

Etude Hydrogéologique des BAUMES

De Juillet à Novembre 1985, le Bureau d'études et de Recherches Hydrogéologiques "HYDROSOL" a réalisé une étude sur le système karstique Aven - Source des Baumes (Montclus - Gard), dans le but de déterminer les possibilités de captage de cet aquifère afin d'alimenter en eau potable le Syndicat Intercommunal de Barjac.

Le G.S.B.M. s'est associé à cette étude et plus particulièrement en ce qui concerne l'aven des Baumes.

1 - Situation -

L'aven des Baumes et la source des Baumes sont situés en rive gauche de la Cèze à environ 1 kilomètre au Nord Est du village de Montclus (Gard).

Les coordonnées sont :

Aven X : 767,22
 Y : 220,45
 Z : 118,0 m

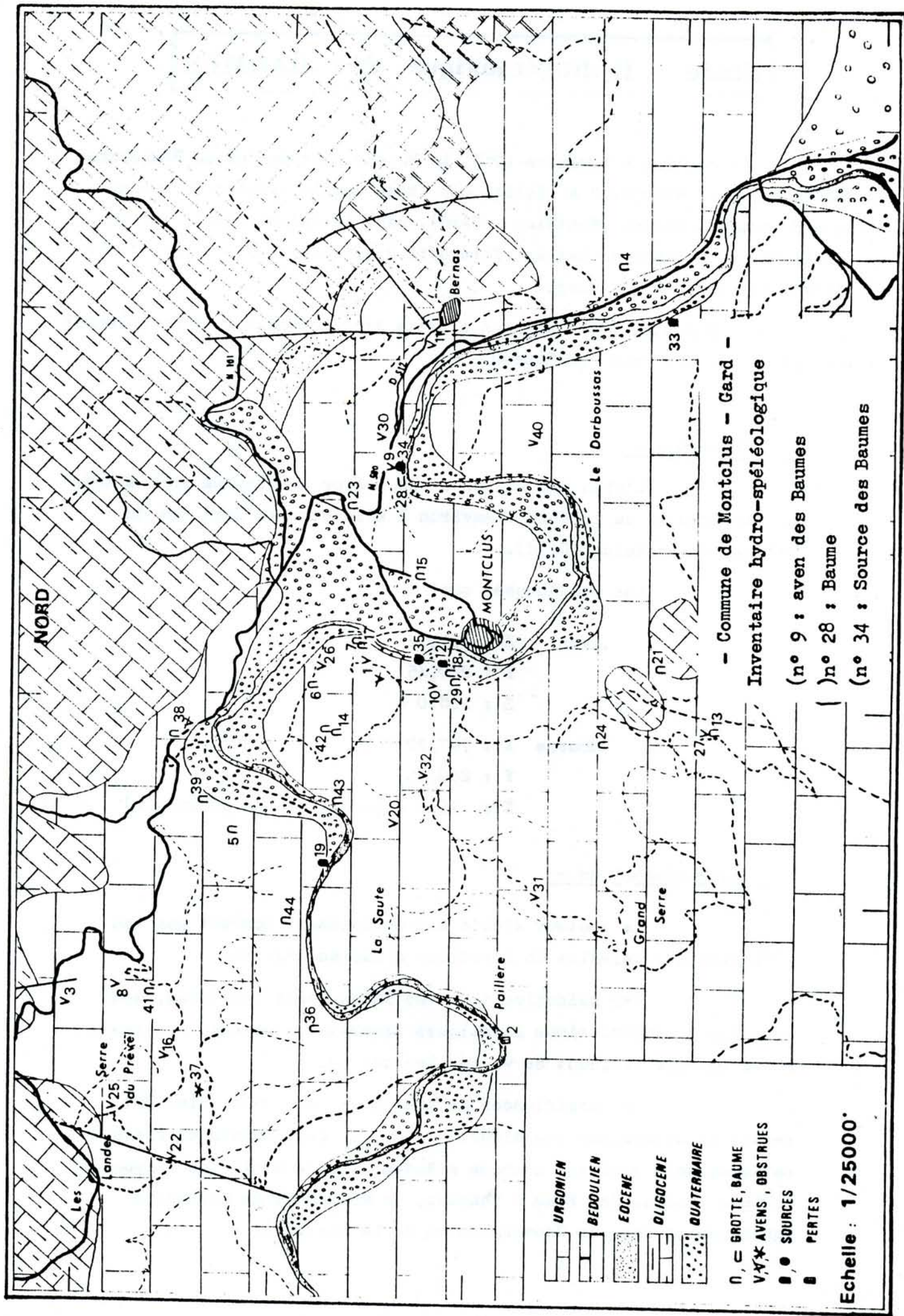
Source X : 767,22
 Y : 220,45
 Z : 79,6 m (au niveau du déversoir)

2 - Cadre géologique -

Le secteur étudié est entièrement couvert par les affleurements calcaire du Barrémien à faciès Urgonien.

Ces calcaires qui sont intensément fracturés, sont le siège de circulations karstiques importantes donnant naissance à des sources drainant de vastes impluviums.

Des expériences de traçage à la fluorescéine ont permis de déterminer les directions de ces écoulements de manière satisfaisante pour les sources situées en rive droite du canyon de la Cèze (Source des Fées à Tharoux, du Moulin et de Marnade à Montclus, sources de Goudargues et de La Bastide).



Par contre, les sources apparaissant en rive gauche (Font Canet à Saint Privat de Champclos, Sources de Montels et des Baumes à Montclus) n'ont pas fait l'objet d'expériences de coloration, aussi le bassin d'alimentation de celles-ci reste indéterminé.

Les réseaux karstiques drainant les eaux infiltrées se développent préférentiellement sur certaines familles de fractures. Dans le secteur de la boucle de la Cèze situé en amont des sources, les réseaux actuellement explorés (grotte des Baumettes, aven des Capiscoles et aven des Baumes) se développent essentiellement suivant les axes N000, N040 et N140.

La source des Baumes a fait l'objet d'un certain nombre d'études. Fabre G. (1979) donne la valeur moyenne de la chimie des eaux de cette source suite à trois campagnes de mesures (de 1975 à 1977):

pH : 7,2	Cl ⁻ : 0,23	Ca ⁺⁺ : 3,96
Résistivité (20°C) : 2046 Ω.cm	SO ₄ ²⁻ : 0,55	Mg ⁺⁺ : 0,39
T° : 13,1 °C	TAC : 3,9	Na ⁺ : 0,24
		K ⁺ : 0,02

(en milliéquivalents/litre)

Il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique typique de ce genre d'aquifère.

Plus récemment, le BRGM a réalisé quelques mesures de température et de résistivité :

- le 12/01/84	Cèze	T° : 5,5 °C
		R : 2900 Ω.cm
	Source	T° : 13,6 °C
		R : 2600 Ω.cm
- le 10/01/85	Cèze	T° : 0,5 °C
		R : 2660 Ω.cm
	Source	T° : 13,3 °C
		R : 2600 Ω.cm

Lors des expériences de coloration, la température a été relevée :

-le 23/06/85 T° eau dans l'aven : 13,3 °C
 T° sources (1,2,3) : 13,3 °C
 T° Cèze : 19,9 °C
 -le 07/07/85 T° sources (1 & 2) : 13,4 °C
 T° Cèze : 24,0 °C

Au vu des résultats des mesures de température, il apparaît que la température de l'eau des sources varie peu (moins de 1 degré Celsius) alors que celle de la Cèze a des écarts de plus de 20 °C.

Ces observations laissent supposer que la source est peu ou pas alimentée par la Cèze. Toutefois, il serait intéressant de réaliser un suivi hydrochimique de la source et de la Cèze au cours d'un cycle hydrologique afin de vérifier cette hypothèse.

3 - Description de l'Aven des Baumes -

L'aven des Baumes est situé en contrebas de la Route Nationale 580, une vingtaine de mètres au Sud de celle-ci.

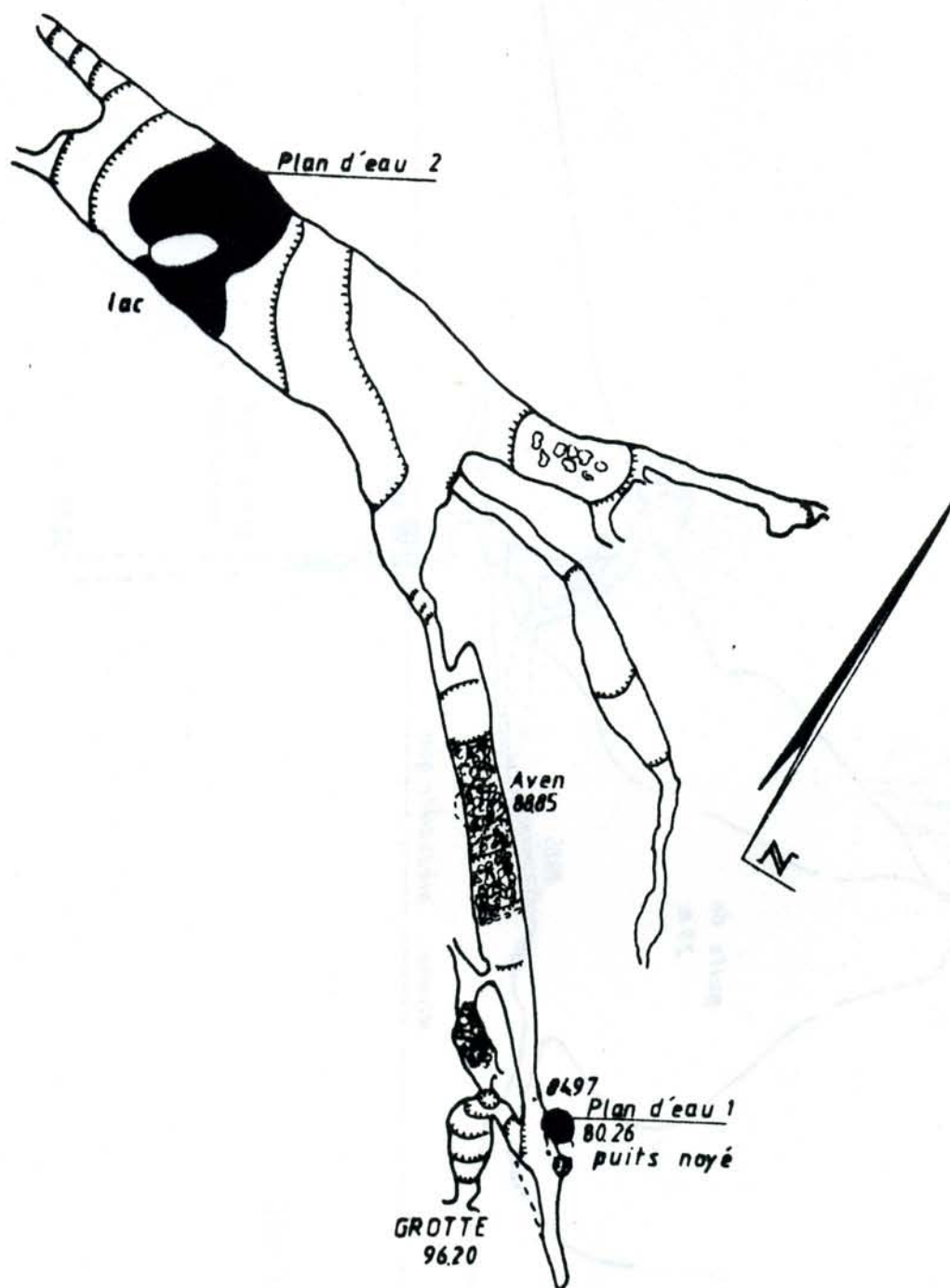
Il débute par un puits naturel de 29 mètres anciennement muré suite à des accidents mortels. Ce puits débouche dans une grande faille orientée N140. Le sol est encombré d'éboulis. Aucune circulation d'eau n'est observable. A l'extrémité Sud-Est de cette fracture, une descente entre des blocs permet d'accéder à un puits entièrement noyé. Celui-ci a été sondé sur 25 mètres de profondeur, ce qui correspond à une cote de 55,3 m NGF soit plus de 20 m sous le niveau de la Cèze.

Au dessus de ce puits noyé, une désobstruction réalisée par le Groupe Spéléo Bagnols Marcoule dans un éboulis, a permis de faire communiquer l'aven à une petite grotte facilitant ainsi l'accès à la cavité.

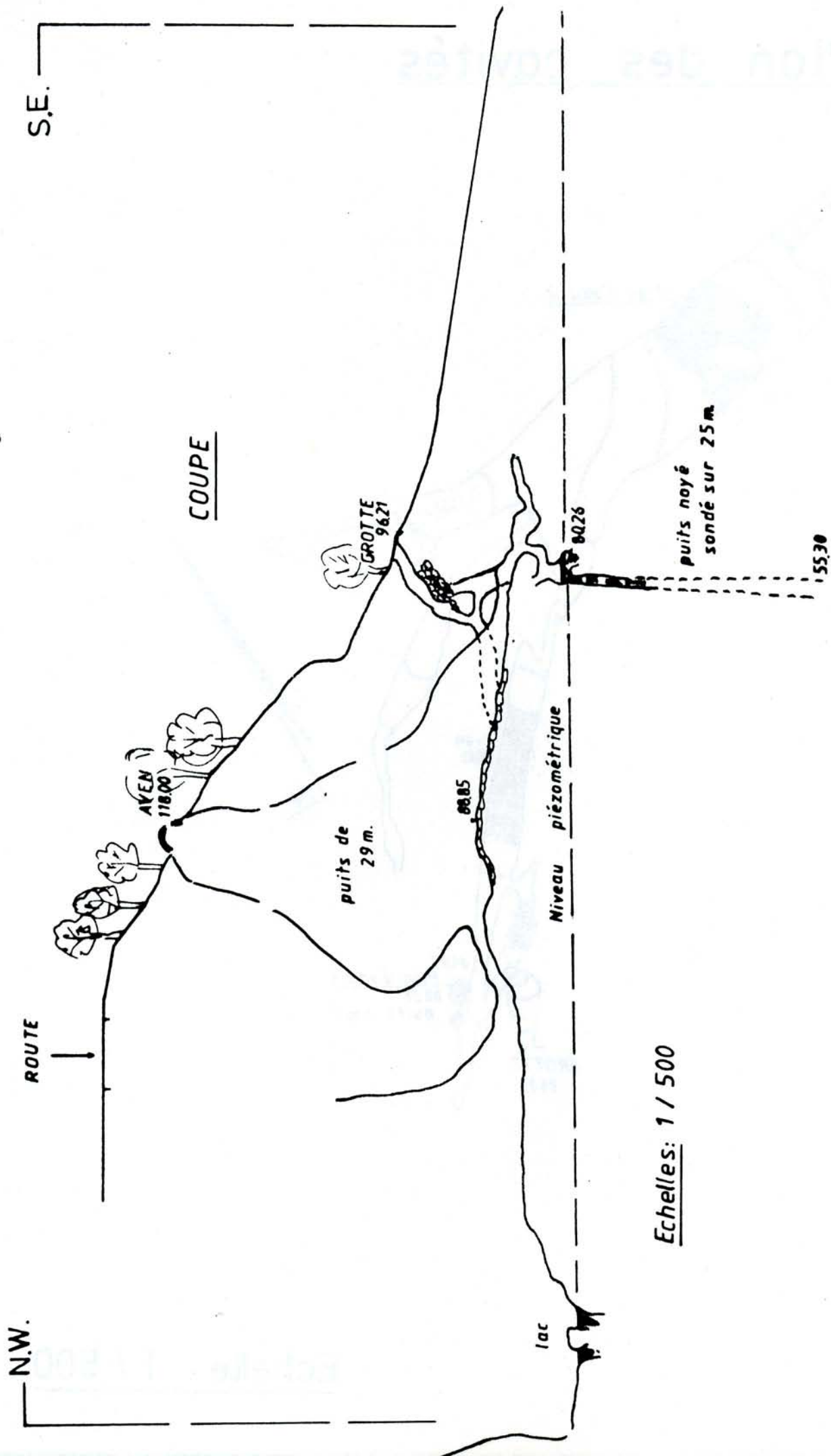
A l'extrémité Nord-Ouest de la faille, un passage bas permet d'accéder à une grande salle se développant en partie sous la R.N. 580. Le fond de cette salle est argileux et est occupé par un lac permanent. Le niveau de ce lac est en équilibre avec celui du puits noyé.

De cette salle partent deux réseaux secondaires vers l'Est et le Sud-Est ne recoupant pas de plans d'eau.

Plan des cavités



Echelle : 1 / 500



Echelles: 1 / 500

Il ne s'agit pas d'une source, mais de plusieurs dont deux principales. D'amont en aval, on distingue :

- la source n° 1 : qui est incontestablement la plus importante en débit et qui est équipée d'un déversoir et d'un limnigraphe pneumatique Neyrpic par le Service Régional d'Aménagement des Eaux de Montpellier. Le déversoir ne capte pas l'intégralité du débit, des fuites sont observables sous le déversoir ainsi que quelques mètres à l'aval.

Le débit de cette source en période d'étiage (Octobre 84) est de l'ordre de 30 litres par seconde.

Cette source est utilisée en période estivale pour l'alimentation en eau d'un camping situé en amont.

- la source n° 2 (ou source du Moulin) est située à environ 45 mètres en aval de la source numéro 1, derrière les ruines de l'ancien moulin. Cette source n'est pas équipée de station limnimétrique. Le débit mesuré en Juillet 85 a donné 20 l/s environ.

- la source n° 3 est située une cinquantaine de mètres en aval de la précédente et possède un faible débit (environ 1 l/s.).

5 - Les colorations -

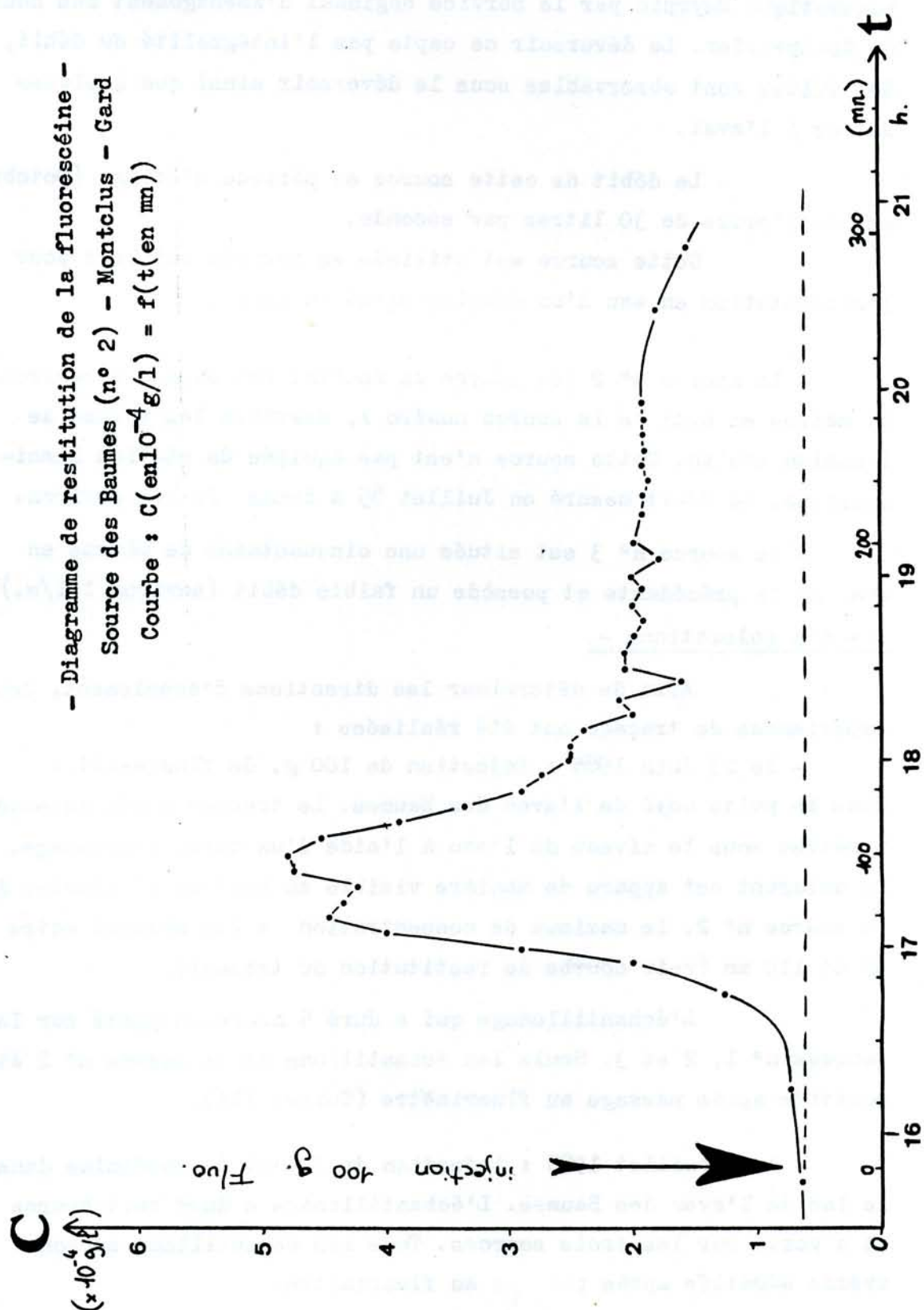
Afin de déterminer les directions d'écoulement, deux expériences de traçage ont été réalisées :

- le 23 Juin 1985 : injection de 100 g. de fluorescéine dans le puits noyé de l'aven des Baumes. Le traceur a été injecté 5 mètres sous le niveau de l'eau à l'aide d'un tuyau d'arrosage. Le colorant est apparu de manière visible au bout de 45 minutes à la source n° 2. Le maximum de concentration a été observé entre 90 et 110 mn (voir courbe de restitution du traceur).

L'échantillonnage qui a duré 5 heures a porté sur les sources n° 1, 2 et 3. Seuls les échantillons de la source n° 2 étaient positifs après passage au fluorimètre (Turner 111).

- le 6 Juillet 1985 : injection de 200 ml de rhodamine dans le lac de l'aven des Baumes. L'échantillonnage a duré huit heures et a porté sur les trois sources. Tous les échantillons se sont avérés négatifs après passage au fluorimètre.

Quelques jours plus tard, aucune coloration des sources n'était visible alors que le lac conservait une forte coloration. 20 jours plus tard, la partie Sud du lac présentait une nette dilution,



pouvant être liée à une diffusion lente à partir des fines fissures du massif.

Il apparaît que le puits noyé de l'aven des Baumes est un regard sur le drain alimentant la source n°2. La valeur élevée de la vitesse de transfert du traceur (environ 40 m/h) pour un faible gradient (1,3 %) confirme l'existence d'un système de drainage évolué.

Par contre, le lac semble sans liaison directe avec l'exutoire malgré un équilibre des niveaux piézométriques.

6 - Implantation des forages -

Suite à l'expérience de traçage à la fluorescéine dans l'aven des Baumes, il apparaît que celui-ci recoupe un drain alimentant directement la source n° 2. Compte tenu de la fracturation observée sous terre, il est probable que la source principale (n° 1) corresponde à une fracture parallèle qui est nettement visible dans la baume.

Aussi, d'après ces résultats, deux forages de reconnaissances ont été implantés sur le trajet supposé des deux sources: le premier dans le prolongement de l'aven des Baumes, entre celui-ci et la source n° 2. Le second entre la Baume et la source n° 1.

Les trois forages implantés en amont de l'aven des Baumes, suite à une étude du B.R.G.M., n'ont pas eu de résultats du fait qu'ils ont été implantés en dehors des axes de drainage mis en évidence par cette étude.

7 - Description et résultat des forages -

Un premier forage a donc été implanté entre le puits noyé et la source S2, sur la trajectoire idéale de la coloration (voir plan fig.1). Nous avons relevé la coupe suivante:

- | | |
|-------------|---|
| 0 - 8 m. | Eboulis calcaire très instable |
| 8 - 9,5 m. | Calcaire très fissuré avec présence d'argiles ocre. |
| 9 - 15,5 m. | grosse faille ou galerie. |

15,5 - 16 m.

Un peu d'eau, mais le volume des vides au dessus du plan d'eau ne lui permet pas d'arriver en surface par air-lift. Le débit reste donc inconnu.

16 - 30,5 m.

Calcaire Urgonnien massif.

Lors de la remontée du train de tige, nous avons pu constater que les quatre dernières d'entre elles, ainsi que le marteau fond-de-trou étaient mouillés. Soit une hauteur de 14 m. environs. La présence d'eau en milieu de forage est donc confirmée. Malheureusement, l'éboulement de blocs a fermé le forage à la profondeur de 7,50 m., dans l'espace compris entre la base du tubage acier (5,50 m.) et la base de l'éboulis. Nous n'avons donc pas pu confirmer la profondeur du niveau d'eau par une mesure à la sonde. Compte tenu de la faible épaisseur de fissure ou de galerie noyée traversée, nous n'avons pas cherché à "récupérer" le forage et avons extrait le tube-guide pour éventuellement l'ajouter à celui prévu pour le second forage du programme.

Pendant la foration, nous sommes descendus dans l'aven et, dans la diaclase au-delà du puits noyé, nous avons nettement perçu le bruit du marteau fond-de-trou en opération.

Deux diaclases orientées N 297 et N 312 et affectées d'un pendage de 58 et de 64 degrés vers le Nord Est sont nettement visibles au plafond de la Baume des Templiers (Cf plan fig.1). Le forage F2 a été positionné de manière à les recouper à une profondeur un peu inférieure au niveau de la Cèze. Ce forage, réalisé comme F1 au marteau fond-de-trou le 7/11/85 nous a montré la coupe suivante:

0 - 11 m.

Eboulis, puis rocher très fracturé

18,50 m. - 21,50 m.	Fissures remplies d'eau
21,50 m. - 23 m.	Niveau calcaire compact
23 m. - 25 m.	Deuxième étage fissuré
25 m. - 35 m.	Calcaire Urgonnien compact

On a également remarqué que des particules fines en suspension ont très nettement troublé les eaux de la Source n° 1 pendant la deuxième moitié de la foration.

Le niveau statique s'est établi à la cote 12,46m. par rapport au sommet du tubage. L'altitude de ce dernier étant de 94 m. environ, le niveau piezométrique du drain karstique capté est donc de 81,50 m. environ. Il est donc supérieur de 2,50 m. au niveau de la Cèze. Deux tubes pleins acier ont été soudés bout-à-bout pour contenir les éboulis. Après nettoyage du puits, un premier pompage à l'air-lift a produit un débit de 20 m³/h. environ.

8- Pompages d'essai

Le 8/11/85, une pompe immergée de quatre pouces est descendue dans le forage. On effectue alors un premier pompage aux débits de 6,40 m³/h et de 19,33 m³/h. On observe en moins d'une minute une stabilisation totale aux niveaux respectifs de 12,48 m. et de 12,59 m.. L'essai a duré au total deux heures. Après arrêt du pompage, le niveau de l'eau a retrouvé sa cote initiale de 12,46m. en moins d'une minute.

Le 12/11/85, une pompe de six pouces remplace la pompe précédente. L'eau est rejetée dans la Cèze par une canalisation de refoulement de 80 m. environ. Un tube de

Pitot étalonné termine la canalisation et permet la lecture du débit. Le pompage débute à 16 h 15 mn par un premier palier au débit de $37 \text{ m}^3/\text{h}$. Le niveau se stabilise et se maintient à la cote de 13,08m.. A 16 h 50, la vanne de refoulement est ouverte au maximum. Le débit et le niveau se stabilisent en moins de 5 minutes à $53 \text{ m}^3/\text{h}$. et 13,74m. Aucune variation de ces deux paramètres n'est observée pendant toute la durée du pompage que l'on interrompt le 14/11/85 à 9 h 45.

Le pompage a donc duré 41 h. 30 mn durant lesquelles on aura pompé 2200 m^3 . La remontée est également très rapide: la côte 12,52 m. est retrouvée 1,5 mn. après l'arrêt du pompage; la côte 12,48m. 1 h. après la fin de ce dernier.

Un tel comportement est caractéristique des forages exploitant des drains karstiques actifs.

Pendant toute la foration, le niveau de l'eau relevé sur l'échelle limnimétrique qui équipe le déversoir de la source S1 s'est maintenu à 46,5 cm. Le 12/11 à 19h. et le 13/11 à 9 h 15, il était de 46 cm.; le 14/11, quelques minutes avant l'arrêt du pompage, il n'était plus que de 45,8 cm.. Le niveau initial de 46,5 cm. était rétabli le 14/11 à 14 h. et re-observé le 23/11 à 12 h. D'après les données communiquées par le S.R.A.E., propriétaire de l'ouvrage, 46,5 cm; sont à associer à un débit de 72 l./s.; 46 cm: à 60 l/s et 45 cm à 52 l/s. La modification observée du niveau correspondrait donc à une diminution du débit au déversoir de 14 l/s ou $50,4 \text{ m}^3/\text{h}$. environ.; ce qui correspond assez bien , aux erreurs de mesure près (fuites du captage, imprecision de la

lecture des hauteurs) au débit réellement pompé.

Nous avons reporté sur un diagramme (fig. 2) le rabattement observé après stabilisation en fonction du débit. La courbe obtenue est une parabole passant par l'origine. La perte de charge due au puits ou à son environnement ne compte donc pas de terme singulier mais un terme linéaire et quadratique que nous allons déterminer.

Sur un diagramme représentant le rabattement spécifique en fonction du débit, représenté figure 3, on voit que les trois derniers points s'alignent remarquablement bien autour d'une droite dont les paramètres permettent d'établir les termes linéaires et quadratiques de la perte de charge. On obtient

$$s = 7000 Q^2 - 12 Q$$

où s = rabattement en m., Q = débit en m^3/s .

On en déduit que l'exploitation du puits F2 au débit projeté (De 70 à 80 m^3/h .) produirait un rabattement compris entre 2,4 m. et 3,2 m. ce qui reste remarquablement peu.

Nous avons en outre remarqué que la source S2 dite "du moulin" dont le débit avant le pompage a été mesuré à 1,44 m^3/h . le 12/11, s'est tarie au cours du pompage. Elle coulait à nouveau lors de la visite que nous avons faite au chantier le 23/11.

9- Traçages.

Le 12/11/85 à 10 h., la pompe de quatre pouces n'étant plus dans le puits et la pompe de six pouces n'y étant pas encore, nous avons descendu dans le forage un

tuyau de 20 m. et y avons versé une solution de 100 g. de fluoresceine mélangée à 20 l. d'eau. A 16 h., la coloration n'était passée par aucune des sources. Nous avons conclu que, si le forage exploitait bien un drain important, en l'absence de pompage, il n'était pas le siège d'un courant suffisamment important pour entraîner la fluoresceine de façon visible vers la source. Cette hypothèse s'est trouvée confirmée lorsque nous avons mis en marche la pompe de six pouces puisque nous avons immédiatement, et pendant deux heures environs, pompé une eau colorée en vert d'une façon très visible, prouvant par là-même que la fluoresceine avait diffusé dans un volume relativement important sans s'éloigner du puits.

A la fin du pompage d'essai, nous avons ressorti la pompe immergée mais laissé en place la canalisation de refoulement. Nous avons adapté une moto-pompe à son extrémité coté rivière et avons ainsi pompé l'eau de la Cèze pour la rejeter dans le forage. Nous avons alors injecté à nouveau dans le forage 100 g. de Fluoresceine. Celle-ci a alors bien été "poussée" par l'eau injectée au débit de $10,5 \text{ m}^3/\text{h}$ vers la source S1 où elle a réapparu au bout de 15 mn. de façon visible. La coloration a été visible à la source pendant 1h30 environ.

Il est donc bien établi que, au vu des débits extraits, le forage F2 est bien en relation avec une circulation karstique importante qui alimente la source S1; Il n'est cependant pas situé dans le droit fil de celle-ci, mais sur un système de diaclase parallèle ou plus profonde qui ralentit, voire annule le courant naturel à son niveau et perturbe ainsi le transfert de la fluoresceine vers la source.

Le premier forage n'a été qu'un succès partiel mal défini. Le second forage répond au contraire parfaitement aux souhaits formulés:

- Il recoupe un drain karstique important en relation avec la source n°1 dont l'importance et la perennité du débit sont bien connus.

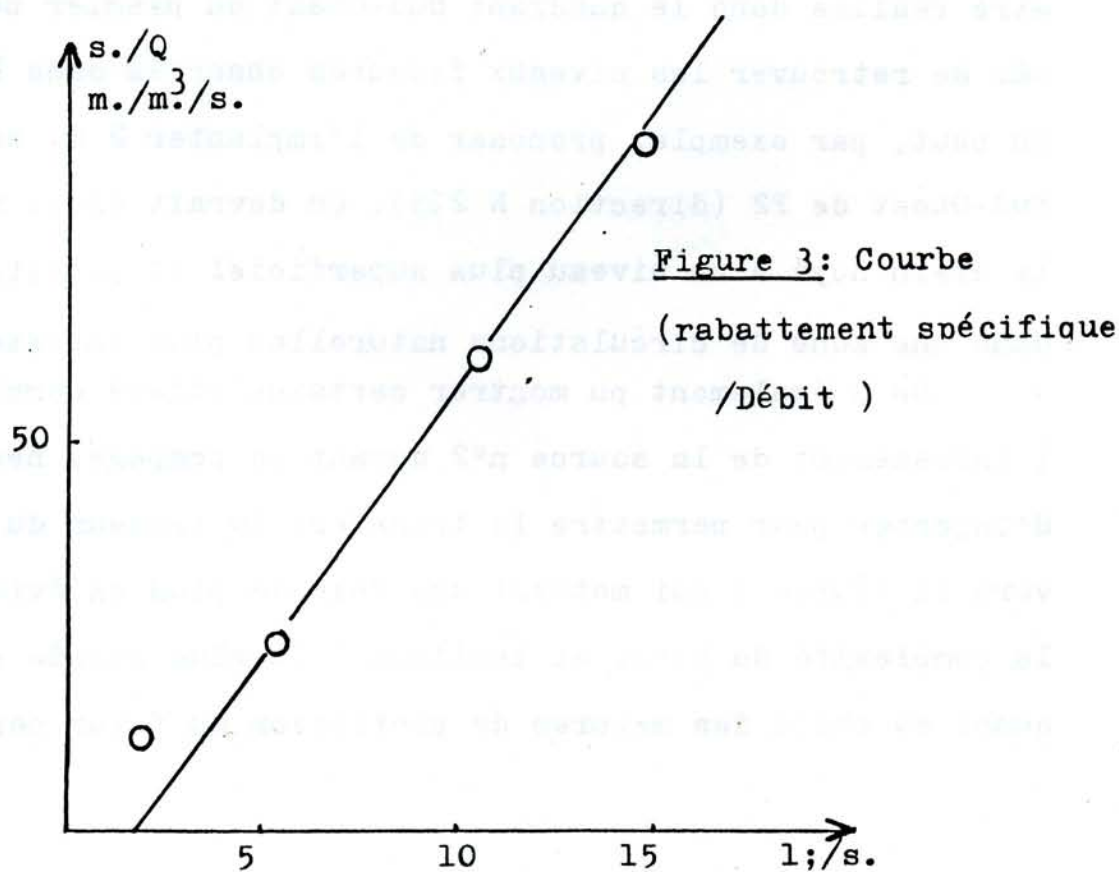
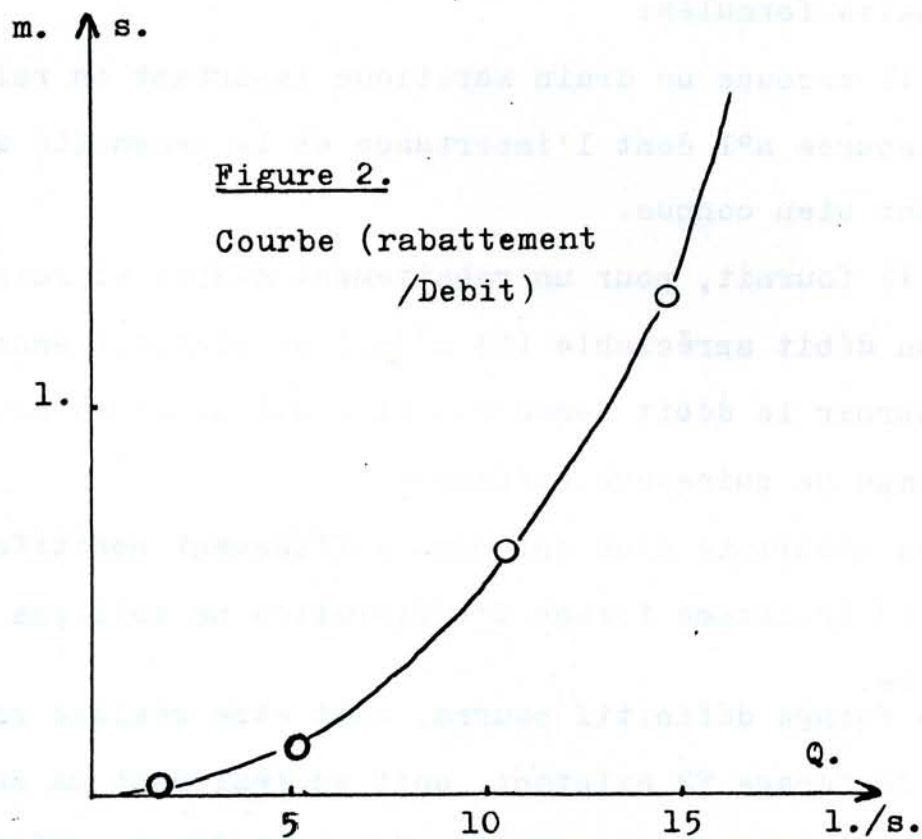
- Il fournit, pour un rabattement stable et raisonnable un débit appréciable ($53 \text{ m}^3/\text{h.}$) et pourrait sans doute fournir le débit demandé s'il était alésé et équipé d'une pompe de puissance suffisante.

Ces résultats nous ont paru suffisamment positifs pour qu'un troisième forage d'exploration ne soit pas nécessaire.

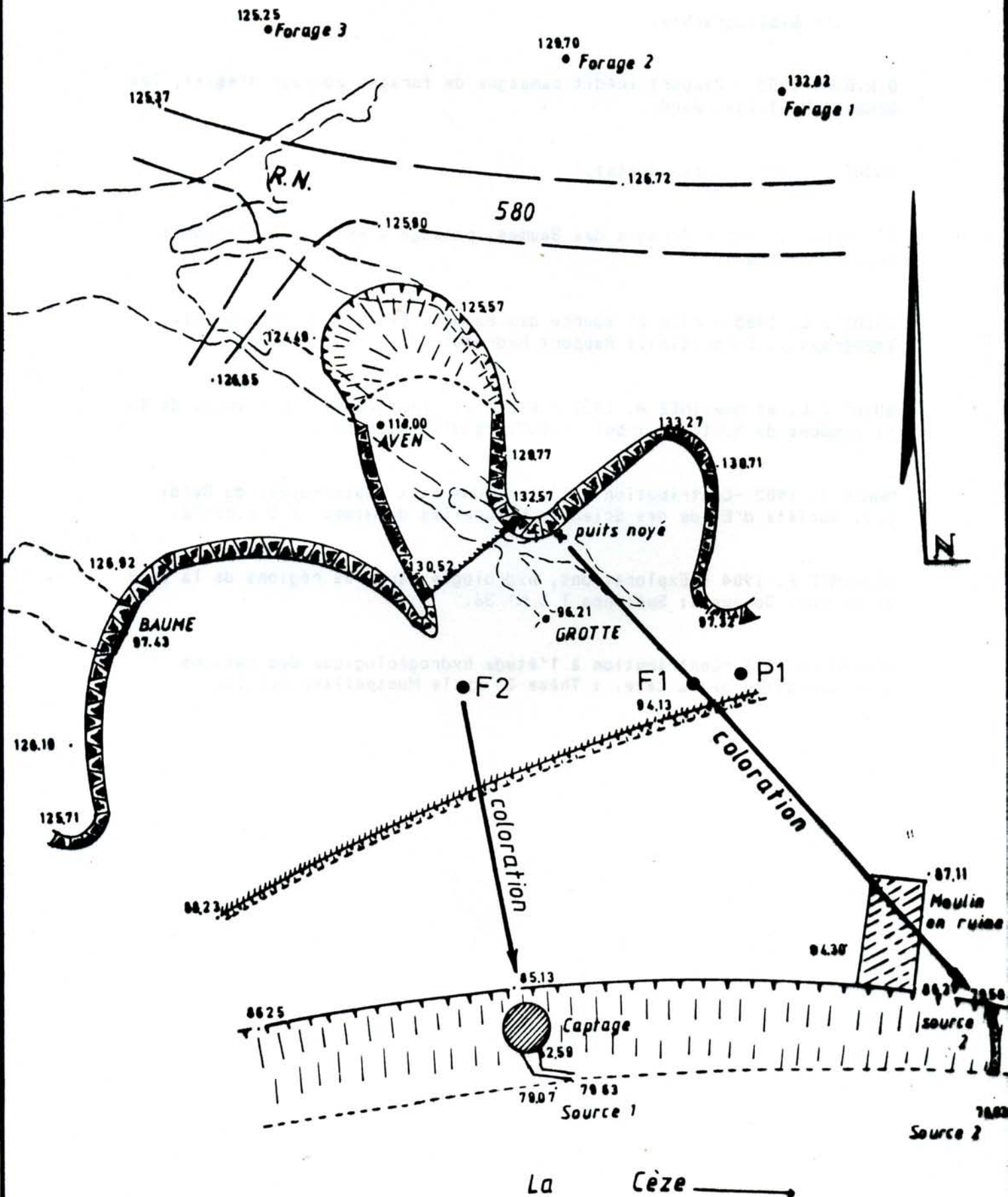
Le forage définitif pourra, soit être réalisé par alésage du forage F2 existant, soit en réalisant un second ouvrage au voisinage du premier. Celui-ci devra impérativement être réalisé dans le quadrant Sud-Ouest du premier pour être sûr de retrouver les niveaux fissurés observés dans F2.

On peut, par exemple, proposer de l'implanter 2 m. au Sud-Ouest de F2 (direction N 225). On devrait ainsi recouper le drain noyé à un niveau plus superficiel et se situer dans une zone de circulations naturelles plus importantes.

On a également pu montrer certains effets complexes (tarissement de la source n°2 durant le pompage, nécessité d'injecter pour permettre le transfert du traceur du forage vers la source) qui mettent une fois de plus en évidence la complexité du karst et incitent à la plus grande prudence quant au choix des mesures de protection du futur captage.



Plan topographique



Echelle: 1/500

11- Bibliographie.

B.R.G.M. 1985 - Rapport inédit campagne de forage, pompage d'essai, les Baumes, Montclus, Gard.

FABRE G. 1982 - Thèse d'état.

FOURNIER C. 1985 - Forages des Baumes, pompage d'essai, coloration.: Rapport Hydrosol.

J GUYOT J.L. 1985 - Aven et source des Baumes. Etude hydrogéologique. Topographie. Coloration.: Rapport Hydrosol.

GUYOT J.L. et MARTINEZ A. 1981 - Karst et fracturation. L'exemple de la commune de Montclus.: bul. C.D.S. 30 N°22 p.28-63 .

MAHEU J. 1902 -Contribution à l'étude des eaux souterraines du Gard: Bul. Société d'Etude des Sciences Naturelles de Nîmes. T 3 p.87-92.

MAZAURIC F. 1904 - Explorations, hydrologie dans les régions de la Cèze et du Mont Bouquet.: Spélunca T 5 N° 36.

POUZANCRE 1971 -Contribution à l'étude hydrogéologique des bassins d'alimentation de la Cèze. : Thèse 3^e cycle Montpellier U.S.T.L.