



FORAGE THERMAL de  
LACAUNE-LES-BAINS (81)

-----  
RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX

R 30 334  
MPY 4S 90

JANVIER 1990  
F. BEL

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Service Géologique Régional Midi-Pyrénées  
avenue Pierre-Georges-Latécoère - 31400 TOULOUSE - Tél.: 61.52.12.14

## SOMMAIRE

1 - OBJECTIFS ET HISTORIQUE DES TRAVAUX

2 - DATE DES TRAVAUX

3 - IMPLANTATION (figures 2 et 3)

4 - TECHNIQUE DE FORATION

5 - FORATION

6 - COUPE GEOLOGIQUE

7 - HYDROGEOLOGIE

7.1. Hypothèses de base de la prospection

7.2. Renseignements hydrogéologiques recueillis en cours de foration

7.2.1. Mesures de débit

7.2.2. Mesures de température

7.2.3. Conductivité de l'eau

7.2.4. Analyses chimiques de l'eau

8 - INTERPRETATION DES MESURES

9 - SCHEMA HYDROGEOLOGIQUE (figure 4)

10 - CONCLUSION GENERALE

\*  
\* \*

FORAGE THERMAL DE LACAUNE-LES-BAINS (81)

RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX

R 30 334  
MPY 4S 90

JANVIER 1990  
F. BEL

RESUME

A la demande de la mairie de Lacaune (81) le Bureau de Recherches Géologiques et Minière a réalisé en décembre 1989 un forage ayant pour objectif le recaptage de la source thermale de Bel Air dans le Domaine St Michel.

L'ouvrage a été réalisé par l'entreprise BONIFACE au marteau fond de trou et en circulation inverse. Profond de 200 m il a traversé essentiellement des calcaires et dolomies du Cambrien inférieur avec quelques intercalations de roches vulcano-détritiques (grès et tufs).

Le premier aquifère a été rencontré entre 5 et 12 m de profondeur. Cet aquifère superficiel est de type fissuré et karstique (pertes totales de circulation d'air) et très productif. L'eau qu'il renferme est de type bicarbonaté calco-magnésien avec une conductivité de 200 à 220  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$  et une température de 14 à 15°C.

Après avoir totalement isolé le karst avec un tubage cimenté (sabot à - 15 m) on a traversé entre - 18 et - 30 m une zone de petites fissures débitantes. Une venue d'eau chaude (débit de 3 à 4 m<sup>3</sup>/h à 19°C) s'est manifestée à - 23 m. Cette eau, dont les caractéristiques physico-chimiques sont comparables à celles de l'eau de la source de Bel Air toute proche (50 m), s'est par la suite rapidement mélangée avec de petites venues d'eau froide pour fournir un débit continu en foration de l'ordre de 8 à 9 m<sup>3</sup>/h à une température moyenne de 16°. Aucune augmentation de débit ni de variation de la qualité de l'eau ne s'est manifestée au-delà de 35 m de profondeur témoignant de l'imperméabilité des calcaires, dolomies et grès en profondeur (colmatage des fissures par des recristallisations de calcite).

.../..

---

Réalisation de l'étude

F. BEL

---

Outre ce résumé, ce rapport contient 9 pages de texte + 4 figures + 5 annexes.

Le forage a été arrêté à 200 m de profondeur et laissé en trou nu (sauf le tubage  $\varnothing$  340 mm de 0 à - 15 m). Il peut fournir 8 à 10 m<sup>3</sup>/h d'eau potable avec une pompe  $\varnothing$  4" placée à une cinquantaine de mètres de profondeur.

Bien qu'ayant atteint les deux objectifs géologiques visés, à savoir les calcaires dolomitiques du Cambrien et la faille de Bel Air, le forage n'a pas recoupé de venues d'eau thermale importantes. Cet échec est lié d'une part à la compacité des calcaires dolomitiques en profondeur et d'autre part au pendage de la faille qui n'a pu être recoupée par le forage que sur une trentaine de mètres en surface.

Il est probable aussi que les cavités du karst superficiel ont faussé les mesures de radon (circulations d'air et d'eau), rendant l'implantation du forage plus aléatoire.

Finalement il semble bien que la source de Bel Air est l'exutoire naturel non pas d'un d'un important réservoir carbonaté profond mais plutôt de faibles circulations dans le réseau de failles local.

Dans ces conditions la poursuite de la prospection apparaît aléatoire, d'autant plus que la nécessité d'isoler le karst superficiel par un tubage augmente les difficultés et le coût de l'opération.

Néanmoins on peut envisager l'exécution de 4 à 5 forages d'une quarantaine de mètres de profondeur au nord de la source pour tenter de recouper les remontées d'eau chaude dans la faille avant son mélange avec l'eau froide du karst.

Le coût d'une telle opération est de l'ordre de 250 000 F HT.

## 1 - OBJECTIFS ET HISTORIQUE DES TRAVAUX

La mairie de Lacaune (81) étudie un projet de relance du tourisme sur le thème général de la remise en forme (tourisme-santé). Le premier volet du projet est construit autour de la source de Montroucous (mise en bouteille d'eau très faiblement minéralisée). Le deuxième volet repose sur le thermalisme autour de la source chaude de Bel Air (d'après l'étude du BETHER 1989).

La source de Bel Air est actuellement inexploitée sur le plan thermal, mais sert à chauffer les locaux du centre de vacances du domaine St Michel appartenant à la mairie de Vitrolles (pompe à chaleur).

Elle est utilisée aussi en été pour remplir la piscine du casino.

Les quatre griffons de la source sourdent dans le fond d'un bassin bétonné situé lui-même dans les caves de l'un des bâtiments du centre de vacances. Le débit de la source est de l'ordre de 27 m<sup>3</sup>/heure et sa température varie de 22 à 25°C suivant les saisons.

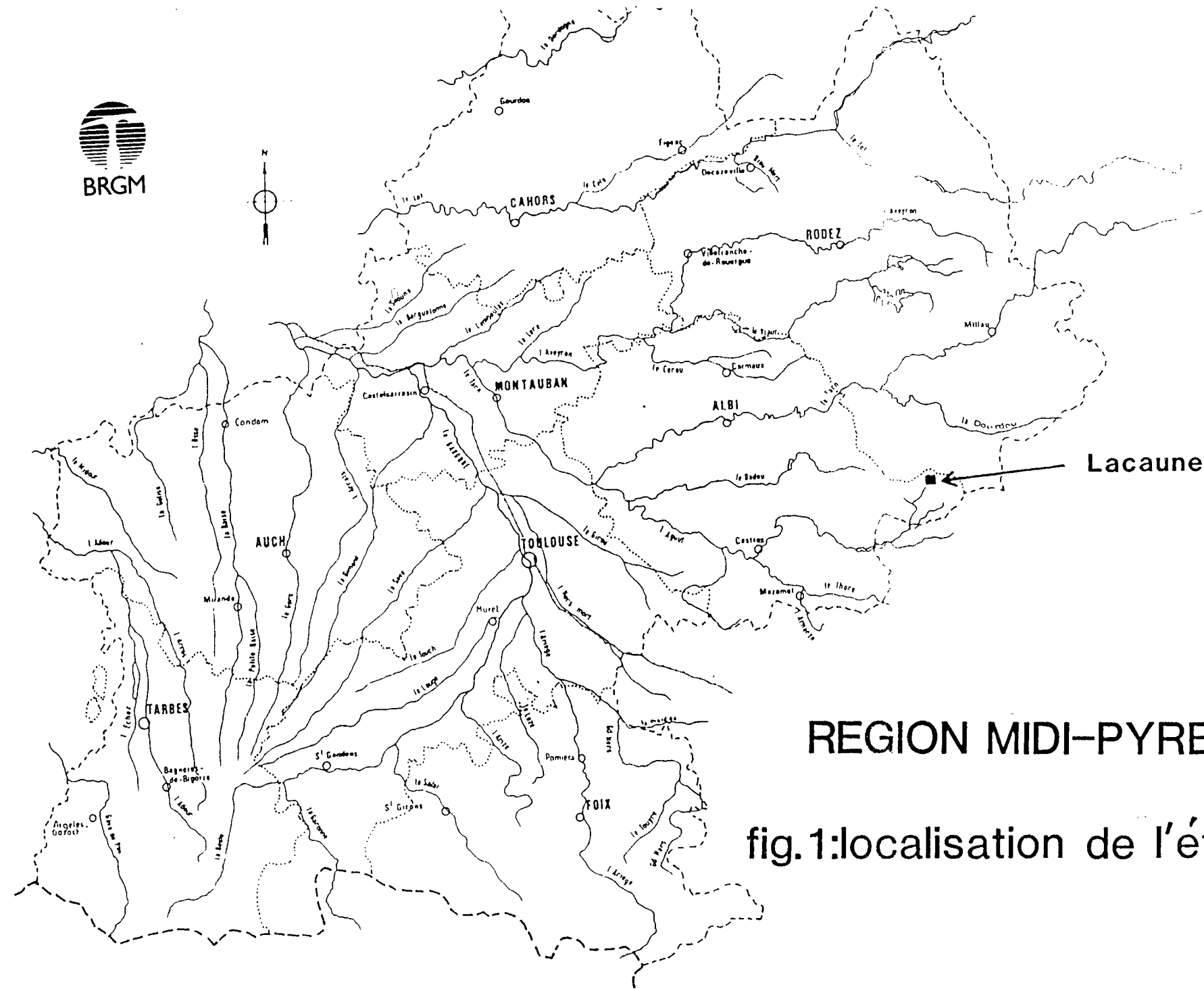
C'est une eau bicarbonatée calco-magnésienne faiblement minéralisée contenant des traces de phosphates, de manganèse, de strontium et d'arsenic.

La mairie de Lacaune a fait effectuer par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières en mars 1989 une étude de faisabilité du recaptage de la source (rapport n° 89 SGN 252 MPY). Cette étude a confirmé le mélange de l'eau chaude d'origine profonde et de l'eau froide de la nappe superficielle circulant dans les colluvions. Il a alors été décidé de tenter un captage de l'eau chaude en profondeur, sous les colluvions, à l'aide d'un forage, le but final étant d'obtenir une eau plus chaude et stable sur le plan de ses caractéristiques physico-chimiques.

Un emplacement favorable pour un forage a été mis en évidence à 50m de la source actuelle (anomalie positive de la teneur en gaz radon du sol et faille géologique d'importance régionale).

Le programme prévisionnel du forage prévoyait un ouvrage de 300 m de profondeur maximum de manière à recouper des circulations d'eau profondes (fractures dans les calcaires dolomitiques ou dans les grès d'âge cambrien).

La présence d'un karst très bien développé (cavités, grottes, rivières souterraines) à faible profondeur sous Lacaune nous a incités à commencer la foration en gros diamètre de manière à pouvoir poser un ou même deux tubages télescopiques pour isoler la nappe froide superficielle et forer dans de bonnes conditions de sécurité.



REGION MIDI-PYRENEES

fig.1:localisation de l'étude

La maîtrise d'oeuvre du forage a été confiée au B R G M et les travaux de foration ont été adjugés à l'entreprise Boniface de Lunel sur appel d'offres ouvert (entreprise moins disante).

## **2 - DATE DES TRAVAUX**

La foration a commencé le 1 décembre et s'est terminée le 14 décembre 1989 (non compris la mise en place et le démontage du matériel).

## **3 - IMPLANTATION**

Le forage est situé dans le domaine St Michel, à la périphérie Est de Lacaune (voir plans joints). Il est à 50 m des griffons de la source, au top de l'anomalie de gaz radon et sur le tracé de deux failles parallèles orientées N 110 - N120 (voir rapport géologique du BRGM de mars 1989).

## **4 - TECHNIQUE DE FORATION**

Le forage a été réalisé au marteau fond-de-trou et en circulation inverse (compresseur de 24 m<sup>3</sup>/mn), cette technique étant particulièrement adaptée d'une part à la traversée des zones karstiques et d'autre part à la reconnaissance hydrogéologique (bon échantillonnage des roches et de l'eau).

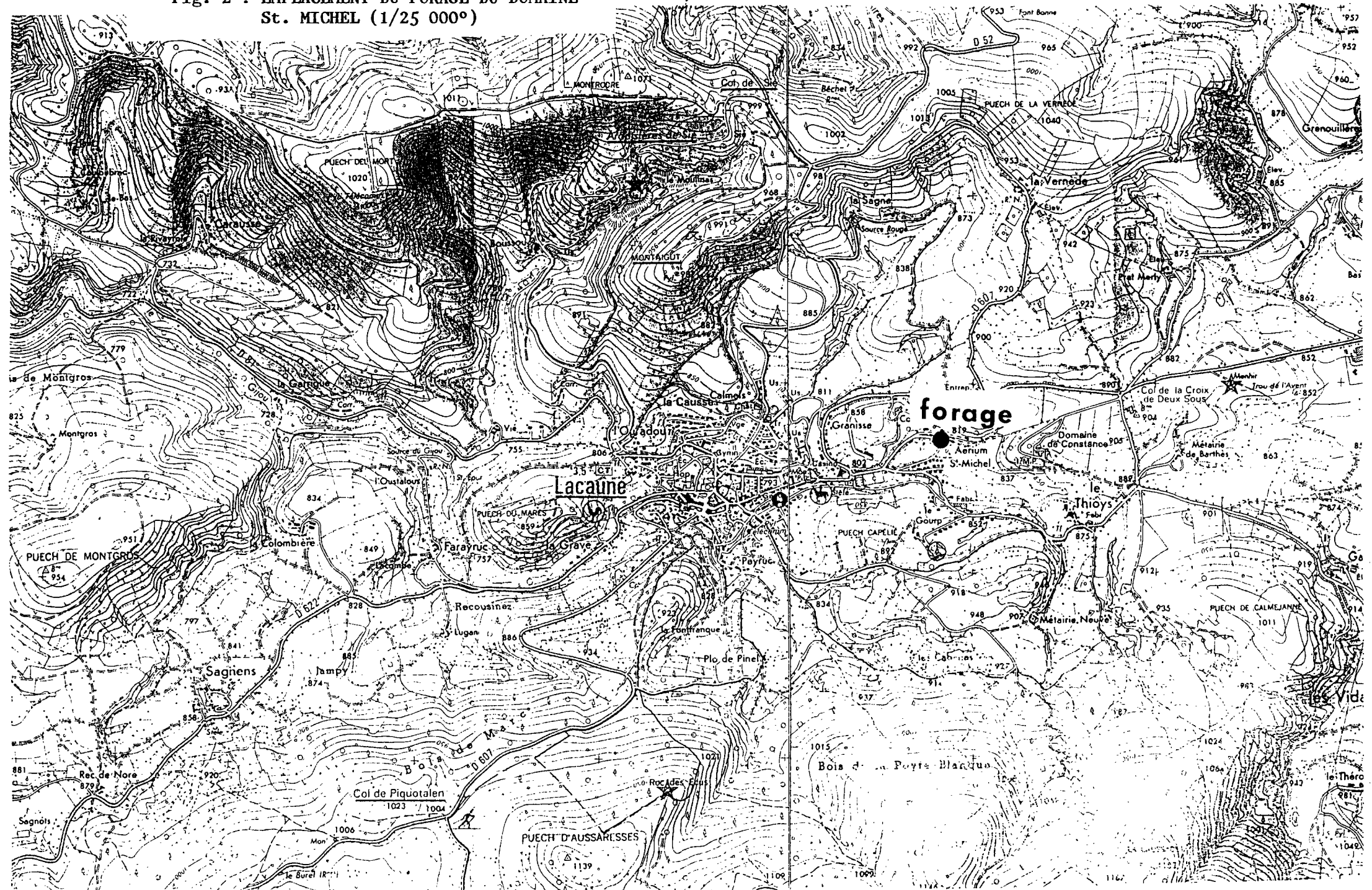
## **5 - FORATION**

### **1ère phase : Foration de l'avant-puits en Ø 17"**

Il était prévu de tuber les colluvions (cailloutis argileux) sur 7 à 8 m d'épaisseur en Ø 13"3/8 de manière d'une part à éviter l'éboulement des parois et d'autre part à éliminer les venues d'eau froide de la nappe phréatique.

En fait ce programme initial a dû être modifié car une importante cavité a été rencontrée entre - 5 et - 12 m de profondeur. Une perte d'air totale s'est d'abord manifestée entre - 5 et - 8 m de profondeur (aucune remontée de déblais, ni d'eau). A partir de - 9 m la circulation s'est rétablie (débit d'eau terreuse brune de l'ordre de 30 m<sup>3</sup>/h, estimation car jaugeage impossible). A partir de - 13 m la foration a repris normalement (grès et schistes noirs très altérés et fissurés).

Fig. 2 : EMPLACEMENT DU FORAGE DU DOMAINE  
St. MICHEL (1/25 000°)



La foration de l'avant-puits en Ø 17" a été arrêtée à - 15 m et un tubage métallique Ø 13"3/8 mis en place de 0 à 15 m. Ce tubage de protection a été cimenté avec 3 tonnes de ciment injecté par gravité dans l'annulaire.

L'ancrage du tube Ø 13"3/8 et sa cimentation ont été efficaces puisque la foration en Ø 12" a repris ensuite dans un trou sec.

### **2ème phase : Foration de reconnaissance en Ø 12" (311 mm)**

Conformément au programme prévisionnel la foration a continué à partir de - 16 m en Ø 12" (311 mm). Ce diamètre de foration en gros diamètre était prévu de manière à pouvoir mettre en place éventuellement un 2ème tubage en Ø 260 mm pour isoler des venues d'eau froide dans les calcaires dolomitiques. La foration en Ø 311 mm a été arrêtée à - 88 m/sol (avancement très lent de l'ordre de 25 à 35 min./mètre et pas de venues d'eau thermale importantes).

### **3ème phase : Foration de reconnaissance en Ø 9"5/8 (250 mm)**

La foration s'est poursuivie à partir de - 89 m en Ø 250 mm jusqu'à l'arrêt définitif à - 200 m. Le forage a été laissé en trou nu, la bonne tenue des parois à partir de - 15 m ne nécessitant pas la pose d'un tubage.

## **6 - COUPE GEOLOGIQUE**

Le forage a traversé en tête 5 m de colluvions très argileux, de couleur brune (limons avec quelques galets anguleux de nature très variée : schistes, grès, gneiss, etc...).

Une perte d'air totale s'est ensuite produite entre - 6 m et - 8 m témoignant de la présence de fissures ouvertes, sinon de véritables cavités. Cette découverte n'est pas totalement surprenante car un réseau de galeries karstiques est connu à 150 m plus à l'ouest.

De - 9 m à - 12 m la circulation d'air s'est partiellement rétablie accompagnée d'un débit d'eau important (estimé entre 20 et 30 m<sup>3</sup>/h) et de déblais difficiles à déterminer (mélange d'argiles brunes, de galets anguleux divers et de morceaux de calcaire dolomitique ou de grès noirs). Tout laisse à penser que ces déblais proviennent d'une zone fortement fracturée et même karstifiée liée à l'importante faille mise en évidence par la géologie (remplissage des fissures et cavités par les colluvions).

De - 13 m à - 15 m la circulation d'air en foration est redevenue normale malgré les indices de fracturation (mélange de schistes, de grès et de calcaires).

A partir de - 15 m la foration a pu se poursuivre dans de bonnes conditions grâce à la pose d'un tubage métallique isolant la partie superficielle.

De - 15 m à - 27 m on a rencontré essentiellement une formation **vulcano-sédimentaire** : bancs de roches siliceuses blanchâtres à taches vertes (épidote?) qui correspondent probablement à des **tufs rhyolitiques**, alternant avec des roches noires à matrice carbonatée (siltites, tufs ?) et des dolomies. Toutes ces roches sont accompagnées de sulfures (taches rouilles de pyrite) et sont fracturées (venues d'eau).

Entre - 28 m et - 32 m le forage a traversé des grès fins blanchâtres pyriteux et des tufs rhyolitiques blancs à taches vert clair (épidote ?). Cette roche est facilement repérable en foration car elle est tendre et donne en déblais une pâte gris clair assimilable à une "marne" (création de "bouchons").

A partir de - 33 m et jusqu'à - 174 m on a foré une épaisse série calcaréo-dolomitique, de couleur grise dominante, parsemée de filonnets de calcite blanche. Au-delà de - 128 m le calcaire dolomitique devient plus lité, schisteux et prend une coloration rose violacé ou noire. On note aussi des intercalations de grès fins (siltites) et de tufs de couleur foncée (épais filon de calcite blanche à - 74 m = remplissage de fracture).

Enfin de - 175 m à - 200 m apparaissent des **grès ou tufs vert foncé** à gros grains de quartz (taille millimétrique) parfois éclatés. Comme les précédentes cette roche est parcourue de filonnets de calcite blanche.

Finalement la coupe géologique du forage peut être synthétisée ainsi :

- de 0 à 5 m : colluvions argileux (Quaternaire)
- de 6 à 12 m : zone de faille broyée, fracturée et même karstifiée avec remplissage partiel des vides par les colluvions argileux de surface
- de 13 à 32 m : roches carbonatées et vulcano-détritiques (grès + tufs) fracturées (venues d'eau)
- de 33 à 175 m : ensemble calcaréo-dolomitique de teinte grise dominante, traversé par de multiples filons et filonnets de calcite qui colmatent les fractures
- de 176 à 200 m : grès ou tuf vert foncé à filonnets de calcite (fissures colmatées).

Le forage a donc bien rencontré les objectifs fixés, à savoir:

- une zone faillée avec son cortège de fractures et de karstification (en surface)
- les calcaires et dolomies du Cambrien (en profondeur).

Malheureusement malgré cela, comme nous allons le voir maintenant, aucune venue d'eau chaude importante n'a été mise en évidence.

## 7 - HYDROGEOLOGIE

### 7.1. Hypothèses de base de la prospection

Un forage de 300 m de profondeur maximum avait été programmé afin de tenter de recouper les venues d'eau chaude qui alimentent la source de Bel Air.

Deux objectifs étaient visés :

- les circulations ascendantes verticales, ou subverticales, le long du faisceau de failles passant de part et d'autre de la source (fractures)
- le réservoir profond constitué par les calcaires et dolomies du Cambrien inférieur (fractures et karstification).

Le forage avait été implanté en fonction de ces deux objectifs d'une part sur des critères strictement géologiques, et d'autre part sur une anomalie de gaz radon.

### 7.2. Renseignements hydrogéologiques recueillis en cours de foration

Trois types de mesures ont été effectuées en permanence pendant toute la durée de la foration :

- le débit d'eau en tête du forage,
- la température et la conductivité de l'eau.

Ces mesures ont été reportées sur le diagramme de la figure 3 ci-jointe.

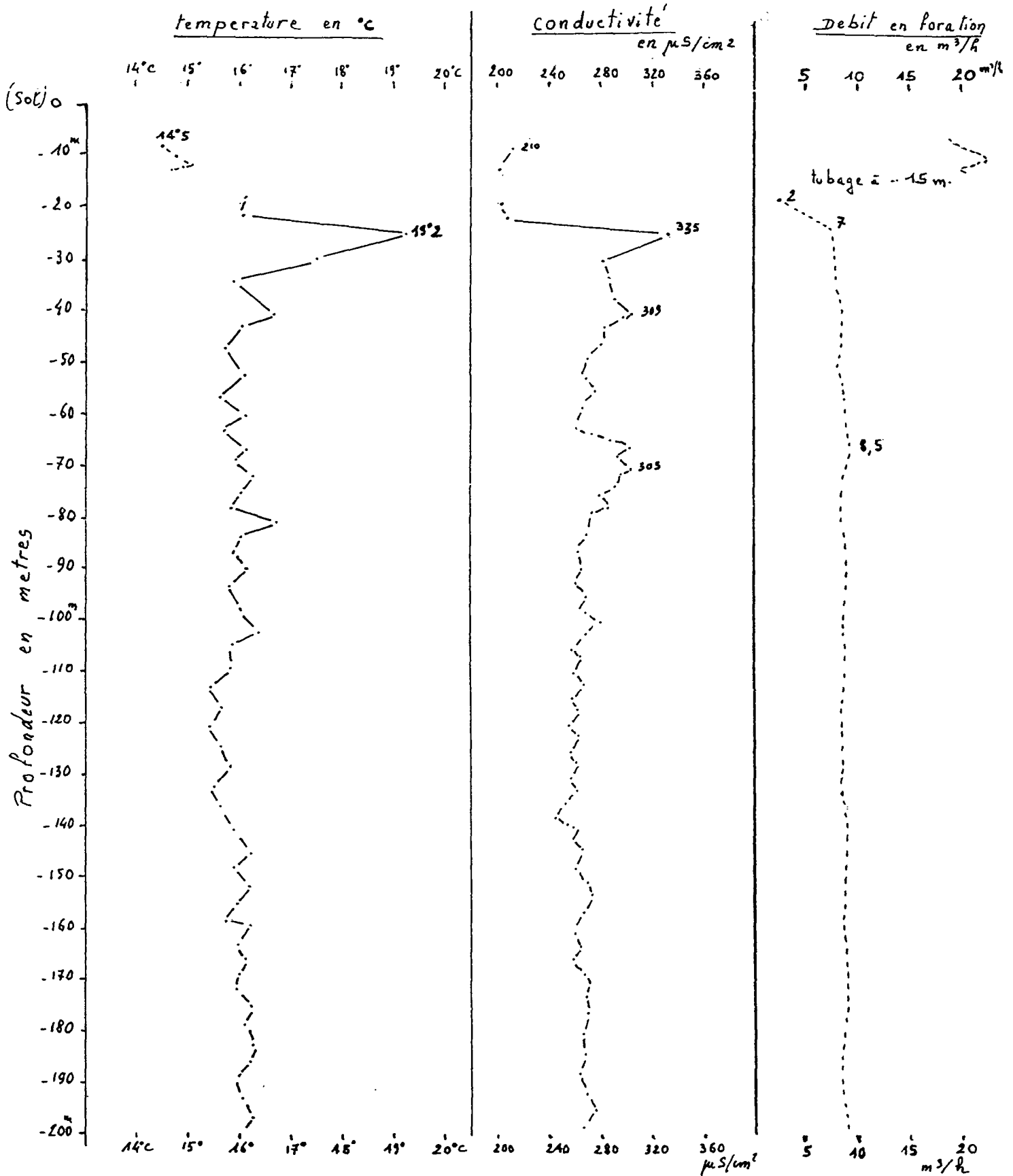
#### 7.2.1. Mesures de débit

La première venue d'eau, très brutale, s'est manifestée à - 8m après une perte totale de circulation, c'est-à-dire dans une zone de cavités karstiques. Le débit en foration a été estimé entre 20 et 30 m<sup>3</sup>/h. Ce débit s'est maintenu entre - 8 m et - 12 m. Le tubage  $\varnothing$  13"3/8 destiné à isoler cette nappe superficielle froide a été posé à - 15 m dans la roche saine.

A la reprise de la foration en  $\varnothing$  12" le forage est resté sec de - 15 à - 17 m, témoignant de la parfaite isolation de la nappe superficielle par le tubage.

Une faible venue d'eau, de 1,5 à 2 m<sup>3</sup>/h (0,5 l/s), a été rencontrée à - 17 m. Elle a été suivie d'une deuxième à - 24 m, portant le débit à 7 m<sup>3</sup>/h.

Fig. 3 : Forage de Bel Air à Lacagne : mesures en cours de foration.



A partir de cette cote le débit en foration, ou au soufflage en fin de tige, est resté relativement constant n'augmentant que très lentement et très progressivement jusqu'au 8.5 m<sup>3</sup>/h.

Malgré plusieurs tentatives il n'a pas été possible de mesurer le niveau dynamique dans le forage pendant le soufflage (coincement de la sonde). Tout laisse à penser que celui-ci était relativement bas et que donc le débit de 8,5 m<sup>3</sup>/h est bien le débit maximum du forage. Il faut noter par ailleurs une remontée rapide de l'eau dans le forage à chaque changement de tige (arrêt du soufflage) car il était nécessaire à chaque début de tige d'expulser plusieurs dizaines de m<sup>3</sup> d'eau (soufflage entre 15 et 20 m<sup>3</sup>/h pendant 3 à 4 minutes).

#### 7.2.2. Mesures de température

La première venue d'eau à fort débit, entre - 9 et 15 m, a une température comprise entre 14°5 et 15°.

La deuxième venue à - 17 m était à 16,1, tandis que l'eau de la fracture productive traversée à - 24 m était à 19,2°C. A partir de là la température de l'eau s'est stabilisée autour de 16°, les faibles variations enregistrées étant probablement liées aux conditions extérieures (température de l'air, conditions de foration ou de prélèvement).

#### 7.2.3. Conductivité de l'eau

Elle était de 195 à 210 µS/cm<sup>2</sup> entre - 8 et - 13 m ainsi qu'à - 17m. Une augmentation brutale s'est produite à - 24 m (335 µS/cm<sup>2</sup>). La conductivité s'est ensuite maintenue autour de 280 µS/cm jusqu'à - 80 m. Par la suite elle s'est stabilisée autour de 270 µS/cm<sup>2</sup>.

#### 7.2.4. Analyses chimiques de l'eau

En plus des mesures régulières de température et de conductivité effectuées tout au long de la foration (voir figure 3), deux échantillons d'eau ont été prélevés et analysés (analyse de type 1 dont les résultats sont donnés en annexe) par le Laboratoire Départemental de l'Eau de Toulouse.

Le premier prélèvement a été effectué à - 23 m de profondeur, c'est-à-dire au moment de la venue d'eau chaude.

Le deuxième échantillon a été prélevé à - 31 m et est représentatif du mélange eau chaude + eau froide.

La comparaison des deux sondages montre que les eaux ont des caractéristiques physico-chimiques très voisines (faciès bicarbonaté calco-magnésien), bien que l'eau de - 23 m soit légèrement plus minéralisée (Résidu sec de 189 mg/l au lieu de 166 mg/l) confirmant ainsi l'augmentation de conductivité mesurée en cours de foration).

On note aussi que l'eau de - 23 m a une teneur en arsenic double (0,027 mg/l contre 0,014 mg/l).

Si maintenant on compare l'eau du forage avec celle du griffon n°1 de la source de Bel Air (analyse du 1er mars 1989 par le BRGM, rapport 89 SGN 252 MPY) on retrouve le même faciès chimique mais avec une teneur en sulfates nettement plus faible dans le griffon (8 au lieu de 20 mg/l).

## 8 - INTERPRETATION DES MESURES

Le diagramme de la figure 3 synthétise l'ensemble des mesures et permet leur interprétation.

Le premier point important est la confirmation de l'existence d'une nappe superficielle à fort débit circulant entre - 6 m et - 12 m de profondeur dans un réseau bien développé de fissures karstifiées. L'eau de cette nappe est caractérisée par une conductivité faible (200 à 220  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) voisine de celle des eaux de surface (214  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$  pour l'eau du ruisseau voisin). Sa température (entre 14 et 15°C) paraît par contre légèrement élevée par rapport d'une part à la source karstique du Gigou (11°C) et de la source qui alimente le domaine St Michel (10°C).

Le deuxième phénomène important est la venue d'eau chaude rencontrée entre - 23 et - 24 m. Cette eau se distingue de l'eau superficielle aussi bien par sa température élevée (19°C) que par sa conductivité (335  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) supérieure à la fois à celle de la source de Bel Air (304 à 310  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ) et à celle de l'aquifère karstique superficiel (200  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ). Il faut ajouter que la température réelle de l'eau produite par la fissure de - 23 m est certainement nettement supérieure à 19°C car d'une part on sait par expérience que l'on perd 1 à 2°C entre le forage et la surface (circulation dans les tiges et les flexibles) et d'autre part l'eau arrivant à la surface est un mélange des différentes venues d'eau. On peut raisonnablement penser que dans la fissure de - 23 m l'eau a une température comprise entre 22 et 25°C. On retrouve alors les températures mesurées aux griffons de la source de Bel Air. Il est donc probable que toutes ces eaux ont la même origine.

## 9 - SCHEMA HYDROGEOLOGIQUE (figure 4)

Sur la coupe de la figure 4 nous avons tenté de représenter schématiquement les différentes observations et mesures faites lors de la foration.

Tout d'abord il est clair que le forage est implanté exactement sur la faille comme en témoigne l'intense fracturation rencontrée sur les 25 à 30 premiers mètres. Par la suite comme la faille n'est pas verticale mais a un pendage Nord assez marqué (de l'ordre de 70 à 80° par rapport à l'horizontale) le forage vertical a quitté la zone de broyage et aucune autre venue d'eau nette ne s'est manifestée.

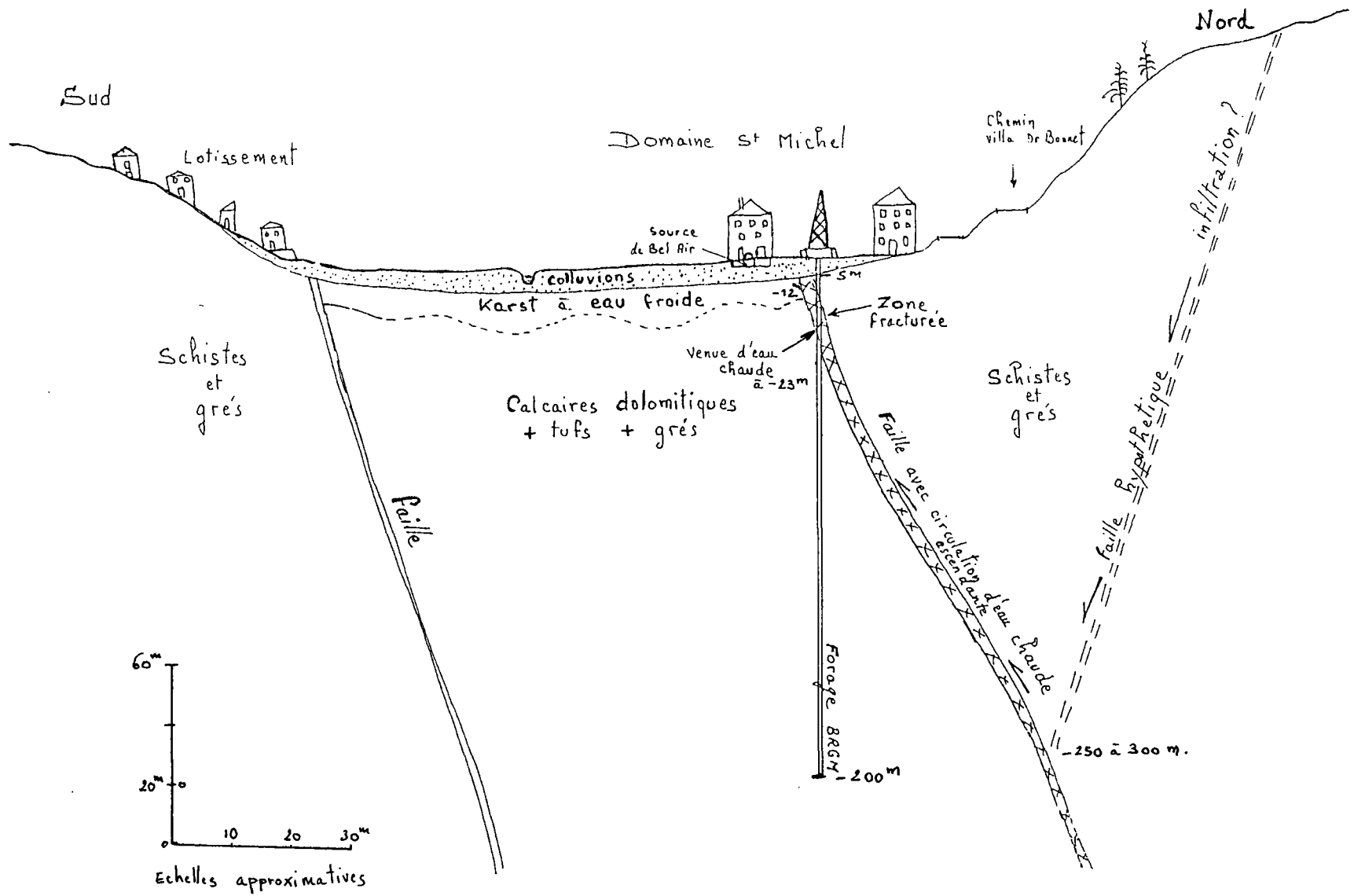


Fig. 4 : SCHEMA HYDROGEOLOGIQUE PRESUME DE LA SOURCE DE BEL AIR

De plus la dernière venue d'eau importante rencontrée à - 23 m, est aussi la plus chaude.

Ces observations laissent à penser que l'eau thermale qui sourd à la source de Bel Air et que l'on a retrouvé à - 23 m dans le forage remonte bien le long de la faille comme on le supposait à l'origine.

Malheureusement, à cause du karst superficiel les remontées d'eau chaude s'effectuent au milieu de circulations d'eau froide essentiellement horizontales. De ce fait les mélanges eaux chaude/eau froide sont inévitables.

D'autre part le pendage de la faille et l'apparente faible épaisseur de la zone de circulation (fissures non colmatées) font qu'il est difficile de recouper plusieurs venues d'eau chaude à l'aide d'un forage vertical.

Un point important non élucidé est celui de l'origine de l'eau chaude de Bel Air.

L'hypothèse initiale d'un aquifère profond dans les dolomies, dont Bel Air serait un des exutoires visibles, n'est pas prouvée puisque ces dolomies se sont révélées compactes et non aquifères (fractures colmatées par des recristallisations de calcite).

Dans l'état actuel des connaissances l'hypothèse la plus vraisemblable est celle de faibles circulations d'eau dans un petit réseau de fractures localisées au Nord de Bel Air. Bien entendu cette interprétation enlève beaucoup d'intérêt à la continuation de la prospection car les chances de recouper des venues d'eau importantes et à haute température diminuent.

## 10 - CONCLUSION GENERALE

Le forage de Bel Air, bien qu'il ait exactement rencontré les objectifs géologiques qui étaient les siens à l'origine, à savoir la faille et les calcaires dolomitiques du Cambrien, n'a pas permis de mettre en évidence des venues d'eau thermale intéressantes aussi bien en volume qu'en température.

Malgré ce résultat pratique négatif les nombreuses observations effectuées au cours de la foration permettent de progresser dans la connaissance du système hydrogéologique de la source thermale de Bel Air. C'est ainsi que nous savons maintenant que :

- a) les calcaires dolomitiques du Cambrien sont compacts et non aquifères en profondeur et ne constituent donc pas le réservoir profond de la source thermale

- b) les remontées d'eau chaude semblent bien se faire le long de la faille passant par le domaine St Michel. Comme cette faille a un pendage marqué il est impossible de la recouper longuement avec un forage vertical, d'où des débits d'eau chaude peu élevés (quelques m<sup>3</sup>/h).
  
- c) la présence d'un karst superficiel bien développé rend la prospection difficile car celui-ci fausse les mesures de radon (circulations horizontales d'eau et d'air dans les cavités).

De plus il complique et augmente considérablement le coût des forages (tubages télescopiques pour isoler l'eau froide).

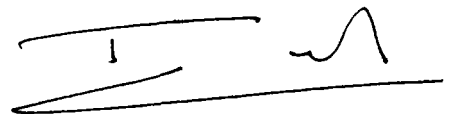
Finalement la continuation de la prospection apparaît très aléatoire. Nous nous basons pour affirmer cela, en plus des observations ci-dessus, sur :

- a) l'échec des deux forages réalisés en 1979 par l'entreprise Riols pour le Dr Bonnet à quelques dizaines de mètres du forage BRGM (profondeur de l'ordre de 70 à 90 m d'après les renseignements oraux de M. Riols),
  
- b) notre expérience de prospection thermale dans un contexte géologique comparable (Therms de Salut à Bagnères de Bigorre).

Si malgré tout la prospection devait être continuée il semble que la meilleure technique serait la réalisation de 4 ou 5 petits sondages de reconnaissance implantés au Nord de la source (cour intérieure du bâtiment en U du domaine St Michel et chemin au nord de ce même bâtiment). Ces sondages, de 30 à 40 m de profondeur, exécutés avec une sondeuse à l'air très mobile équipée d'un tubage à l'avancement pour isoler le karst superficiel, représentent un investissement supplémentaire de l'ordre de 250 000 F HT.

L'Ingénieur hydrogéologue

F. BEL



Département : TARN  
Commune : LACAUNE

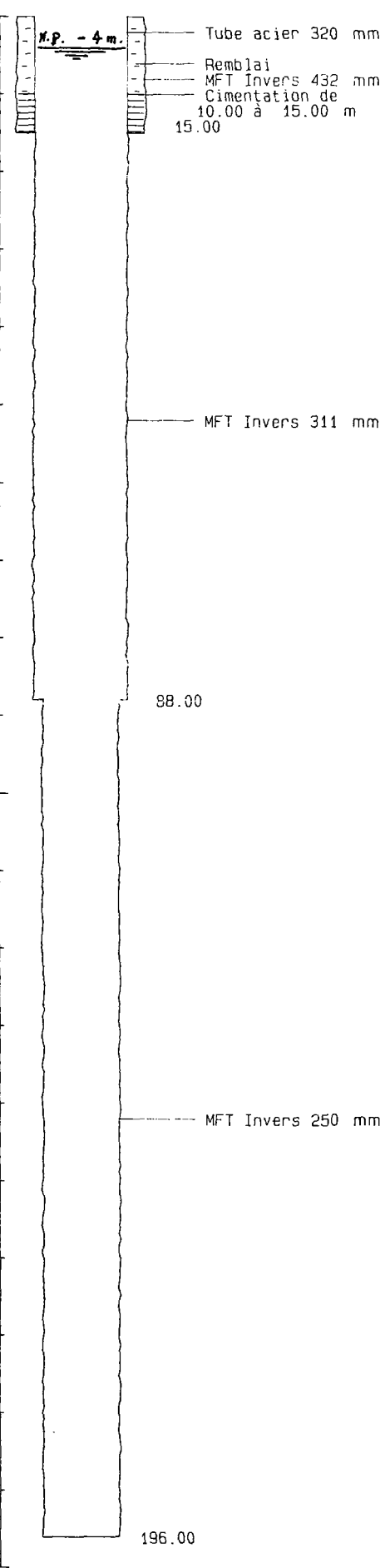
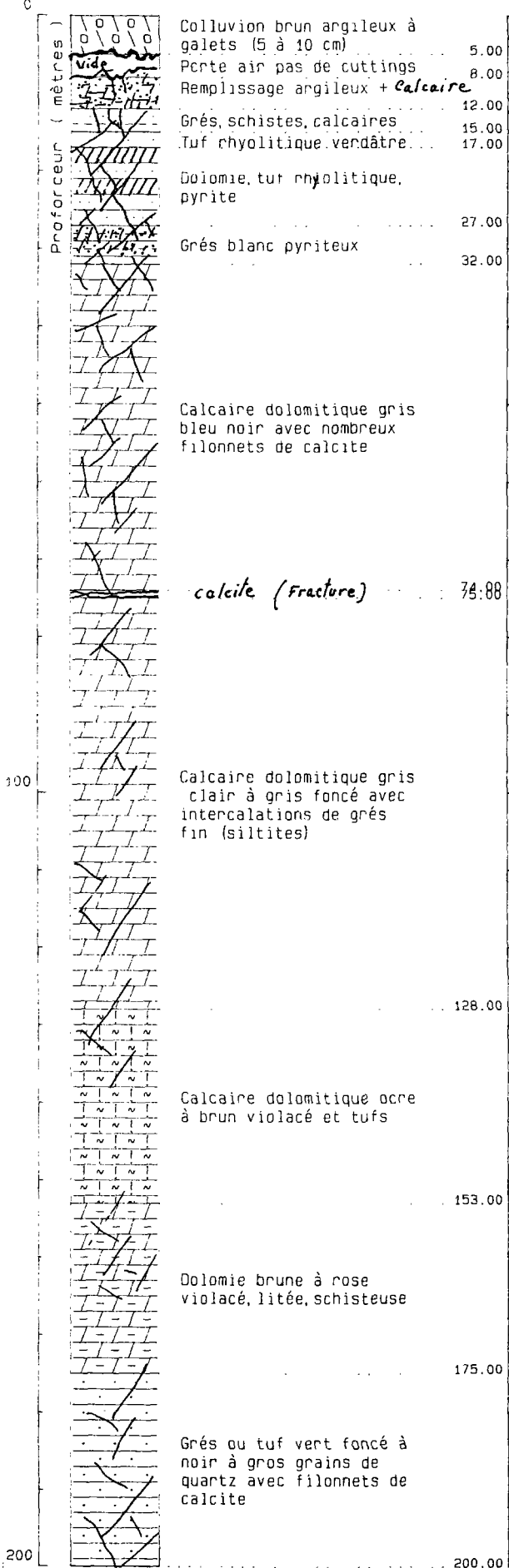
N° classement : 0987-3X-0026  
Désignation : LACAUN

COUPE LITHOLOGIQUE

COUPE TECHNIQUE

Logiciel BRGM

Recherches Géologiques et Minières



DATE (S) D'EXECUTION  
Début : 29/11/89  
Fin : 14/12/89

LOCALISATION  
X : 629.850 km  
Y : 156.700 km  
Z sol : 815.00 m

PARAMETRES  
PHYSICO-CHIMIQUES  
Temp. : 16.1 °C  
pH : 8.5  
Cond. : 264 µS/cm  
Résidu: 166 mg/l  
sec  
Dureté: 14 °F

Création dossier: 15/12/89

FICHE OUVRAGE

N° classt : 0987-3X-0026

Mise à jour : 05/01/90

Désignation : LACAUN

Page 1/3

## LOCALISATION ET IDENTIFICATION

Projet : Département : TARN  
 Marché : Commune : LACAUNE  
 Financement : Lieu-dit : DOMAINE SAINT MICHEL  
 N° commune : 124

MAITRE D'OUVRAGE : MAIRIE LACAUNE Zone Lambert : 3  
 MAITRE D'OEUVRE : BRGM X = 629.850 km  
 Y = 156.700 km  
 ENTREPRENEUR : BONIFACE Z = 815.000 m +/- 2.5m

## Forage

Réalisé du 29/11/89 au 14/12/89

Carte topographique: LACAUNE (987)

Echelle : 1/25000

Code aquifère : 558a

## DESCRIPTION DU TROU NU

| Diamètre (mm) | Profondeur/sol (m) | Mode de foration | Fluide utilisé |
|---------------|--------------------|------------------|----------------|
| 432           | 0.00 - 15.00       | Mft inverse      | Air            |
| 311           | 15.00 - 88.00      | Mft inverse      | Air            |
| 250           | 88.00 - 196.00     | Mft inverse      | Air            |

## TUBAGES

| Type de tube | Øint. | Profondeur (m) sup. - inf. | Nature du tube | Epaisseur tube (mm) |
|--------------|-------|----------------------------|----------------|---------------------|
| Tube plein   | 320   | 0.00 - 15.00               | ACIER APS 20A  | 6                   |

## ANNULAIRES

## ESPACE ANNULAIRE EXTERNE (entre trou nu et tubage externe)

| Profondeur/sol |       | Type d'annulaire | Nature (et texture) | Granulométrie (mm - mm) |
|----------------|-------|------------------|---------------------|-------------------------|
| sommet         | base  |                  |                     |                         |
| 0.00           | 10.00 | Remblai          | Ciment              |                         |
| 10.00          | 15.00 | Cimentation      |                     |                         |

|                            |               |                          |
|----------------------------|---------------|--------------------------|
| Création dossier: 15/12/89 | FICHE OUVRAGE | N° classt : 0987-3X-0026 |
| Mise à jour : 05/01/90     |               | Désignation : LACAUN     |

Page 2/3

CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

| Aquifère<br>(ou nappe)  | Faciès<br>lithologique | Type de<br>porosité   | Type de<br>nappe | Profondeur/sol |       |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------|----------------|-------|
|                         |                        |                       |                  | toit           | mur   |
| SUPERFICIEL<br>PROFONDE |                        | Karstique<br>Fracturé |                  | 6.00           | 12.00 |
|                         |                        |                       |                  | 18.00          | 25.00 |

Base Recouv.: 5 m Base Altér.: 25 m Géomorphologie : Vallée alluv.

| Linéament | Direction | Longueur (m) | Dist./forage (m) |
|-----------|-----------|--------------|------------------|
| 1         | N 110 °   | 2000.00      | 5.00             |

DESCRIPTION DES VENUES D'EAU

| Profondeur/sol<br>(m) | Débit cumulé<br>(m <sup>3</sup> /h) |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 8.00                  | 30.0                                |
| 18.00                 | 0.5                                 |
| 22.00                 | 2.0                                 |
| 24.00                 | 7.0                                 |

Création dossier: 15/12/89

FICHE OUVRAGE

N° classt : 0987-3X-0026

Mise à jour : 05/01/90

Désignation : LACAUN

Page 3/3

## PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Température de l'eau : 16.1 °C Conductivité : 264 µS/cm  
 pH laboratoire : 0.5  
 Dureté (TH) : 14 °F  
 Silice : 7.10 mg/l mg/l O2 dissous : mg/  
 Résidu sec : 166.00 mg/l CO2 dissous : mg/l

| Cations           | mg/l  | meq/l | Anions           | mg/l   | meq/l |
|-------------------|-------|-------|------------------|--------|-------|
| Ca++              | 29.00 | 1.45  | HCO3-            | 156.00 | 2.56  |
| Mg++              | 18.00 | 1.48  | CO3--            | 5.00   | 0.16  |
| Na+               | 3.30  | 0.14  | Cl-              | 4.00   | 0.11  |
| K+                | 3.00  | 0.08  | SO4--            | 23.00  | 0.48  |
| Fe++              | 0.10  | 0.00  | NO3-             | 1.00   | 0.02  |
| Somme des cations |       | 3.15  | Somme des anions |        | 3.33  |
| Mn++              | 0.06  |       | NO2-             | 0.20   |       |
| NH4+              | 0.10  |       |                  |        |       |

Balance ionique : 0.18 meq/l Erreur : 3 % (déficit cationique)

| Ca / Na | Na / Mg | Ca / Mg | SO4 / Cl | Cl-(Na+K) / Cl |
|---------|---------|---------|----------|----------------|
| 10.09   | 0.10    | 0.98    | 4.25     | -0.95          |

## OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES

Forage de recherche d'eau thermique implanté  
 près de la source de BEL AIR à LACAUNE.  
 A seulement rencontré une faible venue  
 d'eau chaude (19.2) à -23m. A été laissé en  
 trou nu sans crépines

Services Techniques

**LABORATOIRE DEPARTEMENTAL  
DE L'EAU**

Laboratoire agréé par le Ministère  
de la Santé  
en qualité de Laboratoire régional

53, rue Devic — 31400 TOULOUSE  
Téléph. : 61.53.14.61

# ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE D'EAU

**TYPE I - ANALYSE COMPLETE**

|          |
|----------|
| N° 12334 |
|----------|

COMMUNE LACAUNE Dépt 81

SYNDICAT

Point d'eau - Distribution publique - Distribution privée

Point précis de prélèvement Echantillon n° 1 (profondeur 23m.)

Analyse demandée par B.R.G.M

Motif

Origine de l'eau : source captée - non captée - puits - forage - citerne - surface -

Eau non traitée - traitée par

Prélevée le 5/12/89 à heures, par B.R.G.M

Remise au laboratoire le 8/12/89 à 11 heures, par B.R.G.M

**EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE**

|                           |              |                                       |           |
|---------------------------|--------------|---------------------------------------|-----------|
| Température in situ       | 19.2 °C      | Dureté totale                         | 17.5 °F   |
| pH sur place              |              | T A C                                 | 15.8 °F   |
| pH au laboratoire à 14 °C | 8.6          | T A                                   | 0.0 °F    |
| Turbidité                 | 15 NTU       | Oxydabilité au KMnO4 à chaud          | 14.6 mg/l |
| Conductivité à 20°        | 307 µ. S/cm  | Résidu sec à 105°                     | 189 mg/l  |
| Couleur après filtration  | < 5 u. Hazen | CO <sub>2</sub> libre calculé à 14 °C | < 1 mg/l  |
| Odeur                     |              | O <sub>2</sub> dissous                | mg/l      |
| Saveur                    |              | Cl <sub>2</sub> libre                 | mg/l      |
|                           |              | Cl <sub>2</sub> total                 | mg/l      |
|                           |              | Silice en SiO <sub>2</sub>            | 7.1 mg/l  |
|                           |              | Sulfures en S                         | mg/l      |
|                           |              | Fluor                                 | 0.08 mg/l |

**BALANCE IONIQUE**

| CATIONS                               |          | ANIONS                         |             |
|---------------------------------------|----------|--------------------------------|-------------|
| Calcium Ca <sup>++</sup>              | 28 mg/l  | Chlorures Cl <sub>-</sub>      | 5 mg/l      |
| Magnésium Mg <sup>++</sup>            | 26 mg/l  | Nitrites NO <sub>2-</sub>      | 1.6 mg/l    |
| Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | 0.1 mg/l | Nitrates NO <sub>3-</sub>      | 1 mg/l      |
| Sodium Na <sup>+</sup>                | 3.5 mg/l | Sulfates SO <sub>4-</sub>      | 20 mg/l     |
| Potassium K <sup>+</sup>              | 3.2 mg/l | Phosphates PO <sub>4-</sub>    | < 0.05 mg/l |
|                                       |          | Carbonates CO <sub>3-</sub>    | 6 mg/l      |
|                                       |          | Bicarbonates HCO <sub>3-</sub> | 180 mg/l    |

## ESSAI AU MARBRE

|              | AVANT | APRES |
|--------------|-------|-------|
| pH .....     |       |       |
| TAC °F ..... |       |       |

## METAUX

|             |        |      |
|-------------|--------|------|
| Fer total * | < 0.1  | mg/l |
| Manganèse * | < 0.02 | mg/l |
| Aluminium * | 0.060  | mg/l |
| Strontium*  | 0.1    | mg/l |
| Arsenic*    | 0.027  | mg/l |

\* Analyse sur échantillon d'eau acidifié au laboratoire

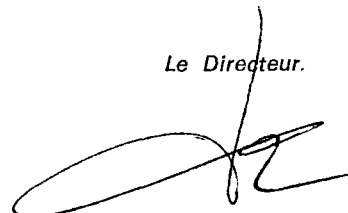
## CONCLUSIONS

ECHANTILLON D'EAU PROBABLEMENT SOUILLE PAR LES OPERATIONS DE FORAGE.

A NOTER EN EFFET LA PRESENCE D'UN DEPOT NCIRATRE ET D'UNE ODEUR S'APARENTANT A  
CELLE D'HYDROCARBURES ( OXYDABILITE ELEVEE).

Toulouse. le 3 Janvier 1990

Le Directeur.



Services Techniques

**LABORATOIRE DEPARTEMENTAL  
DE L'EAU**

Laboratoire agréé par le Ministère  
de la Santé  
en qualité de Laboratoire régional

53, rue Devic — 31400 TOULOUSE  
Téléph. : 61.53.14.61

# ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE D'EAU

**TYPE I - ANALYSE COMPLETE**

N° 12335

COMMUNE LACAUNE Dépt 81

SYNDICAT

Point d'eau - Distribution publique - Distribution privée

Point précis de prélèvement Echantillon n° 2 (profondeur 31m.)

Analyse demandée par B.R.G.M

Motif

Origine de l'eau : source captée - non captée - puits - forage - citerne - surface -

Eau non traitée - traitée par

Prélevée le 5/12/89 à heures, par B.R.G.M

Remise au laboratoire le 8/12/89 à 11 heures, par B.R.G.M

**EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE**

|                           |              |                                       |           |
|---------------------------|--------------|---------------------------------------|-----------|
| Température in situ       | 16 °C        | Dureté totale                         | 14.9 °F   |
| pH sur place              |              | T A C                                 | 13.6 °F   |
| pH au laboratoire à 14 °C | 8.5          | T A                                   | 0.0 °F    |
| Turbidité                 | 75 NTU       | Oxydabilité au KMnO4 à chaud          | 2.0 mg/l  |
| Conductivité à 20°        | 264 µ. S/cm  | Résidu sec à 105°                     | 166 mg/l  |
| Couleur après filtration  | < 5 u. Hazen | CO <sub>2</sub> libre calculé à 14 °C | < 1 mg/l  |
| Odeur                     |              | O <sub>2</sub> dissous                | mg/l      |
| Saveur                    |              | Cl <sub>2</sub> libre                 | mg/l      |
|                           |              | Cl <sub>2</sub> total                 | mg/l      |
|                           |              | Silice en SiO <sub>2</sub>            | 7.1 mg/l  |
|                           |              | Sulfures en S                         | mg/l      |
|                           |              | Fluor                                 | 0.07 mg/l |

**BALANCE IONIQUE**

| CATIONS                               |            | ANIONS                         |             |
|---------------------------------------|------------|--------------------------------|-------------|
| Calcium Ca <sup>++</sup>              | 29 mg/l    | Chlorures Cl <sub>-</sub>      | 4 mg/l      |
| Magnésium Mg <sup>++</sup>            | 18 mg/l    | Nitrites NO <sub>2-</sub>      | 0.2 mg/l    |
| Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | < 0.1 mg/l | Nitrates NO <sub>3-</sub>      | < 1 mg/l    |
| Sodium Na <sup>+</sup>                | 3.3 mg/l   | Sulfates SO <sub>4=</sub>      | 23 mg/l     |
| Potassium K <sup>+</sup>              | 3.0 mg/l   | Phosphates PO <sub>4=</sub>    | < 0.05 mg/l |
|                                       |            | Carbonates CO <sub>3=</sub>    | 5 mg/l      |
|                                       |            | Bicarbonates HCO <sub>3-</sub> | 156 mg/l    |

## ESSAI AU MARBRE

|              | AVANT | APRES |
|--------------|-------|-------|
| pH .....     |       |       |
| TAC °F ..... |       |       |

## METAUX

|             |       |      |
|-------------|-------|------|
| Fer total * | < 0.1 | mg/l |
| Manganèse * | 0.06  | mg/l |
| Aluminium * | 0.22  | mg/l |
| Strontium*  | 0.3   | mg/l |
| Arsenic*    | 0.014 | mg/l |

\*analyse sur échantillon d'eau acidifié au laboratoire

## CONCLUSIONS

ECHANTILLON D'EAU PROBABLEMENT SOULIE PAR LES OPERATIONS DE FORAGE (COULEUR JAUNATRE, ODEUR D'HYDROCARBURES).

Toulouse, le 3 Janvier 1990

Le Directeur.

