaternaires
Figure 2 : Evolution piézométrique au cours des 10 dernières années

L'Agence Financière de Bassin Rhin Meuse a chargé le Service Géologique Régional Alsace d'étudier les possibilités d'implantation d'un centre de captage de 300 à 500 m³/h dans la nappe pliocène à proximité de Haguenau.

Après un rappel des conditions hydrogéologiques du secteur, le présent rapport présente :

- l'évolution piézométrique de la nappe pliocène au cours des dix dernières années ;
- un essai de bilan des ressources en eaux souterraines de la région au Sud de Haguenau ;
- une estimation des prélèvements supplémentaires possibles et de leur coût.

1. CONDITIONS HYDROGÉOLOGIQUES

1.1. LE RESERVOIR AQUIFERE

. Cadre géologique (cf. fig. 1)

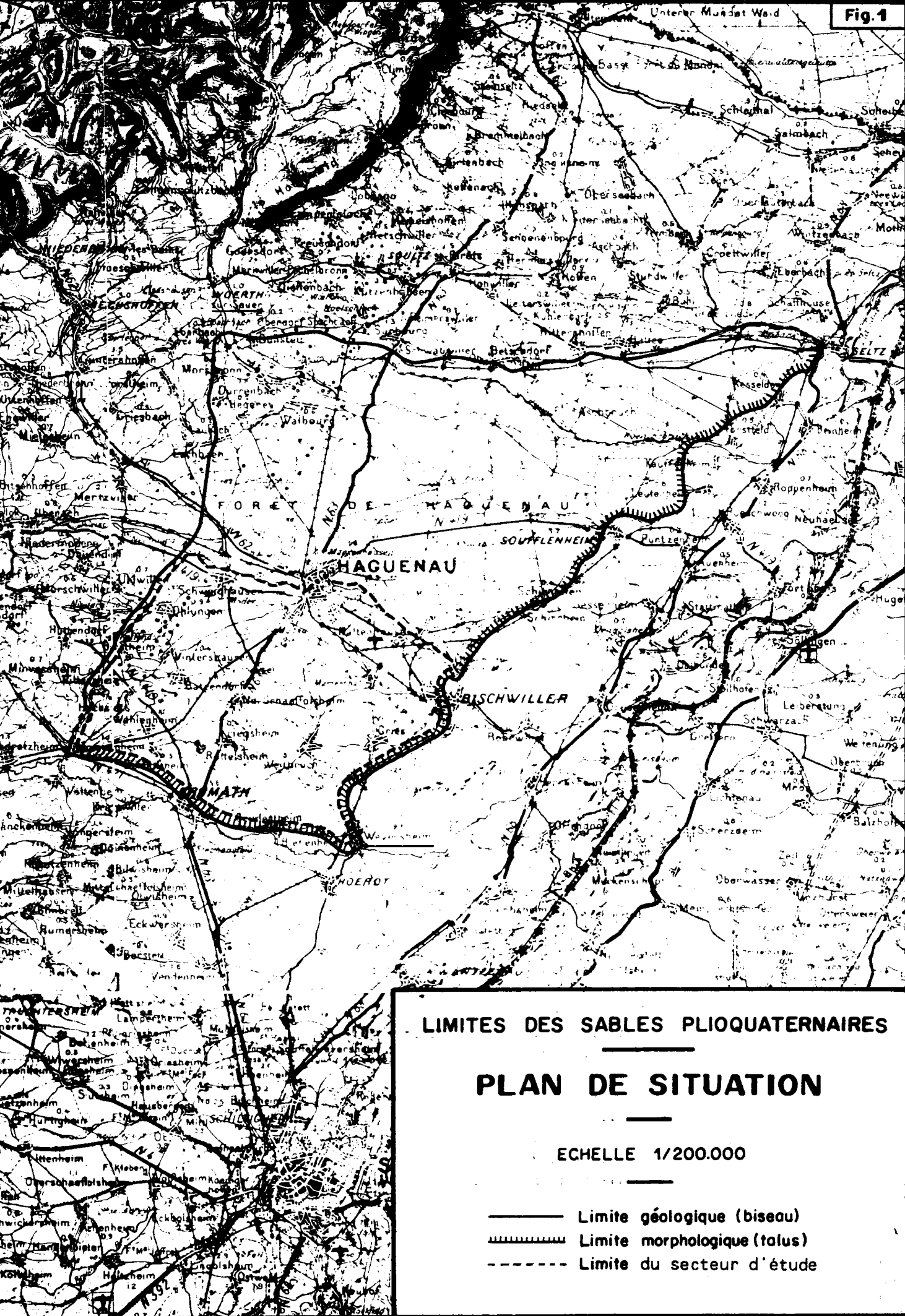
Les alluvions pliocènes du Nord de l'Alsace forment un vaste cône de déjection constitué par des matériaux d'origine vosgienne déposés sur un substratum marneux d'âge oligocène. Elles s'étendent à l'intérieur d'un quadrilatère limité par les agglomérations de Seltz, Weyersheim, Mommenheim et Woerth.

Ces formations de la fin du tertiaire sont constituées d'un mélange de sables et de petits graviers intercalés de nombreuses lentilles d'argile. Ces passées argileuses d'épaisseur et d'extension variables sont plus développées au Sud d'une ligne Mommenheim - Weitbruch.

La présente étude s'intéresse plus particulièrement au pliocène compris entre la Vallée de la Moder au Nord et celle de la Zorn au Sud.

Dans ce secteur, les sables pliocènes affleurent au Nord des communes de Weitbruch, Niederschaeffolsheim, Harthouse et Ohlungen. Au Sud de ces localités, elles sont recouvertes de loess.

Etant donné la morphologie pratiquement plane du toit des sables pliocènes, leur variation d'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 80 m aux environs de Bischwiller. En-dehors



de cette allure générale, il convient de mentionner les deux points particuliers suivants :

- l'existence d'une vallée fossile de direction S.E., dans le prolongement de la vallée actuelle de la Linsel du Nord entre les communes de Schweighouse et de Weitbruch ;
- la diminution d'épaisseur des sables pliocènes suivant l'axe de la Moder qui est due à l'existence d'un haut fond du substratum : en amont de Haguenau, l'épaisseur des sables est de l'ordre de 4 à 5 m.

Cadre hydrogéologique

Les sables pliocènes sont le siège d'une nappe aquifère. Son écoulement s'effectue sensiblement du Nord-Ouest vers le Sud-Est sous un gradient de 3 à 4 ‰. Cette nappe essentiellement alimentée par les précipitations, se déverse dans la nappe du Rhin au droit de la terrasse pliocène qui surplombe la plaine rhénane à hauteur des communes de Weyersheim, Gries, Bischwiller, Schirrhein, Soufflenheim et Seltz. La perméabilité moyenne des sables est de 1×10^{-4} m/s.

1.2. PIEZOMETRIE BASSES EAUX 1970 (cf. annexe 1)

Dans le cadre de l'Etude Hydrodynamique par Modèles Analogiques des Alluvions Pliocènes de la région de Haguenau (Thèse de 5ème cycle de G. MOREL, mai 1972), un réseau d'observation piézométrique a été mis en place et relevé avec une fréquence mensuelle à partir de la fin de l'année 1969. Sur l'ensemble du Pliocène, 115 points d'observations ont ainsi été observés dont une vingtaine à une fréquence hebdomadaire par le S.R.A.E. Alsace.

Depuis Janvier 1976, le réseau de mesures ayant été rationalisé, seuls 11 points de mesures subsistent pour tout le Pliocène.

La carte annexe 1 présente la piézométrie de la nappe en basses eaux se rapportant aux relevés de Décembre 1970. L'examen de ce document permet de noter les deux caractéristiques essentielles suivantes :

- un drainage très net de la nappe par les rivières d'origine vosgienne (Zorn - Moder - Eberbach - Sauer) ;
- une rupture de pente très accusée de la surface libre entre les nappes pliocène et rhénane au niveau du talus qui constitue un exutoire permanent de la nappe pliocène.

1.3. QUALITE DES EAUX

L'annexe 2 présente le répertoire des analyses chimiques des puits AEP situés dans le secteur d'étude.

D'une manière générale, les eaux du pliocène sont douces, peu minéralisées et ont un pH acide.

Les forages situés dans la vallée du Rothbaechel (198.7.23, à 72) ont une concentration en sels dissous inférieure à ceux de Weitbruch (234.3.18 et 19). Cette différenciation peut être due à la situation des puits concernés : les puits de Schweighouse et de Haguenau (198.7.23 à 72) sont en effet implantés dans le domaine d'affleurement des sables pliocènes alors que la zone d'emprunt des puits de Weitbruch recoupe en partie la zone à recouvrement loessique. Dans ce secteur, les eaux captées ont en effet ruisselé sur les loess avant de s'infiltrer dans les sables, ou se sont directement infiltrées à travers la couche de loess.

Le tableau, ci-dessous, résume les principales caractéristiques des deux types d'eau :

Elément	Secteur du Rothbaechel	Secteur de Weitbruch
Résistivité à 20° ohms/cm	6 000-15 000	2 300-2 600
Dureté (° Français)	4 - 8	19 - 23
Chlorures (mg/l)	10 - 20	25 - 45
Sulfates (mg/l)	20 - 35	15 - 40
Nitrates	1 - 10	1 - 4
Fer (mg/l)	0 - 0,34	0,0 - 0,8
Manganèse (mg/l)	0,01 - 0,1	0,0 - 0,06

Les eaux du pliocène se caractérisent en outre par la présence parfois excessive en Fer. Ce fer existe sous la forme de pyrite vers la base du pliocène, le soufre associé au fer se retrouvant dans l'eau sous forme de H_2S . Ces éléments indésirables nécessitent souvent un traitement de l'eau.

Il convient enfin de mentionner les risques naturels de pollution par hydrocarbures provenant de couches pétrolifères sous-jacentes, appartenant à l'Oligocène : forages de Schweighouse et du camp militaire d'Oberhoffen. Ces risques sont mineurs si lors de l'exécution des puits l'on ne pénètre pas trop profondément dans cette formation.

Evolution des concentrations dans le temps

L'examen du répertoire, annexe 2, permet de constater une relative stabilité des éléments chimiques au cours du temps. Au cours des vingt dernières années, seuls les ni-

trates dans les puits Rothbaechel 1 et 2 et les chlorures dans le puits de Weibruch sont en augmentation. Ces éléments restent cependant largement en-dessous des normes de potabilité.

1.4. EXPLOITATION DE LA NAPPE ET PROBLEMES POSES

1.4.1. Problèmes liés à l'exploitation des sables pliocènes

L'exploitation de la nappe du Pliocène a, au cours des années passées, été plus ou moins sujette à caution à la suite de problèmes de colmatage et de qualité des eaux. En effet, les forages du Rothbaechel ont présenté durant la dernière décade une diminution de leurs débits exploitables ; le forage AEP de Soufflenheim a vu en 1979 ses teneurs en fer, manganèse et en chlorures augmenter d'une façon alarmante.

Il convient néanmoins de souligner que certains ouvrages ne présentent aucune anomalie de fonctionnement. Le forage Rothbaechel 2 (198.7.29), au terme de près de trente années de fonctionnement, est toujours à même de fournir 75 % de son débit initial alors que le forage 1 de Soufflenheim, après plus de dix ans de mise en service, a conservé son débit spécifique initial. La détérioration de la qualité des eaux captées dans cet ouvrage n'est pas imputable à l'aquifère pliocène proprement dit, mais à une anomalie locale vraisemblablement due à une remontée d'eau profonde à la faveur d'une faille, ou à la proximité d'un ancien forage pétrole mal rebouché.

Le rapport du BURGEAP d'Octobre 1979 a dressé le bilan des problèmes soulevés par les captages du Pliocène. Il ressort de ce rapport qu'un captage avec un équipement et un massif de gravier filtrant bien adaptés à la granulométrie des sables environnants devrait être capable de fournir des débits de l'ordre de 100 m³/h dans les zones les plus transmissives.

1.4.2. Exploitation de la nappe du Pliocène

Le tableau 1 de la page suivante récapitule les débits extraits par ouvrage depuis 1970. Il illustre la baisse spectaculaire des prélèvements qui en dix ans, de 1970 à 1981, sont passés de 2,2 à 1 million de m³. De 1971 à 1981 inclus, le volume d'eau total extrait est de 17,2 millions de m³.

1.5. PIEZOMETRIE ACTUELLE

Durant la semaine du 16 au 20 Août, des mesures piézométriques ont été réalisées sur l'ancien réseau de mesures qui n'avait plus été observé de façon continue depuis 1975. Au total, 42 relevés ont pu être effectués. La carte piézométrique se rapportant à ces relevés est présentée annexe 5.

Par rapport aux basses eaux de 1970, l'allure piézométrique est conservée, le drainage de la nappe par les rivières d'origine vosgienne restant très accusé. Les nouveaux forages mis en service depuis 1970 (Kaltenhouse, Weibruch 3) ne perturbent pas l'allure générale des isopièzes. Il convient cependant de souligner que la faible densité des points de mesure, relativement éloignés des centres de pompage, ne permet pas d'apprécier l'impact des

REGION DE HAGUENAU : VOLUME D'EAU ANNUEL POMPE PAR LES FORAGES DU PLIOCENE

(Volume en m3 - fait en Août 1982)

Forage	Année	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Total par puits
198.7.24 (Schweighouse 1)		205.035	95.095	93.290	125.490	-	-	-	-	-	-	-	-	518.910
198.7.58 (Schweig. 1 bis)		-	95.095	93.290	125.490	230.000	221.653	172.153	154.566	43.811	123.206	217.960	4.000	2.634.819
198.7.24 (Schweighouse 2)		721.957	674.428	595.297	482.360	434.720	406.850	-	-	-	-	-	-	3.315.612
198.7.72 (Schweig. 2 bis)		-	-	-	-	-	-	486.620	610.420	697.070	798.390	539.570	500.000	3.630.070
198.7.25 (Rothbaechel 1)		569.400	444.200*	319.000*	193.800	211.828	155.078	122.720	82.634	104.213	145.000	99.000	105.000	2.460.873
198.7.29 (Rothbaechel 2)		476.062	415.450*	354.840*	294.228	194.770	132.833	96.830	77.530	91.656	158.000	92.000	105.000	2 489.199
198.7.55 (Marienthal)		-	-	-	347.140	368.360	293.370	336.770	174.287	15.000	306	1.800	0	1.537.033
198.7.56 (Aérodrome)**		-	-	-	-	-	-	50.991	22.117	25.888	49.608	20.343	24.749	193.696
198.8.20 (Kaltenhouse)		-	-	-	-	776.370	500.396	374.274	348.963	417.383	131.544	128.000	76.000	2.752.930
234.3. 8 (Weitbruch 1)		197.580	170.575 •	143.570	124.177 *	104.785 *	85.395 •	66.000	0	-	-	-	-	928.082
234.3.18 (Weitbruch 2)		-	-	-	-	-	-	-	-	28.104	178.126	198.843	233.879	638.952
234.3.19 (Weitbruch 3)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total par année		2.170.034	1.724.706	1.456.155	1.568.946	2.321.271	1.796.013	1.705.015	1.470.955	1.423.563	1.583.617	1.297.954	1.069.021	

• Les volumes annuels des ouvrages considérés ont été estimés par interpolation.

** Ce puits est utilisé actuellement pour l'aspersion des champs de fraises.

Tableau 2

N° du Point	Localisation	Cote Août 1982	Basses eaux Déc. 1970 (1)		Moyenne 1970/75 (2)	
			Cote	82-70	Cote	82-(2)
198.5.4	à Biblisheim	154,36	154,10	+ 0,26	154,02	+ 0,34
198.4.2	à Schwabwiller	147,09	146,03	+ 1,01	145,96	+ 1,13
7.1	6 Km au N.E. de Haguenau	145,70	144,86	+ 0,84	145,96	- 0,26
.2	3 Km au N.E. de Haguenau	146,46	146,32	+ 0,14	146,16	+ 0,30
.3*	3 Km au N-N.E. de Haguenau	151,50	151,62	- 0,12	151,40	+ 0,10
.38	3 Km au S-S.W. de Haguenau	147,64	147,74	- 0,10	147,49	+ 0,15
.39*	1,5 Km à l'W. de Kaltenhouse	143,76	143,10	+ 0,66	141,87	+ 1,89
.41	2 Km au N. de Haguenau	151,62	151,49	+ 0,13	151,13	+ 0,49
.42	2 Km au N-N.W. de Haguenau	152,29	152,33	- 0,04	152,34	- 0,03
.43	3 Km au N.W.	152,75	152,84	- 0,09	152,84	- 0,09
.46*	2 Km au N-N.W. de Haguenau	146,21	146,27	- 0,06	146,15	+ 0,06
.47	à Schweighouse	147,13	146,84	+ 0,29	146,83	+ 0,30
.51	1,5 Km au S.E. de Haguenau	145,82	145,26	+ 0,56	145,16	+ 0,66
8.1	7,5 Km au Nord de Bischwiller	143,44	144,31	- 0,87	143,70	- 0,26
.2	2 Km au Nord de Oberhoffen	133,9	134,20	- 0,30	134,16	- 0,26
.6	à Kaltenhouse	131,4	131,38	+ 0,02	131,15	+ 0,25
.7	3 Km à l'E. de Haguenau	137,78	138,01	- 0,23	137,33	+ 0,45
.13*	1,5 Km au N.W. de Schirrhein	138,57	138,22	+ 0,35	138,62	- 0,05
.14	6 Km au N.E. de Haguenau	139,52	139,74	- 0,22	139,62	- 0,10
199.1.3	1,5 Km au Sud de Betschdorf	140,29	141,22	+ 0,07	141,01	- 0,72
2.2	1 Km au N. de Forstfeld	122,79	122,62	+ 0,17	122,52	+ 0,27
.6	2 Km à l'W. de Niederroedern	123,54	124,12	- 0,58	124,40	- 0,86
.7	2,5 Km au N.W. de "	116,31	116,35	- 0,04	115,61	+ 0,70
5.1	3 Km à l'E. de Soufflenheim	130,17	130,15	+ 0,02	130,06	+ 0,11
23	à Soufflenheim	125,97	125,32	+ 0,65	125,38	+ 0,59
24	à Soufflenheim	124,52	124,92	- 0,40	123,85	+ 0,67
25	1 Km au N. de Soufflenheim	128,68	130,38	- 1,70	130,71	- 2,03
26	1,5 Km au N.E. de Soufflenh.	130,45	130,51	- 0,06	130,35	+ 0,10
30*	3 Km au N.E. de Soufflenheim	126,24	126,05	+ 0,19	125,86	+ 0,38
6.27	1 Km au N. de Forstfeld	113,58	114,38	+ 0,20	114,09	- 0,51
28	2 Km à l'W. de Forstfeld	119,36	119,54	- 0,18	118,83	+ 0,53
234.2.30	Kriegsheim	182,23	182,74	- 0,51	181,28	+ 0,95
3.2	à Geudertheim	139,24	139,47	- 0,23	138,71	+ 0,53
.5*	5 Km au N.E. de Weitbruch	144,4	144,50	- 0,10	143,75	+ 0,65
.5	à Bietlenheim	136,11	136,28	- 0,17	134,34	+ 1,77
.9*	1,5 Km au N. de Geudertheim	142,91	144,13	- 0,22	143,05	- 0,14
.34	1 Km au N. de Weitbruch	154,59	153,31	+ 1,28	151,05	+ 3,54
.35	à Gries	141,49	140,34	+ 2,42	139,91	+ 1,58
.41	2 Km à l'E. de Nieder- schaeffolsheim	165,94	163,90	+ 2,04	163,20	+ 2,74
4.4*	2,5 Km au S.E. de Gries	129,62	129,86	- 0,24	129,54	+ 0,08

* Piézomètres rationalisés

b) Différence entre les mesures d'août 1982 et les basses eaux de décembre 1970

Le niveau des basses eaux 1970 est du même ordre que le niveau moyen de la nappe entre 70 et 75. Cette similitude est due à la fois :

- aux niveaux élevés de l'année 1970 (la fréquence d'apparition de la crue de 1970 est de 1 année sur 10),
- à la baisse régulière et généralisée de la nappe de 71 à 76 provoquée par un déficit notable des précipitations durant ces 6 années.

Il en résulte qu'à quelques détails près, les écarts entre les mesures actuelles et celles des basses eaux de décembre 1970 sont du même ordre que ceux présentés dans le paragraphe précédent.

La figure 2 de la page suivante illustre l'évolution piézométrique de 68 à 81 de 4 piézomètres situés :

- à proximité des 2 puits Rothbaechel (198-7-9 et 7-12)
- à proximité du talus pliocène à Gries (234-4-4)
- dans l'enceinte du camp militaire d'Oberhoffen (198-8-13) à l'écart de toute perturbation.

Ces hydrogrammes ont été confrontés aux apports des pluies efficaces d'une part et aux volumes d'eau annuels pompés aux forages de Schweighouse et de Haguenau d'autre part.

D'une manière générale, l'évolution pluriannuelle de la nappe passe par deux périodes de hautes eaux, la première antérieure à 70, et la seconde postérieure à 80, et une période de basses eaux de 71 à 76. Cette évolution est tout à fait analogue aux apports des pluies efficaces. En-dehors de cette allure générale, on peut noter les points particuliers suivants :

- A proximité de l'exutoire naturel de la nappe du Pliocène (234-4-4) l'impact des années sèches n'excède pas 50 cm, le niveau moyen de la nappe est maintenu, quelque soit le régime des précipitations.
- A l'écart de toute perturbation (198-8-13) les fluctuations saisonnières de la nappe sont plus marquées, l'impact de la période sèche étant de l'ordre de 70 cm.
- Dans la zone de captage des forges de Schweighouse et de Haguenau, malgré la diminution des débits exploités, la nappe baisse de 1971 à 1974. L'amplitude du tarissement atteint 1,50 m. Les causes de cet abaissement paraissent par conséquent être dues pour moitié à l'exploitation elle-même et pour moitié au déficit des précipitations.

Par contre, bien que l'on ait maintenu un prélèvement de l'ordre de 1 million de m³ par an dans ce secteur, la nappe est remontée et a retrouvé sa position antérieure à 70.

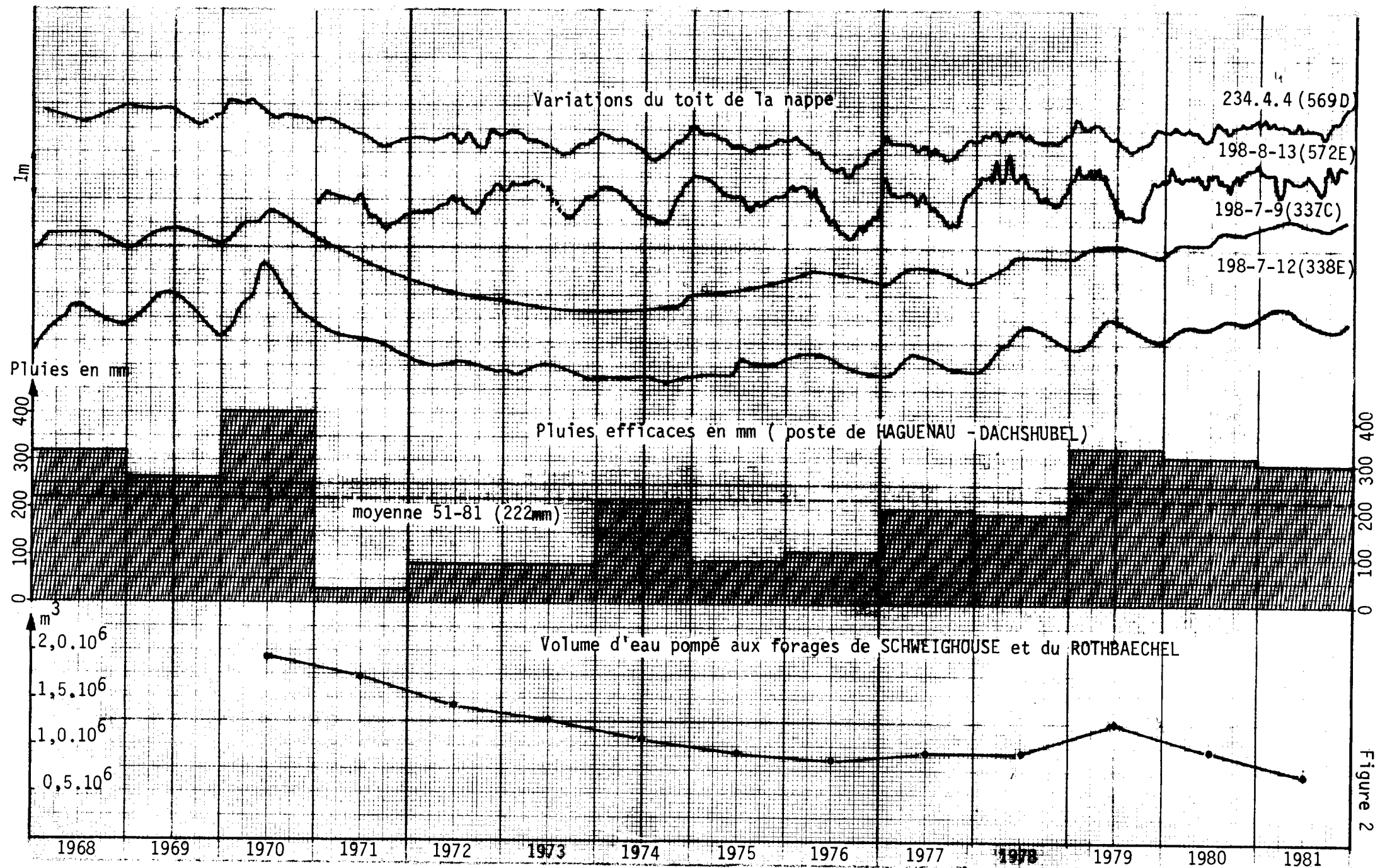


Figure 2

variations de pompage des captages nouveaux ou existants déjà en 1970. Par ailleurs, on peut noter un bombement suivant l'axe Harthouse - Kurtzenhouse qui correspond à la limite du recouvrement loessique. Dans cette zone, outre l'apport des précipitations, la nappe reçoit la part des eaux de ruissellement en provenance des collines de loess non drainées par les cours d'eau.

1.6. EVOLUTION DE LA PIEZOMETRIE AU COURS DES DIX DERNIERES ANNEES

L'évolution générale de la piézométrie est essentiellement soumise aux variations des apports météoriques et des prélèvements à l'intérieur du domaine. Si les prélèvements sont, en l'espace de dix ans, passés de 2 à 1 million de m³, les précipitations enregistrées au poste de Haguenau Dachshuebel ont, au cours de la dernière décade (de 71 à 81) atteint en moyenne 720 mm, soit une diminution de 10 % par rapport à la moyenne des 27 dernières années calculée sur le même poste (780 mm).

Le tableau 2 de la page suivante récapitule les écarts entre les relevés d'août 82 et les niveaux correspondants :

- aux basses eaux de décembre 1970,
- à la moyenne de mesures de la période 70-75 au cours de laquelle la plupart des points d'observation étaient relevés.

L'examen de ce tableau permet de dégager les commentaires suivants :

a) Différence entre les mesures d'août 1982 et la moyenne 70-75

Sur un total de 42 mesures, les relevés d'août 82 qui correspondent environ à une position moyenne de la nappe, 24 d'entre elles dépassent la cote moyenne de la période 70-75. Les écarts les plus élevés ont été enregistrés aux points suivants :

- 3,54 m au niveau du pz 234-334 au Nord de Weitbruch. Cet écart est lié à l'abandon du forage de Weitbruch 2 (234-3-18) éloigné de 500 m qui a été remplacé par le forage Weitbruch 3 (234-3-18) situé à 1 km en amont du piézomètre,
- 2,74 m et 1,77 m au droit des piézomètres 234-3-41 et 234-3-5 situés dans le pliocène sous couverture loessique respectivement à l'Est de Niederschaeffolsheim et de Geudertheim,
- 1,86 m au niveau du piézomètre 198-759 au Sud-Ouest de Haguenau, influencé par la diminution des prélèvements du Rothbaechel.

Inversement, on note une diminution du niveau de la nappe en 14 points. L'abaissement maximum a été observé au point 199-5-25 (2,03 m), situé au Nord de Soufflenheim dans la Forêt de Haguenau. D'une manière générale, on doit d'ailleurs noter que la majorité des points situés à l'intérieur de la forêt de Haguenau accusent une diminution de leurs niveaux. Le phénomène pourrait être en partie lié à un curage des nombreux fossés de drainage de tout ce secteur où la nappe se situe en position subaffleurante.

2. ESTIMATION DES RESSOURCES

Le bilan des ressources en eau s'intéresse au secteur pliocène se situant au Sud de Haguenau. Sa limite Sud est marquée par la limite d'affleurement loess-sables pliocènes qui passe au niveau des communes de Mommenheim - Bernolsheim - Nord de Brumath - Geudertheim - Weyersheim. La Moder et le talus pliocène constituent ses limites Nord et Est. Sa limite Ouest passe par les agglomérations de Mommenheim et d'Ohlungen.

2.1. TERMES DU BILAN

L'équation du bilan des ressources en eau est basée sur l'équilibre entre les apports et les exhaures.

La formule générale du bilan s'écrit :

$$R + I = S_a + Q \pm \Delta h SA \quad \text{dans laquelle}$$

R : est la recharge amont de la nappe

I : est l'infiltration des eaux de pluie, des ruisseaux ou des rivières

S_a : est la somme des débits transitant en aval du réservoir ou drainés par les rivières

Q : est la somme des débits pompés

$\Delta h SA$: est la variation des réserves de l'aquifère avec :

Δh = variation du niveau de la nappe au cours de la période intéressée par le bilan

S = coefficient d'emmagasinement

A = superficie du secteur d'étude.

2.2. CALCUL DU BILAN

Le bilan des ressources en eau a été établi pour la période s'étendant entre les basses eaux de Décembre 1970 et celles d'Octobre 1981.

2.2.1. Les débits d'entrée

Les débits d'entrée correspondent à la somme des apports suivants :

- . recharge amont de la nappe
- . infiltration des eaux de pluie.

a) Recharge amont de la nappe :

Les apports latéraux le long de la limite Nord-Ouest du secteur sont négligeables. Cette limite correspond au biseautage des sables pliocènes, l'Oligocène affleurant ou se trouvant en contact direct avec le loess.

b) Précipitations (cf. tableaux 3, 4 et 5)

Durant la période 1971/81, la moyenne des précipitations est de 720 mm. Sur ces 720 mm, seule une partie de la pluie rejoint la nappe. En l'absence de ruissellement, cet apport correspond aux pluies efficaces (précipitations - évapotranspiration potentielle). Les pluies efficaces calculées d'après la méthode de Turc Thorntwaite pour une capacité de rétention initiale de 100 mm ont été de 178 mm au poste de Haguenau Dachshubel durant la période 1971/81 retenue pour l'établissement du bilan.

L'intensité des apports sur le secteur étudié varie selon la nature des terrains de recouvrement. Si l'on peut considérer que dans le domaine d'affleurement des sables, l'essentiel de la pluie efficace rejoint la nappe, par contre, sous couverture loessique, cet apport est moindre, le ruissellement par ailleurs, ne pouvant plus être négligé.

. Apports dans le secteur sous couverture de loess

L'étendue des loess est de 64,5 Km². Si l'on admet que dans ce secteur 5 % des précipitations, soit une lame d'eau de 36 mm participe à l'alimentation de la nappe (valeur retenue dans l'étude hydrodynamique du Pliocène), on obtient un volume annuel infiltré égal à 2,3 millions de m³ équivalant à 74 l/s.

En plus de ces apports directs, les sables sont alimentés à partir du ruissellement en provenance de la surface de réception des loess orientée vers le Pliocène.

Ce ruissellement peut se calculer à partir de la relation :

$$P = E_r + Q_L + I_W$$

P = précipitations = 720 mm

E_r = évapotranspiration réelle ou potentielle = 627 mm (cf. tableau 5)

Q_L = ruissellement

I = infiltration = 36 mm

soit Q_L = 57 mm.

Ce ruissellement total permet le calcul des apports superficiels le long de la limite loess-Pliocène à défaut de connaître le débit des ruisseaux et le ruissellement hypodermique. Pour une surface de réception orientée vers le Pliocène d'environ 11 Km², cet apport s'élève à 20 l/s.

. Apports dans le secteur d'affleurement des sables pliocènes

Les sables pliocènes affleurent sur une surface de 78 Km². En considérant une lame d'eau infiltrée moyenne de 144 mm, égale à 20 % des précipitations (ce pourcentage a été adopté dans l'étude sur modèle de 1972), on obtient une recharge annuelle de 11 250 000 m³, soit un débit de 550 l/s. Comparé à la valeur moyenne de l'infiltration efficace égale à 178 mm, le ruissellement dans les sables équivaldrait à une lame d'eau de 54 mm (178mm-144mm)

POSTE DE HAUFENAU DACHSHEIMEL (198-7-69)

PRECIPITATIONS

VALEURS EXPRIMEES EN MM

* ANNEE *	* JANVIER *	* FEVER *	* MARS *	* AVRIL *	* MAI *	* JUIN *	* JUILLET *	* AOÛT *	* SEPTEMBR *	* OCTOBRE *	* NOVEMBRE *	* DECEMBRE *	* ANNUEL *
* 955 *	122.00 *	75.00 *	21.00 *	15.00 *	78.00 *	161.00 *	85.00 *	29.00 *	46.00 *	32.00 *	10.00 *	111.00 *	733.00 *
* 956 *	62.00 *	13.00 *	15.00 *	22.00 *	41.00 *	76.00 *	96.00 *	114.00 *	59.00 *	99.00 *	43.00 *	21.00 *	731.00 *
* 957 *	41.00 *	25.00 *	43.00 *	15.00 *	47.00 *	136.00 *	54.00 *	123.00 *	85.00 *	17.00 *	30.00 *	38.00 *	728.00 *
* 958 *	104.00 *	137.00 *	40.00 *	35.00 *	97.00 *	97.00 *	101.00 *	130.00 *	67.00 *	58.00 *	56.00 *	109.00 *	1031.00 *
* 959 *	73.00 *	1.00 *	21.00 *	73.00 *	38.00 *	75.00 *	54.00 *	56.00 *	4.40 *	48.70 *	26.20 *	54.00 *	501.30 *
* 960 *	68.40 *	33.00 *	35.30 *	16.30 *	101.20 *	65.10 *	85.80 *	123.60 *	29.50 *	97.00 *	23.50 *	54.10 *	867.90 *
* 961 *	90.40 *	62.10 *	10.30 *	53.00 *	94.00 *	70.00 *	37.30 *	63.80 *	31.90 *	73.20 *	49.60 *	68.30 *	770.40 *
* 962 *	62.80 *	45.30 *	41.90 *	65.80 *	126.50 *	12.00 *	71.40 *	42.40 *	65.50 *	15.40 *	33.90 *	52.50 *	679.70 *
* 963 *	25.50 *	20.40 *	75.60 *	67.00 *	15.30 *	55.20 *	26.00 *	17.90 *	33.00 *	45.80 *	129.60 *	2.80 *	693.90 *
* 964 *	15.50 *	32.30 *	33.40 *	50.40 *	50.00 *	63.70 *	5.80 *	61.30 *	78.20 *	65.90 *	85.90 *	26.80 *	660.20 *
* 965 *	103.70 *	20.20 *	23.10 *	74.50 *	73.70 *	151.30 *	77.50 *	62.00 *	116.30 *	10.00 *	123.80 *	143.40 *	1069.60 *
* 966 *	58.00 *	65.00 *	46.00 *	74.00 *	45.00 *	113.00 *	86.00 *	161.00 *	38.00 *	39.00 *	59.00 *	155.00 *	936.00 *
* 967 *	48.00 *	67.20 *	57.00 *	55.00 *	113.00 *	60.00 *	54.00 *	152.00 *	111.00 *	82.00 *	76.00 *	75.00 *	928.00 *
* 968 *	64.00 *	75.00 *	33.00 *	112.00 *	106.00 *	41.00 *	32.00 *	173.00 *	91.00 *	44.00 *	37.00 *	42.00 *	928.00 *
* 969 *	43.00 *	25.00 *	53.00 *	91.00 *	112.00 *	87.00 *	32.00 *	75.00 *	25.00 *	2.00 *	105.00 *	48.00 *	833.00 *
* 970 *	68.70 *	128.60 *	52.20 *	106.80 *	191.70 *	132.30 *	44.50 *	40.50 *	83.80 *	35.80 *	30.00 *	43.50 *	960.30 *
* 971 *	31.00 *	18.00 *	33.00 *	11.00 *	58.00 *	116.00 *	17.00 *	61.00 *	29.00 *	27.00 *	71.00 *	14.00 *	491.00 *
* 972 *	20.00 *	13.00 *	35.00 *	40.00 *	110.00 *	108.00 *	79.00 *	118.00 *	32.00 *	19.00 *	113.00 *	26.00 *	713.00 *
* 973 *	37.00 *	36.00 *	13.00 *	65.00 *	114.00 *	71.00 *	76.00 *	63.00 *	71.00 *	68.00 *	65.00 *	45.00 *	704.00 *
* 974 *	36.20 *	53.10 *	46.80 *	3.90 *	67.70 *	57.90 *	75.20 *	51.20 *	95.20 *	118.60 *	77.00 *	62.00 *	750.00 *
* 975 *	61.20 *	119.00 *	34.80 *	36.40 *	42.90 *	111.70 *	34.60 *	56.30 *	109.50 *	19.40 *	85.00 *	21.60 *	633.30 *
* 976 *	56.00 *	26.00 *	15.80 *	23.20 *	38.00 *	30.80 *	64.90 *	9.80 *	76.90 *	68.20 *	51.80 *	54.40 *	521.80 *
* 977 *	85.50 *	101.70 *	29.10 *	54.40 *	32.40 *	115.00 *	45.90 *	81.30 *	15.00 *	33.00 *	51.60 *	75.40 *	764.70 *
* 978 *	56.50 *	54.20 *	46.20 *	23.70 *	148.40 *	91.30 *	80.00 *	49.50 *	54.60 *	16.30 *	12.00 *	104.00 *	783.10 *
* 979 *	35.60 *	101.10 *	95.30 *	37.40 *	85.40 *	42.50 *	41.30 *	33.70 *	30.60 *	57.80 *	114.10 *	88.80 *	853.60 *
* 980 *	64.70 *	51.20 *	57.50 *	34.50 *	49.90 *	150.80 *	136.00 *	53.20 *	39.70 *	100.20 *	66.00 *	76.30 *	886.00 *
* 981 *	64.00 *	52.60 *	45.60 *	26.70 *	46.80 *	82.50 *	77.40 *	30.40 *	65.20 *	147.60 *	65.70 *	116.30 *	821.00 *
* MOYENNE *	60.50 *	56.30 *	50.46 *	52.99 *	79.47 *	86.57 *	68.31 *	82.90 *	58.64 *	53.34 *	66.69 *	64.08 *	780.47 *

POSTE DE MAGUENAU DACHSHUBEL (198-7-69)

EVAPOTRANSPIRATION REELLE

VALEURS EXPRIMEES EN MM

	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	* ANNEE *	* JANVIER *	* FEVRIER *	* MARS *	* AVRIL *	* MAI *	* JUIN *	* JUILLET *	* AOUT *	* SEPTEMBRE *	* OCTOBRE *	* NOVEMBRE *	* DECEMBRE *	* ANNEE *
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	*	*	*	*	*									

POSTE DE HAGUENAU DACHSHUBEL (198-7-69)
 **
 PLUIE EFFICACE
 CALCULEE D'APRES LA METHODE DE THORTHWAITE
 **
 VALEURS EXPRIMEES EN MM

ANNEE	JANVIER	FEBVIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	ANNUEL
1955	120.65	61.92	3.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06	196.44
1956	53.61	13.20	0.00	29.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.64	33.19	14.09	177.81
1957	39.44	73.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.74	116.92
1958	100.56	123.34	22.70	0.00	0.00	0.00	0.00	33.79	0.00	19.64	14.56	98.72	429.80
1959	69.50	0.00	45.84	8.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	124.26
1960	34.61	75.37	3.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.75	76.45	48.90	260.65
1961	46.13	25.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	145.04
1962	54.08	41.69	65.67	1.29	51.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	214.67
1963	5.95	20.89	46.08	3.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.06	2.80	171.29
1964	15.50	37.34	72.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.28	74.50	164.32
1965	96.71	20.29	63.84	23.16	17.39	46.21	0.00	0.00	19.68	0.00	90.23	132.96	510.37
1966	58.00	23.11	14.40	13.44	0.00	0.00	0.00	25.73	0.00	0.00	15.71	146.15	306.54
1967	43.75	25.00	17.38	0.00	14.35	0.00	0.00	0.00	0.00	2.87	38.38	63.58	72.41
1968	60.66	74.11	2.48	39.69	29.92	0.00	0.00	0.00	25.33	11.19	26.54	40.97	320.95
1969	38.68	35.00	39.71	30.59	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.85	265.74
1970	66.70	113.34	31.27	61.38	107.05	18.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	402.85
1971	0.50	6.70	29.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.07
1972	0.00	0.00	0.00	0.00	3.42	9.38	0.00	0.00	0.00	0.00	46.25	23.98	83.03
1973	37.00	24.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.97
1974	24.94	34.39	13.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.86	60.68	48.97	216.05
1975	48.61	3.73	10.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.12	19.67	91.76
1976	40.17	18.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	108.72
1977	78.28	30.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.77	204.76
1978	49.85	50.57	52.11	0.00	41.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	194.48
1979	33.13	92.33	67.10	34.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.50	76.34	329.28
1980	64.70	33.84	23.24	0.00	0.00	10.52	51.31	0.00	0.00	2.62	53.45	72.70	317.37
1981	62.25	45.34	6.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.45	47.99	113.55	295.19
MOYENNE	52.95	45.16	23.22	9.26	10.52	3.12	1.90	2.19	1.78	6.87	24.91	41.80	223.70

Tableau 5

CAPACITE DE RETENTION MAXIMALE 100.0 MM
 CAPACITE DE RETENTION INITIALE 100.0 MM

Ce qui correspond à 5 % des précipitations totales.

La somme des apports est ainsi de $74 + 20 + 350 = 444$ l/s.

2.2.2. Les débits d'exhaure

Les débits d'exhaure correspondent à la somme des débits pompés, des débits transi- tant en aval du réservoir et des débits drainés par les différents cours d'eau.

a) Débits pompés

Le débit moyen prélevé par les forages au cours de la période 1971/81, s'élève à 50 l/s (cf. paragraphe 1.4).

b) Débit d'exhaure du Pliocène le long du talus

Le débit d'exhaure du Pliocène au droit du talus entre Bischwiller et Weyersheim peut se calculer en appliquant la loi de Darcy :

$$Q = \Sigma LiT$$

L = longueur en m de la section

i = gradient hydraulique de la nappe

T = transmissivité moyenne dans la tranche correspondante en m²/s.

Ce débit a été calculé dans le cadre de l'étude hydrodynamique des sables pliocènes. Il s'élève à 102 l/s à raison de :

75 l/s entre Bischwiller et Kurtzenhouse

27 l/s entre Kurtzenhouse et Weyersheim.

Ce chiffre reste actuel, ni les transmissivités, ni le gradient de la nappe n'ayant évolué au cours du temps.

c) Débits drainés par les rivières et le long de la limite Sud

En utilisant la méthodologie qui nous a permis d'apprécier le débit d'exhaure du Pliocène, on obtient un débit drainé par la Moder de 190 l/s se répartissant de la manière suivante :

. 90 l/s en amont de la sortie Est de Haguenau ($T = 1.5 \times 10^{-5}$,
 $i = 10^{\circ}/\infty$, distance = 6 000 m) ;

. 100 l/s sur la partie aval du cours de la Moder ($T = 2 \times 10^{-5}$ m²/s,
 $i = 10^{\circ}/\infty$, distance = 5 000 m).

. Limite Sud

Rappelons que la limite Sud du secteur intéressée par le bilan correspond à la limite d'affleurement des loess et non pas à la Zorn.

Le débit d'exhaure du Pliocène le long de cette limite a également été calculé en utilisant la loi de Darcy. On obtient un débit global de 80 l/s se répartissant en :

- . 40 l/s en amont de Brumath : $i = 5\text{‰}$, $T = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$,
 $l = 4\,000 \text{ m}$;
- . 40 l/s en aval de Brumath : $i = 4\text{‰}$, $T = 1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$,
 $l = 6\,000 \text{ m}$.

. Le Rothbaechel (cf. étude hydrodynamique des sables pliocènes)

En amont de son cours, au Sud de Schweighouse, l'intégralité de son débit s'infil-tre après la limite loess Pliocène. Ce débit est compris entre 5 et 30 l/s.

Dans son cours aval par contre il draine la nappe à raison de 30 à 45 l/s.

Le bilan au niveau du Rothbaechel correspond par conséquent à un drainage de la nappe Pliocène d'environ 20 l/s.

La somme des débits d'exhaure atteint par conséquent :

50 l/s (pompages) + 102 l/s (exhaure le long du talus) + 190 l/s (drainage le long de la Moder) + 80 l/s (drainage le long de la limite Sud) + 20 l/s (drai-nage du Rothbaechel), soit environ 442 l/s.

Ce chiffre comparable à la somme des entrées, montre qu'au cours des dix derniè-res années, la variation des réserves de l'aquifère est peu importante.

2.2.3. Variation des réserves

La comparaison de la piézométrie entre les basses eaux de Décembre 1970 et celles d'Octobre 1981 permet d'apprécier la variation des réserves de la nappe pliocène. Durant cette période, les piézomètres retenus au terme de la rationalisation du réseau piézométri-que indiquent les différences suivantes :

Numéros des piézomètres	Zone représentative	Basses eaux	Basses eaux	Ecart (2-1)
		1970 (1)	1981 (2)	
234.4.4. au Sud de Gries	Talus Pliocène	129,84	129,69	- 0,16 m
234.3.9. *	Recouvrement loessique au Sud de Weitbruch	144,12	143,22	- 0,90 m
198.7.39	Affleurement des sables	143,10	143,22	+ 0,22 m
234.3.3.	pliocènes au Nord de Weitbruch	144,50	144,30	- 0,20 m
198.7.9.	Zone de captage de Schweighouse et de Haguenau	153,64	153,77	+ 0,13 m
198.7.12.		155,46	155,33	- 0,13 m

Excepté le piézomètre 234.3.9. dont l'évolution piézométrique est suspecte (ce point paraît colmaté), on s'aperçoit qu'effectivement le niveau de la nappe s'est maintenu constant au cours de la période considérée.

2.2.4. Synthèse du Bilan

Le tableau suivant résume les différents termes du bilan des ressources en eau qui vient d'être présenté.

<u>APPORTS</u>	Apports amont	0 l/s
	Précipitations sous couverture de loess	74 l/s
	Précipitations sur sable en affleurement	350 l/s
	Ruissellement zone de loess	20 l/s
	TOTAL	444 l/s =====
<u>EXHAURES</u>	Prélèvements par forages	50 l/s
	Limite talus pliocène	102 l/s
	Drainage Moder	190 l/s
	Drainage Rothbaechel	20 l/s
	Limite Sud	80 l/s
	TOTAL	442 l/s =====

3. POSSIBILITÉS D'EXPLOITATION DE LA NAPPE

D'après le bilan des ressources en eau des sables pliocènes au Sud de Haguenau, les possibilités théoriques d'exploitation de la nappe s'élèvent à 440 l/s - 50 l/s déjà prélevés, soit un débit de l'ordre de 390 l/s. Ce débit, en interceptant l'intégralité des apports sans pour autant entamer les réserves de la nappe pourrait être prélevé au moyen d'une batterie de puits situés le long des limites Nord - Sud et Est du secteur. Une telle solution en raison de son coût est évidemment irréaliste.

3.1. SITUATION DE NOUVEAUX CENTRES DE POMPAGE

Si l'on se limite au bassin versant souterrain de la nappe drainé par la Moder :

- . limite amont : Berstheim - Batzenndorf - Niederschaeffolsheim - Weitbruch qui est une ligne de partage des eaux.
- . limite aval : talus pliocène de Bischwiller à Kurtzenhouse.

et en supposant que ces limites ne seront pratiquement pas déplacées par l'intensification des prélèvements, les apports s'élèvent à environ 7 millions de m³/an. Cet apport ne tient pas compte de l'impluvium de la région urbanisée de Haguenau ni de celui de la bordure aval entre les localités de Kaltenhouse - Bischwiller et Gries jugées trop éloignées de Haguenau.

Dans ce secteur existe dès à présent un prélèvement de l'ordre de 1,1 million de m³/an se répartissant en 3 centres de production :

- . la zone Schweighouse Rothbaechel avec 0,75 millions de m³,
- . la zone Kaltenhouse Marienthal avec 0,1 million de m³,
- . la zone de Weitbruch avec 0,25 million de m³.

Si l'on admet que l'on puisse capter les 2/3 du renouvellement de la ressource, soit 4,7 millions de m³, il resterait actuellement environ 3,6 millions de m³ à soutirer par an, ce qui correspond à un débit en continu de l'ordre de 400 m³/h.

3.1.1. Intensification des centres de production actuels

D'un point de vue hydrogéologique, l'exploitation de cette ressource doit s'effectuer dans le secteur aval de la nappe de façon à bénéficier de l'extension maximale de l'impluvium.

On peut envisager d'agrandir les centres de pompages existants suivant les hypothèses suivantes :

a) - Création de 2 puits dans le secteur Sud des puits Rothbaechel

- soit au Nord de Niederschaeffolsheim à 1,5 km en amont du puits Rothbaechel
198-8-25,

-- soit à l'Est de ce puits en direction du Château Walk.

Ces deux puits devraient être à même de fournir un débit de pointe de 200 m³/h ou 150 m³/h en continu (1,3 millions de m³/an), portant ainsi la capacité de prélèvement dans ce secteur à 2 M de m³/an. Les teneurs en fer des puits Rothbaechel étant inférieures ou légèrement supérieures au seuil de potabilité (0,2 mg/l) on peut espérer éviter une déferrisation des eaux prélevées par ces puits. D'autre part, ce secteur étant le plus transmissif, (de $4\text{ à }5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$), on peut éventuellement espérer prélever plus des 2/3 de l'impluvium avec des rabattements qui resteront acceptables au niveau des puits projetés mais qui demanderont soit à revoir la position des pompes dans les puits existants les plus proches, soit à pourvoir à leur remplacement par des ouvrages plus conformes à cette nouvelle distribution des pompes.

- b) Création de 2 puits dans le Secteur de Marienthal pouvant également fournir un débit de l'ordre de 1,3 M de m³/an devant par contre subir un traitement de déferrisation

Avec le remplacement du puits existant, la capacité de ce secteur serait portée à 1,7 M m³/an (Ce puits à l'origine a été conçu en tant que forage de reconnaissance)

- c) En supposant un doublement de prélèvements actuels du Syndicat de Hochfelden

dans le secteur de Weitbruch, soit 0,5 M m³/an, il subsisterait de 0,50 à 0,7 M m³/an correspondant à l'impluvium éloigné entre Gries et Marienthal que l'on pourrait intercepter au moyen d'un seul puits. Les eaux captées par ce puits devraient également être déferrisées.

3.1.2. Création d'un nouveau centre de pompage

La solution qui vient d'être évoquée présente l'inconvénient de reprendre la gestion de plusieurs centres de pompage et de compromettre le débit exploitable des puits Rothbaechel existants dont la profondeur est respectivement de 20 m (198-7-25) et de 25 m (198-7-29) sans avoir pour autant atteint les marnes oligocènes qui, d'après la géophysique sont à 40 m de profondeur.

- a) Critère d'implantation d'un nouveau centre de pompes

Les critères d'implantation d'un nouveau centre de captage devraient répondre aux 5 impératifs suivants :

- avoir un impact acceptable au niveau des 2 puits de Schweighouse et de Weitbruch réalisés en 1972 et 1977 qui n'ont jamais présenté d'anomalies de fonctionnement,
- bénéficier d'un impluvium d'extension maximale,
- se situer dans un secteur où les transmissivités sont les meilleures afin de limiter le nombre d'ouvrages de captage et les abaissements de nappe,

- prélever des eaux avec des teneurs en fer et en manganèse les moins élevées,
- pouvoir être protégées efficacement des risques de pollution.

b) Implantation d'un nouveau centre de captage (annexe 4)

Secteur au Sud-Est de Haguenau

Une solution consisterait à implanter une batterie de puits au Nord Ouest de Kaltenhouse entre l'aérodrome de Haguenau et la Moder.

Ce centre de captage aurait l'avantage :

- d'avoir un impact négligeable sur les puits actuels,
- de profiter d'une extension maximale de l'impluvium,
- de pouvoir bénéficier éventuellement d'une réalimentation de la Moder en créant un rabattement suffisant de manière à inverser le sens d'écoulement des eaux souterraines.

Néanmoins, un tel centre de production présenterait 3 inconvénients majeurs :

- il nécessiterait un nombre important d'ouvrages de captage étant donné des transmissivités peu élevées ($1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$)
- il impliquera vraisemblablement une déferrisation des eaux pompées, les forages les plus proches de Kaltenhouse et de l'aérodrome accusant en effet des teneurs en fer égales à 0,6 et 2 mg/l,
- il ne serait pas à l'abri d'un risque de dégradation de la qualité des eaux due à la proximité de l'aérodrome et de la zone urbanisée de Haguenau.

Secteur Sud de Haguenau

Nous avons vu qu'il était impossible d'intensifier les centres de production existants en maintenant le débit exploité des puits Rothbaechel. En effet, ceux-ci, malgré une baisse de leur productivité (en 10 ans celle-ci est passée de 1 à 0,2 M de m^3/an) ont un équipement ne permettant aucun abaissement généralisé de la nappe dans ce secteur.

Par ailleurs, dans la mesure où un nouveau centre de pompage au Sud-Est de Haguenau, à l'écart de ces puits, n'offre pas toutes les garanties requises, on est amené à considérer le remplacement des 2 puits Rothbaechel comme étant une solution possible pour l'alimentation en eau de Haguenau.

Le site de Rothbaechel offre en effet de nombreux avantages :

- absence vraisemblable de déferrisation des eaux prélevées
- zone où la transmissivité de l'aquifère est la plus élevée ($4\text{à}5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$)
- protection assurée des ouvrages grâce à la forêt qui recouvre tout ce secteur d'affleurement des sables.

- possibilité d'un rabattement important compte tenu d'une épaisseur de sable de l'ordre de 40 à 50 m.

Il convient cependant de signaler que nous ne disposons sur ce site d'aucune information concernant la nature des alluvions au-delà de 25 m de profondeur. Par analogie avec le forage de Weitbruch, à 3 km au Sud-Est, on peut espérer une amélioration de la nature des alluvions au-delà de 30 m de profondeur.

Ce nouveau centre de captage pourrait se situer au Sud des puits actuels sur le flanc Nord de l'axe de la vallée fossile qui s'étend de Schweighouse à Weitbruch. Compte tenu de l'extension vers le Sud Est de la zone de captage projetée et des possibilités de rabattement de la nappe grâce à des puits profonds, on peut espérer intercepter les 3/4 de l'impluvium de ce secteur, soit 2,5 M m³/an ; ceci correspond (en conservant 0,5 M de m³/an sur Schweighouse) à 2 M m³/an sur ce nouveau centre de pompage, soit 230 m³/h en continu donc une capacité installée (débit de pointe) de 300 m³/h. Ce débit pourrait être prélevé au moyen de 3 puits complets éloignés de 700 m l'un de l'autre, les 2 puits situés aux extrémités Nord et Sud étant à une distance de 2 km des puits de Schweighouse et de Weitbruch.

Leur impact sur ces ouvrages au bout de 10 ans de pompage, compte tenu des caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère ($T = 4 \times 10^{-3}$ m³/s, $S = 10 \%$), peut être apprécié au moyen de l'équation de Theis.

Celle-ci nous donne des rabattements compris entre 1,5 et 2 m au droit des puits de Schweighouse et de Weitbruch et de l'ordre de 5 m dans un rayon de 500 m autour des puits projetés.

Il convient par ailleurs de souligner que cette exploitation ne condamne pas le secteur de Kaltenhouse - Marienthal qui pourrait dans le futur faire l'objet de prélèvements supplémentaires à partir d'un nouveau centre de pompage d'une capacité moyenne de 1,7 M m³/an.

3.2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES OUVRAGES ET ESTIMATION DES COUTS

3.2.1. Recommandations générales

En ce qui concerne la réalisation des forages, quelle que soit la solution retenue, il faudra dans tous les cas tenir compte des recommandations suivantes :

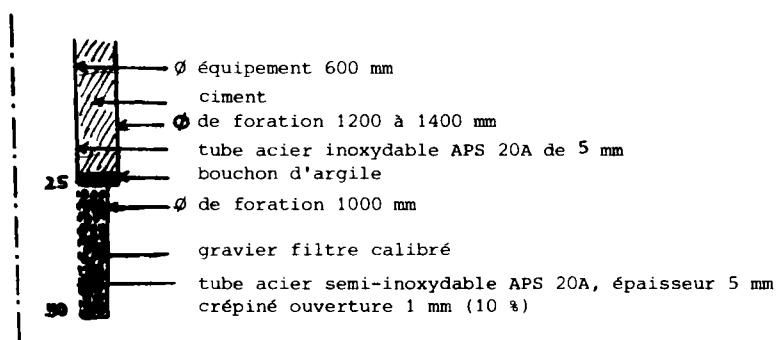
- Il faudra traverser toute l'épaisseur de l'aquifère dans la mesure où existe souvent à la base de la série pliocène un niveau plus grossier qu'il est intéressant de capter,
- Pour le problème d'entraînement des sables, la vitesse de l'eau à l'interface massif de gravier - sables aquifères joue un rôle essentiel : pour une hauteur captée et un débit donnés, cette vitesse est inversement proportionnelle au diamètre de fonçage du puits. On aura donc intérêt, afin de limiter cette vitesse, à forer dans un diamètre minimum de 1 000 mm.
- Le diamètre de l'équipement devra permettre la mise en place d'un massif de gravier filtre d'au moins 200 mm d'épaisseur. Cette épaisseur de gravier diminuera les risques d'entraînement de sable.

A propos des 2 dernières recommandations on doit souligner que le forage de Schweighouse F2 Bis (198-7-72) foré en Ø 1 000mm et équipé en Ø 600 mm, qui capte par ailleurs un matériau alluvionnaire exempt de passées argileuses, présente le meilleur débit spécifique des puits exploitant le pliocène (21 m³/h/m).

Lors de l'exploitation des puits, il faudra veiller à ce que les pompes se déclenchent séquentiellement et soient munies de vannes à ouvertures progressives. Ces deux dispositifs, en réduisant les à coups de pressions, éviteront les appels de sable.

3.2.2. Coût d'un ouvrage de captage

A titre d'exemple, le coût d'un ouvrage de 50 m de profondeur foré à la base en 1 m de diamètre et équipé en 600 mm de diamètre selon le schéma ci-dessous :



est de l'ordre de 350 000 F HT se décomposant de la manière suivante :

- approvisionnement et installation du chantier.....	25 000 F
- exécution du forage.....	250 000 F
- développement + essais de pompage (200 h au total).....	75 000 F

Total.....	350 000 F
	=====

CONCLUSION

Les ressources en eau exploitables des sables pliocènes de la région de Haguenau ont été estimées à 4,7 M de m³/an. Ces ressources correspondent aux 2/3 de l'impluvium de la zone limitée au Sud par la ligne de partage des eaux séparant les vallées de la Zorn et de la Moder et au Nord par la vallée de la Moder. Dans ce secteur, les prélèvements, qui étaient de 2 M de m³/an en 1970, ont été réduits progressivement et ne sont plus, à l'heure actuelle, que de 1,1 M de m³/an.

Parmi les différentes hypothèses envisagées pour faire participer au mieux la nappe des sables pliocènes à l'alimentation en eau du Syndicat de la Basse Moder, il semble que la meilleure solution consisterait à remplacer les 2 puits existants du Rothbaechel par une ligne de 3 puits s'étendant sur 1,5 km, à 500 m au Sud du château Walk et permettant un prélèvement de 230 m³/h en continu, soit un débit de pointe de 300 m³/h. La qualité des eaux de ce centre de captage serait assurée sans problème majeur, compte tenu d'un environnement favorable à long terme. Les teneurs en fer des eaux prélevées sur ce site devraient se situer aux alentours de la teneur limite admissible pour les eaux potables.

Un autre site de pompage, celui de Marienthal - Kaltenhouse, pourrait ultérieurement être équipé pour prélever un débit de 1,7 M de m³/an (avec déferrisation).

Ce projet de reprise de l'exploitation de la nappe des sables pliocènes pour l'alimentation en eau de la Basse Moder est à situer par rapport au projet en cours, de concentration des prélèvements à Bischwiller.

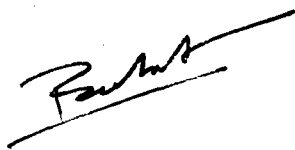
Compte tenu de :

- . l'importance de ce Syndicat,
- . la situation de ce centre de pompage, juste en aval de la zone industrielle et urbaine de Bischwiller et à proximité de la Moder,

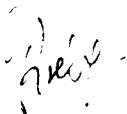
il apparaît souhaitable de conserver, pour cette grande collectivité, deux centres de pompage dans deux contextes hydrogéologiques et d'environnement différents.

Les Ingénieurs chargés d'étude,

Le Directeur du Service Géologique
Régional Alsace,



Y. BABOT



G. KREBS



J.J. RISLER