

MAIRIE DE GRASSE
Alpes Maritimes

**SCHEMA DIRECTEUR D'EAU POTABLE
DU SECTEUR DE LA VILLE DE GRASSE**

PHASE PRELIMINAIRE

HYDROGEOLOGIE

B. R. G. M.
17. AVR. 1985
BIBLIOTHEQUE



**BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES
ET MINIERES
SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL**

BURGEAP
AGENCE D'AVIGNON

R/A. 129 - E. 1475

85 AGI 084 PAC

MAIRIE DE GRASSE
Alpes Maritimes

SCHEMA DIRECTEUR D'EAU POTABLE
DU SECTEUR DE LA VILLE DE GRASSE

PHASE PRELIMINAIRE

HYDROGEOLOGIE

par

P. CIRON et O. SEDAN* - M. RIOU **



**BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES
ET MINIERES**

SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL

Domaine de Luminy, R^{te} Léon Lachamp
13009 - Marseille
Tél (91) 41.24.46

BURGEAP **

AGENCE D'AVIGNON

27 chemin de Candan, Les Angles
30400 - Villeneuve-les-Avignon
Tél. (90) 25.18.02

R/A. 129 - E. 1475

85 AGI 084 PAC

Décembre 1984

SCHEMA DIRECTEUR D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DU SECTEUR DE LA VILLE DE GRASSE

Phase préliminaire

HYDROGEOLOGIE

par

P. CIRON ET O. SEDAN* - M. RIOU**

85 SGN 084 PAC

Décembre 1984

* BRGM

** BURGEAP

R E S U M E

La ville de Grasse a confié au B. R. G. M. et au B. U. R. G. E. A. P. l'étude des ressources hydrogéologiques de la région de GRASSE, en vue de permettre l'élaboration d'un schéma directeur des équipements d'alimentation en eau potable à moyen et long terme.

La première partie de l'étude a permis de dresser un bilan de la situation actuelle sur le plan hydrogéologique et à définir les secteurs où des ressources nouvelles pourraient être mobilisées.

Le présent rapport fournit un programme détaillé des reconnaissances à effectuer sur les sites les plus prometteurs du point de vue technique et économique après un complément d'étude structurale.

Le programme de reconnaissance a porté sur le bassin du Loup et sur le plan de Grasse.

Pour le bassin du Loup, les seules possibilités de gain de débit à l'étiage sont une surexploitation de l'aquifère aux environs des principaux captages actuels (Foulon-Gréolière). Celle-ci ne pourra se faire que par un mode d'exploitation différent (pompage) de celui actuellement utilisé (gravitaire).

L'objectif du programme de reconnaissance (forages) est de préciser la géométrie de l'aquifère aux environs des captages, de reconnaître la tranche mouillée et l'état de fracturation des calcaires.

Pour la source de Pesquier, il est envisagé de préciser les conditions de captage en mode gravitaire (tranchée).

Pour la cascade des Ribes, il s'agit d'essayer de dériver par pompage dans un conduit karstique, une partie des eaux de la Foux de Grasse (située en aval) qui sont localement contaminées.

Un programme de reconnaissance est proposé en ce qui concerne l'aquifère triasique (Muschelkalk calcaire) de la plaine de Grasse (forages, pompages d'essais, qualité des eaux).

TABLE DES MATIERES

1 - INTRODUCTION.....	1
2 - RAPPEL DES AXES DE RECHERCHES.....	1
2.1 - Bassin du Loup.....	2
2.2 - Secteur triasique.....	2
2.3 - Priorité.....	3
3 - PRESENTATION DES SITES.....	3
3.1 - Foulon-Pesquier.....	3
3.1.1 - Etude structurale.....	3
3.1.2 - Objectif du programme de reconnaissance - Foulon	7
3.1.3 - Spécifications techniques du programme de reconnaissance Foulon.....	9
3.1.4 - Suivi des travaux.....	11
3.1.5 - Estimation financière.....	12
3.2 - Le secteur triasique.....	12
3.2.1 - Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques	12
3.2.2 - Objectif des reconnaissances (Trias).....	15
3.2.3 - Programme de reconnaissance.....	16
3.2.4 - Spécifications techniques du programme de reconnaissance.....	17
3.2.5 - Suivi des travaux.....	18
3.2.6 - Estimation financière.....	19
3.3 - Cascade des Ribes.....	19
3.3.1 - Etude structurale.....	19
3.3.2 - Objectif des reconnaissances.....	24
3.3.3 - Programme de reconnaissance.....	25
3.3.4 - Estimation financière.....	25
3.4 - Fugeret.....	26
3.4.1 - Etude structurale.....	26
3.4.2 - Synthèse.....	28
3.5 - Sources de Gréolières.....	28
3.5.1 - Etude structurale.....	28
3.5.2 - Objectif des reconnaissances.....	30
3.5.3 - Programme de reconnaissance.....	32
3.5.4 - Spécification technique du programme de reconnaissance.....	32
3.5.5 - Suivi des travaux.....	34
3.5.6 - Estimation financière.....	34
4 - SYNTHESE DES PROGRAMMES DE RECONNAISSANCE.....	35
5 - CONCLUSION.....	36

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Le Foulon-le Pesquier- cadre structural.....	4
Figure 2 : Coupe géologique de la vallée du Loup au niveau du captage du Foulon.....	6
Figure 3 : Géométrie de l'aquifère - hypothèse 1.....	7
Figure 4 : Géométrie de l'aquifère - hypothèse 2.....	7
Figure 5 : Les grands accidents affectant le Trias - implantation des sondages de reconnaissance.....	14
Figure 6 : Localisation des grottes (Cascade des Ribes).....	21
Figure 7 : Log stratigraphique de la série de la Cascade des Ribes...	22
Figure 8 : Grotte de la Cascade des Ribes - 69 V.....	23
Figure 9 : Le Fugeret - implantation des exutoires et cadre géologique	27
Figure 10 : Sources de Gréolières - cadre structural.....	29

ANNEXES DANS LE TEXTE

- Forages dans le Trias
- Mesures de pendage (site de Gréolières)
- Mesures de pendage (site du Foulon)

ANNEXES HORS TEXTE

- Etude hydrogéologique, première partie, note 84 PAC 052.

1 - INTRODUCTION

Dans le cadre de l'élaboration d'un schéma directeur d'alimentation en eau potable à moyens et longs termes, la ville de Grasse a confié au B. R. G. M. et au BURGEAP l'étude des ressources hydrogéologiques de la région.

La première partie de l'étude a permis de dresser un bilan de la situation hydrogéologique actuelle et a défini les secteurs où des ressources nouvelles pourraient être mobilisées.

Le présent rapport fournit un programme détaillé des reconnaissances à effectuer sur les sites les plus prometteurs du point de vue technique et économique après un complément d'étude structurale.

2 - RAPPEL DES AXES DE RECHERCHES

L'étude hydrogéologique a confirmé l'existence de deux unités intéressantes dans la région de Grasse :

- *le bassin du Loup ;*
- *le bassin de la Siagne.*

L'alimentation en eau potable de la ville de Grasse s'effectue à partir de sources situées dans la vallée du Loup (sources du Foulon et des Fontainiers). Le bassin de la Siagne contribue à l'alimentation d'autres secteurs. Pour ces raisons, les recherches se sont orientées uniquement dans le bassin du Loup (domaine jurassique karstique) situé au Nord de Grasse.

L'urbanisation de Grasse se développant vers le Sud, nous avons également envisagé une prospection de cette zone occupée par des formations triasiques.

2.1 - BASSIN DU LOUP

Il s'agit d'une zone montagneuse constituée essentiellement de calcaire et dolomie du Jurassique qu'entaille profondément le Loup (vallée ou gorge très étroite). Ces calcaires sont karstifiés et forment un système aquifère drainé entièrement par le Loup (cf. paragraphe 3.2, 1ère phase). Ce drainage se fait soit par des exutoires visibles proches du Loup (sources du Foulon, Gréolières..., pratiquement toutes captées), soit de manière diffuse dans le cours du Loup. Dans ce cas de figure, on ne peut envisager l'exploitation de ressources nouvelles. Un gain de débit en période d'étiage (ce qui est recherché) ne peut se concevoir que par une surexploitation des captages actuels (rabattement du niveau de base par pompage) ce qui, lors des recharges hivernales, entraînera un déficit équivalent du débit du Loup.

D'autre part, le mode d'exploitation à l'étiage sera différent de celui actuellement utilisé (gravitaire).

Quatre sites potentiels ont été retenus :

- la zone de la source du Foulon ;
- la zone des sources de Gréolières ;
- les émergences temporaires du Fugeret ;
- le site de la cascade des Ribes.

2.2 - SECTEUR TRIASIQUE

Les calcaires du Trias sont inexploités et peu connus. Il y existe toutefois une nappe comme l'attestent les sources de Mouans-Sartoux et Valcluse. Le problème est que cet aquifère peut être localement ou globalement contaminé par des sulfates issus de la dissolution du gypse des terrains sus-jacents.

Le secteur de prospection envisagé est centré sur Plan-de-Grasse.

2.3 - PRIORITE

Lors de la réunion du 25 septembre 1984, la ville de Grasse a classé les sites retenus en fonction de l'intérêt qu'elle porte à chacun d'eux. Le classement est le suivant :

- FOULON-PESQUIER ;
- TRIAS ;
- CASCADE DES RIBES ;
- FUGERET ;
- GREOLIERES.

Nous étudierons les divers sites selon cet ordre de priorité.

3 - PRESENTATION DES SITES

3.1 - FOULON-PESQUIER

3.1.1 - Etude structurale

L'étude structurale est fondée sur un levé à 1/5 000 de la zone proche du captage du Foulon (cf. fig. 1).

En plus des alluvions du Loup qui affleurent en fond de vallon et des éboulis vifs et anciens qui occupent la plus grande partie des flancs de la vallée, les terrains suivants ont été distingués :

- à la base de la série, les argiles versicolorres à gypses du Keuper (Trias) qui, en raison de leur nature lithologique, affleurent rarement. Elles sont bien visibles au niveau d'un talus de la départementale D. 3 fraîchement retaillée (station 10, cf. fig. 1). Ces argiles représentent le substratum étanche de l'aquifère karstique ;

- au-dessus, et de bas en haut, ont été distingués :

- a) des calcaires roux, massifs, sparitiques, à éléments silicifiés (chailles), présentant dans leur partie supérieure un niveau oolithique. Ces calcaires sont classiquement rapportés au Bajocien ;

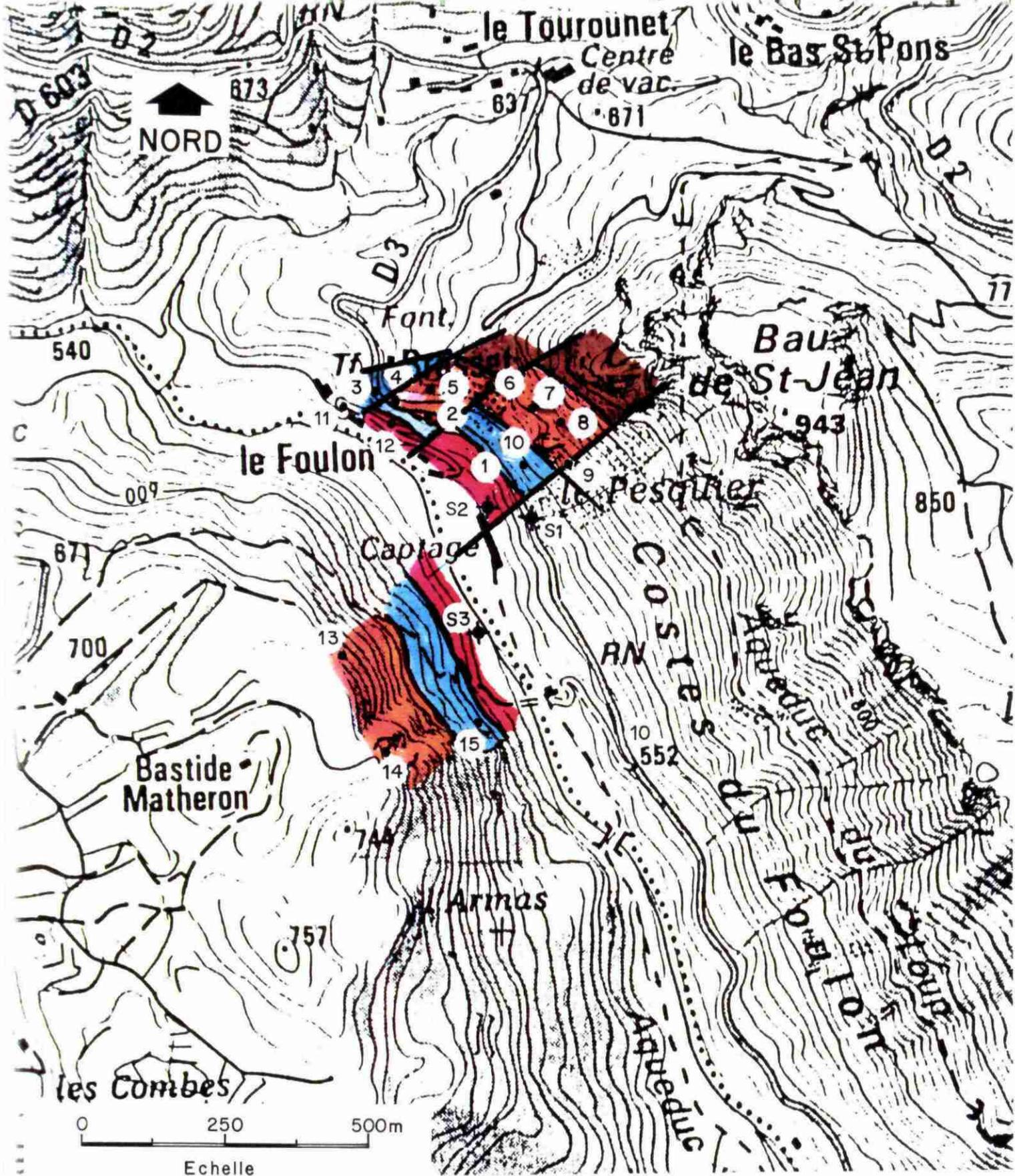
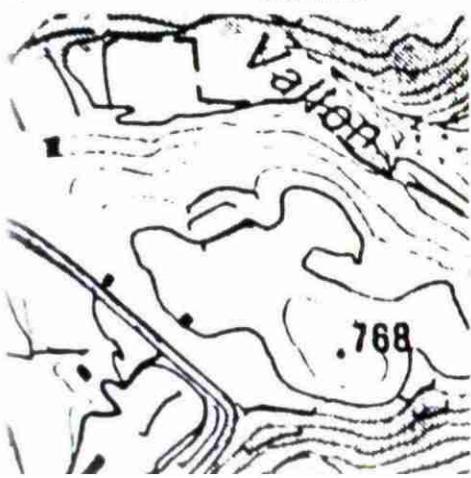


Fig. 1

LE FOULON-LE PESQUIER-CADRE STRUCTURAL

① à ⑮ Station d'observation structurale

Ⓢ.1 à Ⓢ.3 Site de reconnaissance



- b) des dolomies sombres, grises à noires, du Bathonien ;
- c) des calcaires micritiques, café au lait, sublithographiques, à cassure esquilleuse, en bancs de faible épaisseur (quelques dizaines de centimètres), du Callovo-Oxfordien. Ces calcaires passent par l'intermédiaire de bancs à gros rognons de silex aux :
- d) calcaires du Kimeridgien-Portlandien qui comportent à leur base un faciès proche de celui du Callovo-Oxfordien mais en bancs plus épais. Vers le sommet, les calcaires sont plus franchement blancs.

Cette série se retrouve de part et d'autre du Loup. Les pendages, est en rive gauche, ouest en rive droite (cf. tableau en annexe) et la carte des affleurements (cf. fig. 1) montrent une structure anticlinale, d'axe NW-SE, à coeur de Keuper, localement recoupée par des failles ENE-WSW (cf. fig. 2).

Les valeurs des pendages des couches qui affleurent à l'amont du captage impliquent l'existence, sous la côte des émergences, de calcaires bajociens (et peut-être liasiens) (cf. fig. 2).

L'étude structurale du bassin versant montre que l'émergence du Foulon est le point le plus bas de drainage du bassin. La zone de prospection la plus propice se situe donc à l'amont immédiat du captage. Sa localisation est de plus limitée par les possibilités d'accès.

Pour estimer l'épaisseur de calcaires mouillés formant une réserve potentielle, nous sommes conduits à formuler des hypothèses en ce qui concerne d'une part la valeur du pendage du plan de contact calcaires - argiles du Keuper, et, d'autre part l'épaisseur de la formation bajocienne.

En effet, comme le montre la carte (cf. fig. 1), le contact entre le Keuper et la base de la série jurassique est recouvert par des éboulis et est donc invisible. Il est possible que ce contact se situe relativement haut au-dessus du captage, celui-ci drainerait de l'eau ayant circulé au sein des éboulis.

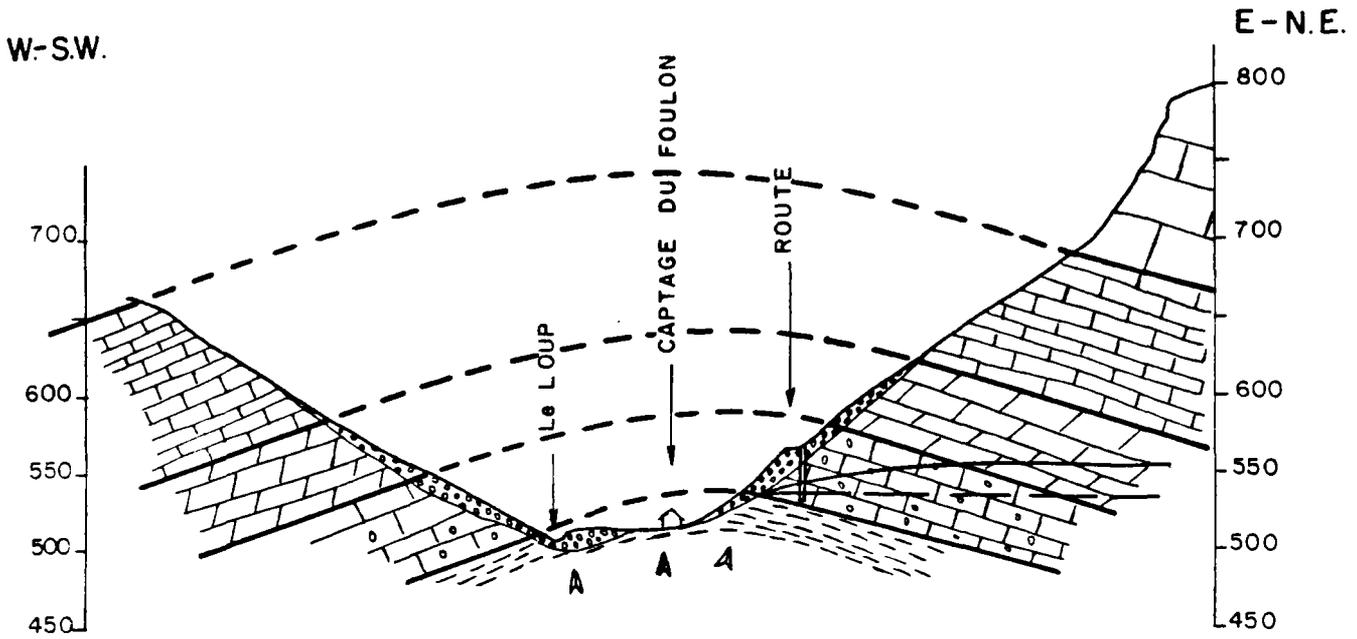
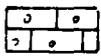
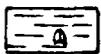


Fig. 2

0 50 100m

COUPE GEOLOGIQUE DE LA VALLEE DU LOUP AU NIVEAU DU CAPTAGE DU FOULON

-  Eboulis
-  Kimméridgien-Portlandien : calcaires massifs
-  Callovo-Oxfordien : calcaires en bancs minces
-  Bathonien : dolomies
-  Bajocien : calcaire à chailles
-  Keuper : argiles à gypses

Nous avons donc émis deux hypothèses qui permettent de donner une fourchette d'épaisseur de la tranche de calcaire mouillé à l'aplomb de la route départementale. Ces hypothèses sont fondées sur :

- a) hypothèse 1 : un pendage de 20° et une épaisseur Lias + Bajocien de 50 m (cf. fig. 3) ;
- b) hypothèse 2 : un pendage de 30° et une épaisseur Lias + Bajocien de 100 m (cf. fig. 4).

L'hypothèse 1 implique l'existence d'une épaisseur de 7,5 m de calcaires mouillés qui pourrait être traversée par un forage de 25 m de profondeur, tandis que l'hypothèse 2 implique une épaisseur de 35 m et un forage de 80 m.

On constate donc que même dans le cas le plus défavorable (hypothèse 1) quant à l'épaisseur de la tranche mouillée, la réserve devrait être importante si les calcaires sont suffisamment fracturés.

3.1.2. - Objectif du programme de reconnaissance - FOULON

Les reconnaissances* auront pour objectif essentiel de préciser la géométrie de l'aquifère, l'épaisseur de la tranche mouillée et l'état de fracturation des terrains calcaires dans la zone du Foulon en rive gauche. Il n'est par contre pas envisagé d'effectuer des pompages d'essai car les débits prélevables dans les ouvrages de reconnaissance seront très inférieurs au débit d'étiage de la source, et de ce fait, non significatifs.

Les résultats des reconnaissances, s'ils sont favorables, permettront de définir un mode d'exploitation. Il sera difficile de prévoir le débit mais ce dont il est certain c'est que le débit d'exploitation sera égal, au minimum, au débit d'étiage du Foulon : 270 l/s + (50 à 100 l/s ?). Le captage pourrait être d'un forage de gros diamètre, équipé de pompes puissantes, implanté à l'amont du captage existant, ce qui entraînera un coût élevé.

* Elles sont destinées à confirmer les hypothèses structurales élaborées aux seules vues des observations de surface.

GEOMETRIE DE L'AQUIFERE

Au niveau du captage du Foulon

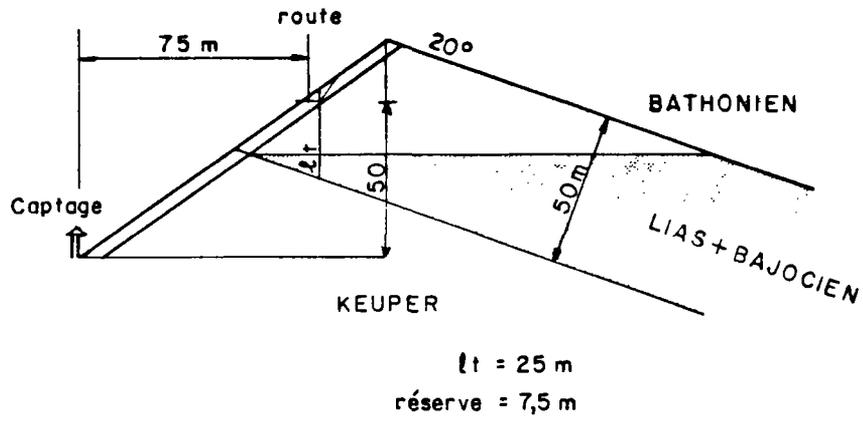


Fig. 3
HYPOTHESE 1

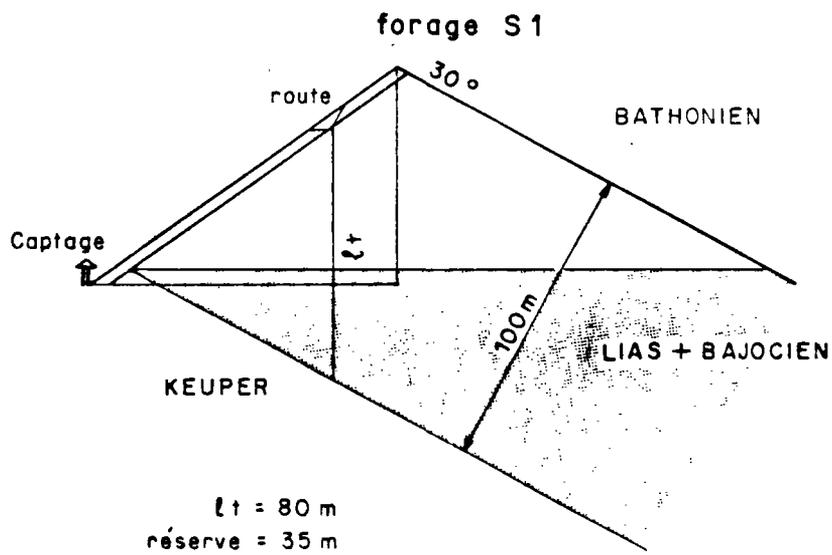


Fig. 4
HYPOTHESE 2

Les travaux de reconnaissance envisagés consistent en deux sondages.

Au niveau du captage du Foulon, en rive droite, existe une petite source (Pesquier) non captée, pérenne à émergence diffuse. L'étude structurale montre que c'est une source de débordement. Des travaux pourraient être réalisés au vu d'un captage par tranchée drainante (possibilité éventuelle de récupérer 10 à 20 l/s en étiage de façon gravitaire).

3.1.3 - Spécifications techniques du programme de reconnaissance FOULON

3.1.3.1 - SONDAGE S 1 DU FOULON

* Emplacement des travaux

Au niveau de la route départementale D. 3, à l'amont du captage (cf. fig. 1).

* Coupe prévisionnelle

De haut en bas, on devrait rencontrer successivement :

- 2 à 6 m : éboulis vif calcaire (blocs décimétriques + quelques gros blocs),
- 23 à 80 m : calcaire et dolomie fissurés pouvant s'enrichir à la base de minces lits d'argile,
- substratum: argiles gypsifères rouges ou vertes, le forage y pénétrera de 3 m au maximum.

Le niveau de la nappe devrait se situer entre 18 m et 45 m de profondeur.

* Travaux à réaliser

- le forage sera réalisé par la technique du marteau fond de trou (forage à l'air),

- diamètre du forage :
 - . éboulis (2 à 6 m) : diamètre 8"
 - . terrains secs (12 à 40 m) : diamètre 6"
 - . terrains saturés (8 à 35 m) : diamètre 96 mm
- foration en destructif jusqu'au niveau de l'eau,
- carottage dans la zone saturée,
- échantillonnage :
 - . prélèvement, repérage et conditionnement des cuttingstous les mètres ;
 - . repérage et conditionnement des carottes.
- équipement du forage :
 - . pose à demeure d'un tubage acier au niveau des éboulis (forage en 8"),
 - . pose à demeure d'un tube PVC (5mm d'épaisseur, 80 mm de diamètre extérieur), crépiné dans les formations calcaires afin de transformer ce forage en piézomètre.

3.1.3.2 - SONDAGE S 2 DU FOULON

* Emplacement des travaux

Entre le captage du Foulon et le pied d'éboulis au Nord (cf. fig. 1).

* Coupe prévisionnelle

- De haut en bas, on devrait rencontrer successivement :
- de 0 à 1 m : limons,
 - de 0 à 5 m : calcaire et dolomie fissurés,
 - substratum : argiles gypsifères rouges ou vertes, le forage pénétrera de 3 m au maximum.
- S'il y a de l'eau, le niveau devrait être sub-affleurant.

* Travaux à réaliser

- carottage à l'air en 96 mm,
- échantillonnage : repérage et conditionnement des carottes,
- équipement du forage : sans.

3.1.3.3 - SITE DU PESQUIER (S 3)

* Emplacement des travaux

En rive droite du Loup, au niveau de la source du Pesquier (cf.fig.1)

* Travaux à réaliser

- tranchée de 1 m de profondeur environ jusqu'aux argiles rouges (ou vertes) ou aux calcaires, effectuée à la pelle. Sa longueur sera comprise entre 10 et 20 m selon les résultats (venues d'eau) ;
- palplanches pour isoler la tranchée du Loup (rideau de 10 à 20 m de longueur sur 2 m de profondeur) ;
- sujétion de chantier : Loup à traverser à gué (à faire en étiage).

3.1.4 - Suivi des travaux

Ces travaux doivent être suivis par un ingénieur géologue et hydrogéologue. Ce suivi consistera en l'implantation précise des différents ouvrages avec l'entreprise, en la surveillance partielle des travaux, en l'interprétation géologique et hydrogéologique des résultats (fourniture d'un rapport).

Le temps est estimé à sept journées d'ingénieur pour le suivi des travaux et à trois journées d'interprétation et de rédaction.

3.1.5 - Estimation financière

L'estimation est faite suivant les conditions de décembre 1984. Elle sera confirmée après consultation des entreprises.

3.1.5.1 - TRAVAUX

Ces coûts sont destinés à définir une enveloppe et sont donc basés sur les quantités extrêmes des spécifications techniques.

- S 1 : 115 000 F H. T.
- S 2 : 20 000 F H. T.
- S 3 : 45 000 F H. T.

Total travaux : 180 000 F H. T.

3.1.5.2 - SUIVI DES TRAVAUX

Le montant s'élève à 40 000 F H. T., déplacements compris (mais non compris réunion avec le maître d'ouvrage).

3.1.5.3 - ESTIMATION TOTALE

Le coût s'élève à 220 000 F H. T. auxquels on rajoute 10 % d'imprévu, soit 242 000 F H. T.

3.2 - LE SECTEUR TRIASIQUE

3.2.1 - Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques

Les trois termes classiques de la série triasique ont été reconnus en aval de Grasse. Ils reposent sur une série métamorphique ancienne, granito-gneissique (socle du Tanneron). Ce sont, de bas en haut :

- formation détritique, essentiellement gréseuse, parfois conglomératique, attribuée au Trias inférieur, d'environ 50 m d'épaisseur ;

- formation carbonatée, calcaro-dolomitique, classiquement attribuée au Trias moyen (Muschelkalk).

Cette formation se divise en trois termes, qui sont de bas en haut :

- . des dolomies, des marnes et argiles parfois gypsifères, de l'anhydritgruppe (20-50 m d'épaisseur) ;
- . des calcaires noir gris fumée (40 m d'épaisseur environ) ;
- . des dolomies grises et cargneules (100 m) ;

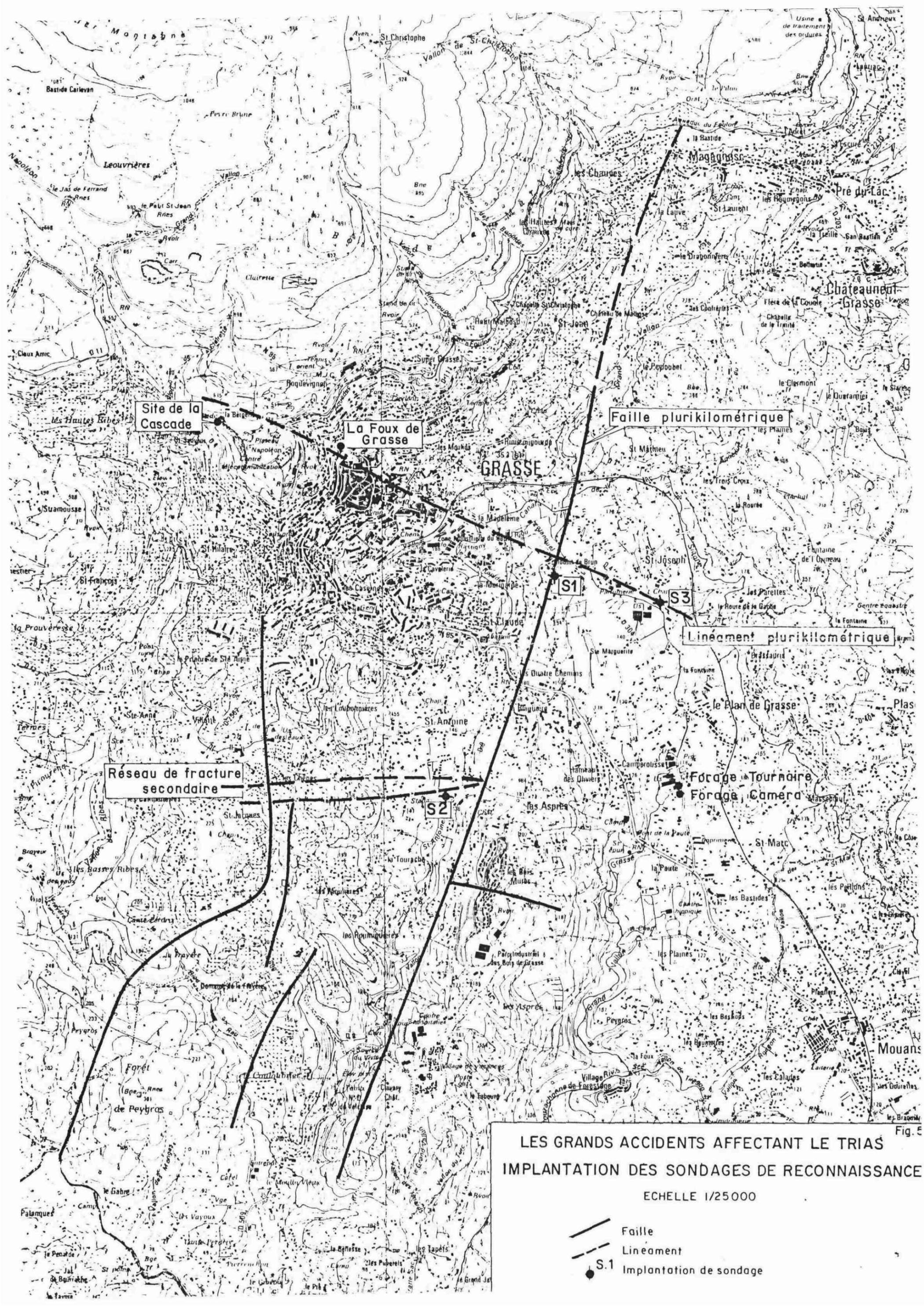
- formation supérieure, détritique et évaporitique, essentiellement constituée d'argiles versicolores contenant des lentilles de gypse, éventuellement de sel.

Ces formations subhorizontales plongent très légèrement vers le Nord. Les terrains les plus anciens affleurent au Sud, au niveau de Valcluse et de la Foux de Mouans-Sartoux.

Une étude photogéologique (Mission France 1958, Salernes-Grasse-Cannes, XXXVI-43) a permis d'identifier des lineaments dont certains correspondent sans aucun doute à des accidents géologiques. Ces failles, d'axe nord-sud, découpent la série triasique en compartiments (cf. fig. 5).

Comme l'avait mis en évidence la première phase de cette étude, la série triasique est aquifère. Cet aquifère est structuré de la façon suivante :

- à la base, le substratum étanche est constitué par les niveaux argileux du Muschelkalk (Anhydritgruppe) comme l'atteste la structure des émergences de la Foux de Mouans-Sartoux et de la source de valcluse ;
- la partie inférieure de l'aquifère est constituée par les calcaires gris fumée du Muschelkalk moyen ;



LES GRANDS ACCIDENTS AFFECTANT LE TRIAS
 IMPLANTATION DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE

ECHELLE 1/25000

-  Faille
-  Lineament
-  S.1 Implantation de sondage

Fig. 5

- la partie supérieure est constituée par les dolomies grises du Muschelkalk supérieur.

La partie supérieure de l'aquifère peut être contaminée par des eaux ayant circulé dans les terrains du Keuper et présenter des taux de sulfate anormalement élevés.

Comme il a été souligné dans la première phase de cette étude, l'aquifère triasique est peu exploité et seulement dans sa partie supérieure (débit de quelques m^3/h).

Les forages récents des usines TOURNAIRE et CAMERA n'effectuent de prélèvements que dans la partie supérieure de l'aquifère et n'ont pas pénétré profondément dans le Muschelkalk calcaire. Les analyses effectuées sur des eaux prélevées dans ces forages* (cf. annexe) montrent que le taux de sulfates est élevé, mais variable dans le temps (entre 100 et 250mg/l). Nous avons peu d'indications sur la piézométrie de ces formations. Toutefois de par la position des sources de Valcluse et de Mouans-Sartoux (sur une même latitude et de même altitude 75 m), le sens des écoulements est probablement nord-sud. En prenant comme hypothèse un gradient piézométrique compris entre 3 et 6 ‰, la position des sources implique un niveau prévisionnel situé entre 85 m et 95 m N. G. F. au droit de plan de Grasse soit à 35 m de profondeur environ.

3.2.2 - Objectif des reconnaissances (Trias)

L'objectif des reconnaissances est de déterminer les potentialités de l'aquifère (qualité et quantité) de la partie inférieure du Muschelkalk (calcaire). Seule, la partie supérieure, localement contaminée par des eaux sulfatées, est actuellement exploitée. Il est possible d'envisager un débit de l'ordre de $50 m^3/h$ par ouvrage dans la partie inférieure.

* analyse effectuée par le Laboratoire d'hygiène de la ville de Nice en décembre 1983 et par le B. R. G. M. en novembre 1984.

3.2.3 - Programme de reconnaissance

Nous proposons l'exécution de trois forages de reconnaissance, dont l'implantation est fonction des éléments structuraux décelés par l'étude photogéologique et de l'occupation des sols à l'aval de Grasse. Ces forages ont été classés par ordre d'intérêt, tout ou partie du programme sera réalisé selon les résultats.

Ces forages seront implantés :

* S 1 : au site de Moulin de Brun (cf. fig. 5)

Cette implantation a l'avantage de se trouver à proximité du centre de la ville (2 km environ) et en contrebas, en bordure de la route. Cette situation devrait faciliter les accès lors de l'amenée du matériel de forage et les travaux ultérieurs de génie civil (adduction, branchement sur le réseau existant, etc.) si l'ouvrage s'avèrait suffisamment productif.

D'un point de vue structural, le site se trouve à l'intersection :

- d'une faille plurikilométrique (cf. fig. 5) dont la direction est grossièrement S.W.-N.E. Cette faille affecte l'ensemble des terrains du Trias ;
- d'un linéament, grossièrement orienté N.E.-S.W., issu des plateaux karstiques qui dominent la ville. Sur ce linéament se positionne la Foux-de-Grasse.

La position de ce site, en contrebas des affleurements gypsifères du Keuper, est avantageuse car on évite ainsi la traversée en foration de ces terrains.

* S 2 : Site du stade (cf. fig. 5)

Ce site se trouve également à 2 km environ du centre ville. Là aussi il ne devrait pas y avoir de problèmes d'accès pour l'atelier de forage. La fracturation aux environs et au niveau de ce site apparaît moins nettement ; néanmoins on se trouve au droit d'une zone fracturée secondaire qui affecte la base du Trias du compartiment de Grasse.

L'expérience montre que ces fractures secondaires associées en général à une faille importante proche sont potentiellement intéressantes.

* S 3 : Site de la Chapelle (cf. fig. 5)

Ce site présente par son implantation géographique les mêmes avantages que les sites précédents. Il est implanté au niveau du grand lineament NE-SW. Situé au niveau d'une "zone verte" en projet, l'eau pourrait, si le site se révèle productif, être utilisée pour partie à des fins d'arrosage et d'agrément.

3.2.4 - Spécifications techniques du programme de reconnaissance

Ces spécifications sont valables pour les trois sites :

- Emplacement des travaux

Voir fig. 5

- Coupe prévisionnelle

De haut en bas, on devrait rencontrer successivement :

- . 1 à 2 m : colluvions,
- . 35 à 40 m : dolomie, cargneule et argile. Il s'agit de formations très hétérogènes sans niveau repère,
- . 40 à 60 m : calcaire noir probablement fracturé,
- . Substratum: niveaux argileux avec intercalations de dolomie et cargneule. Les forages pénétreront de 2 m au maximum dans ce niveau.

Le niveau de la nappe devrait se situer entre 35 m et 45 m de profondeur.

- Travaux à réaliser

. les forages seront effectués par la technique du marteau fond de trou (forage à l'air),

. diamètre des forages :

- 40 à 45 m : diamètre 8" (de façon à pénétrer de 2 à 3 m dans les calcaires noirs);

- 40 à 60 m : diamètre 6".

. échantillonnage : prélèvement, repérage et conditionnement des cuttingstous les mètres ;

. prise régulière d'échantillons d'eau à l'avancement de la foration aux fins de mesures de résistivité et d'analyse de sulfate et chlore. Une prise d'eau pour analyse bactériologique devra être faite après chloration et pompage ;

. équipement des forages :

- pose à demeure de tubage acier dans la partie forée à 8";

- bouchon de ciment à la base du tubage et reprise de la foration en 6" (trou libre);

- colmatage éventuel de la partie forée dans le substratum argileux ;

. pompages d'essais : après développement de l'ouvrage, on procédera à un pompage d'essai par paliers de débit (3 paliers, d'une demi-heure chacun séparés par des arrêts d'égale durée, puis à un pompage en continu de 24 heures au moins au débit maximal de l'ouvrage. Suivant les caractéristiques de l'ouvrage observées lors du développement, ces essais seront exécutés à l'aide d'une pompe immergée.

3.2.5 - Suivi des travaux

Ces travaux doivent être suivis par un ingénieur géologue et hydrogéologue.

Ce suivi consiste en l'implantation précise des différents forages avec l'entreprise, en la surveillance des travaux (description géologique, analyse des échantillons d'eau), au contrôle des pompages d'essai et à l'interprétation géologique et hydrogéologique des résultats (avec fourniture d'un rapport).

Pour chacun des ouvrages, le temps est estimé à cinq jours d'ingénieur pour le suivi de la foration, à deux jours pour les pompages d'essai, et à trois jours pour l'interprétation et la rédaction.

3.2.6 - Estimation financière

L'estimation est faite suivant les conditions de décembre 1984. Elle sera confirmée après consultation des entreprises.

3.2.6.1 - TRAVAUX

Pour chaque forage le coût est de 160 000 F H. T. soit pour les trois forages (éventuellement) : 480 000 F H. T.

3.2.6.2 - SUIVI DES TRAVAUX

Le montant s'élève à 40 000 F H. T., déplacement compris (mais non compris réunion avec le maître d'ouvrage), par ouvrage soit 120 000 F H. T. pour les trois forages.

3.2.6.3 - COÛT TOTAL

Le montant s'élève à 200 000 F H. T. par forage et à 600 000 F H. T. pour les trois forages. En prenant en compte 10 % d'imprévu, cela fait respectivement 220 000 F et 660 000 F H. T.

3.3 - CASCADE DES RIBES

3.3.1 - Etude structurale

Le site est situé au bord de la route D 4 qui va de Grasse à Cabris.

La source de la cascade se trouve au pied d'une falaise dans des éboulis. Des grottes : de la Cascade et du Scout sont situées au-dessus de la source (cf. fig.6).

Nous avons levé une coupe et effectué une série de mesures (cf. fig.7) afin de préciser la nature des terrains impliqués et les conditions structurales de l'émergence. Ces observations de terrain montrent :

- que l'émergence se situe au niveau d'une flexure (les directions de pendage varient sur une courte distance de 50°). Cette flexure a provoqué une fracturation importante des calcaires et dolomies ;
- que les circulations se produisent dans les calcaires et dolomies du Jurassique inférieur ;
- que les argiles du Trias supérieur (Keuper) constituent le substratum étanche de l'aquifère ;
- qu'il existe des potentialités de réserve en dessous de la cote d'émergence, les couches plongeant d'une vingtaine de degrés vers le Nord-Est.

Le 21 novembre 1984, les exutoires étaient en crue. L'eau (plusieurs centaines de litres/s) sortait de la base de la falaise, au sommet des éboulis, au pied du banc rhétien qui longe la voie pavée. Une partie de cette eau provient d'une petite rivière souterraine, visible à 10 m après l'entrée de la grotte de la cascade des Ribes, à la cote - 5 m (noté perte sur la coupe de la grotte sur fig. 8). En fait, lors des crues, la totalité du réseau est en charge, l'eau pouvant sortir par l'entrée de la grotte : le débit de la "rivière souterraine" semble assez inférieur à celui observé de la base de la falaise.

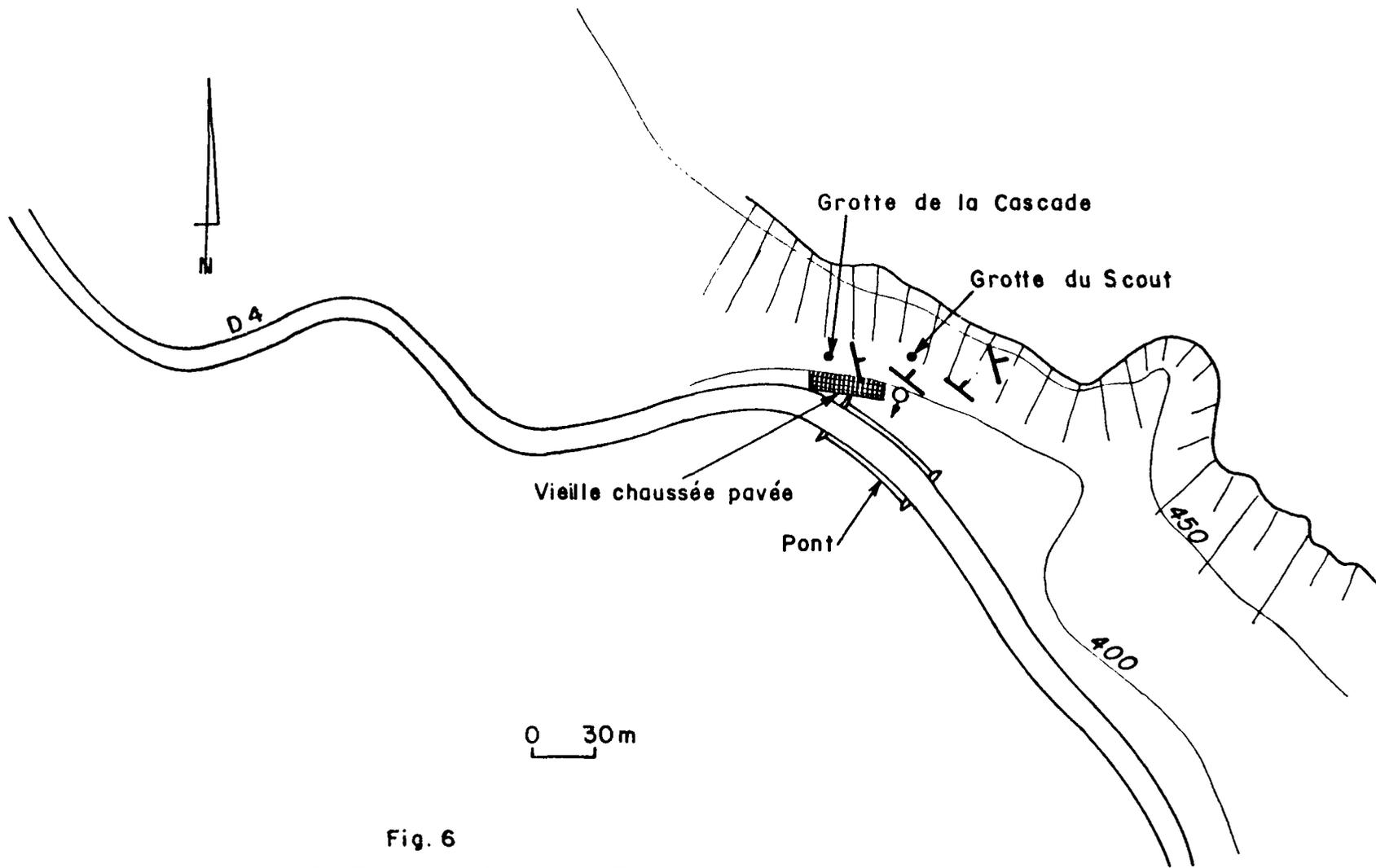


Fig. 6
LOCALISATION DES GROTTES (cascade des Ribes)

↘ Pendage des couches

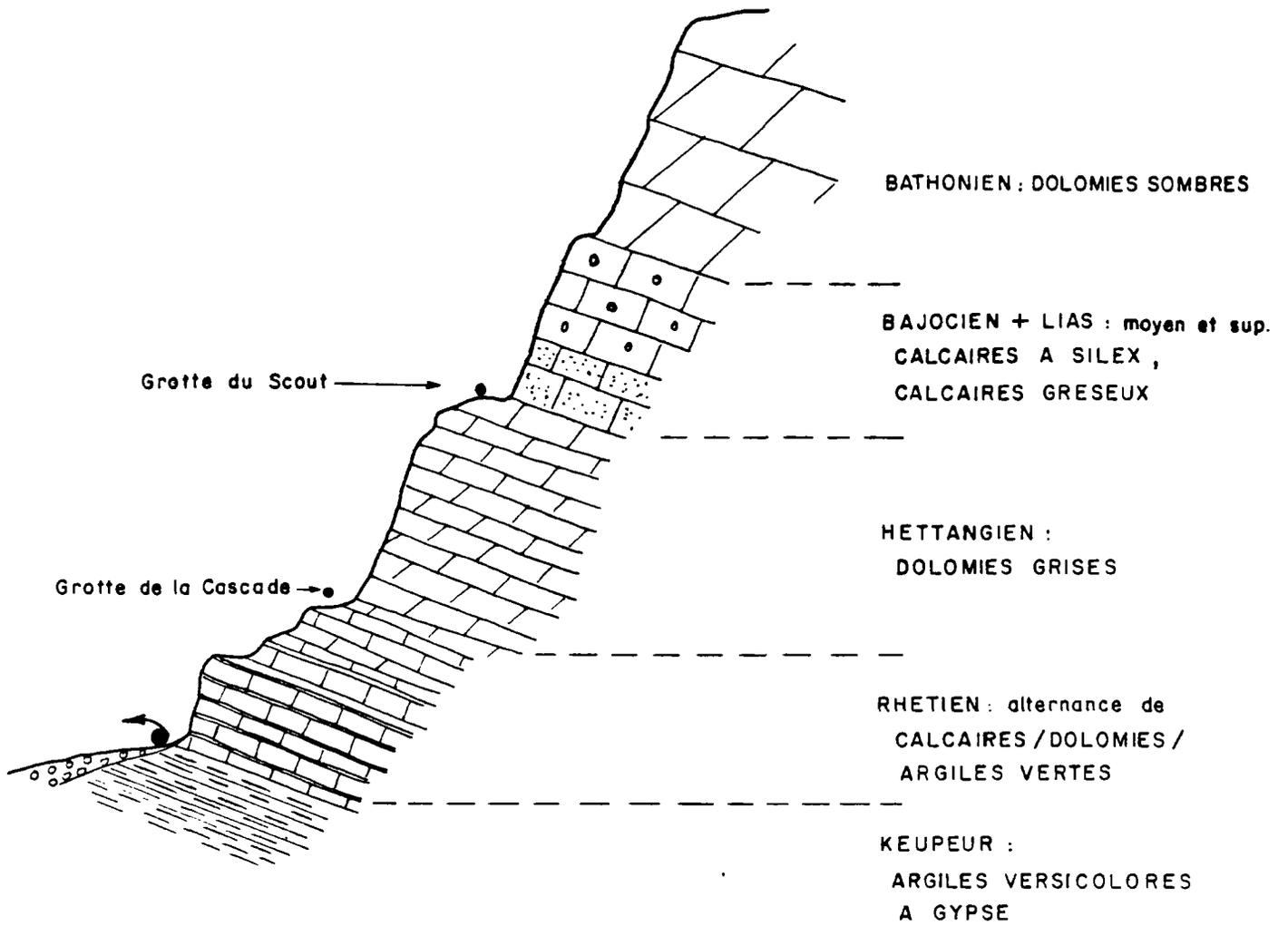
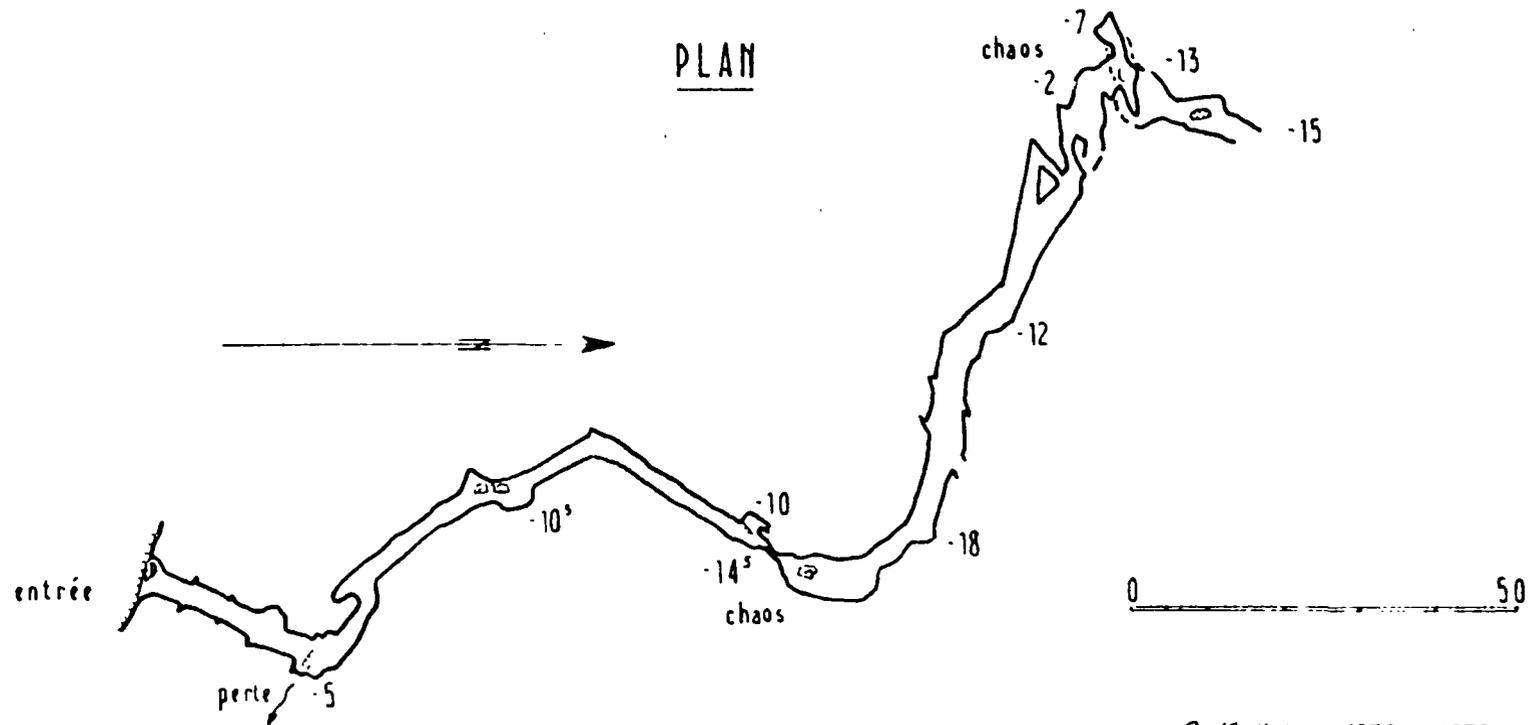
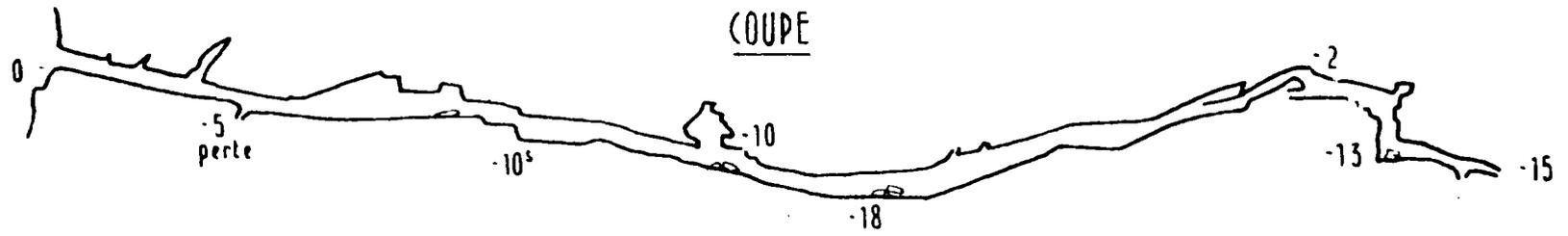


Fig. 7

LOG STRATIGRAPHIQUE DE LA SERIE DE LA CASCADE DES RIBES

FIGURE 8
GROTTE DE LA CASCADE DES RIBES -69-V

968,600 161,800 410m



C Mellot - 1976 - 1978

Du point de vue géologique, le réseau de la grotte de la Cascade, dans sa partie externe, semble creusé au contact entre les calcaires à petits lits argileux du Rhétien et les dolomies grises de l'Hettangien. Si les pendages ne varient pas horizontalement au sein du massif, ce qui est vraisemblable, la partie profonde du réseau doit affecter des niveaux plus récents et atteindre peut-être le Bajocien à silice.

A l'étiage, la cavité est interrompue au bout de 200 à 300 m par un plan d'eau qui est constant. Il peut s'agir soit d'un siphon, soit d'un regard sur une nappe. Cette dernière hypothèse semble être confortée par la cote du niveau de l'eau, sensiblement identique à celle de l'émergence principale. Par contre le fait que la galerie à la cote - 18 soit sèche semble indiquer que la cote - 15 fin de réseau n'est pas celle d'une nappe.

L'entrée de la grotte du Scout se situe à une vingtaine de mètres au-dessus de celle de la cascade des Ribes au sommet de la barre hettangienne. Elle est très étroite ("laminoirs") ; la galerie s'enfonce dans un chaos de blocs lié à la décompression au niveau de la falaise. La galerie n'a pas été cartographiée. Elle est longue d'une centaine de mètres, très étroite et bute sur un siphon. En période d'étiage, le siphon peut s'assécher et une série de reconnaissances rapides menée par Monsieur ISNARD, spéléologue de Grasse, et ses collègues auraient permis de découvrir un réseau important exploré sur un kilomètre environ.

3.3.2 - Objectif des reconnaissances (Cascade des Ribes)

Les reconnaissances auront pour objectif la découverte à l'aide d'une exploration spéléologique d'un plan d'eau souterrain qui pourrait correspondre à un regard sur une nappe pérenne et à estimer les réserves éventuelles de cette nappe qui alimente la Foux-de-Grasse. Il ne s'agit donc pas d'exploiter une ressource nouvelle mais d'essayer de dériver une partie de l'écoulement (20 à 30 l/s ?) qui se fait vers la Foux. De plus, elles conduiront, en cas de résultats positifs, à proposer un mode d'exploitation par pompage à partir des galeries.

3.3.3 - Programme de reconnaissance

Les reconnaissances débuteront par la mesure précise de l'altitude de l'entrée de la grotte de la cascade et de l'émergence en pied de falaise, puis par le contrôle de la topographie du réseau.

Un pompage du plan d'eau situé à la cote - 15 m sera effectué avec les moyens appropriés et l'aide de spéléologues (durée trois jours maximum) avec mesure des débits à la Foux-de-Grasse (si possibilités).

Ce pompage pourra avoir trois conséquences en fonction des résultats :

- *assèchement d'un siphon* : l'exploration spéléologique continue et découverte éventuelle d'un nouveau plan d'eau ;
- *le plan d'eau est bien un regard sur la nappe, mais les réserves sont trop faibles* : le site est abandonné ;
- *le plan d'eau est un regard sur la nappe et les réserves sont suffisantes* : un mode d'exploitation est proposé.

Deux prélèvements d'eau devront être faits simultanément (cascade de Ribes et Foux-de-Grasse) en vue d'une analyse bactériologique.

3.3.4 - Estimation financière

Vu le caractère très particulier de ce type de reconnaissance, la conduite des opérations ne peut être menée que conjointement entre des spéléologues et ingénieurs hydrogéologues.

Le montant total est estimé à 60 000 F H. T. (fourniture d'un rapport compris). Ce coût pourra être réduit si le pompage ne peut pas être mené à terme.

3.4 - FUGERET

3.4.1 - Etude structurale

Plusieurs exutoires du réseau karstique qui s'est développé dans le massif jurassique calcaire existent au niveau du site du Fugeret (ou Furgeret, cf. fig. 9). Ils s'échelonnent à des altitudes variant entre 240 et 400 m.

Le débit du Fugeret, au sens strict, était important le 20/11/1984 (environ $2 \text{ m}^3/\text{s}$). Située à l'altitude de 240 mètres, une galerie s'enfonce au niveau du contact entre les dolomies du Bajocien et les calcaires jaunes du Bathonien. Il existe une petite source pérenne à une cote plus faible (environ 200 m) qui se situe dans le ruisseau et qui sort au milieu de blocs. Cette source semble être au niveau du contact entre l'Hettangien et le Bajocien.

Au-dessus de l'émergence du Furgeret, la grotte des Deux-nares représente le deuxième exutoire important du système de vidange karstique. La grotte s'enfonce dans les calcaires en petits bancs du Callovo-oxfordien.

Entre ces deux émergences, s'échelonnent des exutoires de moindre importance qui, pour certains, sont masqués par les éboulis.

Les explorations spéléologiques se sont surtout portées sur les Deux-nares" (d'après Monsieur Giraud, du spéléo-club de Valauris) et peuvent être poursuivies. Mais le réseau, en raison de sa situation topographique, est perché.

Des pompages ont été menés, en l'absence d'écoulement, dans la grotte du Fugeret, qui présente un plan d'eau permanent. L'eau a été vidangée rapidement sur 25 m environ, et n'est remontée qu'à la crue suivante. Cela montre ainsi que le plan d'eau n'était pas un regard sur une nappe pérenne. L'exploration s'est heurtée à des "laminoirs" infranchissables.

Des observations de terrain viennent confirmer ce fait : il existe des galeries sèches sous la cote de la plus basse des émergences.

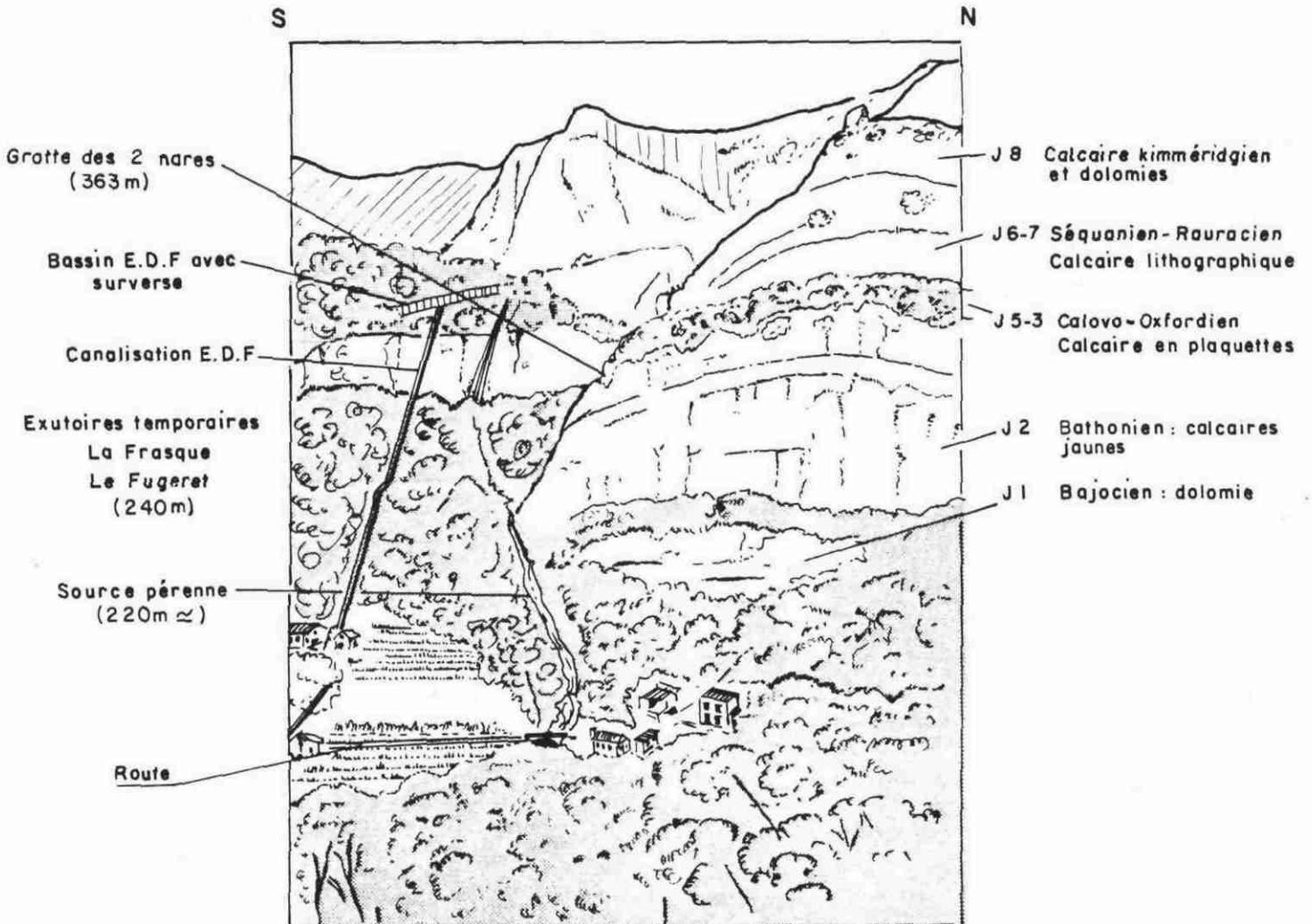


Fig. 9

LE FUGERET - IMPLANTATION DES EXUTOIRES
ET CADRE GEOLOGIQUE

3.4.2 - Synthèse

En raison de l'absence de nappe pérenne accessible grâce à la spéléologie, de la topographie très accidentée du site et des difficultés d'accès (pas de chemin, pente accentuée), nous proposons d'arrêter les reconnaissances et l'abandon de ce site.

3.5 - SOURCES DE GREOLIERES

3.5.1 - Etude structurale

L'étude structurale est fondée sur un levé cartographique effectué à 1/10 000 dans le secteur des sources de Gréolieres (cf. fig.10). Deux séries se trouvent en contact dans cette zone :

- une série calcaire constituée de terrains d'âge portlandien et bériasien ;
- une série argileuse et marno-gréseuse, datée de l'Albo-Cenomanien.

Aucune distinction d'ordre stratigraphique au sein de la série calcaire n'a été établie en raison de l'étroite proximité des différents termes de cette série quant au faciès. Les mesures de pendage permettent de préciser la géométrie du contact (tableau en annexe).

Il apparaît donc que :

a) le contact entre les calcaires blancs et les marnes de l'Albo-Cenomanien est anormal et a une origine tectonique, comme l'indique localement une intense bréchification et fracturation qui souligne ce contact. De plus, il manque entre le Bériasien et l'Albien, des terrains valanginiens, hautériviens et barregiens, qui, quoique d'épaisseurs réduites, affleurent dans la région ;

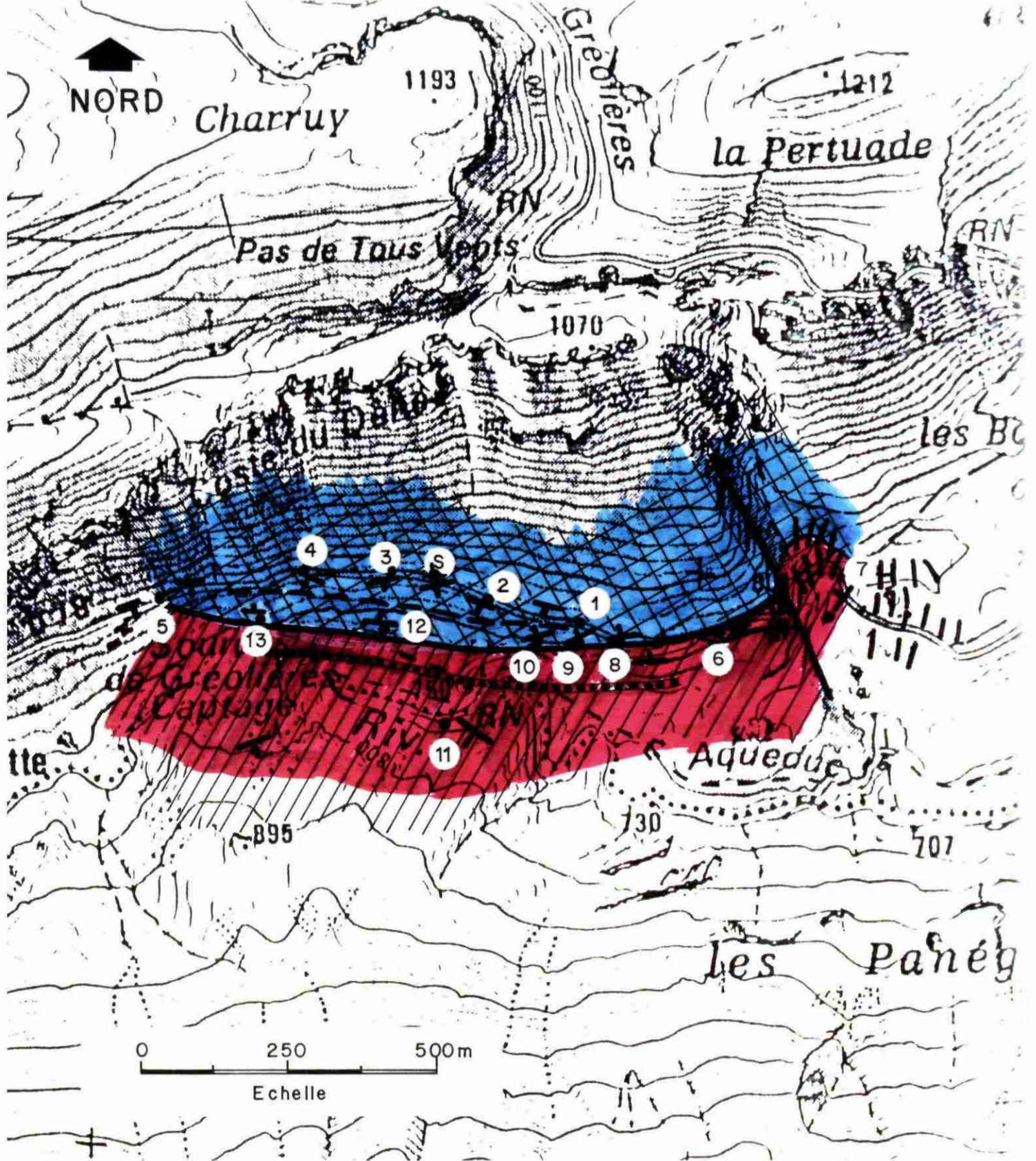


Fig.10

SOURCES DE GREOLIERES - CADRE STRUCTURAL

LEGENDE

- (S) Implantation du sondage
- (13) Station d'observation structurale
- Calcaires jurassiques
- Marnes noires albo-cénomaniennes
- Axe synclinal
- Axe anticlinal

b) bien qu'anormal, le contact n'est pas discordant. En effet, les pendages du Beirasien et de l'Albo-Cenomanien sont conformes de part et d'autre du contact. Ce pendage, vers le Nord, varie globalement de 30 à 50°. Ce fait militerait en faveur de l'existence de réserves dans les calcaires situés au-dessous de la côte des exurgences (770-780 m) sous réserve de fissures ouvertes ;

c) à proximité du contact, se développe une petite structure synclinale d'axe grossièrement Est-Ouest, qui affecte les calcaires berriasiens.

Si le plan de contact anormal est antérieur ou contemporain de la déformation qui a induit cet axe synclinal, il sera lui aussi affecté par cette déformation (cf. fig.11). Dans ce cas, la cote du plan de contact risque de devenir rapidement supérieure, en direction du Nord, à celle des exurgences. Cela réduirait les réserves potentielles à une mince bande comprise entre la route et la trace cartographique du contact. Ce problème structural ne pourra être levé que grâce à un sondage de reconnaissance qui permettra de préciser la géométrie du contact en profondeur ;

d) Parallèlement à l'axe synclinal qui affecte les calcaires berriasiens, se développe, au Sud, une bande anticlinale étroite qui affecte les terrains albo-cenomaniens. Cette structure a servi de barrage aux eaux karstiques qui émergent au point où l'intersection entre le plan de contact "calcaires - marnes" et la topographie est le plus bas.

3.5.2 - Objectif des reconnaissances

Les reconnaissances auront pour objectif, comme pour le site du Foulon, de préciser la structure, d'évaluer la tranche mouillée sous la cote des émergences et l'état de fracturation des terrains calcaires.

Comme dans le cas du Foulon, il n'est pas envisagé d'effectuer des pompages d'essai car les débits disponibles dans le forage de reconnaissance seront très inférieurs aux débits d'étiage des sources.

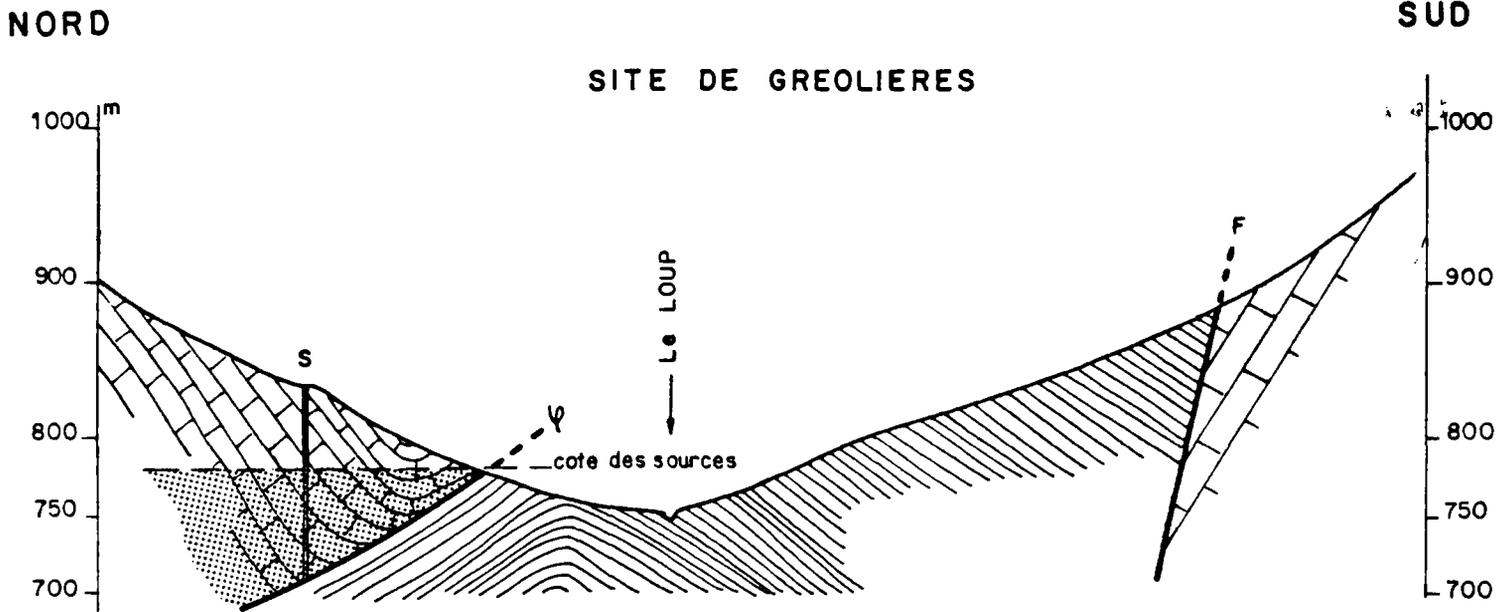


Fig. - Hypothèse de plis antérieurs au plan de contact anormal

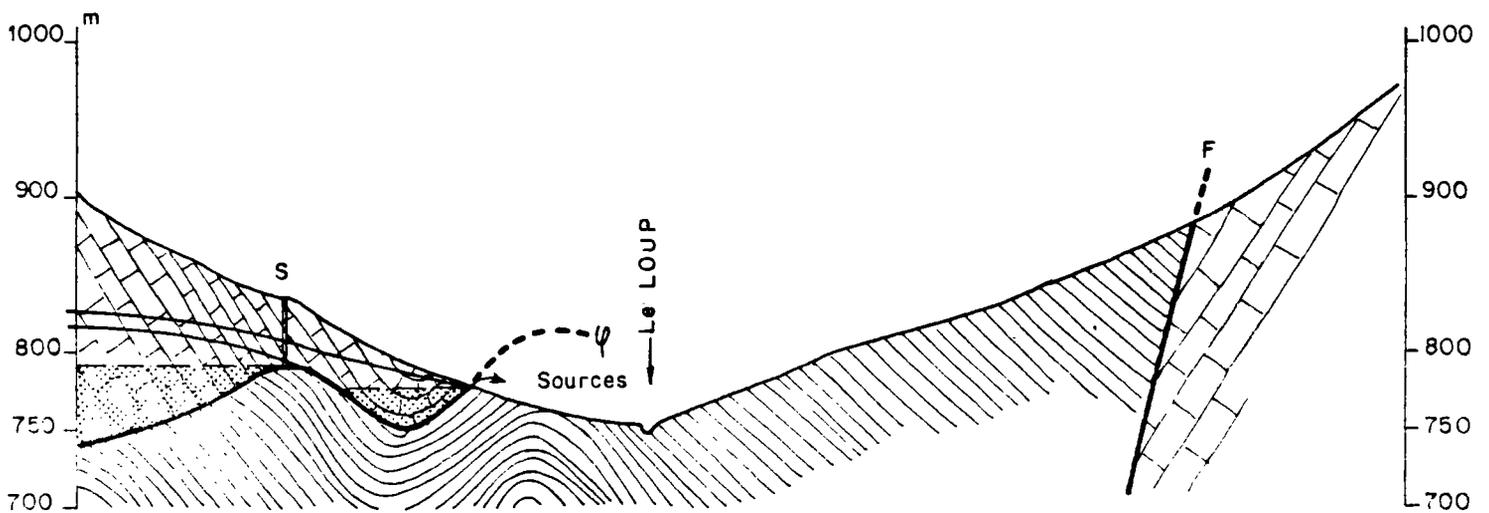


Fig.11 - Hypothèse de plis postérieurs au plan de contact anormal
(Les réserves sont faibles et difficiles à atteindre)

Echelle des longueurs 0 100m

LEGENDE

-  Série calcaire du Portlandien- Berriasien
-  Série argileuse et marno-gréseuse de l'Albo-Cénomanién
-  Réserves potentielles
- F** Faille
- ψ Contact anormal tangentiel
- S** Implantation du sondage de reconnaissance

Il faut rappeler un point important, déjà souligné lors de la première phase de l'étude. Le volume d'eau prélevé au niveau d'un forage d'exploitation affectera les débits des sources car une surexploitation (c'est-à-dire un prélèvement supérieur au débit d'étiage en période sèche) risquera d'assécher complètement les sources (captage de la S. L. E. E.).

Un deuxième point déjà précisé en première phase doit aussi être remémoré : l'eau des sources de Gréolières est souvent de qualité bactériologique mauvaise (pollutions à l'embout de Gréolières-les-Neiges).

3.5.3 - Programme de reconnaissance

Nous proposons l'exécution d'un seul sondage de reconnaissance, que nous avons implanté entre les station 2 et 3 (cf. fig.10) car, en ce point, le calcaire est très fracturé à l'affleurement et c'est à ce niveau que l'épaisseur de la tranche mouillée devrait être la plus importante dans le cas de l'hypothèse présentée fig.11. L'épaisseur de cette tranche potentielle se réduit très rapidement à l'Est et à l'Ouest du point d'implantation.

La fig.11 montre, que pour un pendage du plan de contact de 30° environ (ce qui correspond aux plus faibles valeurs mesurées), l'épaisseur de la réserve est de l'ordre de 70 m tandis que la longueur du sondage, qui doit être poursuivi jusqu'au contact avec les terrains argilo-marneux, est d'environ 130 m. Ce cas de figure est sans doute le plus probable.

3.5.4 - Spécification technique du programme de reconnaissance

EMPLACEMENT DES TRAVAUX

Au bord de la route départementale D. 79 au-dessus du captage entre la station 2 et 3 (cf. fig.10).

COUPE PREVISIONNELLE

De haut en bas, on devrait rencontrer successivement :

- 40 à 130 m : calcaire blanc fissuré, localement bréchifié avec possibilité de rencontrer des poches d'argile de décalcification ;
- substratum : marnes et argiles noires avec petits bancs (éventuellement) de calcaire gréseux. Le forage y pénétrera de 3 m au maximum.

Le niveau de la nappe devrait se situer entre 35 et 60 m de profondeur.

TRAVAUX A REALISER

- Le forage sera effectué par la technique du marteau fond de trou (forage à l'air),
- Diamètres du forage :
 - . terrains secs (35 à 60 m) : diamètre 6",
 - . terrains saturés (8 à 73 m) : diamètre 96 mm ;
- Foration en destructif jusqu'au niveau de l'eau ;
- Carottage dans la zone saturée ;
- Echantillonnage :
 - . prélèvements, repérage et conditionnement des cutting tous les mètres ;
 - . repérage et conditionnement des carottes ;
- Equipement du forage : pose à demeure d'un tube P. V. C. (5 mm de diamètre, 80 mm de diamètre extérieur), crépiné afin de transformer le forage en piézomètre.

3.5.5 - Suivi des travaux

Ces travaux doivent être suivis par un ingénieur géologue et hydrogéologue. Ce suivi consistera en l'implantation précise du forage avec l'entreprise, en la surveillance partielle des travaux, en l'interprétation géologique et hydrogéologique des résultats (fourniture d'un rapport).

Le temps est estimé à cinq journées d'ingénieur pour le suivi des travaux et à deux journées d'interprétation et de rédaction.

3.5.6 - Estimation financière

L'estimation est faite suivant les conditions de décembre 1984. Elle sera confirmée après consultation des entreprises.

3.5.6.1 - TRAVAUX

Le montant des travaux s'élève à 180 000 F H. T.

3.5.6.2 - SUIVI DES TRAVAUX

Le montant s'élève à 30 000 F H. T., déplacements compris (mais non incluse réunion avec le maître d'ouvrage).

3.5.6.3 - ESTIMATION TOTALE

Le coût s'élève à 210 000 F H. T. auxquels on rajoute 10 % d'imprévu soit 231 000 F H. T.

4 - SYNTHESE DES PROGRAMMES DE RECONNAISSANCE

SITES	OBJECTIFS	NATURE DES TRAVAUX	COÛT GLOBAL Hors Taxes
Foulon	<ul style="list-style-type: none"> - Préciser la géométrie de l'aquifère près du captage, - connaissance de la tranche mouillée et de l'état de fracturation 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 sondages de reconnaissance, carottés, sans essais de débit 	242 000 F
Pesquier	<ul style="list-style-type: none"> - Connaissance des potentialités pour un captage gravitaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Tranchée 	
Trias (plaine de Grasse)	<ul style="list-style-type: none"> - Reconnaissance des potentialités de l'aquifère du Muschelkalk calcaire (quantité et qualité) 	<ul style="list-style-type: none"> - 3 sondages de reconnaissance avec essais de débit - Tout ou partie de ce programme sera réalisé selon les résultats 	220 000 F par sondage soit 660 000 F pour les trois
Cascade des Ribes	<ul style="list-style-type: none"> - Étude des possibilités de captage d'un réseau souterrain karstique 	<ul style="list-style-type: none"> - Topographie - Reconnaissance spéléologique - Pompage 	60 000 F
Fugeret	Abandon des reconnaissances		
Sources de Gréolières	<ul style="list-style-type: none"> - Préciser la géométrie de l'aquifère près du captage - Connaissance de la tranche mouillée et de l'état de fracturation 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 sondage de reconnaissance carotté sans essais de débit 	231 000 F

Total des travaux (Hors Taxes)

- 1) avec 3 sondages dans le Trias : 1.193.000 F
- 2) avec 1 sondage dans le Trias : 753.000 F

5 - CONCLUSION

Le programme de reconnaissance a porté sur le bassin du Loup et sur la plaine de Grasse.

Comme le rapport de première phase l'a montré, le bassin du Loup est une unité hydrogéologique drainée dans sa quasi-totalité par le Loup.

Un gain de débit en période d'étiage (ce qui est recherché) ne peut se concevoir que par une surexploitation des captages actuels principaux (Foulon, Gréolières) par rabattement du niveau de base ; ce qui lors des recharges hivernales entraînera un déficit équivalent au niveau du Loup (et peut-être également en période d'étiage ?). La totalité du débit prélevé à l'étiage ne pourrait s'obtenir que par un mode d'exploitation différent (pompage) de celui actuellement utilisé (l'écoulement gravitaire des sources n'existerait plus pendant la période de surexploitation). Ceci dans l'hypothèse d'une réserve suffisante sous le niveau de base (épaisseur et fracturation).

Le programme de reconnaissance devrait préciser ces facteurs. Si ils sont favorables, les possibilités réelles de surexploitation ne pourront être connues qu'à l'aide d'un ouvrage d'exploitation en grandeur véritable étant donné l'importance des débits (exemple du Foulon : débit d'étiage de 280 l/s + gain de surexploitation), ce qui représentera un coût financier important. Il est également envisagé de préciser les conditions de captage de la source de Pesquier, de façon gravitaire.

Un cas particulier concerne le site de la cascade de Ribes où il est proposé de reconnaître les possibilités de captage du réseau souterrain karstique (spéléologie) qui alimente la Foux-de-Grasse (en aval). Il ne s'agit donc pas d'exploiter une ressource nouvelle mais d'essayer de dériver une partie de l'écoulement qui se fait à la Foux-de-Grasse (source située dans une zone urbaine sensible aux pollutions).

En ce qui concerne la plaine de Grasse (formations du Trias), le problème principal est celui de la qualité chimique (sulfates) et bactériologique des eaux (zone urbaine). La question de la qualité chimique (teneur en sulfates trop élevée) si elle se pose peut être résolue par mélange avec les eaux du réseau d'eau potable peu minéralisée.

Annexes

Secteur du PLAN DE GRASSE Forages dans le TRIAS	Forage CAMERA	Forage TOURNAIRE
pH	7,03	7,13
Conductivité S à 25°	867	894
Résistivité cm à 25°	1153	1119
Dureté TH en °F	42°	41°5
Dureté TAC en °F	34°	35°
Sulfate en mg/l de SO_4^-	120	110
Chlorures en mg/l de Cl^-	35	30
Nitrates en mg/l de NO_3^-	13,2	8,8
Nitrites en mg/l de NO_2^-	0,017	0,066
Azote ammoniacal en mg/l de NH_4^+	0,957	1,032
Fer en mg/l de Fe	0,05	0,04
Cuivre en mg/l de Cu	1,2	0,22

TABLEAU DES MESURES DE PENDAGES

SITE DE GREOLIERES

N°	Direction	Valeur
1	N 100	S 35
2	N 105	S 35
3	N 90	S 35
4	N 100	S 40
5	N 85	S 50
6	N 60	SW 55
7	N 80	N 50
8	N 95	N 35
9	N 50	NW 10
10	N 80	N 30
11	N 100	S 40
12	W 100	S 30

TABLEAU DES MESURES DE PENDAGE

SITE DU FOULON

N°	Direction	Valeur
1	N 125 N 120	NE 40 NE 25
2	N 0	W 50
3	N 70 N 90 N 95	N 75 N 65 N 70
4	N 110	N 55
5	N 120	N 50
6	N 110	N 40
7	N 105	N 50
8	N 115	N 30
9	N 125	NE 30
10	N 135	NE 25
11	N 110	NE 45
13	N 150	SW 20
14	N 0	W 45
15	N 160	W 25