

CABINET MANGAN

COMMUNE DE LA PENNE (06)

Etude des disponibilités en eau souterraine  
pour l'alimentation du quartier de Besseuges

Août 1999

DEMANDEUR : Syndicat Intercommunal  
du Moulin de Rourebel  
Place du Château  
06260 - Ascros

## S O M M A I R E

1 - Objet et consistance de la mission	.....	p. 2
2 - Etat de l'alimentation en eau du quartier de Besseuges	.....	p. 2
3 - Détermination des besoins en eau	.....	p. 3
4 - Conditions géologiques	.....	p. 3
4 . 1 - Contexte général	.....	p. 3
4 . 2 - Lithologie stratigraphique	.....	p. 3
4 . 3 - Agencement structural	.....	p. 4
5 - Conditions hydrologiques	.....	p. 6
5 . 1 - Cadre général	.....	p. 6
5 . 2 - Réservoir aquifère du Jurassique	.....	p. 8
5 . 3 - Réservoir aquifère des éboulis	.....	p. 9
5 . 4 - Réservoir aquifère du Turonien	.....	p. 9
6 - Disponibilités en eau du quartier de Besseuges	.....	p. 10
6 . 1 - Amélioration des prélèvements dans la nappe des éboulis	.....	p. 10
6 . 2 - Sollicitation du réservoir turonien	.....	p. 11
6 . 3 - Sollicitation du réservoir jurassique	.....	p. 12
7 - Conclusion	.....	p. 12

### FIGURES JOINTES

. Figure 1 : Plan géologique et hydrogéologique	.....	p. 5
. Figure 2 : Profils interprétatifs	.....	p. 7

### PIECES ANNEXES

. Annexe 1 : Liste de la documentation utilisée	
. Annexe 2 : Liste des sources recensées	
. Annexe 3 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines	
. Annexe 4 : Coût estimatif des forages de reconnaissance	

## 1 - OBJET ET CONSISTANCE DE L'ETUDE

Ce rapport est établi pour le compte du Syndicat Intercommunal du Moulin de Rourebel, dans le but d'examiner les diverses possibilités d'alimentation en eau du quartier de Besseuges, sur le territoire communal de La Penne (06), par sollicitation des ressources locales .

La méthodologie d'étude est restée classique et comprend les recherches suivantes :

- le recueil et l'exploitation de la documentation existante,
- l'enquête auprès des riverains et des collectivités concernées,
- l'analyse stéréoscopique des photographies aériennes du secteur,
- des relevés de terrain et l'établissement d'une cartographie élargie .

Les résultats obtenus sont synthétisés sur un plan général et un jeu de profils interprétatifs à l'échelle du 1 / 10000 ème .

## 2 - ETAT DE L'ALIMENTATION EN EAU DU QUARTIER DE BESSEUGES

Le quartier de Besseuges est très excentré par rapport au village de La Penne et au réseau d'eau du Syndicat . Son alimentation en eau est donc totalement autonome et s'avère très insuffisante lors des périodes d'étiage .

Le hameau était initialement alimenté par une petite source située en contrebas et actuellement inutilisée (source de Besseuges - 15) .

La dissémination de l'habitat et la faible importance des points d'eau disponibles conduisent aujourd'hui à la répartition suivante :

- la source de l'Arsila (18) est collectée jusqu'à un bassin et alimente gravitairement le hameau et l'exploitation agricole de Mr et Mme Girod . Son débit d'étiage chute à des valeurs comprises entre 3 et 0,5 m<sup>3</sup>/jour .
- la source Drogoul (14) est collectée jusqu'à un bassin d'où elle alimente gravitairement la famille Drogoul, au niveau du hameau . Son débit d'étiage chuterait à 0,2 ou 0,3 m<sup>3</sup>/jour .
- la source de Codepeire (16) est collectée dans un bassin et utilisée par pompage pour alimenter la maison de Mr et Mme Tinti . Seule cette émergence paraît conserver un débit d'étiage notable .
- la source du col de Besseuges (20) alimente gravitairement la Bastide (propriété Salvatico) avec un débit d'étiage limité à 0,1, voire 0,05 m<sup>3</sup>/jour .
- le forage réalisé par Mr et Mme Sakaloff en contrehaut du col de Besseuges alimente la propriété Sakaloff et fournit un complément à la propriété Salvatico . Il permet une production permanente, limitée à 0,15 m<sup>3</sup>/jour en période estivale .

.../...

### 3 - DETERMINATION DES BESOINS EN EAU

La population actuelle du quartier de Besseuges est de 20 personnes, réparties entre le hameau (12), l'exploitation Girod (2), la propriété Tinti (2), la Bastide (2) et la propriété Sakaloff (2) .

Il convient en outre de comptabiliser les besoins agricoles, ce qui conduit à la répartition suivante :

. population : 20 personnes x 250 l/j	.....	5,0 m <sup>3</sup> /jour
. animaux : 500 moutons		
5 chevaux      550 têtes x 3 l/j	.....	2,0 m <sup>3</sup> /jour
15 chèvres		
. fromagerie Girod	.....	0,5 m <sup>3</sup> /jour
. irrigation	.....	2,5 m <sup>3</sup> /jour
TOTAL	.....	10 m <sup>3</sup> /jour

Le besoin minimum est donc aujourd'hui estimé à 10 m<sup>3</sup>/jour, mais, compte-tenu de l'extrême réduction des usages actuels et des possibilités d'extension du quartier dans le futur (maisons en ruines ou inutilisées), les besoins à couvrir sont évalués à 50, voire même 100 m<sup>3</sup>/jour .

### 4 - CONDITIONS GEOLOGIQUES

#### 4 . 1 - Contexte général

Le secteur étudié appartient aux chaînes subalpines méridionales dont la structure est directement héritée des mouvements alpins .

Les poussées enregistrées à la fin du Miocène y ont généré d'importantes déformations de la couverture sédimentaire qui se traduisent par des plis très redressés, parfois chevauchants, suivant une direction générale est-ouest .

Des mouvements et réajustements ultérieurs sont en outre responsables d'un découpage serré de ces unités par un réseau de failles transverses .

#### 4 . 2 - Lithologie stratigraphique

La série sédimentaire affectée par ces déformations s'étage très largement du Trias à l'Eocène et montre la succession suivante, de la base au sommet (des terrains les plus anciens aux plus récents) :

- le Trias supérieur : Il est représenté par un ensemble hétérogène de marnes argileuses bariolées, incluant des lentilles éparses et d'extension variable de cargneule, dolo-

.../...

mie et gypse. Sa plasticité a facilité les décollements et chevauchements des unités jurassiques sus-jacentes .

- le Jurassique : Il est constitué par une épaisse succession de calcaires et dolomies de teinte claire, bien stratifiés en bancs épais .
- le Crétacé : Il se caractérise par quatre ensembles distincts, parfois difficiles à différencier précisément sur le terrain :
  - le Néocomien : niveau de calcaires gris, intercalé de lit et niveaux marneux et marno-calcaires . Epaisseur = 40 à 50 m .
  - l'Albien au Cénomanién : ensemble de marne grise, intercalé de niveaux marno-calcaires .
  - le Turonien : calcaire gris en petits bancs, entrecoupé de rares lits marneux . Epaisseur = 300 à 400 m .
  - le Sénonien : alternance irrégulière de bancs calcaires et de niveaux marneux et marno-calcaires . Epaisseur = 100 m .
- l'Eocène : Deux ensembles successifs le constituent :
  - le Lutétien : calcaire gris en gros bancs . Epaisseur = 80 à 100 m .
  - le Priabonien : épaisse série de marne grise, intercalée de lits marno-calcaires .

On constate dans la région d'importantes variations d'épaisseur des dépôts du Jurassique et du Crétacé inférieur entre les deux flancs de l'anticlinal du Gourdan qui semble avoir constitué une barrière paléogéographique lors de leur sédimentation, avec une très nette réduction des épaisseurs sur le flanc nord (synclinal de Puget-Théniers) :

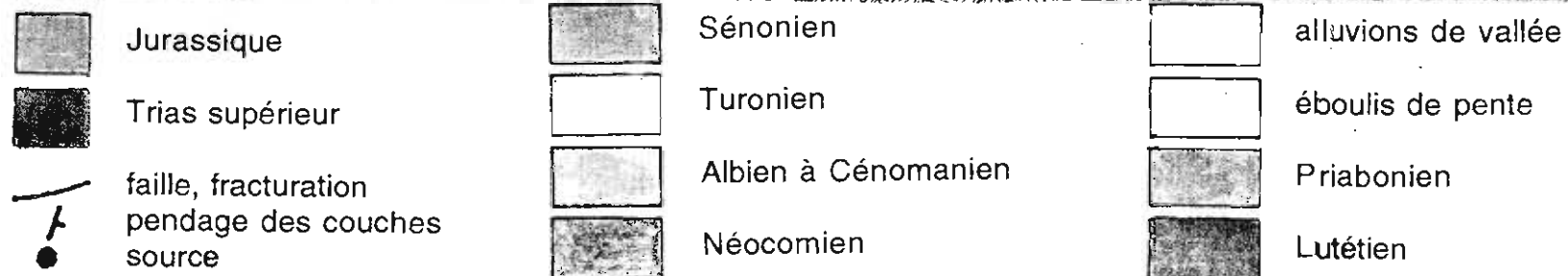
. Jurassique :	150 à 200 m au Nord	400 m au Sud
. Albien à Cénomanién :	80 à 100 m au Nord	250 à 300 m au Sud

Ces formations qui forment l'ossature de la région sont en outre masqués par des dépôts plus récents, d'âge Quaternaire, relativement meubles et d'épaisseur moindre (quelques dizaines de mètres au maximum) :

- les éboulis de pente, ensemble argilo-caillouteux, incluant des blocs épars et des passées de brèche . Ils sont accumulés au pied des reliefs, en particulier sur le flanc sud du massif du Gourdan (versant de Besseuges) et sur le flanc nord de la crête de Ste Marguerite (versant de Ste Marguerite),
- les alluvions de vallée, dépôt hétérogène de graviers, sables et argiles constituant des lentilles anastomosés de façon complexe . Elles comblent un ancien surcreusement du Var, façonné lors des phases régressives du Quaternaire .

#### 4 . 3 - Agencement structural

La structure du secteur est organisée autour de l'anticlinal jurassique de Gourdan-Roccaforte qui domine le paysage et forme la ligne de crête entre le Var au Nord et l'Estéron au Sud .



200 m

De part et d'autre de cet axe anticlinal, la couverture crétacée et éocène s'organise en deux gouttières synclinales de direction ENE-WSW :

- le synclinal de Puget-Théniers au Nord,
- le synclinal de Saint-Antonin au Sud .

Les structures plissées sont très redressées et pratiquement verticalisées avec un balancement variable des couches, le plus souvent inclinées de 60 à 80° sous l'horizon (voir figures 1 et 2) .

Le soubassement triasique perce au coeur de l'anticlinal jurassique de Gourdan et apparaît même largement extravasé à son extrémité ENE où il a pratiquement "giclé" jusqu'au niveau de la vallée du Var (secteur du Breuil) .

Les unités plissées sont découpées par des décalages transverses suivant des directions principales N10 à N40 et N140 à N160 .

On remarque en outre l'intense fracturation qui affecte le front méridional de la Montagne de Gourdan suivant les mêmes directions et doit être imputé aux effets de la tectonique et de la décompression frontale du massif .

## 5 - CONDITIONS HYDROLOGIQUES

### 5 . 1 - Cadre général

Le territoire concerné est tributaire du bassin du Var au Nord et du bassin de l'Estéron au Sud . Son drainage superficiel est assuré de part et d'autre de la ligne de crête par de nombreux petits ruisseaux établis suivant la ligne de plus grande pente ou guidés par les contrastes lithologiques :

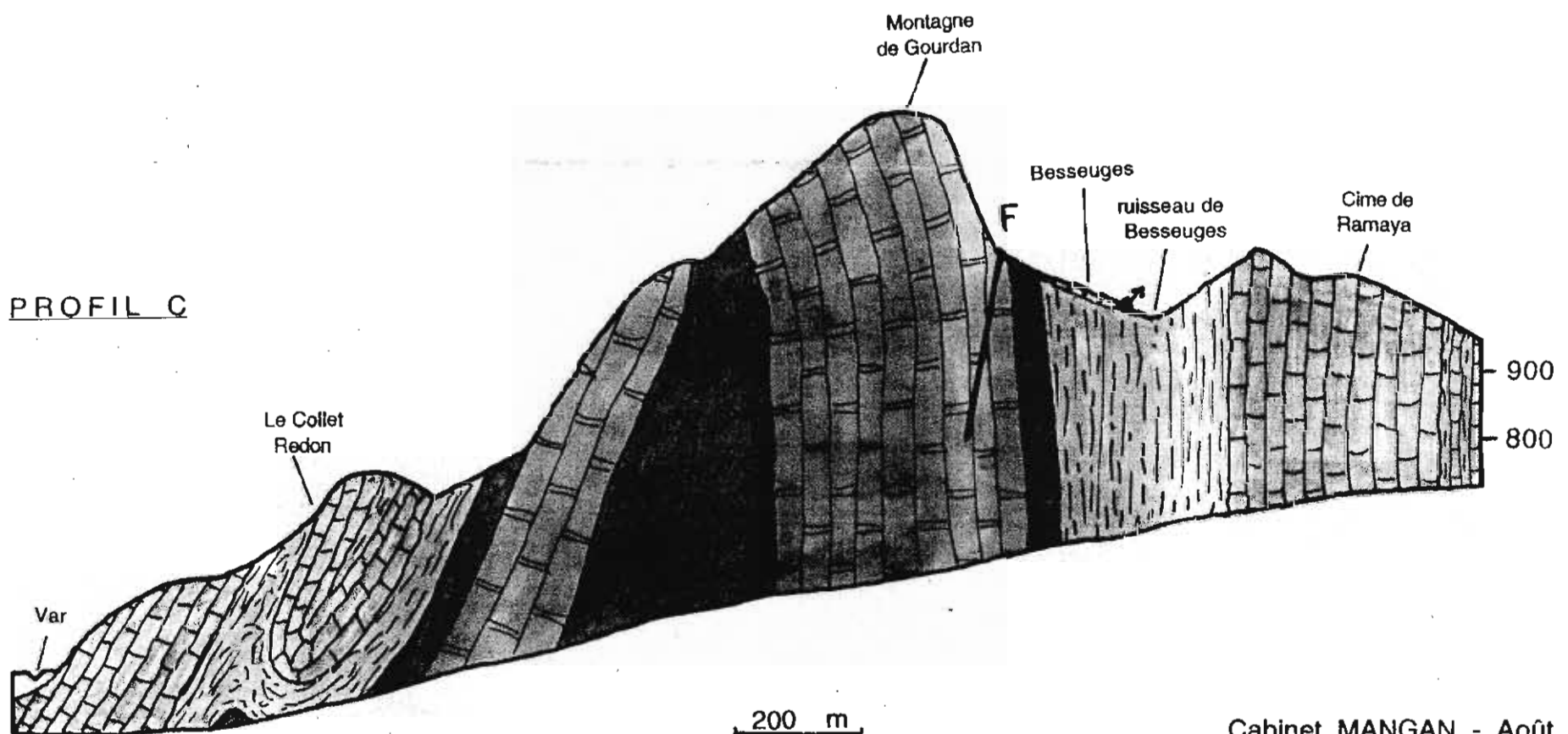
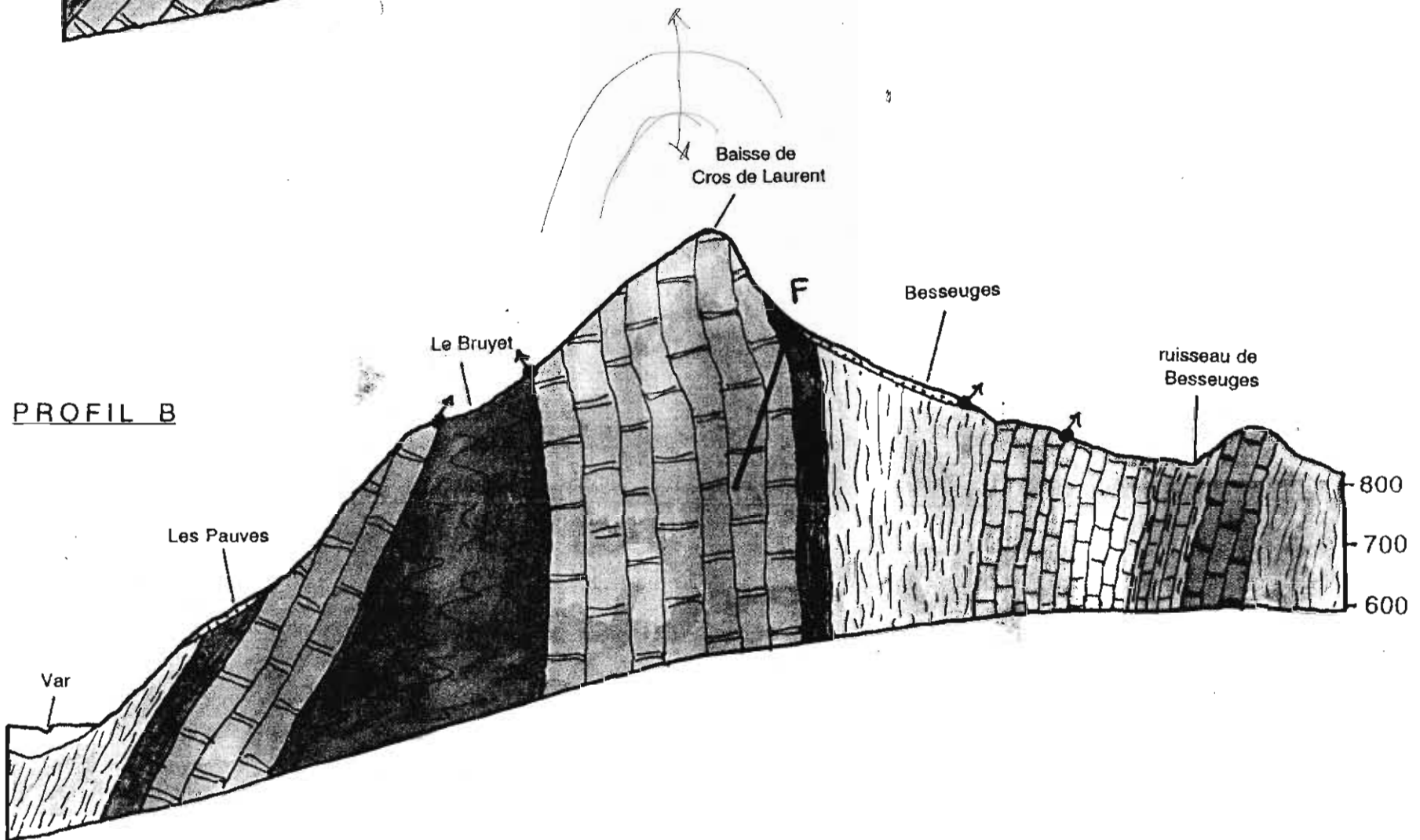
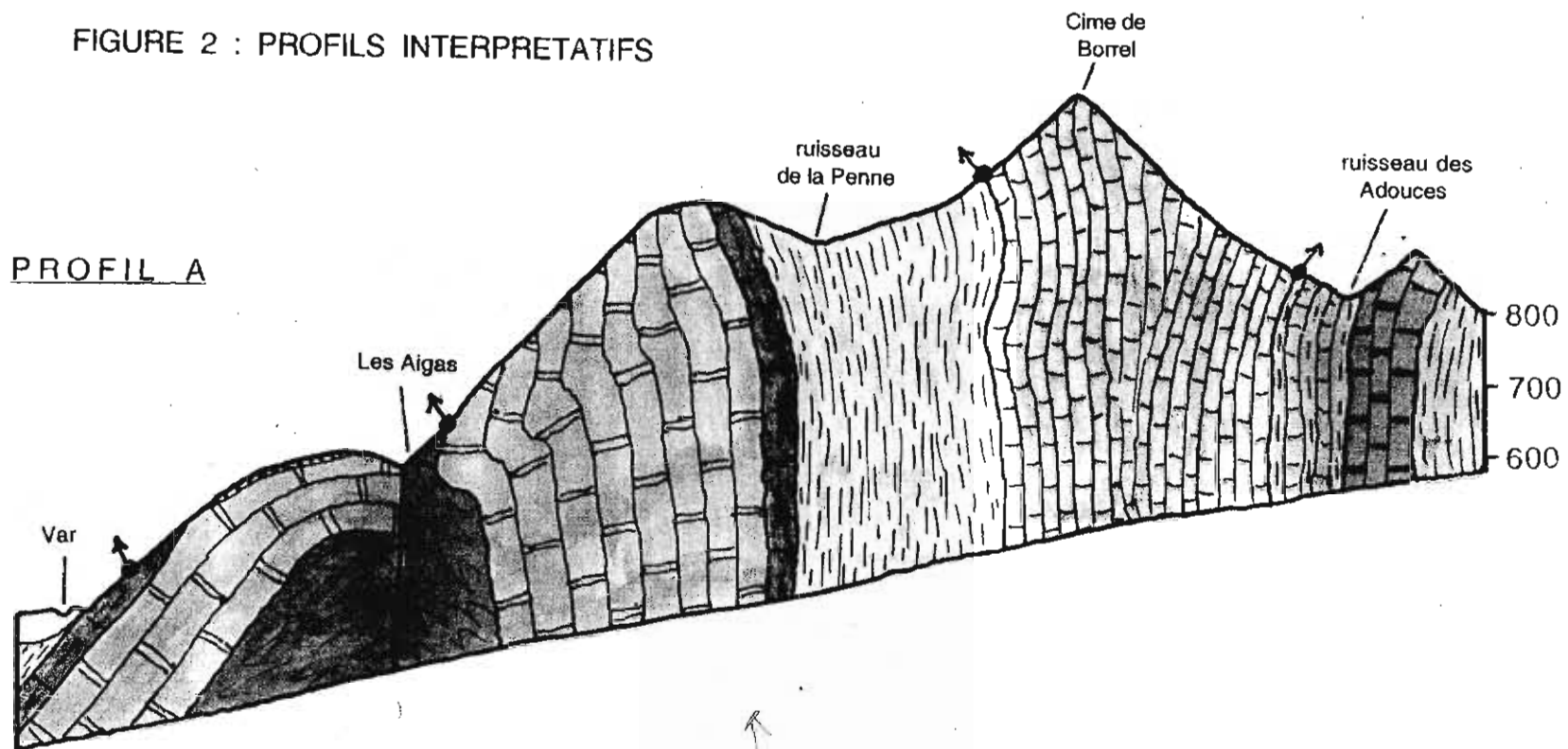
- vers le Var : les ravins de Valcros et de Gourdan, le ruisseau du Serret, le ruisseau de Peïra, les ruisseaux du Breuil et le ruisseau de Ste Marguerite,
- vers l'Estéron : le ravin de la Colle, le ruisseau de Besseuges, le ruisseau de la Penne et ses affluents de rive droite (ravins des Adouces et de la Font du Renard) .

L'écoulement de ces cours d'eau est sous la dépendance directe des conditions pluviométriques et la pérennité de certains d'entre eux en période non influencée traduit la vidange de réservoirs aquifères du substratum et l'essorage des recouvrements superficiels .

L'intercalation de plusieurs horizons perméables dans la série permet l'individualisation de trois réservoirs aquifères principaux :

- les formations carbonatées du Jurassique dont la nappe souterraine est bloquée en profondeur par l'écran étanche du Trias,
- les calcaires en petit bancs du Turonien (Crétacé supérieur), dont les circulations sont limitées par le soubassement marneux de l'Albien au Cénomanién,

FIGURE 2 : PROFILS INTERPRETATIFS



200 m



-- le calcaire du Lutétien (Eocène basal) où les écoulements souterrains reposent sur le radier marno-calcaire du Sénonien . Cet aquifère ne concerne pas directement la présente étude .

Un rôle important est également joué par les recouvrements meubles du Quaternaire qui, malgré une faible extension, bénéficient d'apports latéraux de la part des termes du substratum qu'ils coiffent et constituent des relais hydrauliques appréciables :

- les éboulis de pente,
- les alluvions de vallée qui ne concernent pas la présente étude .

#### 5 . 2 - Réservoir aquifère du Jurassique

Le réservoir aquifère est représenté par les calcaires et dolomies du Jurassique qui bénéficient d'un taux d'infiltration élevé et dans lequel les circulations souterraines s'effectuent dans le réseau de fissures du massif et à la faveur de conduits karstiques élargis par dissolution .

Les écoulements sont stoppés en profondeur par les horizons étanches du Trias et la position des exutoires est totalement conditionnée par la structure du réservoir .

Localement, le massif du Gourdan est cloisonné en deux unités distinctes par la remontée axiale du Trias :

- le flanc nord de l'anticlinal est drainé en rive droite du Var, au point bas de l'unité, contre les argiles triasiques et les marnes albiennes .

Son exutoire principal est représenté par les sources Déroubet : Déroubet 1(2) à la cote NGF 500, d'un débit de l'ordre de 1 l/s, et surtout Déroubet 2 (3) à la cote NGF 460, dont le débit moyen de 20 l/s est partiellement utilisé pour l'A.E.P. de Puget-Théniers .

Des émergences supérieures offrent un débit moindre, de l'ordre de 1 l/s : la source du Breuil (4) à la cote NGF 550 et la source d'Algas (5) à la cote NGF 760, captée pour l'alimentation de la ferme du Breuil .

- le flanc sud de l'anticlinal est peut-être drainé à une cote basse et de façon occulte dans les dépôts ébouleux de Ste Marguerite, mais plusieurs exutoires étagés ont été reconnus à une cote supérieure :

- la source de la Colle du Loup (6) à la cote NGF 580 . Son débit est inconnu .
- les sources du Bruyet (7 - 8 - 9) entre les cotes NGF 820 et 920 . Leur débit moyen semble évoluer de 2 à 5 l/s et elles sont captées pour l'alimentation en eau de riverains et de la ferme du Breuil .
- la source de Sigaud (10), beaucoup plus à l'Ouest à la cote NGF 1100 . Son débit est inconnu .

Il s'agit d'eaux bicarbonatées calciques, moyennement minéralisées, à l'inverse des écoulements qui s'effectuent dans les lentilles perméables du Trias sous-jacent dont les eaux sont très minéralisées et fortement enrichies en Na Cl et CaSO<sub>4</sub> (voir annexe 3)

.../...

### 5.3 - Réservoir aquifère des éboulis

Du fait de leur bonne perméabilité d'ensemble, les éboulis de versant recèlent des écoulements d'eau souterraine, alimentés par les infiltrations sur leur impluvium propre et par des fuites du réservoir jurassique au pied duquel ils sont le plus souvent établis (voir figure 1) .

La géométrie de ce gisement aquifère ne permet pas de mise en réserve d'importance et les circulations sont généralement restituées en sources éparses et de faible débit le long des affleurements de leur assise marneuse imperméable (Albien à Cénomaniens) ou à la faveur d'intercalations moins perméables de la formation elle-même (enrichissement en phase argileuse) .

Hormis la source de Ste Marguerite (11), établie à la cote NGF 425 sur le flanc nord de la Crête de Ste Marguerite et la source de Champ Réou (12), établie à la cote NGF 1140 sur le flanc sud de la Montagne de Gourdan, les autres exutoires caractéristiques de ce type de circulation sont tous concentrés sur le versant ébouleux de Besseuges, en contrebas immédiat des reliefs de la Montagne de Gourdan .

Ce réservoir aquifère est apparemment cloisonné en deux unités par une remontée du soubassement marneux entre l'exploitation Girod et l'accès à la maison Tinti .

- . l'axe de drainage oriental est collecté à sa base par la source de l'Etang (17) à la cote NGF 950, renforcée par des émergences étagées :
  - source de la Bastide (19) à la cote NGF 990,
  - source du Col de Besseuges (20) à la cote NGF 1040 .
- . l'axe de drainage occidental est collecté à sa base par la source de Codepeïre (16) à la cote NGF 960, elle-aussi renforcée par des émergences étagées :
  - la source de Besseuges (15) à la cote NGF 995,
  - la source Drogoul (14) à la cote NGF 1090 .

Les relevés de débit effectués durant la période d'étude confirment bien que les sources les plus basses (16 et 17) sont les plus productives et que les débits de ces exutoires diminuent rapidement en période d'étiage du fait d'un affaiblissement rapide des réserves (voir annexe 3) .

### 5.4 - Réservoir aquifère du Turonien

Compte tenu d'une structure géologique verticalisée, le réservoir aquifère du Turonien est barré latéralement par les horizons marneux de l'Albo-Cénomaniens au Nord et marno-calcaires du Sénonien au Sud (voir figures 1 et 2) .

Il s'agit d'un massif fissuré, caractérisé par une grande hétérogénéité spatiale de ses conditions d'infiltration, de circulation et d'emmagasinement de l'eau . Le réservoir est largement cloisonné par la tectonique et les variations de faciès (intercalations marneuses) et les exutoires sont épars, fréquemment étagés et de faible débit .

Les sources jalonnent la bordure du massif, au contact des imperméables latéraux, le plus souvent dans les échancrures topographiques des vallons transverses :

- ruisseau de la Penne : source de Chaudo (21) à la cote NGF 970 et source de la Piste (22) à la cote NGF 1075 sur le rebord nord ; source de La Penne (27) à la cote NGF 650 sur le rebord sud,
- ravin de la Font du Renard : Font du Renard (26) à la cote NGF 880,
- ruisseau des Adouces : source de Borrel (24) à la cote NGF 880 et source des Adouces (25) à la cote NGF 915,
- ruisseau de Besseuges : source de St Etienne (23) à la cote NGF 870 .

La forte minéralisation des eaux (conductivités de 550 à 750 uS/cm) traduit un temps de séjour prolongé dans le réservoir, corrélé avec des perméabilités faibles et un amortissement général des débits exhaurés .

## 6 - DISPONIBILITES EN EAU DU QUARTIER DE BESSEUGES

Les habitations du quartier de Besseuges sont établies au pied de la Montagne de Gourdan, sur un versant marneux recouvert d'éboulis . Le substratum marneux est stérile et seules trois possibilités peuvent être envisagées pour permettre l'alimentation en eau de ce quartier :

- un accroissement des prélèvements dans la nappe des éboulis du versant, sollicitée à ce jour,
- une recherche par forage dans le massif turonien qui affleure au Sud immédiat,
- une recherche par forage dans le massif jurassique qui domine le site au Nord .

### 6 . 1 - Amélioration des prélèvements dans la nappe des éboulis

La recherche d'eau par forage n'est pas adaptée dans un tel gisement aquifère de faible puissance et dépourvu de réserve propre . Deux tentatives menées localement montrent d'ailleurs bien les limites de cette méthode :

- un forage effectué sur la propriété Girod jusqu'à une profondeur de 17 m a révélé un débit ridicule et n'a pas été mis en exploitation ; il n'y a là rien d'étonnant, compte-tenu de la proximité du soubassement marneux,
- un forage de 22 m, réalisé sur la propriété Sakaloff en contrehaut, permet une production estivale de 150 l/jour, ce qui est bien loin des besoins exprimés .

La meilleure solution consisterait à réaliser des galeries drainantes au contact marne/éboulis (comme le faisaient les anciens) ou des tranchées drainantes transversales, afin de recouper le maximum de filets d'eau et de reconcentrer les débits élémentaires . Cette option nécessiterait par contre de reconnaître préalablement les variations géométriques du toit de la marne (par prospection géophysique), afin d'optimiser l'implantation des ouvrages . Elle apparaît pourtant onéreuse et peu fiable quant au résultat final .

La solution la plus simple apparaît aujourd'hui comme le captage des sources les plus productives, c'est-à-dire situées au front du manteau ébouleux, à savoir les sources de Codepeïre (16) et de l'Etang (17) .

Compte-tenu de leur position altimétrique (cote NGF 950 à 960 NGF), ces points d'eau offrent les meilleures garanties de maintien du débit de base, par rapport aux autres exutoires situés à une cote supérieure dont le débit est systématiquement plus faible et qui montrent des tarissements très accentués .

Une mesure du débit des points d'eau a été effectuée à trois reprises, le 21.05.99, le 21.06.99 et le 05.08.99 (voir annexe 3) . Ce suivi permet les observations suivantes :

- durant cette période sèche, toutes les émergences montrent une baisse très accentuée de leur débit, les augmentations relatives constatées lors de la dernière mesure tenant à des épisodes pluvieux les jours précédents,

- le débit des sources de Codepeïre (16) et de l'Etang (17) reste nettement supérieur (pour les 2 sources : 3,26 m<sup>3</sup>/h le 21.05.99 et 1,14 m<sup>3</sup>/h le 05.08.99) à celui des autres points d'eau ( pour les 5 sources 14, 15, 18, 19, 20 : 1,32 m<sup>3</sup>/h le 21.05.99 et 0,33 m<sup>3</sup>/h le 05.08.99) .

Il conviendrait donc de poursuivre ce suivi en septembre et octobre, afin de juger des évolutions de la sécheresse persistante sur les vidanges naturelles de la nappe . On constate toutefois que cette option permettrait une nette amélioration de la production journalière (peut-être 10 à 20 m<sup>3</sup>/jour), mais reste loin des objectifs recherchés (50 à 100 m<sup>3</sup>/jour) .

## 6 . 2 - Sollicitation du réservoir turonien

Le massif turonien situé au Sud immédiat du quartier de Besseuges est apte à fournir le débit désiré, sous réserve de solliciter la nappe sur une puissance suffisante, compte-tenu de son type de perméabilité et de la faible productivité générale des fractures élémentaires .

La position des sources et des vallons transverses impose de viser la cote NGF 800 en fond de forage, avec l'espoir d'obtenir un débit compris entre 5 et 15 m<sup>3</sup>/h .

Ce massif est par contre très escarpé et difficilement accessible . Trois possibilités seulement sont envisageables localement :

- en partie orientale, sur le flanc est de la Cime de Borrel, la piste forestière issue du Col de Besseuges permet d'atteindre aisément la cote NGF 1080 . Cet emplacement est distant de 1200 m du hameau et l'on peut y envisager un forage de 300 m de profondeur,

- en partie médiane, une piste tracée depuis le troisième lacet de la route d'accès Tinti sur une longueur d'environ 200 m permettrait d'atteindre la cote NGF 980 . Cet emplacement est distant de 400 m du hameau et l'on peut y envisager un forage de 200 m de profondeur,

- en partie occidentale, l'accès à la bordure du Pic de Salomon jusqu'à la cote 1100 est envisageable en reprenant la piste existante et en créant une nouvelle piste en

tête du ravin de la Colle sur une distance de l'ordre de 300 m . Cet emplacement est distant de 800 m du hameau et l'on peut y envisager un forage de 300 m de profondeur .

### 6 . 3 - Sollicitation du réservoir jurassique

Le massif jurassique dominant de la Montagne de Gourdan offre les meilleures possibilités quantitatives, mais sa géométrie frontale pratiquement verticalisée rend difficile toute recherche dans la zone noyée du réservoir .

La seule possibilité réside dans la création d'une piste d'accès jusqu'au pied de la falaise, afin d'y effectuer une reconnaissance par forage incliné vers l'amont de 70 à 80° sous l'horizon (voir profils B et C de la figure 2) .

L'inclinaison du forage est nécessaire pour être certain de pénétrer dans le massif jurassique dont le contact frontal est susceptible d'échapper à la simple interprétation superficielle, compte-tenu des variations de pendage observables dans le secteur .

En se basant sur la cote des sources du Bruyet (7, 8 et 9), il faut envisager un forage de 200 à 300 m de profondeur .

## 7 - CONCLUSION

Le renforcement de l'alimentation en eau du quartier de Besseuges sur le territoire communal de La Penne paraît difficilement envisageable à partir de la ressource actuellement sollicitée sur le versant ébouleux .

- A court terme , il apparaît que les sources captées, éparses et peu importantes, ne peuvent être améliorées .

La seule possibilité réside dans un captage dans les règles des sources de Codepeïre (16) et de l'Etang (17), sous réserve de vérifier préalablement le débit disponible en fin d'étiage (septembre-octobre) .

Toutefois, cette solution ne devrait pas permettre d'obtenir un débit journalier supérieur à 10 ou 20 m<sup>3</sup> .

Cette option se heurte en outre à la définition des périmètres de protection réglementaires qui neutraliseraient inévitablement une bonne partie du versant urbanisé et utilisé dans le cadre des activités locales (culture, pacage, ...) .

- A long terme , une amélioration sensible pourrait être apportée par la sollicitation d'une autre ressource, qu'il s'agisse de la nappe du Turonien ou de celle du Jurassique, capables de fournir un débit journalier de 50 à 100 m<sup>3</sup> .

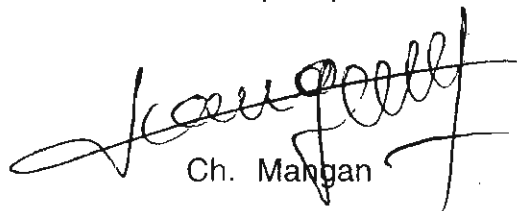
La principale contrainte réside alors dans l'éloignement des sites favorables et dans la nécessité de créer préalablement des pistes d'accès et d'envisager des forages

.../...

d'une profondeur de 200 à 300 m .

Il devra s'agir de forages en petit diamètre, réalisés à l'air et au marteau fond-de-trou, afin de reconnaître la série géologique, ainsi que la position et l'importance des venues d'eau . A cette fin, il conviendra de récupérer les cuttings en cours d'avancement et de tester les arrivées d'eau par des essais de soufflage de courte durée . Un prélèvement final permettra de vérifier la qualité de l'eau et, en cas de résultats significatifs, d'envisager la transformation du forage en ouvrage d'exploitation .

De tels forages ne devraient pas poser de difficulté dans le massif turonien . On peut par contre craindre, dans le massif jurassique, la traversée de zones karstiques susceptibles d'induire des contraintes techniques particuliers entraînant des surcoûts .



Ch. Mangin

PIECES ANNEXES

# A N N E X E 1

## Liste de la documentation utilisée

- . C. Corroy (1955) - Ville de Puget-Théniers (A-M) . Etude géologique d'une projet d'amélioration de l'adduction d'eau potable principale .  
Rapport inédit .
- . G. Durozoy (1976) - Captage de la source des Aigues . Alimentation en eau du centre d'élevage de la chambre d'agriculture à Puget-Théniers (Alpes-Maritimes) .  
Rapport inédit .
- . G. Durozoy ( 1983) - Alimentation en eau de Puget-Théniers (06) . Périmètres de protection (source de Déroubet) . Expertise officielle .  
Rapport inédit .
- . J. Goguel (1936) - Description tectonique de la bordure des Alpes de la Bléone au Var .  
Mémoire de la Carte géologique de France . Ministère de l'Industrie, Paris .
- . Ch. Mangan (1998) - Département des Alpes-Maritimes . SIVOM du Moulin de Rourebel . Définition des périmètres de protection des captages utilisés pour A.E.P.  
rapport inédit .
- . A. Reynaud (1999) - Données géologiques et hydrogéologiques sur le massif du Mont Vial (06) .  
Thèse en cours . Université de Franche-Comté .
- . Carte topographique de la France au 1 / 25000<sup>ème</sup> .  
TOP 25 . Feuille 3641 OT Moyen-Var . IGN, Paris, 1995 .
- . Carte géologique de la France au 1 / 50000<sup>ème</sup> .  
Feuille XXXVI-41 Puget-Théniers . Ministère de l'Industrie, Paris, 1957 .
- . Photographies aériennes en noir et blanc .  
Mission 71-3641/300 . clichés n° 4 à 12 . IGN, Paris, 1971 .



## ANNEXE 2

### Liste des sources recensées

n°	nom	cote N.G.F.	réservoir aquifère
1	source Folle	380	Trias
2	source Déroubet 1	500	
3	source Déroubet 2	460	
4	source du Breuil	550	
5	source d'Aigas	760	
6	source de la Colle du Loup	580	Jurassique
7	source du Bruyet 1	920	
8	source du Bruyet 2	870	
9	source du Bruyet 3	820	
10	source de Sigaud	1100	
11	source de Ste Marguerite	425	
12	source de Champ Réou	1140	
13	source de Ribaudon	1180	
14	source Drogoul	1090	
15	source de Besseuges	995	Jurassique
16	source de Codepeire	960	via les éboulis
17	source de l'Etang	950	
18	source de l'Arsila	1035	
19	source de la Bastide	990	
20	source du col de Besseuges	1040	
21	source de Chaudo	970	
22	source de la Piste	1075	
23	source de St Etienne	870	
24	source de Borrel	880	
25	source des Adouces	915	Turonien
26	Font du Renard	880	
27	source de la Penne	650	
28	source du Rivet	450	

## ANNEXE 3

### Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines

SOURCE	N°	RESERVOIR AQUIFERE	COTE NGF	DATE	TEMPERATURE (°C)	CONDUCTIVITE (uS/cm)	DEBIT (m3/h)
Bruyet 1	7	Jurassique	910	07.06.99		340	3.60
Bruyet 2	8	Jurassique	800	07.06.99		564	3.60
Bruyet 3	9	Jurassique	860	07.06.99		548	1.44
Drogoul	14	Jurassique/éboulis	1090	21.05.99 05.08.99		683 636	0.10 0.10
Besseuges	15	Jurassique/éboulis	995	21.05.99 21.06.99 05.08.99	11.4 12.1 13.5	485 461 486	0.36 0.12 0.03
Codepeire	16	Jurassique/éboulis	960	21.05.99 21.06.99 05.08.99	12.4 12.9 13.5	520 514 497	1.63 0.56 0.82
l'Etang	17	Jurassique/éboulis	950	21.05.99 21.06.99 05.08.99	11.4 11.4 12.2	558 574 576	1.63 0.48 0.32
l'Arsila	18	Jurassique/éboulis	1035	21.05.99 21.06.99 05.08.99	13.3 13.8 15.5	449 470 470	0.47 mini 0.12
la Bastide	19	Jurassique/éboulis	990	21.05.99 05.08.99	14.0 15.2	581 589	0.03 0.04
col de Besseuges	20	Jurassique/éboulis	1040	21.05.99 21.06.99 05.08.99	11.3 12.5 14.8	666 668 671	0.36 0.09 0.04
la Piste	22	Turonien	1075	02.03.98		614	0.36
Borrel	24	Turonien	880	02.03.98		707	0.29
des Adouces	25	Turonien	915	18.04.88 09.01.91 21.11.97 30.01.98	11.0 8.0 11.9	568 603 601	6.48
Font du Renard	26	Turonien	880	02.03.98		585	0.29

source nom et n°	Date de mesure	Température (° C)	Conductivité (uS/cm)	Ca (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Mg (mg/l)	HCO3 (mg/l)	Cl (mg/l)	NO3 (mg/l)	SO4 (mg/l)
source Folle 1	1998	-	19480	870	4020	175	59.8	217	6416	0	1940
source Dérubet 3	12.10.55	13.0	407	82	11.8	-	5.2	189	18.2	10.4	52.7
source des Adouces 25	21.11.97	11.9	601	117.4	2.9	0.98	5.28	378	2.57	0.14	14.8

## ANNEXE 4

### Coût estimatif des forages de reconnaissance

L'estimation préalable du coût des forages de reconnaissance est basée sur le bordereau de prix que nous avons demandé à l'Entreprise FORASUD .

Les ouvrages de reconnaissance sont estimés pour les deux groupes de profondeur : 200 m et 300 m .

Trois options sont envisagées dans chacun des cas :

1) les travaux de base, correspondant à une foration sans problème particulier, ni difficulté technique . La prestation comprend l'amenée et repli du matériel, la mise en place sur le site de forage, la réalisation d'un prétubage provisoire sur 5 m, la foration du trou sur toute la hauteur et 5 h d'essais de soufflage .

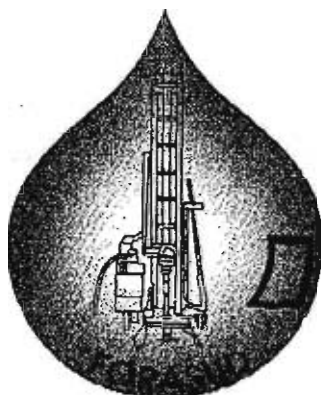
2) un surcoût généré par un matériau très fracturé et/ou des instabilités de paroi, voire même des pertes dans le karst, nécessitant un alésage avec prétubage acier de  $\varnothing$  168 sur une profondeur évaluée à 100 m . Cette éventualité est plus probable dans le Jurassique que dans le Turonien .

3) un surcoût supplémentaire dans le cas du Jurassique où les difficultés peuvent se succéder . Il est estimé à un alésage et tubage acier en  $\varnothing$  219 sur une profondeur de 50 m .

A noter également que dans le cas d'une recherche au Jurassique, les travaux de foration et annexe font l'objet d'un surcoût de 15% pour tenir compte de l'inclinaison du forage .

Nous avons en outre estimé le coût de la transformation du forage de reconnaissance en ouvrage d'exploitation en cas de bon résultat .

PROFONDEUR DU FORAGE		200 mètres			300 mètres		
OPTIONS ENVISAGEES		travaux de base	+ surcoût 1	+ surcoût 2	travaux de base	+ surcoût 1	+ surcoût 2
TURONIEN	reconnaissance	45 000 F. H.T.	90 000 F. H.T.		68 000 F. H.T.	112 000 F. H.T.	
	exploitation	56 000 F. H.T.	56 000 F. H.T.		80 000 F. H.T.	80 000 F. H.T.	
	total	101 000 F. H.T.	146 000 F. H.T.		148 000 F. H.T.	192 000 F. H.T.	
JURASSIQUE	reconnaissance	50 000 F. H.T.	102 000 F. H.T.	145 000 F. H.T.	76 000 F. H.T.	128 000 F. H.T.	172 000 F. H.T.
	exploitation	63 000 F. H. T.	63 000 F. H.T.	63 000 F. H.T.	90 000 F. H.T.	90 000 F. H.T.	90 000 F. H.T.
	tOtal	113 000 F. H.T.	165 000 F. H.T.	208 000 F. H.T.	166 000 F. H.T.	218 000 F. H.T.	262 000 F. H.T.



# FORASUD

S.A. au Capital de 450.000 Frs

## l'eau par forage

forage - sondage  
recherche d'eau  
haute pression

Syndicat du Moulin de Rourebel  
ASCROS

### BORDEREAU DE PRIX

		DATE:		20/08/1999	
OBJET: FORAGE DE RECONNAISSANCE - ALIMENTATION EN EAU DE BESSEUGES - 06 LA PENNE					
N°	Désignation	U	Quantité	Prix unitaire	Montant H.T
1	Amenée repli du matériel	F	1	3 800,00	3 800,00
2	Mise en place	F	1	600,00	600,00
3	Prétubage PVC $\varnothing$ 200 mm	ml		400,00	
4	Forage de reconnaissance $\varnothing$ 165				
	0 à 100 ml			150,00	
	100 à 200 ml			180,00	
	200 à 300 ml			230,00	
5	Alésage et tubage acier $\varnothing$ 219 lisse			750,00	
	crépiné			810,00	
6	Alésage et tubage acier $\varnothing$ 168 lisse			450,00	
	crépiné			510,00	
7	Fourniture du tubage $\varnothing$ 168 à l'intérieur du $\varnothing$ 219			320,00	
8	Tubage acier $\varnothing$ 139			230,00	
	lisse			260,00	
	crépiné				
9	Tubage PVC $\varnothing$ 113 x 125			130,00	
	lisse			160,00	
	crépiné				
10	Soufflage	h		1 200,00	
11	Forage Incliné de 10° à 15° Majoration sur le ml	ml		15%	