

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

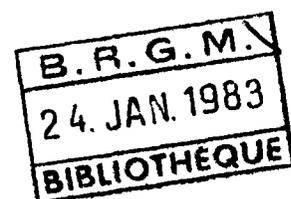
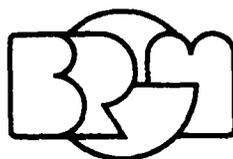
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

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

DÉPARTEMENT DU HAUT-RHIN

**SYNTHÈSE DOCUMENTAIRE SUR LA
GRANDE OOLITHE DANS LE
DÉPARTEMENT DU HAUT-RHIN**

Décembre 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. ETUDE GEOLOGIQUE DU RESERVOIR - PRESENTATION DES DONNEES.

- 1.1. Définition géologique de la Grande Oolithe
- 1.2. Canevas géologique et stratigraphique.
- 1.3. Forages et données existantes.
- 1.4. Caractéristiques géométriques.
 - 1.4.1. Extension et lithologie.
 - 1.4.2. Profondeur et épaisseur.
- 1.5. Caractéristiques du réservoir.
 - 1.5.1. Porosité.
 - 1.5.2. Perméabilité.
 - 1.5.3. Pression de l'aquifère - Piézométrie.
- 1.6. Caractéristiques du fluide.
 - 1.6.1. Température.
 - 1.6.2. Minéralisation.

2. LA GRANDE OOLITHE, RESERVOIR POTENTIEL.

- 2.1. Historique et généralités.
- 2.2. Gisements d'hydrocarbures.
- 2.3. Gisement géothermique et principales utilisations.
- 2.4. Ressource thermominérale.
- 2.5. Réinjection d'eau minéralisée et de saumures.

3. LES BESOINS DE LA SURFACE DANS LE DEPARTEMENT DU HAUT-RHIN - GESTION DE LA RESSOURCE.

- 3.1. Les besoins.
- 3.2. Gestion de la ressource.

CONCLUSIONS

LISTE DES FIGURES ET ANNEXES
=====

Planche 1 : Carte de la profondeur du toit de la Grande Oolithe
(échelle 1/100.000).

Figure 1 : Situation des forages.

Figure 2 : Coupe en long du Fossé Rhénan (Département du Haut-Rhin).

Figure 3 : Epaisseur de la Grande Oolithe.

Figure 4 : Température au toit de la Grande Oolithe.

Figure 5 : Salinité des eaux de la Grande Oolithe.

Annexe 1 : Liste et position des forages.

Annexe 2 : Diagramme d'analyses des eaux.

Annexe 3 : Les installations de plus de 3 500 KW produisant de la chaleur,
dans le département du Haut-Rhin, secteur habitat et tertiaire.

Liste bibliographique.

INTRODUCTION

=====

La Grande Oolithe est une formation géologique sédimentaire, d'âge secondaire (du Jurassique moyen ou Dogger).

Elle est présente dans le département du Haut-Rhin à faible profondeur ou affleurante localement dans les champs de fracture des collines sous-vosgiennes et à plus grande profondeur sous toute la plaine et les collines du Sundgau.

Reconnue essentiellement, en structure profonde, par les forages de recherches pétrolières ou minières, elle renferme de l'eau chaude et minéralisée.

Cette formation, de par sa nature constitue un réservoir de fluides hydrocarbures et/ou d'eau, et de ce fait présente un objectif :

- pour la recherche pétrolière,
- pour la géothermie
- pour le thermalisme.

Mais par ailleurs en tant que réservoir poreux, elle pourrait théoriquement également être réceptrice de fluides : le projet d'injection de saumures résiduelles du bassin potassique a posé le problème de la compatibilité des différentes utilisations possibles de ce réservoir, et à terme de la bonne gestion de cette ressource.

Afin de disposer de toutes les données, relatives au réservoir, d'examiner les différentes utilisations possibles en fonction des besoins et de les juxtaposer aux ressources géothermales potentielles, le département du Haut-Rhin par son Conseil Général a chargé le Service Géologique Régional d'Alsace du présent travail de synthèse sur la Grande Oolithe.

Ce document, et les annexes qui l'accompagnent, en particulier - la carte de la profondeur du toit de la Grande Oolithe (avec indication des températures) - pourront servir de base et de canevas nécessaires à un schéma directeur ou à une gestion globale de cet aquifère profond du sous-sol du département.

1. ETUDE GEOLOGIQUE DU RESERVOIR - PRESENTATION DES DONNEES.
=====

1.1. Définition géologique de la Grande Oolithe.

La Grande Oolithe est la dénomination attribuée, en raison de son faciès, à une formation sédimentaire calcaire. Dans la masse même de ces calcaires, apparaissent des petits corps sphériques (oolithes) formés, lors de la génèse de la roche et liés aux conditions de sédimentation, par la précipitation de couches de calcaires concentriques.

Stratigraphiquement, cette formation appartient au Dogger (Jurassique moyen) et plus précisément aux étages du Bajocien supérieur et Bathonien inférieur ; elle est aussi intercalée entre deux complexes (Bajocien inférieur et Bathonien supérieur) plus marneux et argileux que calcaires.

1.2. Cadre géologique et stratigraphique.

La notion de position stratigraphique de la "Grande Oolithe", telle que vue ci-dessus, nous conduit à exposer succinctement l'histoire géologique du fossé rhénan.

En effet, au cours des ères géologiques, la région rhénane a connu des phases de sédimentation différentes, marines ou continentales, et des phases d'érosion.

Le jeu des orogénèses et de la tectonique a modifié ces sédimentations mais également et surtout enfoncé les séries dans le sous-sol de la plaine rhénane.

A l'ère primaire, l'orogénèse hercynienne avait mis en place un massif montagneux unique couvrant les Vosges, la Forêt-Noire et l'actuelle plaine rhénane. Ce massif était parcouru de failles de cisaillement (direction NNE - SSW) et ses vallées ont été remblayées par des dépôts carbonifères et permien. A la fin de l'ère restait une grande pénéplaine désertique, formée de roches du socle et de sables et gr s argileux.

Au cours du secondaire, se sont déposés sur l'ensemble de cette pénéplaine, des sédiments variables en fonction des profondeurs des mers la submergeant.

Au début, soit au trias inférieur ou Buntsandstein, la phase de sédimentation continentale détritique gréseuse a mis en place un puissant complexe gréseux. A la fin de cette période, débutant par des gr s coquilliers, la sédimentation est devenue plus marine au cours du trias moyen ou Muschelkalk et Lettenkohle avec dépôts de marnes, mais également de calcaires ou calcaires - dolomitiques, en particulier au Muschelkalk supérieur - calcaires à Entroques et couches à Cératites. Au trias supérieur ou Keuper la sédimentation est composée de marnes et de niveaux gypsifères, déposés dans un milieu sursal  généralement du type lagunaire accompagné de fossiles continentaux.

Au Jurassique, ces cycles de transgression et régression marines se répètent en entraînant des sédimentations différentes, toutefois au cours de cette période des mers franches ont envahi la région rhénane.

Après un terme de passage avec le trias, constitué au Rhétien par des dépôts gréseux détritiques, le Jurassique inférieur ou Lias et Aalénien est caractérisé par des couches essentiellement marneuses (quelques rares passages de calcaire - marneux). Au Jurassique moyen ou Dogger les assises calcaires prennent plus d'importance au détriment des niveaux argilo-marneux, en particulier avec le faciès de la Grande Oolithe. Après une sédimentation à nouveau plus marneuse ou marno calcaire du Callovien (Jurassique moyen) et de l'Oxfordien (Jurassique Supérieur), on retrouve une série calcaire (étages du Rauracien et du Séquanien) du Jurassique supérieur ou Malm.

Après le dépôt de ces calcaires, débute une phase d'émersion de tout le massif, qui se traduit par une lacune totale du Crétacé et une érosion d'une partie des terrains jurassiques. Une phase de plissements et de soulèvements a rendu cette érosion plus importante vers le Nord de l'Alsace, à la limite le Jurassique a complètement disparu.

Au tertiaire avec la surrection des bordures (Vosges - Forêt Noire - et Jura) et l'enfoncement du fossé rhénan se place une nouvelle période de sédimentation (au cours de l'éocène et de l'oligocène). Celle-ci, essentiellement marneuse et argileuse avec un développement des niveaux de gypse, d'anhydrite de sel gemme et de potasse, s'est développée dans les compartiments effondrés du fossé rhénan.

La série est moins marneuse, moins salifère et moins puissante dans le Sundgau que dans le reste du département, lié à une subsidence moindre dans cette région.

Enfin, une dernière émersion au Miocène sera suivie d'un remplissage alluvial de la plaine jusqu'à fournir le paysage actuel. Ce remplissage alluvial s'achève par le dépôt des sables et graviers quaternaires qui sont le siège de la nappe phréatique rhénane. Naturellement, les terrains secondaires ont été érodés sur les massifs éxondés (Vosges et Forêt-Noire). L'effondrement tertiaire atteint plusieurs kilomètres, il est néanmoins variable d'un endroit à l'autre, en raison de nombreuses failles et des mouvements de basculement ; par ailleurs on peut s'en faire une idée dans les collines sous-vosgiennes non recouvertes d'alluvions et compartimentées entre la faille vosgienne, mettant en contact le socle et les terrains sédimentaires du secondaire au tertiaire, et la faille rhénane à l'est de laquelle se trouvent les terrains marneux propres au fossé rhénan.

En conclusion, la série sédimentaire apparaissant dans le fossé d'effondrement présente des niveaux formant des réservoirs du fait de leur porosité de matrice ou de fissures, et dont le fluide contenu présente des températures plus ou moins élevées compte tenu de leur profondeur.

Ces niveaux profonds, captifs, sont surmontés par les épaisses séries marneuses et salifères du tertiaire, qui sont sèches et surmontées par la nappe phréatique, libre et superficielle des alluvions rhénanes.

Pour ce qui concerne les aquifères profonds, il s'agit :

- des calcaires du Séquanien - Rauracien
- des calcaires de la Grande Oolithe
- des calcaires du Muschelkalk supérieur
- des grès du Buntsandstein.

Ces quatre niveaux aquifères, ont été étudiés sur l'ensemble du fossé rhénan quant à leur aspect de ressources géothermiques (Synthèse géothermique du Fossé Rhénan Supérieur - B.R.G.M. - SGAL et Geologisches Landesamt Baden - Wurtemberg - Strasbourg 1979) et dans ce qui suivra nous n'examinerons que les caractéristiques de la Grande Oolithe, dans une aire plus restreinte : le département du Haut-Rhin.

1.3. Forages et données existantes.

Comme pour l'étude géothermique précitée, les renseignements de base proviennent des données de terrains telles qu'elles sont synthétisées dans les cartes géologiques et les "logs" de forages. Ce sont surtout les sondages de recherches pétrolières avec ceux de recherche minière (potasse) qui ont rendu possible le présent examen de synthèse.

Pour le département du Haut-Rhin, nous avons examiné et exploité les renseignements - coupes géologiques - diagraphie - essais - carottes - mesures des pressions, des températures etc ... - des sondages au Jurassique ayant atteint ou traversé la Grande Oolithe.

La liste et la position de ces sondages, avec leurs principale profondeur et les mesures de températures disponibles, figurent en annexe 1, et par ailleurs sur la figure 1 ci-après.

Deux remarques doivent être faites :

- . la première concerne la répartition de ces forages, si elle est assez dense au niveau du Sud du département et du Bassin Potassique, les forages sont plus dispersés entre Mulhouse et Colmar et particulièrement dans la partie Est du département.
- . Par ailleurs, les renseignements fournis sont souvent de qualité variable : des rapports complets avec coupes, diagraphies, etc... alternent avec des renseignements plus sporadiques ; néanmoins, très souvent la Grande Oolithe a été l'objectif des recherches pétrolières et de ce fait soumise à des tests.

D'autre part, nous avons pu disposer de cartes géophysiques, principalement gravimétriques et sismique réflexion, parfois interprétées sous forme de bathymétrie. Ce sont elles qui, recalées le cas échéant sur les forages exécutés postérieurement, ont permis d'interpoler entre forages.

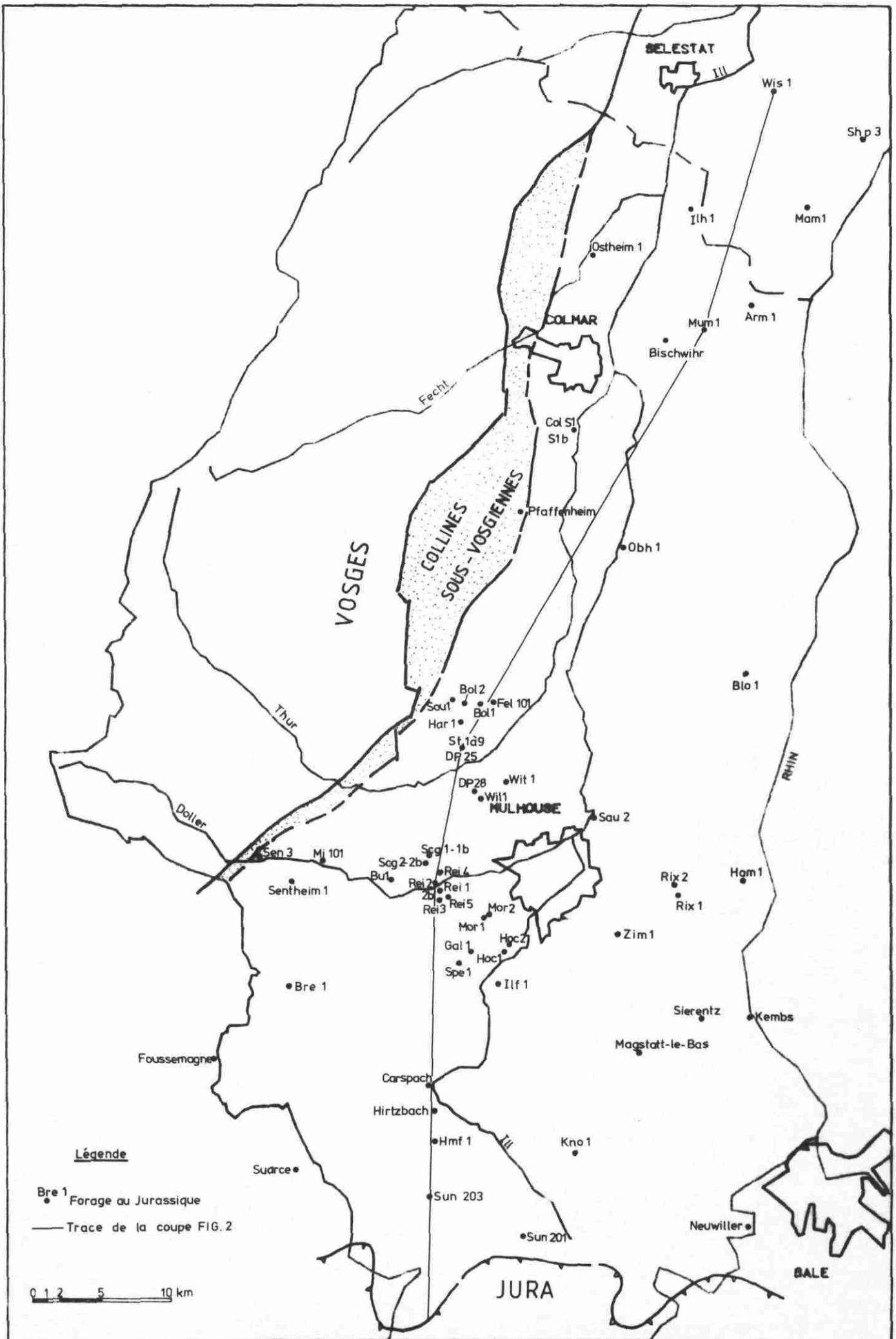


FIG. 1 Situation des Forages

Néanmoins, il y a lieu de noter le caractère confidentiel des études sismiques exécutées par les pétroliers, aussi la carte des profondeurs est essentiellement basée sur le canevas donné par des campagnes anciennes, localement corrigées en fonction des résultats de forages, mais aussi en fonction de la campagne de vibrosismique récemment réalisée dans la région de Mulhouse dans le cadre de projets géothermiques.

En dernier ressort, les nombreuses études géologiques de synthèse, et en particulier la synthèse géothermique du fossé rhénan, nous ont servi de ligne directrice (voir liste bibliographique).

La carte de profondeur, telle qu'elle a été établie, ne peut donc en aucun cas représenter des valeurs exactes dans tous le domaine. Elle fournit néanmoins des ordres de grandeurs suffisants pour des examens sectoriels. Pour une implantation de forage, une étude géophysique de détail (ou une recompilation des études existantes) est donc nécessaire, sans pour autant être une garantie absolue.

1.4. Caractéristiques géométriques.

1.4.1. Extension et lithologie.

Dans le sous-sol du département du Haut-Rhin, compte tenu de son histoire géologique et tectonique, la Grande Oolithe apparaît :

- dans les collines sous-vosgiennes,
- dans le fossé d'effondrement de la plaine.

Dans la majeure partie des collines sous-vosgiennes, la Grande Oolithe a été érodée, néanmoins, elle subsiste dans certains compartiments, soit en affleurement ou à faible profondeur sous les terrains éocènes. Elle a été exploitée dans de nombreuses carrières, citons les carrières dans la région de Bergheim, sur les flancs du Florimont (Katzenthal), à l'Est de Pfaffenheim, au sommet du Bollenberg ainsi que dans la région de Lauw, rive droite de la Doller.

Dans le fossé rhénan, qui a deux limites géologiques dans le secteur étudié :

- à l'Ouest, de St-Hippolyte à Lauw,
la faille rhénane bordant les collines sous-vosgiennes ;
- au Sud, la limite de chevauchement du Jura,
(les autres limites sont d'ordre géographiques, limites territoriales,
au-delà desquelles le fossé se prolonge).

les sondages ont révélé la présence de la Grande Oolithe.

Il est à remarquer que parfois du fait de la présence de failles, la Grande Oolithe n'a pas été atteinte, un forage dévié a cependant rectifié l'anomalie.

Si cette "Grande Oolithe" est présente sous les séries jurassiques postérieures (Bathonien supérieur à Séquanien) dans presque toute la zone, dans la partie Nord du département (région de Colmar) la Grande Oolithe a été rencontrée directement sous le Tertiaire (Eocène). Ainsi que cela apparaît dans la synthèse de Cl. SITTLER, il existait une surface prétertiaire où les formations jurassiques avaient été plissées mais surtout érodées, l'érosion augmentant du Sud vers le Nord.

Cette érosion a été nulle sous l'actuel Sundgau et dans le Sud du fossé, et maximale à hauteur de Colmar. Au Nord de Marckolsheim existe même un lambeau où la Grande Oolithe a complètement été érodée (sondage de Sundhouse Sh P 3).

Sur la planche 1, nous avons reporté les limites des différents étages du Jurassique apparaissant sous les formations tertiaires.

Du point de vue lithologique, l'examen des coupes, des carottes et des différentes descriptions, permettent de définir deux faciès principaux de la Grande Oolithe.

Dans le Sud du Département, il s'agit d'une puissante série de calcaires oolithiques, blanc jaunâtre à brunâtre à l'affleurement, gris à gris foncé en carottes. Les lits durs alternent avec les tendres, les parties riches en ooides avec celles où elles sont rares ou absentes. Dans l'ensemble, les oolithes sont petites à moyennes, les grosses sont soit dispersées soit sous la forme de petits lits. Des bancs de calcaire grenu, cristallin ou spathique, y sont intercalés.

Dans certains bancs, la stratification est entrecroisée. Il existe de fines lentilles de Lumachelles et de fossiles.

Dans le Nord du Département (et le Bas-Rhin exception au Nord de Haguenau) la "Grande Oolithe" est un calcaire massif en épais bancs d'oolithes petites à moyennes. Sa couleur, même en roche humide, est un gris jaunâtre vraisemblablement dû à une faible proportion de pyrite finement dispersée. Le ciment est tendre, en partie marno-calcaire. On observe souvent en carottes des poches friables. Les oolithes sont de taille petite à moyenne, rares sont les lits où elles sont grosses. Il ne semble pas y avoir de lits sans oolithes. Quelques bancs sont à stratification oblique ou entrecroisée.

Par ailleurs, au Sud de Colmar, un élément complémentaire peut se présenter dans les faciès : la Grande Oolithe montre des caractères de plus en plus dolomitiques, soit des calcaires oolithiques plus ou moins dolomitiques ou de la dolomie oolithique pour toute la série, soit des intercalations dolomitiques dans les calcaires francs.

Il semblerait que souvent il peut y avoir des augmentations de proportions de dolomie du haut vers le bas (description lithologique de R. Busse - 1968).

La dolomitisation de la Grande Oolithe n'est pas à attribuer à un faciès régional mais plus à un faciès tectonique, car il a été constaté que la dolomitisation se situait au voisinage des failles et était accompagnée d'une intense fissuration et parfois de dissolution vacuolaire (Staffelfelden - Reiningue - Bollwiller).

1.4.2. Profondeur et épaisseur.

La profondeur de la Grande Oolithe, dans le fossé d'effondrement, est un des paramètres les plus importants de notre synthèse car, à elle, est liée la température (voir ci-après). Cette profondeur situe également les dimensions et les coûts de tout ouvrage de recherche et d'exploitation.

Le toit de la Grande Oolithe reconnu comme un des meilleurs réflecteurs sismiques, nous avons pu disposer d'assez nombreux documents (synthèse préliminaire de A. Cacheux 1975, synthèse géothermique du Fossé Rhénan 1979) qui, alliés aux données de forage, ont servi à l'élaboration de la planche 1. (- Carte de la profondeur du toit de la Grande Oolithe - Echelle 1/100.000).

Cette carte fait ainsi apparaître la structure de la Grande Oolithe, dans le contexte tectonique général du fossé d'effondrement. Délimitée par des failles, s'individualise une structure haute : "le Horst de Mulhouse", où la profondeur de la Grande Oolithe est inférieure à 500 m. A l'Est ou au Sud de cette structure, on distingue par rapport à elle des fossés - Fossé de Sierentz et Fossé d'Alschwill - où les profondeurs sont relativement plus importantes, respectivement 600 et 1 000 m.

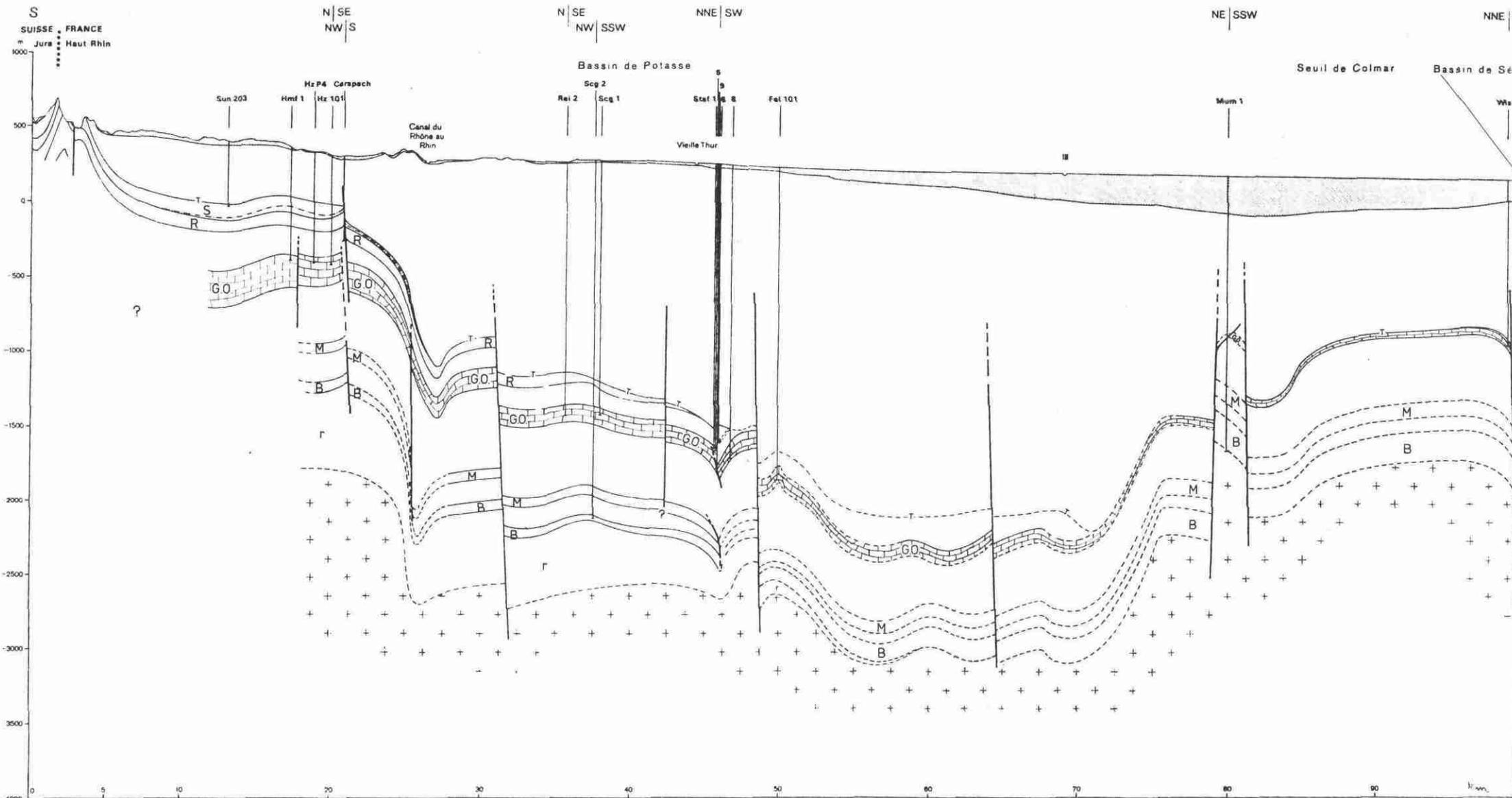
A l'Ouest et au Nord du Horst, l'entourant en arc de cercle et se prolongeant vers le Nord, apparaît la structure du fossé d'effondrement proprement dit, limité en bordure des collines sous-vosgiennes par la faille rhénane (rejet kilométrique). La Grande Oolithe y présente une structure ondulée du Sud au Nord, délimitant des fossés et des seuils (ou plutôt des creux et des bosses : cf. Cl. SITTLER 1970) :

- Le fossé de Dannemarie où la profondeur maximale voisine 2 000 m.
- Le seuil de Mulhouse-Reiningue où la profondeur est de l'ordre de 1 600 m.
- Le large fossé entre Mulhouse et Colmar, au Nord-Est du Bassin Potassique où la profondeur dépasse 2 000 m (forage de Oberhergheim : 2 382 m).
- Le seuil de Colmar où la profondeur remonte vers 1 000 m.
- Enfin, le bassin de Sélestat (hors carte) où l'on retourne à des profondeurs de près de 1 800 m.

La coupe Sud-Nord, figure 2 ci-après, illustre partiellement cette structure générale :

* Errata sur la planche :

- 1°) Au niveau de la séparation des étages du Jurassique, à hauteur de Neuf-Brisach lire Callovien et non Calonien
- 2°) Dans le tableau "Principales données des forages", lire NaCl et non NaCl.



- Aquifères:
- Quaternaire
 - R-S Oxfordien (Rauracien et Séquanien)
 - G.O. Grande Oolithe
 - M Muschelkalk Supérieur
 - B Buntsandstein

- Base du Tertiaire
- r Permien
- + + + Socle
- Faille
- Rel 2 Forage

Figure 2 : Coupe en long du Fosse Rhénane
 (Dept du Haut-Rhin - Extraite de la Synthèse géothermique
 du Fosse Rhénane 1979)

Au niveau de ces différentes unités, on note des diminutions de profondeur, en se rapprochant des failles de bordure (Vosges et Horst de Mulhouse), liées d'une part à une déformation en synclinal (Nord-Sud) ayant préexisté dans la Grande Oolithe avant l'effondrement du Tertiaire et d'autre part au jeu des failles liées à l'effondrement. Par ailleurs, ainsi que le montre la carte, la formation est affectée par de nombreuses failles dans tout son domaine d'extension.

Certains de ces accidents sont du type cisailant, et ont joué tout au cours du tertiaire et quaternaire jusqu'à nos jours. Ces failles, selon l'importance du rejet vertical, placent parfois la Grande Oolithe en regard des formations moins perméables sus ou sous-jacentes, créant ainsi localement des "pièges" de structure.

Les profondeurs indiquées sur la planche, en particulier au niveau des secteurs les plus profonds (entre Mulhouse et Colmar) doivent être considérées avec prudence ; en effet, dans ce secteur les diapirs salins développés dans la série salifère du Tertiaire ont gêné et empêché le passage des ondes sismiques des campagnes de géophysique telles que celles utilisées dans les années 1950-60.

A titre indicatif, les zones de ces diapirs sont esquissées sur la carte, ils se développent dans le bassin à l'Est de l'Ill, pratiquement de Ensisheim jusqu'à Muntzenheim, avec un élargissement au niveau et au Sud de Neuf-Brisach.

L'épaisseur de la Grande Oolithe, dans tout ce domaine du fossé rhénan, est variable et décroît du Sud vers le Nord.

La figure 3 ci-après, établie uniquement d'après les données de forage synthétique cette décroissance de l'épaisseur, elle passe ainsi d'un peu plus de 200 m, à Knoeringue, à environ 70 m au Nord du département (Illhausern) ; dans ce secteur, elle descend même à 55 m à Artzenheim. Il y a lieu de noter que dans cette dernière zone, la Grande Oolithe est susceptible d'avoir été érodée en son sommet, elle est d'ailleurs absente dans un compartiment au Nord-Est de Marckolsheim.

1.5. Caractéristiques du réservoir.

Pour la détermination des débits exploitables, les paramètres essentiels sont la porosité, la perméabilité et la pression de gisement. Ces paramètres sont déterminés à partir de certaines diagraphies, de mesures sur carottes et à partir des enregistrements de pression au cours d'essai de productivité ("test de formation") dans les forages pétroliers. Dans certains cas, rares, nous avons des données provenant d'essais hydrauliques (dans des forages d'eau ou des forages pétroliers soumis à des tests de plus longue durée).

Néanmoins, ces informations sont encore pauvres (en comparaison d'autres bassins) dispersées et discontinues dans cette structure géologique complexe (compartimentage des niveaux géologiques) et rendent difficile toute interprétation cartographique des variations latérales et verticales des caractéristiques du réservoir.

1.5.1. Porosité.

La Grande Oolithe, objectif pétrolier, a fait l'objet de nombreuses mesures de porosité sur carottes qui, s'ajoutant à l'interprétation des diagraphies montrent qu'elle comprend 2 parties distinctes sur le plan du réservoir :

- la partie sommitale, peu oolithique, est presque compacte et les fissures sont fréquemment comblées par de la calcite ; l'épaisseur de cette zone varie de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres.
- le réservoir proprement dit se développe en dessous, sous le faciès décrit précédemment ; malgré l'uniformité lithologique, le réservoir présente des porosités moyennes très inégales.

Les synthèses antérieures ont montré que ces porosités étaient d'environ 10 % (et atteignent 15 %) dans la partie centrale du fossé rhénan entre Colmar et Strasbourg. Au Sud de Colmar, du fait d'intercalations de bancs compacts avec les bancs oolithiques, la porosité devient très faible de 1 à 5 %.

Néanmoins, dans ce secteur, la fracturation joue un rôle important pour la Grande Oolithe qui reste un bon réservoir avec une porosité "efficace" représentative des conditions de gisement malgré la porosité "totale" sur carottes faible.

1.5.2. Perméabilité.

La perméabilité exprime la faculté de circulation d'un fluide dans une roche ; c'est le paramètre fondamental en hydrogéologie.

Malgré le grand nombre d'essais effectués sur les forages pétroliers, les données qui ont pu être recueillies et qui permettent les calculs de perméabilité sont rares. Le tableau de la page suivante présente les valeurs obtenues ainsi que les principaux résultats qualitatifs.

Les perméabilités les plus élevées 500 à 190 millidarcy correspondent aux cas particuliers :

- le forage de Neuwiller, hydrothermal où un essai de débit en surface de longue durée a été effectué ;
- le forage pétrolier de Feldkirch 101, a été testé en essai hydraulique, sous l'égide de la Commission des Communautés Européennes (Nov-Déc 1979) ;
- un test d'interférence entre les deux forages de Schweighouse 2b et Reiningue 2b a été réalisé, dans le cadre de projets d'injection, vers les années 1975 (M.D.P.A.).

PRINCIPALES DONNEES DES FORAGES
sur les caractéristiques de l'aquifère

FORAGE		épaisseur Grande Oolithe	RESERVOIR	FLUIDE
Nom	Sigle		Remarques sur l'aquifère : Casing test ; nature de la formation, k (perméabilité en millidarcy), etc...	Salinité totale en g/l (1)
ARTZENHEIM	ARM 1	55 m	signalé comme aquifère	48,6
BLODELSHEIM	Blo 1	84 m	signalé comme aquifère	-
BOLLWILLER	Wit 1 (BRP 3)	119 m	partie sommitale fissurée aquifère	28,0 (d= 1,020)
BOLLWILLER	Har 1 (BRP 4)	122 m	test positif	24,6
BRECHAUMONT	Bre 1	>45 m	test positif	23,0 (NaCl)
COLMAR	Col S1 ^b	>40 m	tests négatifs	-
FELDKIRCH	Fel 10	>92 m	artésien à 14,7 m ³ /h test de pompage k = 318	45 (NaCl)
GALFINGUE	Gal 1	> 6 m	signalé comme aquifère	13,3 (d= 1,013)
HEIMERSDORFF	Hmf 1	>48 m	niveaux récifaux test positif	-
HIRTZBACH	HZ P10	194 m	test positif : 0,4 m ³ /h	eau douce
HOCHSTATT	Hoc 1	>25 m	signalé comme aquifère	17 (d= 1,010)
HOCHSTATT	Hoc 2	>25 m	signalé comme aquifère	12 (d= 1,008)
HOMBOURG	Hom 1	>40 m	test positif	1,2
ILLFURTH	Ilf 1	136 m	test négatif	-
ILLHAEUSERN	Ilh	69 m	test positif : 2,7 m ³ /h	193
KNOERINGUE	Kno 1	224 m	test négatif, partie sommitale	-
MACKENHEIM	Mam 1	73,5 m	signalé comme aquifère	210 ?
MICHELBAACH	Mi101	>25 m	test positif ; 3 m ³ /h k = 5 en casing test	0,86
MORSCHWILLER	Mor 2	>13 m	test positif	9
MUNTZENHEIM	Mum 1	>22 m	test positif ; k = 0,5 (casing test)	151
NEUWILLER 1		48 m ?	essai de pompage k = 500	0,90
OBERHERGHEIM	Obh 1	>48 m	test positif ; 10 m ³ /h	161 (NaCl)
REININGUE	Rei 2 ^b	>70 m	test positif ; k = 190 par essai d'interférence avec Scg 2 ^b	16
REININGUE	Rei 3	>53 m	test positif	12 (d= 1,013)
REININGUE	Rei 4	>109 m	test positif ; artésien lors des arrêts de forage	7,6
RIXHEIM	Rix 1	> 12 m	test positif	11,1
RIXHEIM	Rix 2	> 14 m	test positif : 12 m ³ /h	23
SAUSHEIM	Sau 2	> 16 m	test positif après acidification	25
SCHWEIGHOUSE	Scg 2	120 m	partie sommitale ; artésien après acidification	12
SCHWEIGHOUSE	Scg2 ^b	>114 m	essai d'interférence avec Rei 2 ^b : k = 190	-
SIERENTZ		100 m	signalé comme aquifère	25,6
SOULTZ Ht. Rh.	BRP 5	>93 m	test positif	-
	BRP 5b		test positif	62
STAFFELFELDEN	DP 25	>27 m	fissuré ; pertes d'injection	-
STAFFELFELDEN	Staf 1 (BRP1)	>19 m	test positif	40
STAFFELFELDEN	Staf 4 (BRP6)	> 8 m	artésien après acidification	42
WITTELSHEIM	Wil 1	>18 m	test positif : artésien 0,6 m ³ /h	228
WITTISHEIM	Wis	>24 m	test positif	205
ZIMMERSHEIM	Zm 1	>45 m	test positif	6,8

(1) ou salinité totale déduite de la densité (d)
ou salinité équivalente NaCl.

TABLEAU 1

Ces trois cas ont un point commun : il ne s'agissait pas de "test" en phase d'exploration. Ces derniers types de mesures tendent à sous-estimer les perméabilités réelles. En effet, dans les quelques cas où elles ont pu être calculées d'après ces tests, elles sont très faibles (inférieures à 5 millidarcy). Cela provient d'une part du fait que plusieurs de ces tests ont été réalisés dans la partie supérieure du réservoir peu perméable et d'autre part, le test ayant été de trop courte durée, la formation n'a pas été suffisamment décolmatée après son envahissement par la boue de forage, les perméabilités sur carottes concordent avec les résultats de ces essais.

La Grande Oolithe est cependant un réservoir potentiel reconnu : les essais de productivité dans les forages montrent de fortes arrivées d'eau et les pertes de boue lors des forations sont fréquentes.

La fracturation est la cause essentielle des caractéristiques de réservoir et une perméabilité de 200 à 300 millidarcy est susceptible d'être rencontrée dans les secteurs fracturés et fissurés.

Une telle perméabilité, sans pour autant autoriser les productions des formations du bassin du type parisien, n'en laisse pas moins espérer des débits entre 100 et 150 m³/h par pompage.

1.5.3. Pression de l'aquifère - Piézométrie.

Les mesures de pressions au niveau du toit de la Grande Oolithe montrent une assez grande hétérogénéité, vraisemblablement due au fait que la plupart des essais ont été effectués dans la partie sommitale, la plus compacte, où les pressions n'ont pu être stabilisées.

A partir de ces mesures de pression de fond, on peut calculer un niveau piézométrique (ou pression statique à la surface) c'est le niveau par rapport à un plan de référence (niveau 0 de la mer), qu'atteindrait dans le forage un fluide dont la densité (ρ_i) correspond à la salinité et à la température du fond.

Ces niveaux se situent ainsi :

- . entre les cotes 240 et 300 m dans le Bassin Potassique ou ses limites (Michelbach, Schweighouse, Feldkirch, Bollwiller) et l'eau pourrait y être parfois légèrement artésienne dans les dépressions topographiques
 - . entre les cotes 70 et 170 m au Nord de Colmar (Artzenheim et Illhausern) plaçant le plan d'eau sous le sol.
- Ces plus faibles cotes sont provoquées et en liaison avec une plus grande salinité.

La Grande Oolithe est conforme avec le type d'aquifère très ancien et fossile dont la salinité a augmenté avec l'écoulement de la nappe, en effet les piézométries ci-dessus indiquent un lent écoulement du Sud vers le Nord ; mais cependant en bordure

du Jura et des Vosges, les pressions localement plus élevées (alliées à des salinités faibles) seraient également un indice de réalimentation.

1.6. Caractéristiques du fluide.

1.6.1. Température.

Une étude très détaillée des données de températures a été effectuée ces dernières années pour le fossé rhénan (cf. R. Gable - Rapport B.R.G.M. 1978 et synthèse géothermique du fossé rhénan 1979).

Ces études essentiellement basées sur

- l'examen des relations température - profondeur pour les différents types de mesures avec analyses statistiques
- la détermination du gradient géothermique à partir des données homogénéisées et classées

ont permis de définir pour le Sud de l'Alsace, les gradients géothermiques et les courbes moyennes de la relation température - profondeur.

Deux droites ont ainsi été obtenues :

- une droite découlant des mesures faites dans les forages des "champs pétroliers" où le gradient géothermique est plus élevé

$$\theta = 0,055 P + 10,01^{\circ}$$

- une droite, avec un gradient géothermique plus faible, et valable hors champs ou hors structure

$$\theta = 0,040 P + 18,14^{\circ}$$

$$\theta = \text{température} ; P = \text{profondeur en mètres}$$

Dans le département du Haut-Rhin, compte tenu des profondeurs, la Grande Oolithe peut ainsi renfermer de l'eau à plus de 100° : à proximité de Mulhouse dans le Bassin Potassique (région de Staffelfelden) le gradient est le plus élevé tandis que dans le secteur entre Mulhouse et Colmar, il est plus faible (cas de la deuxième droite).

La figure 4 ci-après, carte des températures, a été établie d'après les données de forages et extrapolée pour l'ensemble du bassin en fonction des relations établies ci-dessus.

Par ailleurs, sur la planche 1 "carte de la profondeur du toit de la "Grande Oolithe", nous avons figuré le graphique représentant ces relations, et après connaissance d'une profondeur sur carte le report sur le graphique permet de déterminer une température prévisionnelle ; néanmoins dans l'incertitude des conditions de structure, il y a lieu de considérer les deux courbes donnant la température avec son degré d'incertitude (exemple : à 1 750 m de profondeur, la température serait de $97^{\circ} \pm 9^{\circ}$ C).

1.6.2. Minéralisation des eaux.

Les diagrammes des analyses chimiques complètes de l'eau de la Grande Oolithe que nous possédons sont donnés en annexe 2, groupés par région.

Deux analyses, celles de Michelbach 101 et Neuwiller, se distinguent nettement des autres : la salinité totale est faible (inférieure à 1 g/l) et la teneur en carbonates relativement forte. Elles correspondent à des zones peu profondes et situées en bordure du fossé.

Pour tous les autres forages, les salinités sont très élevées et le chlorure de sodium constitue la part majeure de la teneur globale. Les eaux sont du type chloruré - sulfaté, sodique - calcique ou chloruré - carbonaté, sodique - calcique.

La figure 5 ci-après illustre la variation des salinités dans la Grande Oolithe telle qu'elle apparaît à partir des résultats d'analyses complètes ou à partir des salinités "NaCl" mesurées en chantier, assimilable à une salinité totale surtout pour ces importantes valeurs de salinité (supérieure à 20 g/l) se présentant dans la majeure partie du domaine d'extension de la Grande Oolithe (les différentes salinités relevées dans les forages figurent sur le tableau de la page 13).

Si on compare ces minéralisations de la Grande Oolithe à la salinité de l'eau de mer, qui est voisine de 30 g/l, on constate que l'on atteint une salinité plus de cinq fois supérieure en limite nord du domaine examiné ; cette salure témoigne d'un caractère d'eau fossile de nappe sans ou avec peu de mouvement.

La minéralisation de l'eau de la Grande Oolithe est toujours supérieure aux normes de potabilité des eaux d'alimentation publique.

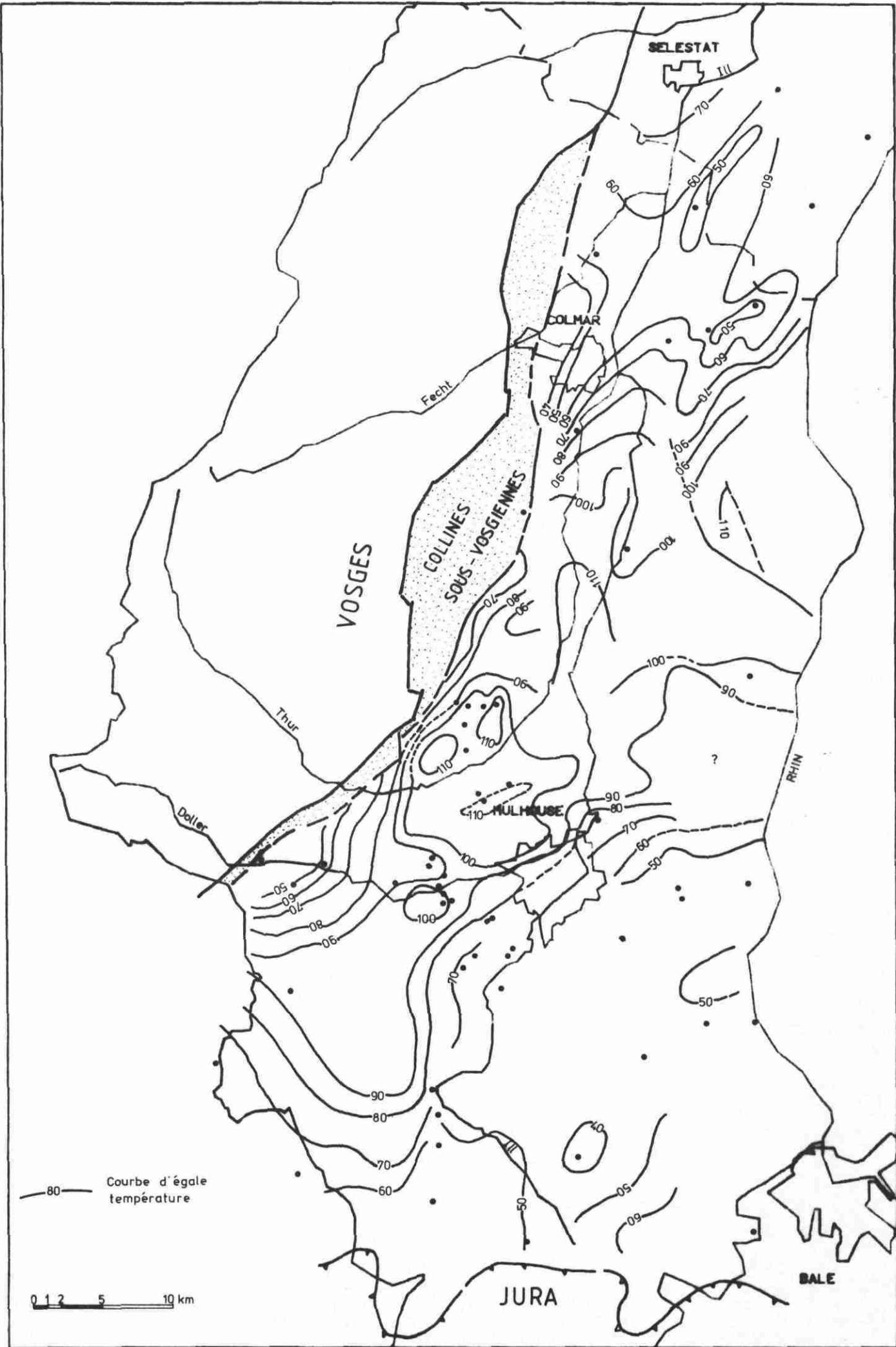


FIG. 4 Température au toit de la Grande Oolithe

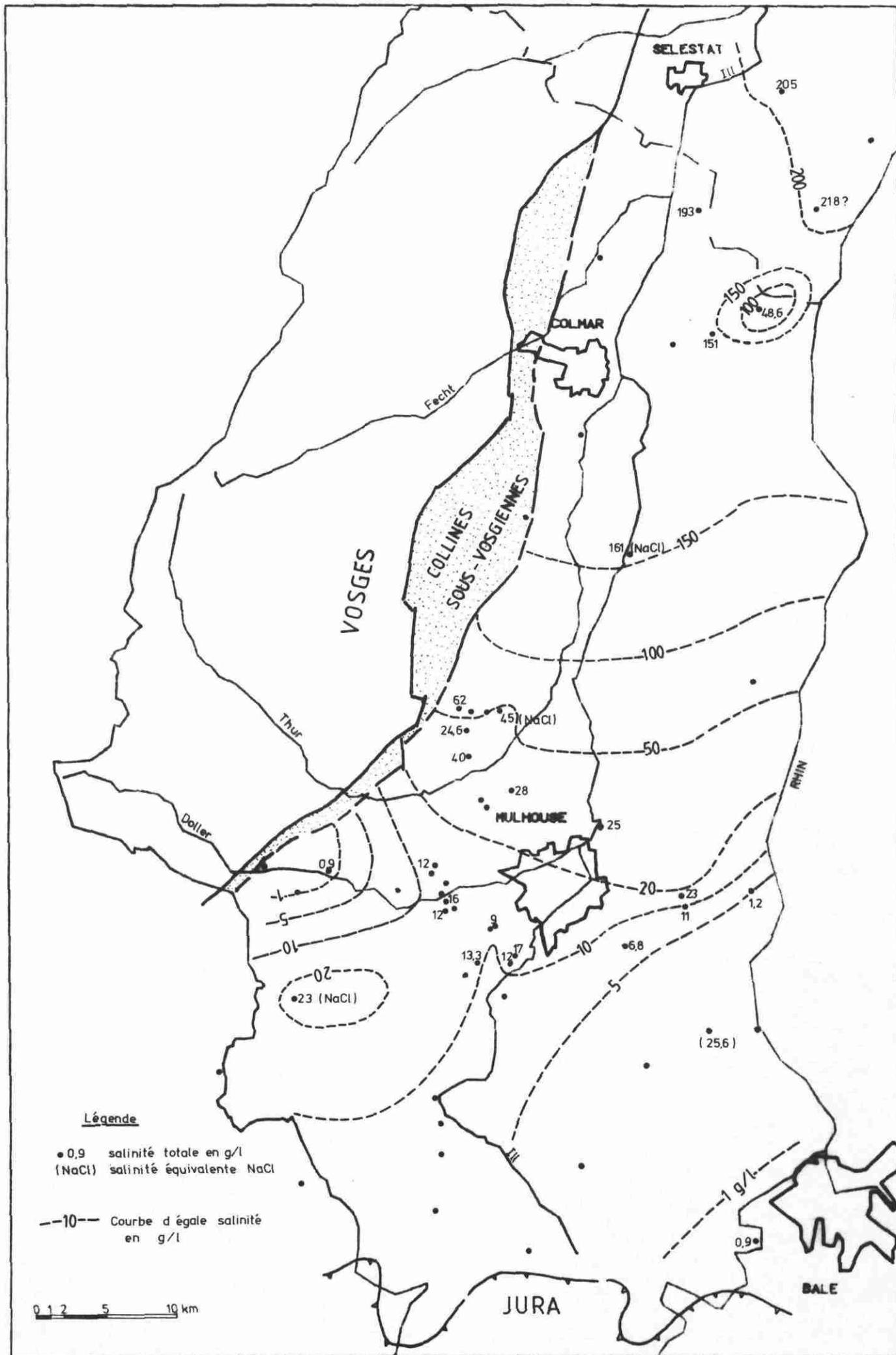


FIG. 5 Salinité des eaux de la Grande Oolithe

2. LA GRANDE OOLITHE : RESERVOIR POTENTIEL.

=====

2.1. Historique et généralités.

Au courant du 19e siècle et de la première moitié du 20e siècle, le sous-sol du département du Haut-Rhin a fait l'objet de recherches de pétrole, de charbon, de potasse et d'eau, sans parler des recherches minières dans les Vosges.

Un grand nombre de forages ont ainsi été réalisés, en particulier dans la région de Hirsingue-Hirtzbach, où des suintements d'huiles et des sables pétrolifères sont connus depuis le 15e siècle, et le Sundgau. Les sondages, à part quelques indices d'hydrocarbures n'ont pas rencontré de gisement de pétrole mais par contre ils ont permis plus au Nord, la mise en évidence du Bassin Potassique (1911) dans le tertiaire.

Par ailleurs, ces ouvrages ont permis de connaître la structure géologique très complexe du sous-sol haut-rhinois et en particulier la présence et les caractéristiques du réservoir de la Grande Oolithe (voir ci-devant).

En 1951, le pétrole a jailli à Staffelfelden, au sondage DP 25 implanté par les Mines de Potasse d'Alsace pour la reconnaissance de leur gisement et de la structure du secondaire. La Grande Oolithe était la formation concernée par ce premier indice de production d'huile.

Par la suite et jusqu'à nos jours, la prospection pétrolière, avec pour objectif la Grande Oolithe s'est poursuivie.

Au travers toutes ces recherches, ainsi que signalé dans le chapitre 4, la Grande Oolithe s'est avérée une formation aquifère (réservoir poreux), qui compte tenu de sa profondeur est susceptible de fournir de l'eau chaude.

Cette eau chaude peut être utilisée pour le thermalisme mais surtout être la matière première pour fournir de l'énergie. Cet intérêt géothermique a pris toute son importance, ces récentes dernières années, la géothermie étant une des énergies de substitution aux hydrocarbures.

Par ailleurs, en tant que réservoir, la Grande Oolithe est également susceptible de recueillir en retour de l'eau salée (géothermie) ou des saumures (projet de réinjection des saumures des M.D.P.A.).

2.2. Gisements d'hydrocarbures.

A l'issue de la première découverte à Staffelfelden, les recherches se poursuivant, deux gisements de pétrole exploitables ont été mis en évidence et exploités dans la Grande Oolithe.

Le champ de Staffelfelden : partie supérieure de la Grande Oolithe dolomitisée et fissurée ; structure constituée par un demi dôme piégé par une faille.

Le champ de Bollwiler : Dans une position structurale analogue à Staffelfelden, la Grande Oolithe fissurée est piégée par une faille.

La recherche pétrolière se poursuit actuellement dans le département du Haut-Rhin, au niveau de ces deux champs mais également dans d'autres secteurs, en particulier dans le nord dans la structure haute de Colmar.

A ces deux champs de la Grande Oolithe, il convient d'ajouter le champ de Reiningue, qui a été productif dans le Rauracien, en structure anticlinale.

2.3. Gisements géothermiques et principales utilisations.

La géothermie basse énergie concerne des eaux à une température généralement voisine ou inférieure à 100° C ; elle en utilise directement les calories pour des usages divers (chauffage de locaux, de serres, séchage, etc...).

La Grande Oolithe, dans le département du Haut-Rhin présente des eaux dans cette fourchette de température (50 à 100°); les débits susceptibles d'être obtenus dans un forage seraient de l'ordre de 100 à 150 m³/h si les conditions de perméabilité étaient celles reconnues lors des essais ponctuels de pompage cités plus haut.

L'eau géothermale est pompée dans un premier forage et, afin de maintenir les pressions dans le gisement et aussi pour éviter une pollution en surface, l'eau refroidie est rejetée dans le gisement par un deuxième forage.

La puissance géothermale disponible s'écrit :

$$P = Q (t_1 - t_2)$$

avec

P en thermie/heure

Q débit en m³/h

t₁ température de la source

t₂ température de rejet

Le transfert de l'énergie se fait au niveau d'un échangeur, la température maximale obtenue dans le circuit secondaire (de chauffage) étant inférieure à la température chaude de la source ; de plus, afin d'exploiter au maximum les calories du fluide géothermal, il convient d'abaisser le plus possible la température de retour du système de chauffage.

Pour ces raisons, il convient de distinguer le cas des habitations neuves (permettant de choisir des émetteurs de chaleur adaptés à la température de la ressource) et le cas des habitations existantes où il est rarement possible d'y modifier les systèmes existants qui sont à une température élevée (radiateurs 90/70°). Au cas par cas, il convient d'étudier les solutions adaptés à ces contraintes. Par ailleurs, on peut également retenir la difficulté de fournir de l'énergie géothermique à un réseau de chauffage urbain à haute température et pression ; dans ce cas, un réseau spécifique géothermique doit être créé desservant les sous-stations elles-mêmes.

De ce fait, compte tenu de la plage de température de la Grande Oolithe, nous pouvons distinguer, deux domaines

- Température > 80° ; la ressource est susceptible d'alimenter des circuits de chauffage classique préexistants.
- Température comprise entre 50 et 80°, la ressource nécessite des circuits de chauffage adaptés, à basse température (ventilo-convecteurs, planchers chauffants, etc...).

Ce domaine conviendrait par ailleurs, dans une certaine limite, à des systèmes spécifiques tel que le chauffage des serres florales ou maraîchères.

Néanmoins, dans le cas d'une eau géothermale de température faible et de corps de chauffe fonctionnant à température élevée, l'utilisation de Pompes_A_Chaleur permet de valoriser la ressource géothermique. La P.A.C. peut aussi être placée sur le circuit de retour du secondaire (circuit de chauffage) avant le retour à l'échangeur (cf. Creil).

De nombreuses opérations géothermiques ont été réalisées ces dernières années en France (Bassins Parisien et Aquitain), en Alsace le projet géothermique de Cronembourg n'a à ce jour, pas été poursuivi : la ressource dans les Grès du Buntsandstein à plus de 2 700 m de profondeur possédait une température performante (132°C) mais le forage n'a pas permis d'obtenir le débit escompté et suffisant.

Actuellement, dans le département du Haut-Rhin, deux projets dans la région de Mulhouse ont été étudiés du point de vue de leur faisabilité, l'objectif étant la Grande Oolithe.

Il s'agit :

du projet de la Ville de Lutterbach (APS Juin 1980)

du projet de la Ville de Mulhouse (Etude de faisabilité - Octobre 1982)

Ces deux projets solliciteraient la même ressource : la Grande Oolithe en bordure nord de la ville de Mulhouse, vers 1 800 m de profondeur et à une température voisine de 100° au fond.

Le débit en pompage, pris comme hypothèse de base, pour les prévisions de surface se situe vers 150 m³/h, ordre de grandeur obtenu à partir de données ponctuelles dans des conditions de gisement voisines.

De façon générale, signalons qu'il est intéressant du point de vue technique (variations climatiques) et économique de réserver à la géothermie une fourniture énergétique de base, complétée par un appoint classique.

La géothermie assure 30 à 40 % de la puissance maximale qui permet une couverture des besoins annuels de 60 à 80 % (20 à 40 % pour l'appoint) d'un maximum d'utilisateurs.

Dans ces conditions, les deux projets précités diffèrent : la dispersion des preneurs et leur relativement faible consommation, dans le premier cas, s'opposent à la forte concentration des utilisateurs et une plus importante consommation, dans le cas de Mulhouse. Aussi, du point de vue économique, le coût de la TEP économisée est plus faible pour Mulhouse que pour Lutterbach.

Néanmoins pour Lutterbach, sous réserve d'un réexamen des prévisions, l'opération reste très attractive et valable, et serait une réalisation, réunissant de nombreux et variés utilisateurs.

2.4. Ressource thermo-minérale.

L'eau susceptible d'être produite par la Grande Oolithe peut avoir une autre finalité : celle d'alimenter des stations thermales.

Les conditions que doivent remplir les eaux sont moins impératives du point de vue de la température (entre 30 et 60° C environ) mais plus exigeante quant à leur minéralisation. En effet, plus qu'une minéralisation caractéristique une eau, pour être qualifiée de minérale, doit être reconnue par l'Académie de Médecine comme étant douée de propriétés thérapeutiques et son exploitation doit être autorisée par arrêté du Ministère Santé.

Les débits pour alimenter une station thermale sont beaucoup moins élevées que pour une opération géothermique : 15 m³/h est un débit acceptable.

Cette ressource, de la Grande Oolithe, est déjà exploitée dans le Sud du Fossé Rhénan :

- Dans le pays de Bade, plusieurs forages primitivement de recherches pétrolières ont abouti à l'exploitation d'eaux thermo-minérales.
- Dans le département du Haut-Rhin, le forage de recherche de Neuwiller, réalisé sous l'égide du département est exploité, à des fins balnéologiques et thérapeutiques.

Un projet, autour du site de Michelbach où la ressource a été reconnue par le forage pétrolier Mi 101, est actuellement proposé dans le département.

D'autres sites, tels que ceux de Ribeauvillé, Wintzenheim, Colmar et plus anciennement Hombourg-Ottmarsheim ont fait l'objet d'études préliminaires.

2.5. Réinjection d'eau minéralisée et de saumures.

Les caractéristiques hydrauliques de la Grande Oolithe qui se traduisent par son exploitabilité en tant qu'aquifère thermominéral, ont aussi servi de base au projet de réinjection de saumures résiduaires de l'exploitation des M.d.P.A. Dans le département du Haut-Rhin, l'exploitation et le traitement de la potasse entraînent une grande masse de saumures résiduaires actuellement déversés dans le Rhin.

Un projet de réinjection de ce sel a été étudié depuis les années 1975 ; il prévoyait le rejet de saumure dans le réservoir de la Grande Oolithe dans le secteur de Reiningue ; l'eau de dissolution du sel étant soutirée dans le même réservoir.

Une variante quant à la localisation a été présentée ultérieurement ; le projet se situerait dans la région de Chalampé - Fessenheim.

Rappelons que le rejet en couche profonde est normalement pratiqué pour l'eau refroidie dans une opération géothermique, d'une part pour le maintien des pressions et d'autre part pour éviter les contaminations des réseaux de surface car l'eau est généralement minéralisée.

Ces injections posent le problème des interférences avec les autres utilisations potentielles de la Grande Oolithe et montrent la nécessité d'une planification globale de l'exploitation de cette ressource.

Aussi doivent être particulièrement examinées, en plus des caractéristiques permettant l'injection elle-même,

- l'étanchéité du réservoir tant verticale que latérale,
- les zones d'extension, ou de déplacement de la "bulle salée et froide" en fonction du temps.

Sous réserve de ces examens, le rejet de saumures est une solution géologique à un problème lié à l'exploitation d'une ressource minière.

3. LES BESOINS DE LA SURFACE DANS LE DEPARTEMENT DU HAUT-RHIN - GESTION DE LA RESSOURCE.

3.1. Les_besoins.

Si on se réfère aux différentes possibilités offertes par la Grande Oolithe, les besoins du département du Haut-Rhin peuvent se résumer de la façon suivante.

En ce qui concerne le pétrole, sa recherche est un objectif national ; la Grande Oolithe fait d'ailleurs toujours l'objet de recherches pétrolières.

Des stations thermales permettraient des soins et des cures locales, génératrices de bienfaits pour l'homme.

Pour la géothermie, les besoins sont naturellement plus dispersés sur l'ensemble du département, néanmoins, compte tenu de l'aspect économique d'une opération géothermique, celle-ci concerne le plus souvent 2 à 3 000 logements ou équivalents (ensemble scolaire, hôpitaux, équipements publics, ...), soit en groupe unique, soit à partir d'un groupement d'unités moyennes (300 à 600 logements ou équivalents) auxquels s'ajoutent des plus petites unités. Ces ajouts peuvent également être des unités agricoles (serres) ou certaines industries à besoins d'eau chaude, de basse enthalpie (industries alimentaires en particulier, ...).

De telles opérations géothermiques fournissent généralement 60 à 80 % de l'énergie consommée pouvant représenter 1 500 à 3 000 TEP (il subsiste un appoint en énergie traditionnelle).

Pour limiter les coûts et utiliser de façon optimale la ressource géothermique, il est souhaitable

- que les forages se situent à proximité des besoins
- que les différents utilisateurs ne soient pas trop dispersés et soient les mieux adaptés à l'utilisation de la géothermie (caractéristiques de fonctionnement compatibles avec la température géothermale).

Le cas idéal serait l'existence d'une chaufferie et d'un réseau, où la géothermie (forages à proximité de la chaufferie) se substituerait à l'énergie "Fuel".

En annexe 3, figure pour le département du Haut-Rhin, la liste des installations actuelles de plus de 3 500 KW produisant de la chaleur. Cette liste, concernant les installations de l'habitat et du tertiaire, nous a été fournie par l'Administration à qui ces installations ont été déclarées (cf. décret n° 81-542 du 13 Mai 1981).

A cette première catégorie, ont été ajoutées des unités recensées par ailleurs ainsi que des groupes de collectifs les plus importants qui ont pu être relevés dans les principales agglomérations où qu'il est prévu d'installer à court terme.

Cette liste, sans être exhaustive, et des enquêtes complémentaires, montrent pour ces installations dont la puissance minimale peut correspondre à une consommation minimale de l'ordre de 350 TEP (1 000 heures de fonctionnement à la puissance installée) :

- qu'elles sont relativement dispersées dans le département avec néanmoins une concentration sur les grandes cités,
- qu'à l'exemple du chauffage urbain de Mulhouse, un bon nombre d'entre elles (et les plus importantes) produisent de l'eau surchauffée sous pression.

Indépendamment de cette dernière catégorie et des projets que nous avons vus ci-devant (ville de Mulhouse et ville de Lutterbach) il existerait quelques unités qui seules ou groupées pourraient être les cellules de base à des opérations géothermiques.

On peut ainsi envisager :

- un projet Mulhouse-Centre pour la Centrale de la Porte de Bâle,
- un projet Mulhouse-Nord Est, pour les logements HLM Cité Wagner, Lefèbvre, etc...
- un projet Mulhouse-Est avec les deux casernes "Barbanègre et Drouot" auxquelles pourraient s'ajouter les collectifs de ces quartiers et éventuellement Modenheim.

- un projet sur Cernay pour la ville de Cernay, la cité H.L.M. et la nouvelle ZAC en projet,
- un projet sur Neuf-Brisach - Volgelsheim,
- un projet éventuellement pour la base aérienne de Colmar-Meyenheim.

Cette énumération n'est pas limitative, d'autres projets peuvent s'y ajouter. Toutefois ces projets nécessitent des études de faisabilité préliminaires, des recensements détaillés des preneurs, ainsi qu'un accord et une volonté de la part des responsables et décideurs pour une conversion à l'énergie géothermale.

3.2. Gestion de la ressource.

Compte tenu des besoins géothermiques, soit présents, soit futurs, qui se situent au niveau des grandes agglomérations, on peut envisager d'y réserver des "zones pour la géothermie", de préférence à des profondeurs supérieures à 1 600 m :

- . au Nord de Mulhouse, jusqu'à hauteur de Meyenheim,
- . au Sud-Est de Colmar,
- . à l'Est de Cernay.

Dans le cas de plusieurs doublets géothermiques, leur disposition doit être soigneusement étudiée, par ailleurs des opérations géothermiques à plus faible profondeur (donc plus faible température) peuvent également être envisagées au niveau de Colmar ou de Saint-Louis.

Les régions en bordure du fossé d'effondrement du côté Vosges (Sentheim), ainsi que dans le fossé de Sierentz (voir planche 1) à températures moindres et à plus faible salinité, seraient plus propices à la création de stations thermales, mais aussi à une utilisation géothermale avec pompe à chaleur.

La coexistence des deux utilisations qui s'inscrit dans une planification globale de la gestion des ressources de la Grande Oolithe, est facilitée par les remarques précédentes ; celles-ci montrent qu'il est possible de définir des zones distinctes pour chaque projet.

Ce qui précède concerne la Grande Oolithe qui est l'aquifère profond principal du sous-sol haut-rhinois. Il faut rappeler, pour mémoire, deux autres horizons géologiques profonds pouvant jouer le rôle d'objectif complémentaire pour une recherche d'eau thermale.

Dans le Sud du département pratiquement jusqu'au Nord de Mulhouse

- le Rauracien (et Séquanien), moins profond, peut apporter des eaux moins chaudes et peu minéralisées en zone de bordure (Michelbach) particulièrement ;
- le Trias (Muschelkalk et Buntsandstein), plus profond, bien que réduit en épaisseur pourrait être un objectif pour la géothermie.

Au Nord de Mulhouse, le Trias prenant une plus grande importance, peut pour les besoins de géothermie, être l'aquifère dont les eaux se situent vers 100° (région du seuil de Colmar), où même des températures plus élevées (120 - 130°) à l'aplomb des zones où la Grande Oolithe voisinait 100°.

Mais les renseignements concernant cette formation sont trop peu nombreux dans le Haut-Rhin pour qu'il soit possible d'en tirer des conclusions.

CONCLUSIONS =====

Dans le sous-sol du département du Haut-Rhin, correspondant à la plaine rhénane et la région du Sundgau, l'histoire géologique a enfoui les séries sédimentaires dont une formation calcaire "La Grande Oolithe". Celle-ci d'une épaisseur variable, décroissante du Sud vers le Nord (de 200 à 70 m environ) se situe généralement entre 1 500 et 2 000 m de profondeur.

Les travaux de sondages, de recherches minières et pétrolières, ont permis l'acquisition de données relatives à cette couche profonde : il s'agit d'une réservoir poreux renfermant de l'eau chaude et minéralisée, du type chloruré-sodique, dans la majeure partie de son extension et éventuellement du pétrole. Certains essais ponctuels laissent fortement espérer une productivité hydraulique de cet aquifère.

En tant que telle, la Grande Oolithe constitue un gisement susceptible d'être exploité

- pour sa ressource pétrolière,
- pour sa ressource en eau géothermale aussi bien pour l'approvisionnement énergétique (géothermie) que pour le thermalisme.

Enfin, sa capacité de stockage en a fait un objectif pour l'injection des saumures résiduelles provenant de l'exploitation de la potasse dans le département du Haut-Rhin.

Ces différentes utilisations potentielles posent des problèmes d'interférences et, localement, d'incompatibilités ; néanmoins, le domaine est vaste et sous réserves d'études détaillées (examen de l'impact et des zones d'influence de tout projet) les différentes utilisations peuvent être envisagées.

Il est proposé :

- . de réserver des zones pour la géothermie au voisinage des grandes agglomérations où se situent les principaux besoins en chauffage (en particulier au droit et au Nord de Mulhouse)
- . de préserver les secteurs peu profonds et de faible salinité pour le thermalisme (dans les secteurs de bordure vers les Vosges et dans le Sundgau).

L'Ingénieur chargé d'étude

Le Directeur du Service
Géologique Régional Alsace



M. DAESSLE



J.J. RISLER

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

=====

Ouvrages particulièrement consultés et cités.

- 1972 - SITTLER, S et al : Département du Haut-Rhin, géologie, Ressources du sous-sol, Hydrogéologie - Sci. Géol. Bull. 25, 2 - 3 ; Strasbourg.
- 1974 - G. GRANDAROVSKI, L. SIMLER : Possibilités de rejet de saumures dans le sous-sol, à proximité du Bassin Potassique - Rapport SGAL 1974.
- 1975 - CACHEUX, A. : Diplôme d'ingénieur géophysicien - I.P.G. et SGAL Strasbourg.
- 1977 - G. GRANDAROVSKI, F. MUNCK : Injections en couches profondes des saumures résiduelles des Mines de Potasse d'Alsace - Rapport B.R.G.M. 77 SGN 001 SGAL 1977.
- 1977 - Mines de Potasse d'Alsace - Injection en couches profondes en Haute-Alsace. Demande d'autorisation d'enfouissement de saumures - 1977.
- 1977 - Mines de Potasse d'Alsace - Injection en couches profondes en Haute-Alsace. Demande de déclaration d'utilité publique - 1977.
- 1978 - N° 690 - Assemblée Nationale (Séance du 16 Mars 1978) - Rapport d'information déposé en application de l'article 145 du règlement par la Commission de la production et des échanges sur la protection du Rhin contre la pollution par les chlorures - présenté par P. Pierre Weinsenhorn, Député - Tome II troisième partie : les rapports d'expertise.
- 1978 - GABLE, R. : Acquisition et rassemblement des données géothermiques disponibles en France. - C.C.E. contrat 170-76 EGF - Projet G/A5 - Rapport BRGM 78 SGN 284 GTH.

- 1979 - F. MUNCK, Prof. Dr. K. SAUER et al. : Synthèse géothermique du Fossé Rhéna
Supérieur - Service Géologique Régional Alsace et
Geologisches Landesamt Baden - Württemberg -
Strasbourg - Freiburg.
- 1980 - J.M. COUDERT, B. HERBRICH, F. WALGENWITZ, R. KREMER - Projet de chauffage géo-
thermique Lutterbach (Haut-Rhin). A.P.S. rapport
B.R.G.M. 80 SGN 468 GTH.
- 1982 - J.M. COUDERT, B. HERBRICH, J.M. LEJEUNE, M. DAESSLE, R. KREMER : Opération
géothermique de Mulhouse - Etude de faisabilité -
Rapport BRGM 82 SGN 777 GTH.

=====

Pour les autres ouvrages concernant la géologie, la géophysique et la géother-
mie générales et dans le Fossé Rhéna, se reporter à la liste bibliographique figurant
dans la "Synthèse géothermique du Fossé Rhéna supérieur" cité -ci-dessus.

DÉPARTEMENT DU HAUT-RHIN

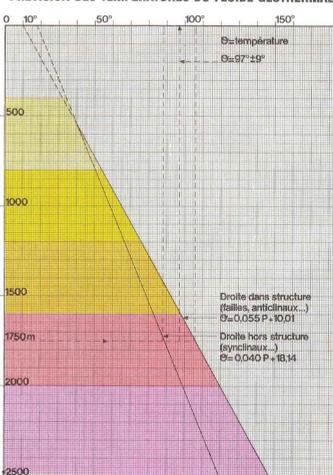
SYNTHÈSE DOCUMENTAIRE SUR LA GRANDE OOLITHE DANS LE DÉPARTEMENT DU HAUT-RHIN

CARTE DE LA PROFONDEUR DU TOIT DE LA GRANDE OOLITHE

ÉCHELLE: 1/100.000



PRÉVISION DES TEMPÉRATURES DU FLUIDE GÉOTHERMAL



La détermination de la température prévisionnelle se fait à partir des deux droites statistiques, établies d'après les thermomètres dans les forages, liant la profondeur et la température. Exemple: Pour une profondeur de 1.750 m en un point quelconque du domaine, la température prévisionnelle est de 97° ± 9° au toit du réservoir.

BRGM - SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL ALSACE
SGAL
Décembre 1982

Cartographie: SGAL
Dessin - Impression: SICOP - 67800 Bischheim

PRINCIPALES DONNÉES DES FORAGES sur les caractéristiques de l'aquifère

Table with columns: FORAGE (Nom, Sigle), Épaisseur Grande Oolithe, Remarque sur l'aquifère (Casing test, nature de la formation, k, perméabilité, etc.), FLUIDE (Salinité totale en g/l (1)).

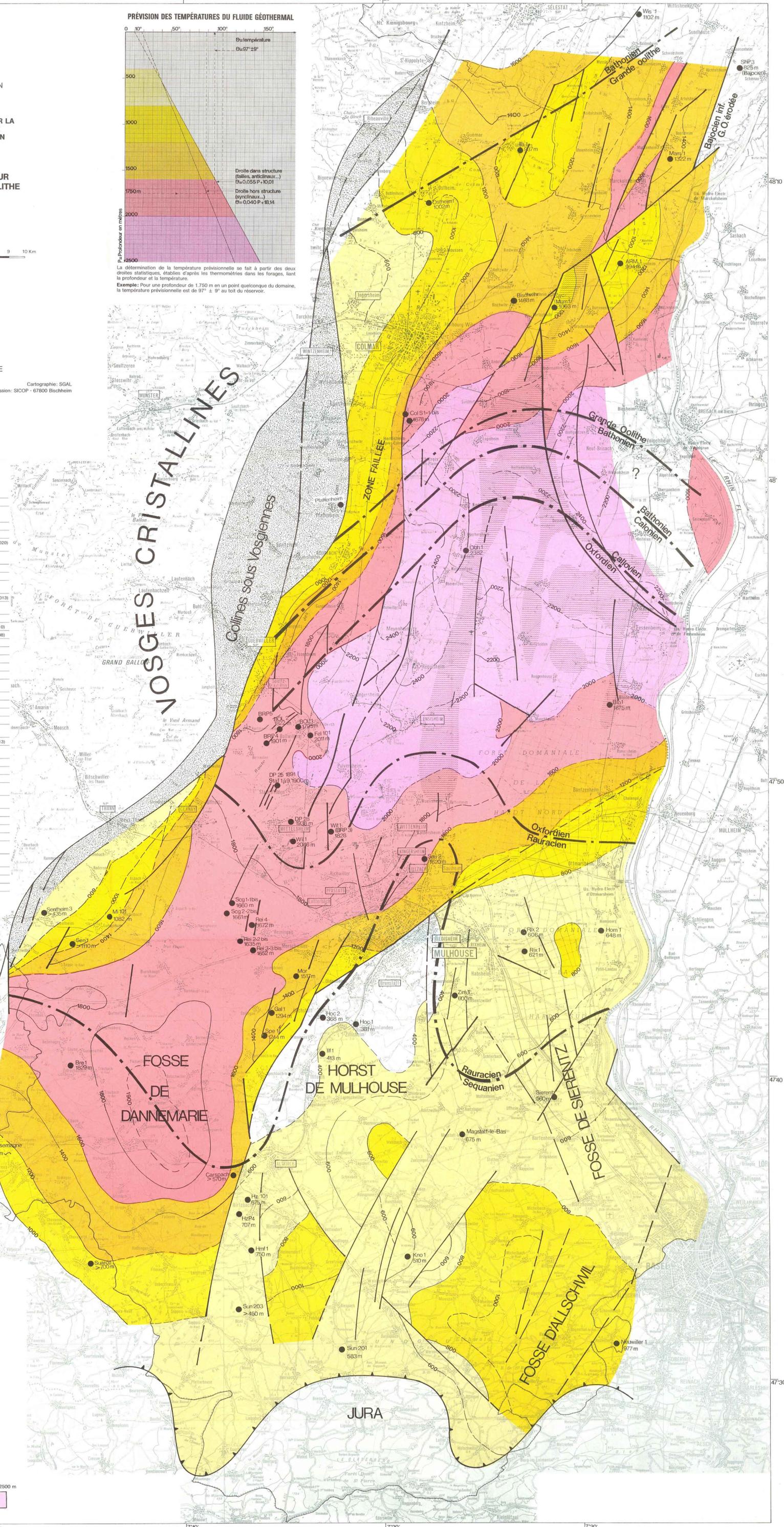
4750
4740
4730

LÉGENDE

- [Mulhouse] Ville de plus de 4.000 habitants
- [Saut 2 1620 m] Forage - sigle du forage - profondeur du toit de la Grande Oolithe
- [1000 800] Courbe d'égal profondeur sous la surface supposée
- [---] Failles
- [---] Callovien Oxfordien
- [---] Front de chevauchement du Jura
- [---] Champs de fractures des collines sous-vosgiennes
- [---] Diapir salin dans le tertiaire



4610
460
4750
4740
4730



ANNEXE 1

LISTE ET POSITION
DES FORAGES

Département du Haut-Rhin et zones limitrophes
des départements
du Bas-Rhin et Territoire de Belfort

Avec profondeur et épaisseur de la Grande Oolithe
- mesures des températures.

<u>Abréviations</u> :	G.O.	Grande Oolithe
	T	Tertiaire
	J	Jurassique Supérieur
	D	Dogger
	L	Lias
	K	Keuper
	M	Muschelkalk
	B	Buntsandstein
	R	Permien
	S	Socle
	TDST	Drillstem test temperature
	BHT	Bottom hole temperature

NOM	SIGLE		REALISATION		COORDONNEES		FOND DU FORAGE		GRANDE OOLITHE		MESURES DE TEMPERATURES			
	Pétroliers ou autres	B.R.G.M.	Année	Compagnie	Lambert x y	Altitude sol (m)	Prof. (m)	Etage	Prof. toit (m)	Epais- seur (m)	Etage	Prof. (m)	TDST	BHT
ARTZENHEIM	ARM 1	342-8-101	1979	SNEA	986.470 358.515	184	1136	Aalénien	996	52				
BISCHWIHR	-	324-7-3	1930	MDPA	979.830 356.440	184	1482,2	Grande Oolithe	1482,0	-				
BLODELSHEIM	HNI (Blo 1)	378-8-29	1954	PREPA	987.200 332.940	214,8	2533	Buntsandstein	1875	84				
BOLLWILLER	Bo1 1	413-1-73	1957	PREPA	968.250 329.690	233,8	1818,5	Grande Oolithe	1795	> 23				
BOLLWILLER	Har 1 (BRP 4)	413-1-70	1952	PSAEM - PREPA	966.910 328.580	243,0	2030	Bajocien	1901	122	D D D D M M M D	1675 1832 1842 1958 2372 2384 2450 1836	95 110 109 90 109 116 115 86	
BOLLWILLER	Wit 1 (BRP 3)	413-1-63	1952	PSAEM - PREPA	970.270 323.870	244,8	2450	Muschelkalk (m m)	1828	119				
BOLLWILLER	Bo1 2	-	1982	SHELL	967.280 329.680	247,2	1850	Grande Oolithe	1822,5	> 28				
BRECHAUMONT	Bre 1	443-3-20	1956	PREPA	955.490 308.340	315,6	1874	Grande Oolithe	1829	> 45	D	1874		89
BURNHAUPT	Bu 1	412-8-11	1972	GEOREX	962.535 316.180	289,0	1488,3	Rauracien	non atteint	-	J	1483		82
CARSPACH	-	445-5-34	1899	SADEM	966.430 301.375	298	569	Callovien	non atteint					

NOM	SIGLE		REALISATION		COORDONNEES		FOND DU FORAGE		GRANDE OOLITHE		MESURES DE TEMPERATURES			
	Pétroliers ou autres	B.R.G.M.	Année	Compagnie	Lambert x y	Altitude sol (m)	Prof. (m)	Etage	Prof. toit (m)	Epais- seur (m)	Etage	Prof. (m)	TDST	BHT
COLMAR SUD	Col S 1	378-2-10 (dévié)	1957	PREPA	970.780	191,4	1794	Muschelkalk	-	-	{ T D	1511		63
	-S 1 Bis				349.740		1758	Aalénien	1678	> 40		1627	66	
FELDKIRCH	Fel 101	413-1-74	1978	GEOREX	969.050 329.375	230	2103	Grande Oolithe	2011	> 92	D	2008	95	
FOUSSEMAGNE	-	444-2-1		B.E. ?	950.300 302.840	351	897,3	Oxfordien	non atteint	-				
GALFINGUE	Gal 1	415-5-51		PREPA	968.580 311.930	302,9	1301,4	Grande Oolithe	1294	> 8	{ T T J	152	33	
												240	33	
HEIMERSDORFF	Hmf 1	444-5-39	1964	FRANCAREP	969.940	388,8	798,4	Grande Oolithe	750,5	> 48	{ D D D	758	57	42
					297.210							798	58	
HIRTZBACH	Hz P 4	444-5-24	1936	SAEM	966.775 299.440	331	747,8	Grande Oolithe	707,0	> 40				
HIRTZBACH	Hz P 10	444-5-30	1938	SAEM	966.440 299.900	348	1354,4	Muschelkalk (m o)	726,0	194				
HIRTZBACH	Hz P 11	444-5-31	1939	SAEM	966.610 299.180	363	1579,2	Buntsandstein (so)	1085 (faille)	non atteint				
HIRTZBACH	Hz 101	444-5-40	1956	PREPA	966.781 300.562	309,7	737,7	Grande Oolithe	675,3	> 62	D	730		47
HIRTZBACH	Hz P 1	444-5-21	1936	SAEM	p.m	324	402,9	Séquanien	non atteint					
HIRTZBACH	Hz P 13	444-5-33	1939	SAEM	p.m	397	461,2	Rauracien	"					
HIRTZBACH	Hz P 17	444-5-37	1938	SAEM	p.m	376	1027,3	Callovien	(faille)					

NOM	SIGLE		REALISATION		COORDONNEES		FOND DU FORAGE		GRANDE OOLITHE		MESURES DE TEMPERATURES			
	Pétroliers ou autres	B.R.G.M.	Année	Compagnie	Lambert x y	Altitude sol (m)	Prof. (m)	Etage	Prof. toit (m)	Epais- seur (m)	Etage	Prof. (m)	TDST	BHT
HOCHSTATT G 1	Hoc 1	445-1-102	1952	PREPA	970.765 311.420	253,6	406,4	Grande Oolithe	381	> 25	D	406		45
HOCHSTATT G 2	Hoc 2	413-5-50	1952	PREPA	970.920 312.050	254,0	383,0	Grande Oolithe	358	> 25				
HOMBOURG	DP 3	413-8-9	1930	MDPA	987.200 318.050	231	601,3	Callovien	non atteint					
HOMBOURG	Hom 1	413-8-7	1956	PREPA	997.840 318.360	226,5	687,8	Grande Oolithe	648	> 40				
ILLFURTH	Ilf 1	445-1-101	1952	PREPA	970.585 309.930	255,8	1353,8	Permien	413	136	S	1352		55
ILLHAEUSERN	Ilh 1	342-3-3	1955	PREPA	981.250 66.560	156,0	1518,1	Muschelkalk (m m)	937	69	{ D M	1020 1518	55	80
KNOERINGUE	Kno 1	445-6-21	1959	PREPA	977.150 297.730	437,6	2148,8			224	{ D L M B B B	687 940 1292 1405 1403 2151		33 63 50 50 72 74
KEMBS	F 3	445-4-123	1928	En. Elec. Rhin S.A.		235,5	48,7	Séquanien	non atteint					
MAGSTATT LE BAS	-	445-3-100	1910 ?	?	981.150 305.370	322	320	Séquanien	non atteint					
MACKENHEIM	Mam 1	343-1-150	1980	SHELL (SNEA)	989.279	174,9	2096	Buntsandstein	1317,5	73,5				

NOM	SIGLE		REALISATION		COORDONNEES		FOND DU FORAGE		GRANDE OOLITHE		MESURES DE TEMPERATURES			
	Pétroliers ou autres	B.R.G.M.	Année	Compagnie	Lambert x y	Altitude sol (m)	Prof. (m)	Etage	Prof. toit (m)	Epais- seur (m)	Etage	Prof. (m)	TDST	BHT
MICHELBACH	-	412-8-7	<1910	Potasse		330	736	Rauracien	non atteint		D	1001		41
MICHELBACH	Mi	412-7-10	1971	GEOREX	957.380 317.540	348	1059	Grande Oolithe	1032	> 27		D	1059	
MORSCHWILLER	Mor 1	413-5-46	1956	PREPA	967.470 314.490	281,8	1450	Rauracien	non atteint		M	1202		50
MORSCHWILLER	Mor 2	423-5-47	1957	PREPA	969.550 314.560	280,5	1530,8	Grande Oolithe	1517	> 18	D	1530		62
MUNTZENHEIM	Mun 1	342-8-100	1978	SHELL	982.551 356.464	184,8	1856,0	Socle	1062,5 (faille)	> 22,5	D B	1098		58
													784	
NEUWILLER 1		445-8-24	1961	Départ. du Haut-Rhin	989.750 292.865	255	1063,4	Aalénien	977	48 ?				
OBERHERGHEIM	Obh 1	378-7-29		PREPA	977.950 341.490	202,9	2430,4	Grande Oolithe	2382	> 48				
OSTHEIM	-	342-2-2	>1910	MDPA	974.350 62.720	182	1003	Grande Oolithe	1002	-				
PFAFFENHEIM		378-2-12	1942	Bergver- waltung	-	213	171,75	Aalénien	0	101,5				
REININGUE	Rei 1	413-5-41	1955	PREPA	966.140 315.980	265,9	1431	Rauracien	non atteint	-	J	1430		69
REININGUE	Rei 2	413-5-42	1956	PREPA	965.730 316.230	267,2	1708,6	Grande Oolithe	1639	> 70	J J	1480		60
													1550	

NOM	SIGLE		REALISATION		COORDONNEES		FOND DU FORAGE		GRANDE OOLITHE		MESURES DE TEMPERATURES			
	Pétroliers ou autres	B.R.G.M.	Année	Compagnie	Lambert x y	Altitude sol (m)	Prof. (m)	Etage	Prof. toit (m)	Epais- seur (m)	Etage	Prof. (m)	TDST	BHT
REININGUE	Rei 2Bis	413-5-42	1975	MDPA	316.230 316.230	267	1760	Grande Oolithe	1640,4	120				
REININGUE	Rei 3	413-5-43	1956	PREPA	966.250	265,9	1704,8	Grande Oolithe	1652	> 53	T	1407	75	
	Rei 3Bis	dévié	1956		315.480							D	1451	75
REININGUE	Rei 4	413-5-44	1957	PREPA	966.120 317.330	269,2	1791	Grande Oolithe	1672	>109	D	1686	70	
REININGUE	Rei 5	413-5-45		PREPA	966.910 315.490	277,1	1447,2	Rauracien	non atteint		J	1447	72	
RIXHEIM	Rix 1	413-7-8	1955	PREPA	983.085 317.025	238,0	633,6	Grande Oolithe	621,5	> 12				
RIXHEIM	Rix 2	413-7-44	1959	PREPA	982.890 317.625	238,25	620	Grande Oolithe	606,2	> 14				
SAUSHEIM	Sau 2	413-2-80	1959	PREPA	976.560 322.120	227,7	1635,9	Grande Oolithe	1619,7	> 16	D	1622	63	
SCHWEIGHOUSE	Scg 1	413-5-48	1954	PREPA	965.170 318.380	274,4	1711,6	Grande Oolithe		+	T	1289	62	
SCHWEIGHOUSE	Scg 2	413-5-49	1959	PREPA	965.000 318.035	279,7	2414,7	Buntsandstein (so)	1661,6	120	T	1335	54	
												D	1724	81
												B	2414	107
SCHWEIGHOUSE	Scg2 ^b	(dévié)	1975	MDPA	"	"	1778,5	Grande Oolithe	1665	>113,5				

NOM	SIGLE		REALISATION		COORDONNEES		FOND DU FORAGE		GRANDE OOLITHE		MESURES DE TEMPERATURES			
	Pétroliers ou autres	B.R.G.M.	Année	Compagnie	Lambert x y	Altitude sol (m)	Prof. (m)	Etage	Prof. toit (m)	Epais- seur (m)	Etage	Prof. (m)	TDST	BHT
SENTHEIM 1	RB 803	412-7-5	1941	DEA	955.900 315.700	342,2	1120	Séquanien	non atteint					
SENTHEIM 3	RB 905	412-7-6	1942	DEA	952.750 317.645	360	435	Rauracien	non atteint					
SIERENTZ		445-4-21	1912	?	985.410 308.375	255	1000	Keuper	560	100				
SOULTZ (Ht.-Rhin)	BRP 5 (Sou 1)	413-1-71	1953	PREPA	966.325 329.700	249,8	2438,5	Viséen (Culm)	1788	35,5 (faillé)	T D L L S	156	110	30
	BRP 5Bis	devié			"			"	1931,5			Bajocien		1825
SPECHBACH	Spe 1	445-1-103	1967	EURAFREP		269,0	1290	Grande Oolithe	1244	> 46	D	1290		62
STAFFELFELDEN	DP 25	413-1-46	1951	MDPA	967.140 325.860	256,0	1918,2	Grande Oolithe	1891	> 27				
STAFFELFELDEN	Staf 1 (BRP 1)	413-1-61	1952	PSAEM- PREPA	967.140 325.810	257,0	1916,6	Grande Oolithe	1897	-	D	1886	110	
STAFFELFELDEN	Staf 2-3 (BRP2+2B)	413-1-62	1952	PSAEM- PREPA	967.440 326.080	254,7	1939,6	Grande Oolithe	1891	-	D	1898		102
											D	1938		109
STAFFELFELDEN	Staf 4	413-1-64	1953	PREPA	967.120 325.900	256,2	1899,7	Grande Oolithe	1891	-	D	1888		79
STAFFELFELDEN	Staf 5	413-1-65	1953	PREPA	967.131 326.855	256,6	1931,6	Grande Oolithe	1914	-	D	1918		76

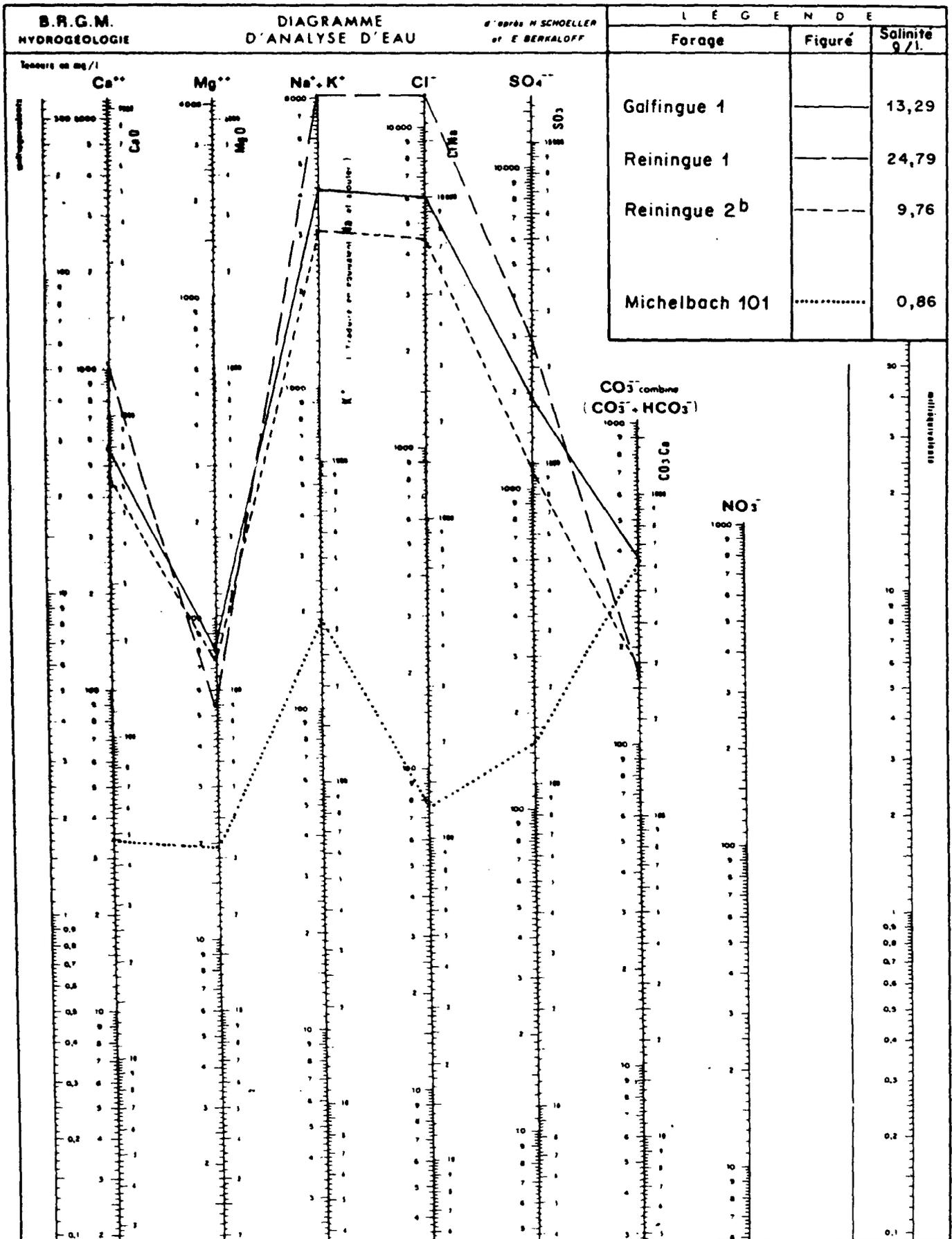
NOM	SIGLE		REALISATION		COORDONNEES		FOND DU FORAGE		GRANDE OOLITHE		MESURES DE TEMPERATURES				
	Pétroliers ou autres	B.R.G.M.	Année	Compagnie	Lambert x y	Altitude sol (m)	Prof. (m)	Etage	Prof. toit (m)	Epais- seur (m)	Etage	Prof. (m)	TDST	BHT	
STAFFELFELDEN	Staf 6	413-1-66	1954	PREPA	967.145 326.213	254,9	1870,8	Grande Oolithe	1868	-	D	1870		80	
STAFFELFELDEN	Staf 7	413-1-67	1954	PREPA	967.535 326.547	252,1	1915,8	Grande Oolithe	1903	-	D	1908		82	
STAFFELFELDEN	Staf 8	413-1-68	1954	PREPA	967.461 326.718	251,9	1978	Grande Oolithe	1925	> 53	{ T D D	1239	78		
													1927		
													1977		
STAFFELFELDEN	Staf 9	413-1-69	1955	PREPA	967.130 326.190	255	2528,5	Muschelkalk (m m)	2100	(faille) > 53					
SUNDGAU	Sun 201	476-2-11	1954	PREPA	973.464 291.670	447,5	581,5	Grande Oolithe	553	> 28	D	582		50	
SUNDGAU	Sun 203	445-5-38	1954	PREPA	966.829 293.648	405,9	446	Séquanien	non atteint		D	445		40	
SUNDHOUSE	Sh P 3	343-1-21	1941	PSAEM	993.950 71.900	168	975,5	Buntsandstein	érodée						
WITTELSHEIM	DP 28	413-1-48	1951	MDPA	968.400 323.380	256,1	1942	Grande Oolithe	1931	> 10					
WITTELSHEIM	Wil 1	413-1-72	1954	PREPA	968.720 323.080	252,9	2064	Grande Oolithe	2046	> 18					
WITTISHEIM	Wis 1	307-8-20	1955	PREPA	986.650 75.100	167,8	1126	Grande Oolithe	1102	> 24					

NOM	SIGLE		REALISATION		COORDONNEES		FOND DU FORAGE		GRANDE OOLITHE		MESURES DE TEMPERATURES			
	Pétroliers ou autres	B.R.G.M.	Année	Compagnie	Lambert x y	Altitude sol (m)	Prof. (m)	Etage	Prof. toit (m)	Epais- seur (m)	Etage	Prof. (m)	TUST	BHT
ZIMMERSHEIM	Zim 1	413-7-62	1956	PREPA	978.925 313.625	258,4	645,5	Grande Oolithe	600,3	> 45				
SUARCE	-	447-7-2	1914	?	957.240 295.380	395	709	Jurassique indifférencié	?					
CHARMOIS	-	444-6-1	1914	?	945.275 296.310	340	700	Lias indifférencié	?					
STAFFELFELDEN	Sta 101	413-1-75 oblique	1980	SHELL- GEOREX	968.202 326.358	249,8	1902	Grande Oolithe	1866	> 50	D	1900		109
STAFFELFELDEN	Sta 101b	dévié	1980	SHELL- GEOREX	"	"	1884,7	"	1860	> 25	D	1884		107

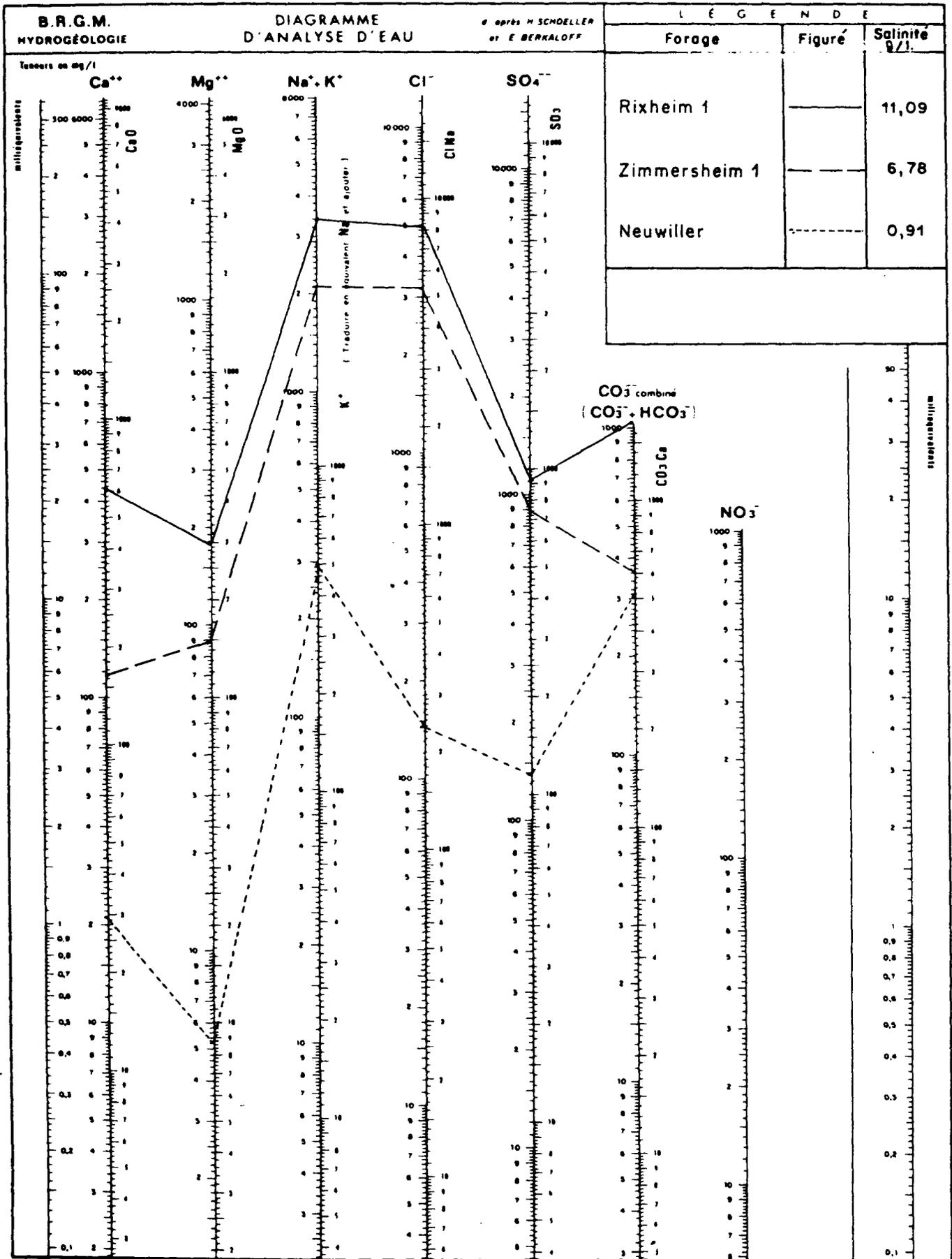
DIAGRAMMES D'ANALYSE
DES EAUX DE LA GRANDE OOLITHE

- Département du Haut-Rhin -

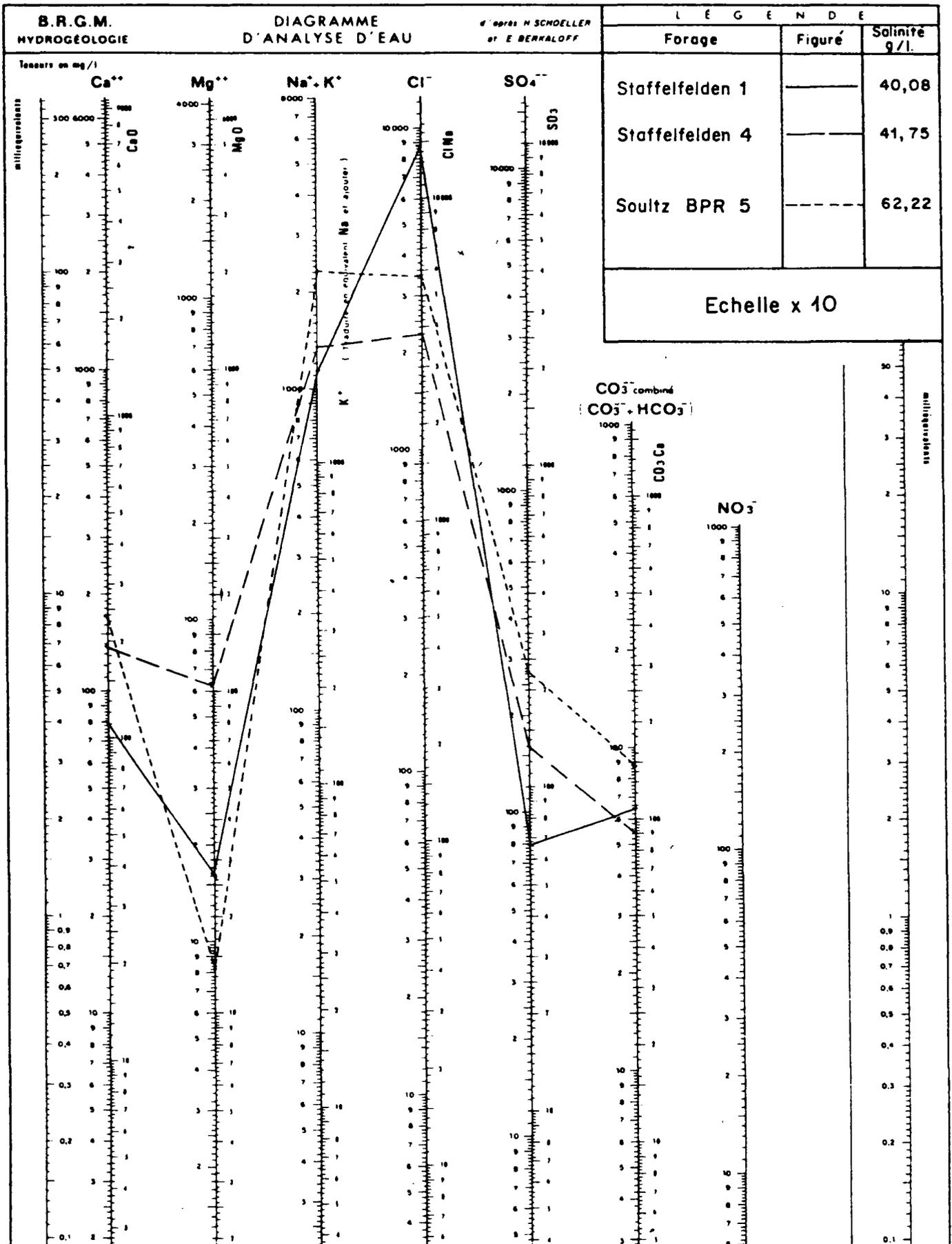
GRANDE OOLITHE (Sud - Ouest)



GRANDE OOLITHE (Sud - Est)



GRANDE OOLITHE (Sud)



LISTE DES INSTALLATIONS DE PLUS DE 3 500 kW
PRODUISANT DE LA CHALEUR
DANS LE DEPARTEMENT DU HAUT-RHIN

=====

- A. Déclarés

- B. Non déclarés et ensemble de logements
supérieur à 400 unités

=====

LISTE DES INSTALLATIONS DE PLUS DE 3 500 kW
PRODUISANT DE LA CHALEUR

=====

SECTEUR HABITAT ET TERTIAIRE

A. Etablissements déclarés

- . Chauffage urbain de l'Illberg à Mulhouse
- . Centre Hospitalier du Hasenrain à Mulhouse
- . Centre Hospitalier du Moenschberg à Mulhouse
- . Lycée d'Etat Mixte "Albert Schweitzer" à Mulhouse
- . L.E.P. industriel à Mulhouse
- . Aéroport de Bâle-Mulhouse à Saint Louis
- . Chaufferies du quartier de la gare et de la cité technique à Saint Louis
- . Hôpital Saint Morand à Altkirch
- . Société Anonyme d'Habitations à Loyer Modéré : Cités de Cernay et de Wittelsheim
- . Chauffage urbain de Cernay
- . Chauffage urbain de Volgelsheim
- . Caserne Abatucci à Neuf-Brisach
- . Base Aérienne de Colmar-Meyenheim
- . L.E.G.T. Scheurer Kestner à Thann
- . L.E.T. Nationalisé Mixte à Colmar
- . Collège Agricole à Wintzenheim
- . Centre Hospitalier Général Louis Pasteur à Colmar
- . Centre Hospitalier Spécialisé à Rouffach
- . Société Colmarienne de Chauffage Urbain à Colmar

B. Etablissements non déclarés et ensemble de logements
supérieur à environ 400 unités ou équivalents

Projets géothermiques

=====

- . H.L.M. Quartier Brossolette à Mulhouse - Bourtzwiller
- . H.L.M. Quartier Kayzersberg à Mulhouse - Bourtzwiller
- . Résidence La Forêt à Lutterbach
- . Cordoual à Lutterbach

- Divers

- . Centrale de la Porte de Bâle à Mulhouse
- . Caserne Drouot à Mulhouse
- . Caserne Barbanègre à Mulhouse
- . Quartier Militaire Plessis à Altkirch
- . Quartier Militaire Walter à Colmar
- . H.L.M. Cité Wagner à Mulhouse
- . Cité Lefèvre à Mulhouse
- . Ensembles de logements à Illzach Est, à Modenheim
et à Mulhouse Est (Drouot)
- . Z.A.C. de Issenheim

- En cours de construction ou en projet

- . Z.A.C. de Cernay
- . Habitations collectives dispersées à Guebwiller