

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

ÉTUDE DE LA SOURCE CARBOGAZEUSE DE FONTSALADE
À TEISSIÈRES-LES-BOULIÈS (CANTAL)



PROPOSITION D'UN FORAGE DE RECONNAISSANCE

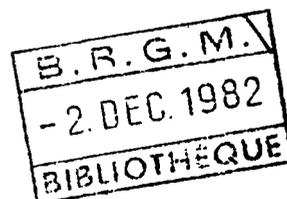
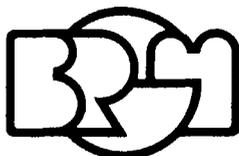


par

M. BOURGEOIS et M. JEAMBRUN

82 SGN 873 AUV.

NOVEMBRE 1982



Service géologique régional AUVERGNE

22, avenue de Lempdes, 63800 Cournon d'Auvergne

Tél.: (73) 84.80.83

R É S U M É



A la demande de Monsieur le Maire de Teissières-les-Bouliès (Cantal), le Service des eaux minérales du B.R.G.M. examine les caractéristiques de la source carbogazeuse de Fontsalade.

Située à 1,5 km du village dans un profond thalweg peu accessible, la source débite environ 5 l/mn d'une eau excellente, qui était autrefois acheminée par pompage à l'usine d'embouteillage.

Est-il envisageable de reprendre l'embouteillage interrompu en 1939 ?

Il apparait qu'un recaptage efficace pour isoler correctement l'eau minérale de celle du ruisseau situé à 3 mètres seulement serait aléatoire et sûrement assez onéreux.

L'étude structurale révèle un réseau de fractures avec trois directions principales. Les fractures Est-Ouest généralement plus ouvertes sont favorables aux circulations des fluides profonds vers la surface.

Un forage de reconnaissance de 180 m est proposé près du village, en un point facilement accessible situé à l'intersection de plusieurs linéaments. Si les essais d'eau sont positifs, l'ouvrage serait immédiatement équipé pour l'exploitation ; celle-ci devrait être avantageuse et la protection de l'eau très facile.



S O M M A I R E



	<u>pages</u>
1 - DÉFINITION DE L'ÉTUDE	1
2 - LE CADRE GÉOGRAPHIQUE	1
3 - LES SOURCES D'EAU MINÉRALE DE TEISSIÈRES	3
3.1 - LA SOURCE DE FONTSALADE	3
3.1.1 - Description de la source	3
3.1.2 - Caractéristiques physico-chimiques de l'eau	8
3.2 - LA SOURCE CANINÈS	13
3.3 - REMARQUES SUR LES SOURCES DE TEISSIÈRES	14
4 - APERÇU GÉOLOGIQUE	17
4.1 - GENERALITES	17
4.2 - TECTONIQUE	17
5 - TRAVAUX PROPOSES	18
5.1 - CHOIX DU SITE	18
5.2 - PROGRAMME DES TRAVAUX	21
6 - CONCLUSION	22



LISTE DES FIGURES



	<u>Pages</u>
Figure 1 - Plan de situation (extrait carte Michelin 1/200 000)	2
Figure 2 - Croquis de la source de Fontsalade	4-5
Figure 3 - Diagrammes d'analyses d'eau de Teissières	10
Figure 4 - Diagrammes d'analyses d'eau de la région de Vic-sur-Cère	12
Figure 5 - Diagramme d'analyses de quelques eaux minérales carbogazeuses françaises	16
Figure 6 - Grands traits structuraux de la région de Teissières les Bouliès (s.l.)	19-20

LISTE DES TABLEAUX



Tableau 1 - Résultats d'analyses physico-chimiques d'eaux minérales minérales de Teissières les Bouliès	9
Tableau 2 - Résultats d'analyses chimiques d'eaux minérales sur la feuille géologique 1/50 000 Vic-sur-Cère	11
Tableau 3 - Résultats d'analyses chimiques de quelques eaux minérales carbogazeuses françaises.	15

1 - DÉFINITION DE L'ÉTUDE

A la demande de Monsieur le Maire de Teissières-les-Bouliès (Cantal), le Service des eaux minérales du Bureau de recherches géologiques et minières (B.R.G.M.) examine, dans le présent rapport, les caractéristiques de la source d'eau froide carbogazeuse de Fontsalade, dont l'eau fut embouteillée jusqu'en 1939 et consommée dans toute la France.

Le but de l'étude est de savoir si une reprise de l'embouteillage est envisageable, à partir d'un pompage sur la source de Fontsalade recaptée ou s'il serait raisonnable de tenter un captage nouveau, plus proche du village de Teissières. Cette éventualité nous a conduit à élargir le champ de l'étude à la majeure partie du territoire communal de Teissières et même un peu au-delà.

2 - LE CADRE GÉOGRAPHIQUE (figure 1)

Teissières-les-Bouliès se situe à une quinzaine de kilomètres à vol d'oiseau au Sud-Est d'Aurillac, sur une sorte de "plateau" dépassant couramment l'altitude + 800, très entaillé par l'érosion ; en effet :

- sa limite septentrionale, la Cère, avoisine + 600 près d'Aurillac
- sa limite orientale, la rivière Goul coule vers + 400 au parallèle de Teissières
- à une vingtaine de kilomètres au Sud, le Lot est à + 200

Dans les micaschistes relativement tendres, les ruisseaux et ruisselets ont creusé des vallons qui s'approfondissent très vite, et qui sont de ce fait rarement accessibles en voiture.

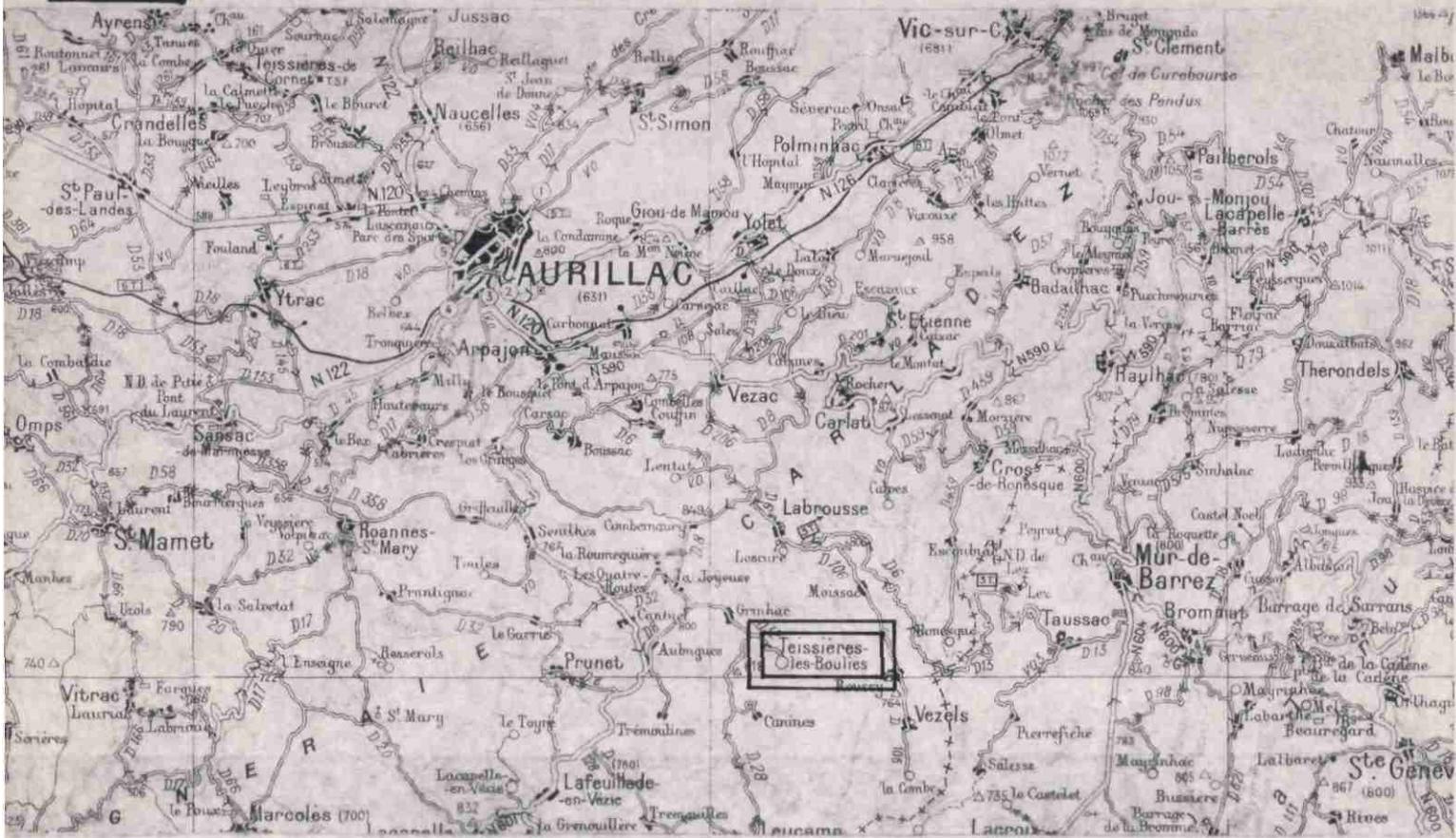
Les terrains les moins accidentés sont cultivés tandis que les versants sont recouverts de forêts de châtaigniers, de hêtres, de chênes, de pins, etc...

PLAN DE SITUATION

Fig. 1

1-A

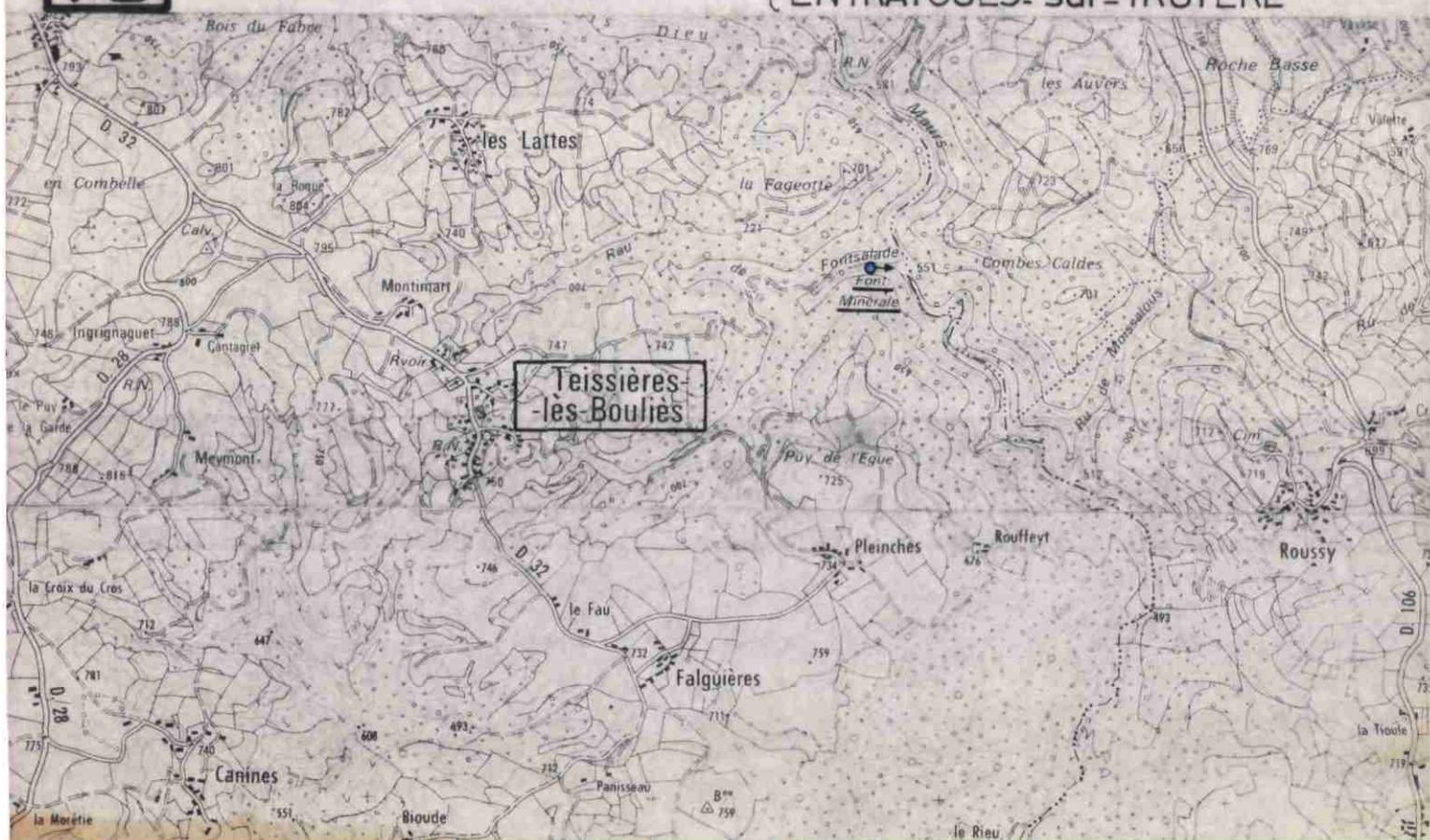
Extrait de la carte Michelin n°76 à 1/200 000



1-B

Extrait des cartes à 1/25 000

VIC-sur-CERE
ENTRAYGUES-sur-TRUYERE



3 - LES SOURCES D'EAU MINÉRALE DE TEISSIÈRES

A Teissières les Bouliès il existe deux sources d'eau minérale carbogazeuse :

- la source de Fontsalade, à 1,5 km à vol d'oiseau à l'Est-Nord-Est du village, altitude \approx + 565
- la source Canines, à 1,5 km également du village, mais au Sud-Sud-Ouest, altitude \approx + 550

3.1 - LA SOURCE DE FONTSALADE

3.1.1 - Description de la source

On accède à la Fontsalade en empruntant un chemin partant de la RD 32 en face du cimetière. Après 400 à 500 m en voiture, il est préférable de poursuivre à pieds et l'on parvient en 15 à 20 minutes à la "cabane" abritant le captage.

L'abri maçonné "coiffant" la source est une maisonnette de 8 m de long sur 4 m de large, allongée parallèlement au ruisseau de Fontsalade, en rive droite de celui-ci, à 1 m de distance seulement (voir figure 2).

Selon les croquis de la figure 2, l'abri recouvre une tranchée d'environ 2,50 à 3 m de profondeur au fond de laquelle se situe le captage ; la tranchée se prolonge sur 13 m environ vers l'Est-Sud-Est pour évacuer l'eau jusqu'au ruisseau.

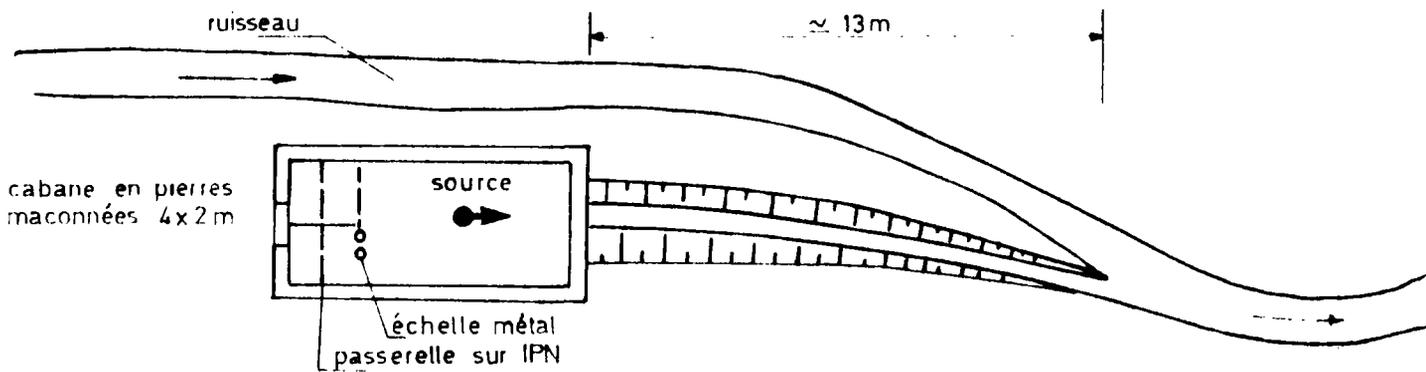
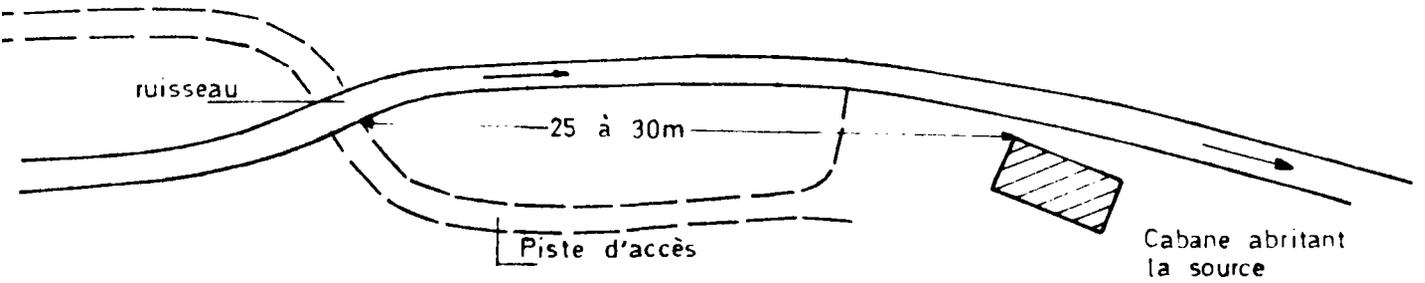
Le captage actuellement apparent consiste en un petit tuyau en fer galvanisé de diamètre 15 x 21 mm, légèrement coudé à son extrémité haute, qui sort du fond de la tranchée d'environ 0,25 m ; le scellement au "rocher" est très approximatif puisque des petites fuites apparaissent tout autour dans la roche fissurée.

L'histoire du captage, évoquée dans un opuscule du Docteur GARRIGOU, dont quelques extraits sont intercalés plus bas, se résume comme suit :

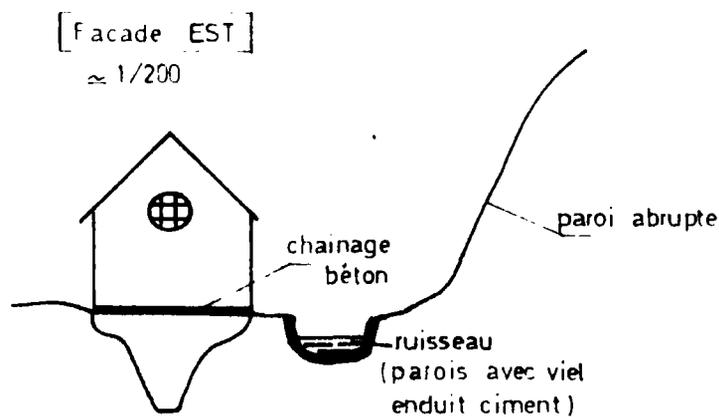
- "jusqu'en 1921 l'eau du ruisseau recouvrait souvent la source. A cette époque, Monsieur le Docteur REYGASSE, dans la propriété duquel elle coulait, en fit le captage, après avoir à grands frais détourné* le lit du ruisseau".

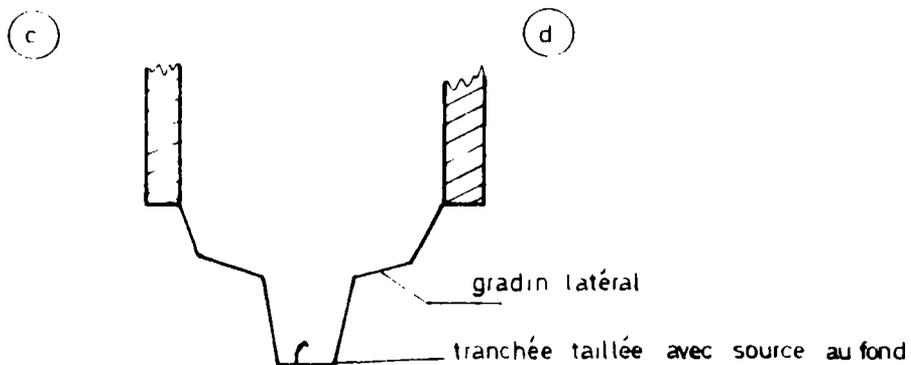
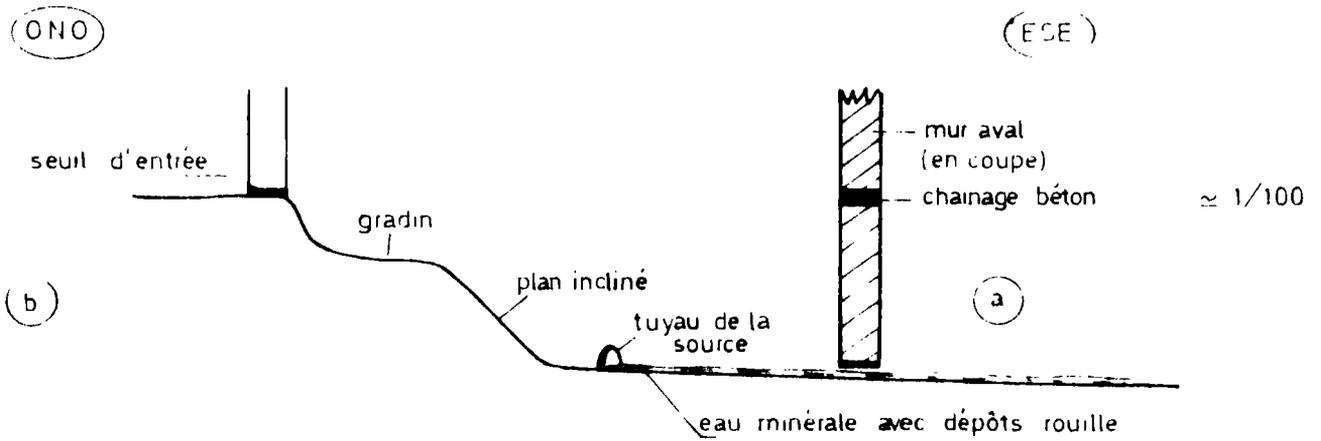
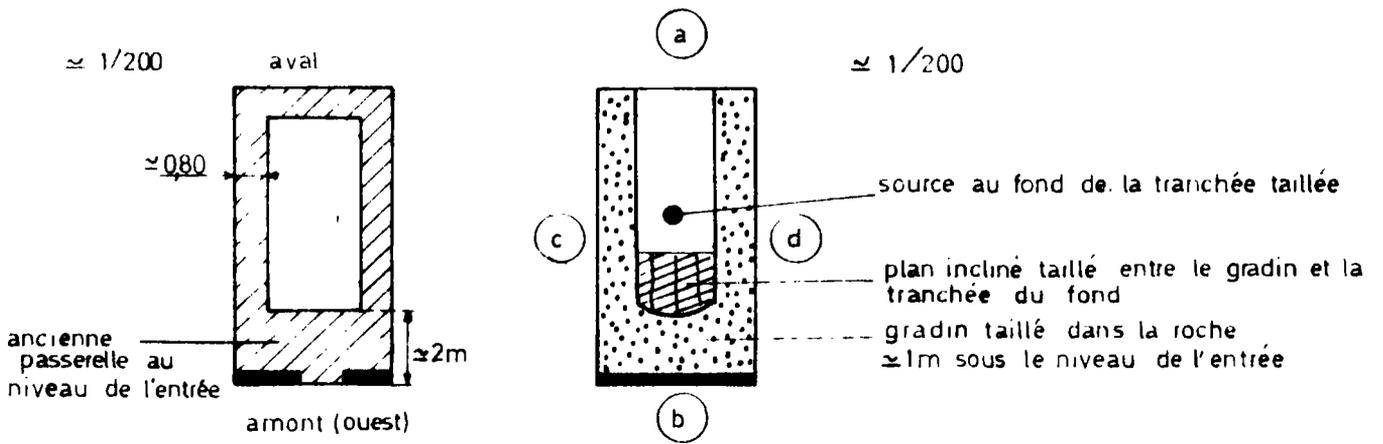
* Des plaques de béton de quelques centimètres d'épaisseur et d'anciens tuyaux en fer de grand diamètre témoignent des efforts de canalisation du ruisseau. Ces installations complètement détériorées aujourd'hui sont totalement inefficaces.

CROQUIS DE LA SOURCE FONTSALADE



Tranchée rectiligne taillée dans la roche pour évacuer eau de la source vers le niveau ;
 prof. en tête $\approx 2,50$ m - à l'aval 0,60 m
 largeur en tête, en haut $\approx 2,00$ m - au fond 0,50m
 Eau rouillée dans le fond de la tranchée

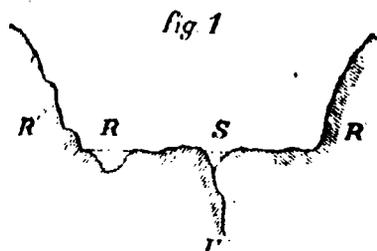




Extraits de l'opuscule du Docteur GARRIGOU
 ETUDE SUR L'EAU MINERALE NATURELLE DE LA SOURCE DE TEISSIERES
 (CANTAL)

Imp. DELOSTAL et GERMA, 20, rue des Carmes - AURILLAC

Captage. — L'eau est captée d'une manière

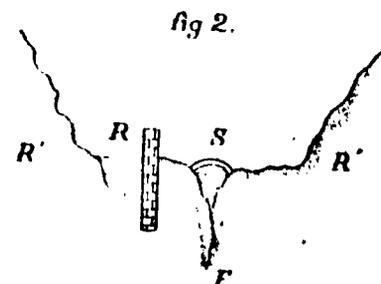


assez compliquée pour que nous nous arrêtons quelques instants sur les détails spéciaux de cette opération.

C'est la planche 2 qu'il faut avoir sous les yeux pour suivre la description que nous allons en donner.

La figure 1 montre la source S à l'époque où le ruisseau R pouvait la recouvrir à la moindre crue. Elle sort d'une faille FS.

La figure 2 représente le ruisseau enclavé dans un lit fixe, et la source enfermée dans un réservoir supposé clos d'une manière parfaite.

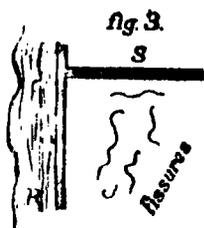


posé clos d'une manière parfaite.

Pour enclaver ainsi la source et la mettre à l'abri des pluies et des accidents,

le Dr Reygasse père fit creuser la roche aussi bas que possible, et recouvrit ensuite la source d'une petite voûte en brique et ciment (figure 2).

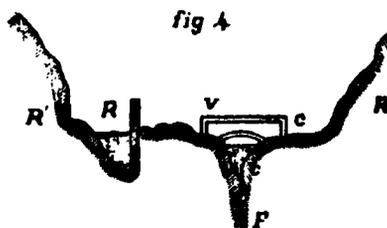
Plusieurs fois, la force de compression de l'acide carbonique enfermé sous la voûte, la fissura en divers points. On se contentait au début de remettre du ciment sur les fissures qui se rouvraient à chaque instant. (fig. 3)



Appelé en 1891 par les Messieurs Reygasse pour faire

un nouvel aménagement de leur griffon, je résolus le problème et remédiai de la façon suivante aux inconvénients du premier captage.

Ayant fait nettoyer le dessus de la source aussi profondément que possible, sans entamer la voûte bâtie par le Dr Reygasse, je mis à nu toutes les fissures (fig. 3) jusqu'aux abords du ruisseau R. Il se échappait par les fissures de nombreuses bulles d'acide carbonique et de l'eau. Tous les points faibles furent enclavés dans une enceinte en



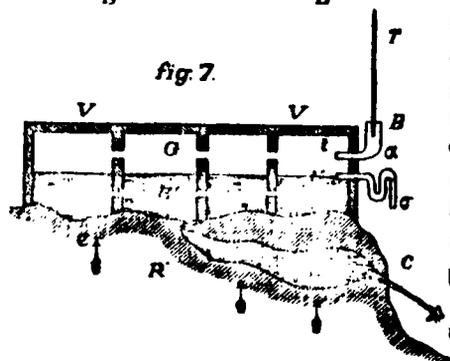
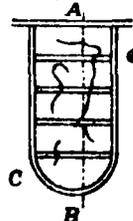
ciment, assise sur la roche C. (fig. 4, 5 et 6).

Des murs transversaux permirent d'établir une voûte sur l'ancien captage, voûte qui fut hermétiquement close. Deux seules ouvertures (11' (fig. 7) existaient dans le mur extérieur au-dessus du point d'écoulement de la source. Chacun des murs était également ouvert à la partie supérieure et à la

fig. 6.



fig. 5.



partie intérieure, en un point, de manière à permettre à chacun des compartiments de communiquer entre eux.

En fait, on introduisit d'une façon fixe avec du ciment, le siphon α , en t' et le tube recourbé α . En fin de tube, à la partie recourbée on plaça le siphon B, traversé par un long tube de plomb T, auquel on fit dépasser le toit de la maisonnette d'où le plomb coule la source.

Le plan ci-dessus montre l'ensemble de cet agencement dans tous ses détails.

Voici comment fonctionne le captage :

L'eau monte dans le sens de la série de B. Elle traverse les fissures de la roche R' parallèlement à la faille E, ou secondaire à cette faille. Elle arrive surtout en E, l'ancien captage et de M. le Dr Reygasse, puis aussi en e.

Le réservoir supérieur, formé par le captage C, reçoit toute l'eau qui se perd de E et de e. L'eau qui s'écoule dans ce réservoir C est chargée de l'acide carbonique qui, lui aussi se dégage du liquide et se cumule en G sous la voûte.

Si n'y avait aucun point d'écoulement soit pour l'eau E, soit pour le gaz G, la voûte V finirait par

sauter, comme l'avait fait la voûte très épaisse de la fig. 2. Mais l'intervention des appareils placés en t et en t' permet d'éviter semblable accident.

Lorsque l'eau E' arrive en t' au-dessus du siphon, celui-ci s'amorce de lui-même, et la trop grande quantité de liquide contenue dans le bassin, s'écoule par l'extrémité inférieure de a. Cette quantité est toujours minime, vu la disposition de l'extrémité interne de a. La courbure en U de ce siphon empêche la rentrée de l'air extérieur dans le réservoir C. Le tube x permet à l'acide carbonique de s'échapper dans l'air, par le tube T, après s'être mis en pression dans le bassin C.

Dans ces conditions l'eau de E, qui est celle que l'on recueille par le robinet r pour l'embouteillage, ne peut rien perdre de ses qualités, comme elle faisait auparavant. Au contraire, elle s'enrichit naturellement en acide carbonique.

Telle est la manière dont a été captée la source de Teissières. Les conditions du captage sont parfaites et permettent de livrer au commerce une eau d'une pureté remarquable.

C'est après avoir été ainsi isolée d'une manière complète de toute infiltration et de toute cause d'a-

lultération, que l'eau a été soumise à l'analyse chimique dans mon laboratoire.

En voici les résultats rapportés à un litre.

Résidu total fixe à 100° =	1 g. 1877
Résidu total calciné =	1 g. 0051
Acide carbonique libre.....	2 ^g 2940
Carbonate de soude.....	0.5375
Bicarbonate de chaux.....	0.3404
Bicarbonate de magnésie.....	0.1518
Chlorure de calcium.....	0.0468
Sulfate de chaux.....	0.0272
Silice.....	0.0730
Fer, alumine et acide phosphorique...	0.0020
Potasse et lithine.....	traces.
Matière organique.....	traces.

TOTAL des substances fixes 1 g. 1877

Je dirai pour Teissières ce que j'ai dit pour d'autres sources, relativement à la composition chimique. Cette composition peut présenter des modifications légères, mais sensibles cependant. Ces modifications ne sauraient en rien changer les qualités primitives. Toutes les eaux de même genre, sans exception, subissent les variations de

l'ordre de celles que je signale dans la source dont je viens de parler, et aucune d'elles ne peut être incriminée d'altération dans ses propriétés.

Mais il est un fait absolument digne de remarque dont la constatation a été faite maintes fois sur place, qui démontre jusqu'à l'évidence que l'eau de la Source Teissières est vierge de toute infiltration pouvant parvenir des couches superficielles terrestres, c'est que ni les pluies, ni l'extrême sécheresse, ni la température extérieure, ni les saisons, rien n'influe sur le débit de la Source toujours constant et toujours identique.

Si l'on ne peut pas présenter l'eau de Teissières comme une eau médicinale proprement dite, il est parfaitement reconnu toutefois qu'elle excite l'appétit et qu'elle active la digestion. Elle fait même uriner plus abondamment que l'eau ordinaire et partant a une action bienfaisante sur la vessie et sur les voies urinaires. Mais il n'y a pas là une action franchement thérapeutique, applicable à de vraies maladies chroniques.

L'eau du Dr Reygasse est une eau de table de qualité absolument supérieure.

Elle a un goût vraiment exquis lorsqu'elle est

- la voûte en brique et ciment du Docteur REYGASSE était fréquemment fissurée par la pression du gaz carbonique. En 1891 le Docteur GARRIGOU fit coiffer le griffon par une enceinte en ciment accrochée au rocher ; l'enceinte parallélépipédique comportait une sortie haute pour le gaz, et une sortie basse pour l'eau ; des cloisons intérieures avec perforations hautes et basses pour le passage du gaz et de l'eau renforçaient la "boîte".

Aucune fouille n'a été faite récemment pour vérifier l'état de cette installation presque centenaire.

Le 3 juin 1982, nous avons fait les contrôles suivants :

- débit d'eau minérale sortant du tuyau mesuré 9 fois de suite : 4 l/mn ; les pertes hors tuyau étaient voisines de 1 l/mn
- température : air = 18°C
: eau minérale : 11,5°C
- teneur en CO₂ : 30 karats = 1 litre de CO₂ par litre d'eau
- conductivité de l'eau : 1377 microsiemens/cm à 20°C
- débit du ruisseau estimé : 30 à 40 l/seconde

D'après la carte géologique à 1/50 000 "Vic-sur-Cère" l'eau sort aux épontes d'un filon de paléo-rhyolite ; ce filon subvertical, direction N 124 gr, apparait comme une mylonite très silicifiée, qui recoupe les micaschistes dont la foliation est dirigée approximativement SO-NE (Nord 40/45 grades).

3.1.2 - Caractéristiques physico-chimiques de l'eau

Plusieurs analyses chimiques de l'eau minérale de Teissière ont été effectuées récemment. Le tableau 1 rassemble les principaux résultats obtenus sur l'eau de la Fontsalade et sur celle de la source Canines ; ces résultats traduits en diagrammes par la figure 3, montrent le faciès bicarbonate-sodique prédominant avec des teneurs moyennes en calcium et magnésium et des teneurs faibles en chlorures et surtout en sulfates

/ TABLEAU 1 /

RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES
DE L'EAU MINERALE DE TEISSIERES LES BOULIES (CANTAL)
n° 1 à 4 : source de Fontsalade ; n° 5 : source Canine

	1	2	3	4	5
Date du prélèvement	21.09.77	03/06/82	1931	Nov. 1981	03/06/82
Débit (l/mn)		5	7,2	5	≈ 1
Température (°C)	9	11,5	11	11	10,5
Résistivité à 20°C (Ω/cm)	651	702	748	667	645
pH	5,8			5,98	
Minéralisation en mg par litre (ppm)					
Calcium	98,6	111	104,9	106,8	125
Magnésium	43,4	37	349	37,7	71
Sodium	269	268	263,5	264	224
Potassium	14,4	15	17	15	35,5
Bicarbonates	1141	1098	1162	1122	1312
Chlorures	35,5	35	25,7	33	15
Sulfates	?	18	19,5	19	≤ 1
Nitrates	0	1,6		2,4	1,6
SiO ₂	22	65	65	60	70
Li		0,8		0,73	1,05
Sr				0,50	
B				≤ 0,06	
Fe		1,95		0,39	3,10
Mn	0,38	0,48		0,45	0,90
F		1,3		1,10	0,8
NH ₄	0,54	0,15		0,14	≤ 0,10
Rb				0,079	
Cs				0,008	
As		≤ 0,5			≤ 0,5
PO ₄	0,26	≤ 0,1			≤ 0,1
Isotopes		{ Tritium Deutérium Oxygène 18		< 10 UT - 55,4 - 8,4	

/ TABLEAU 2 /

RESULTATS D'ANALYSES CHIMIQUES D'EAUX MINÉRALES
DE SOURCES SITUÉES SUR LA FEUILLE VIC-SUR-CÈRE A 1/50 000
(Extrait de la notice de la carte géologique "Vic-sur-Cère")

SOURCES MINÉRALES

Sources	Coordonnées			Total meq ⁺ (meq ⁻)	Ca mg/l (meq)	Mg mg/l (meq)	Na mg/l (meq)	K mg/l (meq)	Cl mg/l (meq)	So ₄ mg/l (meq)	CO ₃ H mg/l (meq)	SiO ₂ mg/l (meq)	T (° C) (débit)
	x	y	z (m)										
Vic-sur-Cère	623,80	297,50	+ 653	76,70 (75,52)	193,8 (9,68)	86,9 (7,24)	1332,0 (57,91)	73,0 (1,87)	718,0 (20,23)	704,9 (14,69)	2538,0 (41,40)	-	12 (2 l/mn)
Fontanes	639,45	287,50	+ 750										non analysée froide
Les Moulings	636,80	288,00	+ 720										non analysée froide
Cropières	624,36	291,00	+ 650										non analysée
Les Bains	624,84	282,92	+ 630	15,52 (15,52)	166,25 (8,31)	56,32 (4,69)	56,26 (2,46)	-	9,3 (0,26)	107,44 (2,24)	794,4 (13,02)		
Pouchicoux	624,84	282,92	+ 630	19,14 (19,33)	187,25 (9,36)	70,4 (5,87)	90,0 (3,91)	-	73,78 (2,08)	95,2 (1,98)	931,36 (15,27)	53	froide
Combellou	624,56	282,80	+ 630	19,09 (19,21)	194,25 (9,71)	87,84 (7,32)	47,30 (2,06)	-	9,3 (0,26)	88,4 (1,84)	1043,91 (17,11)	-	froide
Salt-Bas	630,77	283,56	+ 700	9,73 (11,80)	92,38 (4,62)	26,73 (2,23)	66,35 (2,88)	-	10,58 (0,30)	16,0 (0,33)	681,66 (11,17)	5	froide
Teissières-lès-Bouliès	617,40	280,85	+ 610	16,17 (16,59)	94,0 (4,70)	49,00 (4,08)	170,0 (7,39)	17,00 (0,44)	21,0 (0,59)	16,0 (0,33)	956,0 (15,67)	-	froide (7,2 l/mn)

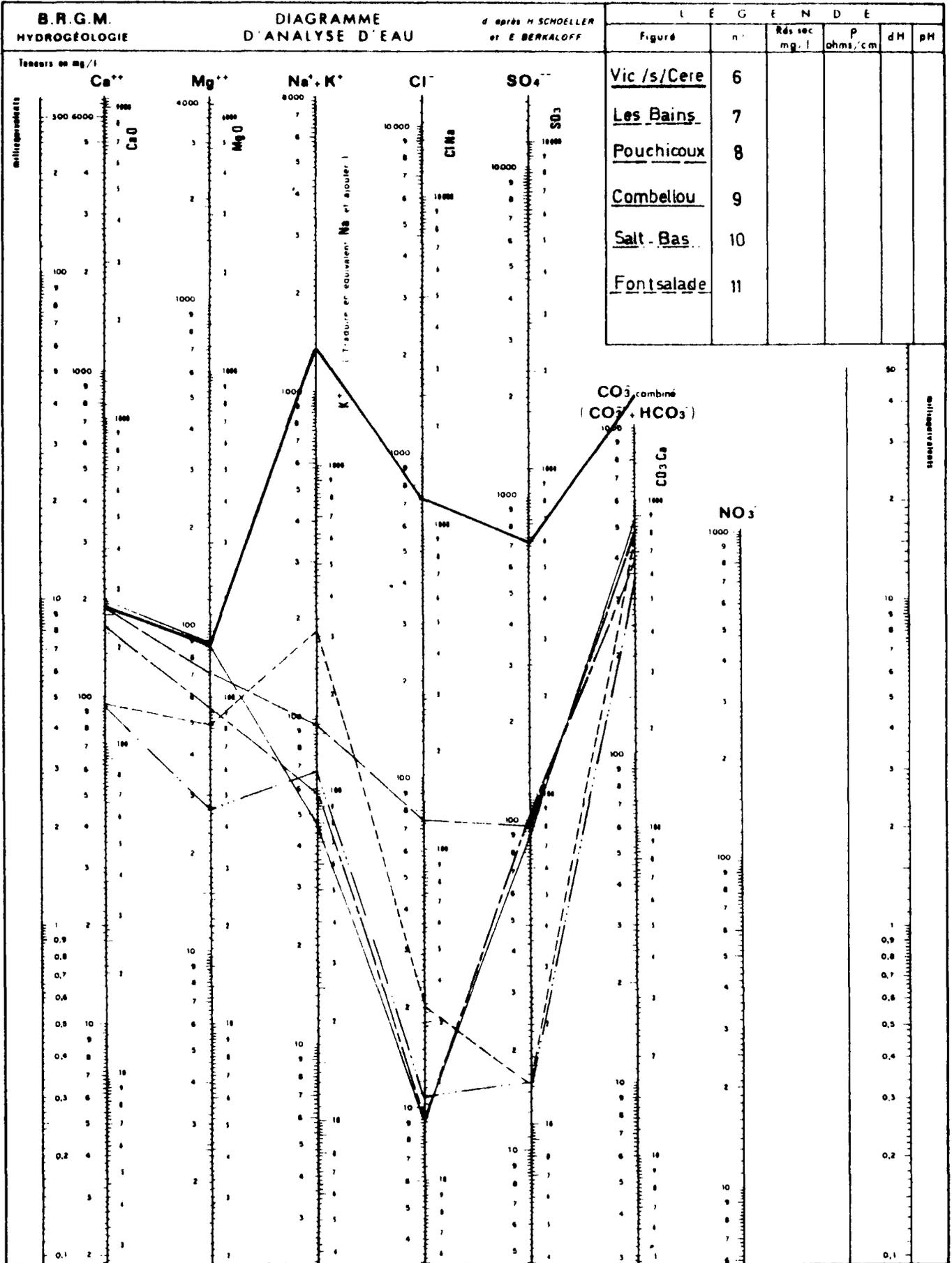
(Analyses in B. Henou, 1973)

A titre d'information, le tableau 2 ci-dessus donne les résultats d'analyses d'eaux minérales prélevées à Vic-sur-Cère et aux alentours de Mur-de-Barrez et la figure 4 montre les diagrammes correspondants.

En comparant les figures 3 et 4 on notera :

- que toutes les eaux sont fortement bicarbonatées
- que l'eau de Vic-sur-Cère, bicarbonatée-sodique, présente le même faciès que celles de Teissières, mais sa minéralisation est beaucoup plus élevée
- que les eaux proches de Mur-de-Barrez (n° 7 à 10 du tableau 2) sont nettement moins sodiques et plus chargées en Ca et Mg que celles de Teissières.

Fig. 4



En ce qui concerne la Fontsalade, on remarquera que l'analyse n° 11 faite en 1934 révèle une minéralisation plus faible que celle des prélèvements plus récents ; le débit étant par ailleurs plus élevé sur le tableau 2, on peut craindre qu'à certaines périodes l'eau analysée renferme une fraction d'eau du ruisseau.

3.2 - LA SOURCE CANINES

Nous avons visité le site de la source Canines le 4 juin 1982, en compagnie de Monsieur GILLET, qui a bien voulu nous servir de guide.

Partant de la ferme de la Bioude, vers la cote + 680, on accède à pieds à la source, qui se situe en rive droite du ruisseau de Bioude vers + 550.

Une ancienne construction en pierres, partiellement démolie aujourd'hui, servait jadis à l'embouteillage qui a été interrompu définitivement au début de la guerre 1914-1918.

L'eau minérale sourd aujourd'hui d'un petit tuyau de plomb d'environ 10 mm de diamètre intérieur, arasé à sa sortie d'un captage sommaire en pierres plates plus ou moins jointoyées.

Le 4/6/1982 on mesurait :

- température de l'air : 20°C
- température de l'eau du ruisseau : 12,2°C
- température de l'eau de la source : 10,5°C
- teneur en CO₂ = 28 karats = 990 cm³ de CO₂/litre d'eau.

Vu la faible hauteur entre le tuyau et le sol, on juge difficilement un débit de 1 l/mn, auquel devraient s'ajouter quelques pertes non mesurables.

Une trentaine de mètres à l'amont, toujours en rive droite du ruisseau, Monsieur GILLET nous a montré une autre sortie d'eau carbogazeuse froide, dont le débit a été estimé à 2 l/mn.

- température de l'eau : 10,5°C
- teneur en CO₂ : 23 karats = 89 cm³ de CO₂/litre d'eau
- Conductivité de l'eau à 20°C = 1810 microsiemens/cm, ce qui correspond à une résistivité à 20°C de 552 ohms x cm.

Des traces d'hydroxydes de fer apparaissent près des deux sources et les pêcheurs ont remarqué des bulles de CO₂ en bordure de la rivière sur une cinquantaine de mètres de longueur.

Localement la foliation des micaschistes est dirigée NNE (N = 28 gr) avec un plongement de 50 gr vers l'Ouest. La source Canines se manifeste près d'un filon de rhyolite subvertical, de direction : N 12 gr, avec quartz aux épontes.

Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau minérale de Canines ont été présentées sur le tableau 1 (point n° 5) et sur la figure 3.

La teneur et la répartition des ions rappellent beaucoup celles de la Fontsalade bien que Canine soit un peu plus riche en HCO_3 , Ca, Mg, K, Fe, Mn et moins chargée en Na, Cl et surtout SO_4 .

3.3 - REMARQUES SUR LES SOURCES DE TEISSIERES

La minéralisation de l'eau de Teissières les Bouliès est intéressante par comparaison avec celle de quelques eaux minérales gazeuses françaises en grande diffusion présentées sur le tableau 3 et la figure 5.

- l'eau Perrier peu minéralisée renferme du bicarbonate de calcium essentiellement, elle est fortement gazéifiée pour satisfaire les nombreux amateurs d'eau très pétillante
- à l'opposé, les eaux du Boulou et surtout Saint Yorre sont très minéralisées avec 3,6 à plus de 5 g/l de sels totaux. Elles sont bicarbonaté-sodiques toutes deux, en particulier Saint Yorre, qui présente des teneurs faibles en Ca et Mg.

L'eau de Vals se rapproche de Saint Yorre, mais elle est un peu moins chargée en sels et un peu plus équilibrée en Ca et Mg.

- l'eau de Badoit, renforcée en gaz carbonique naturel est moyennement minéralisée et relativement bien équilibrée en cations majeurs Ca, Mg et Na.

L'eau de Fontsalade est, elle aussi, moyennement minéralisée avec une teneur en HCO_3 identique à celle de l'eau de Badoit ; elle est plus riche en Na, mais moins chargée en Ca, Mg, Cl, SO_4 et surtout en NO_3 , ce qui est préférable.

En revanche les captages actuels de Teissières offrent plusieurs inconvénients et lacunes :

- la localisation des sources à distance relativement grande de Teissières, dans des vallées profondes, difficilement accessibles
- les captages devraient être repris complètement, dans des conditions probablement difficiles pour améliorer la productivité et obtenir une isolation efficace de l'eau minérale et de l'eau superficielle
- une bonne isolation du captage de Fontsalade n'interdirait pas obligatoirement l'infiltration d'eau du ruisseau à quelques mètres de là ; les terrassements nécessaires et les travaux de canalisation du ruisseau pour supprimer ces infiltrations pourraient être relativement onéreux.
- en supposant que les travaux soient couronnés de succès, l'eau devrait être relevée de 180 à 190 m par une canalisation enterrée de bonne qualité et suffisamment résistante pour alimenter l'usine d'embouteillage située dans le village.

TABLEAU 3

RESULTATS D'ANALYSES DE QUELQUES EAUX CARBOGAZEUSES FRANCAISES

ELEMENTS	1	2	3	4	5	6
Résistivité ohms x cm à 20°C	1600	650	250	240	350	702
Résidu sec (mg/l)	430	1150	≈ 5000	3580	2610	1124
Ca (mg/l)	131,8	157	113,4	370	33,8	111
Mg	3,7	83	13,1	126	22	37
Na	{	138	1679	833	926	268
K		4,1	13	117,8	108	97
Cl	16	66	298,2	225	51,6	35
SO ₄	31	50	182,4	7	100,3	18
HCO ₃	323,6	1100	4282,2	3670	2537,6	1098
NO ₃	?	18	0	?	?	1,6

/ 1 / = Source Perrier - Vergèze (Gard) ; d'après ann. des Mines (1961)

/ 2 / = Eau de Badoit - Saint Galmier (Loire) : analyse sur étiquette des bouteilles

/ 3 / = Saint Yorre - mélange Royale (Allier) : " " "

/ 4 / = Source Colette. Le Boulou (Pyrénées Orientales) : d'après ann. des Mines (1961)

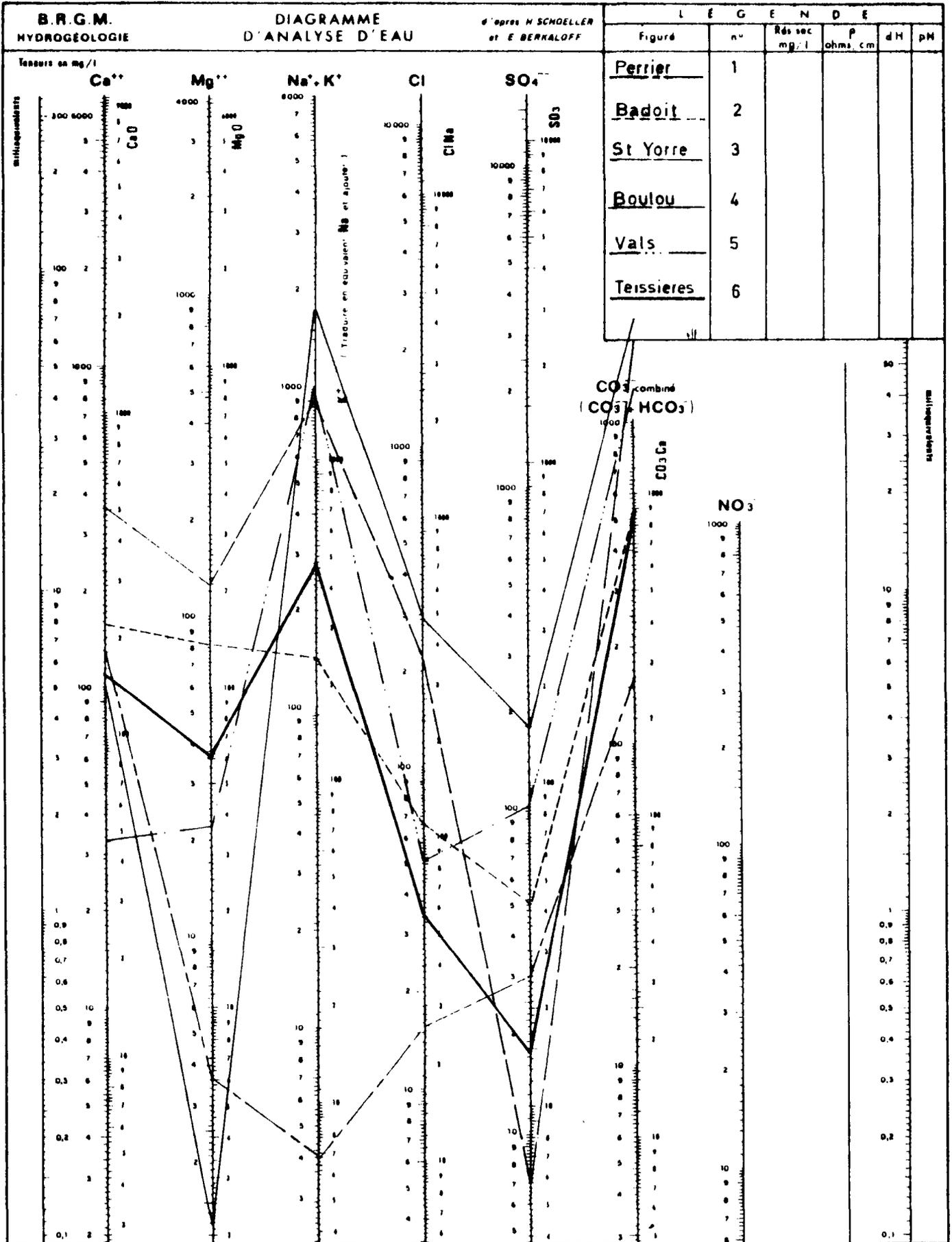
/ 5 / = Source Sultane - Vals les Bains (Ardèche) : d'après ann. des Mines (1961)

/ 6 / = Source Fontsalade - Teissières-les-Bouliès (Cantal) : analyse du 3.6.1982.

Nota : les valeurs approximatives indiquées par ≈ ne figurent pas sur les résultats d'analyse cités ; ils sont estimés à partir d'autres analyses de la même eau.

DIAGRAMMES D'ANALYSES DE QUELQUES EAUX
CARBOGAZEUSES FRANCAISES

Fig. 5



Ces diverses sujétions conduisent à penser qu'il serait souhaitable de faire une recherche d'eau gazeuse par forage dans un site assez accessible, et pas trop éloigné de Teissières. L'étude géologique présentée au chapitre suivant indiquera s'il est possible de tenter cette recherche.

4 - APERÇU GÉOLOGIQUE

4.1 - GENERALITES

La région de Teissières s'inscrit géologiquement à l'intérieur d'un ensemble micaschisteux, issu d'une série pelitique alumineuse, métamorphisée et plissée.

La direction de schistosité est généralement NNE à ENE avec un pendage assez constant de 30 à 50° vers le Nord-Ouest.

A l'époque tertiaire (plissement alpin) une tectonique cassante fracture le socle micaschisteux en même temps que celui-ci subit une subsidence, avec appel de sédimentation, créant les bassins oligocènes détritiques de Carlat, Cros de Ronesque, Taussac, etc...

A l'époque miocène, les coulées basaltiques s'épanchent dans ces fossés en recouvrant les sédiments argilo-sableux. Postérieurement, une reprise d'érosion due, soit à l'édification du strato-volcan cantalien, soit à un exhaussement du bâti cristallophyllien, crée le relief actuel, c'est-à-dire une morphologie inverse de celle existante à la fin de l'époque volcanique. Cette inversion de relief est actuellement de l'ordre de 180 à 200 m.

4.2 - TECTONIQUE

La plupart des fractures ayant joué, au début du Tertiaire, un rôle déterminant dans le modelé du substrat, empruntent des zones de dislocation anciennes (probablement hercyniennes).

Les grandes familles reconnues par photo-interprétation (couverture aérienne IGN XXIV-36) dans la région de Teissières peuvent être classées en trois groupes :

- a) - groupe de direction sub-méridienne NNO à Nord. Les failles appartenant à ce groupe sont les plus fréquentes et linéairement les plus allongées
- b) - groupe de direction NE-SO, dont les traces apparaissent bien entre Teissières (au Nord) et Moissac

c) - groupe de direction Est-Ouest sur lequel s'inscrit la source Fontsalade.

Il est admis dans cette région Nord Chataigneraie que le groupe a constitue un ensemble de failles coulissantes dont les plans, pentés vers l'Est, subissent postérieurement une légère distension.

Le groupe b, d'une manière générale, guide l'émission au carbonifère, de roches filoniennes microgenues à chimisme acide (microgranites, rhyolites).

Le groupe c enfin constitue souvent, dans le Massif Central, un système ouvert, favorable aux circulations et émergences d'eau profonde et minéralisée (ex. Royat, Chatel-Guyon, Chateldon, Saint Yorre, etc...).

Ces circulations sont d'autant plus abondantes et favorisées qu'elles peuvent s'effectuer dans des roches cassées et fracturées. C'est le cas aux points de convergence des systèmes faillés, et c'est dans ce sens que nous préconisons les trois emplacements, notés sur la carte, pour la reconnaissance et la recherche par forage d'un point d'émergence d'eau minérale plus performant et matériellement plus accessible que celui de Fontsalade.

5 - TRAVAUX PROPOSÉS

5.1 - CHOIX DU SITE

Les trois sites proches de Teissières indiqués sur la figure 6 sont à priori favorables à la reconnaissance des terrains par forage.

Le point n° 1, à l'altitude + 720 est directement accessible en voiture à l'heure actuelle.

Les points n° 2, à + 735 et n° 3 à + 675 ne sont accessibles qu'à pieds.

Si l'aménagement du chemin pour permettre le passage de camions de 10 à 15 tonnes est réalisable sans grande difficulté pour le site n° 1, il n'en serait pas de même pour les sites n° 2 et 3 où les travaux entraîneraient des frais à priori bien supérieurs.

En conséquence, nous proposons le site n° 1 pour l'implantation de la sondeuse en vue d'effectuer une reconnaissance de 180 m, soit jusqu'à la cote + 540, inférieure d'une dizaine de mètres à l'altitude de la source Canines distante de 1,5 km en ligne directe.

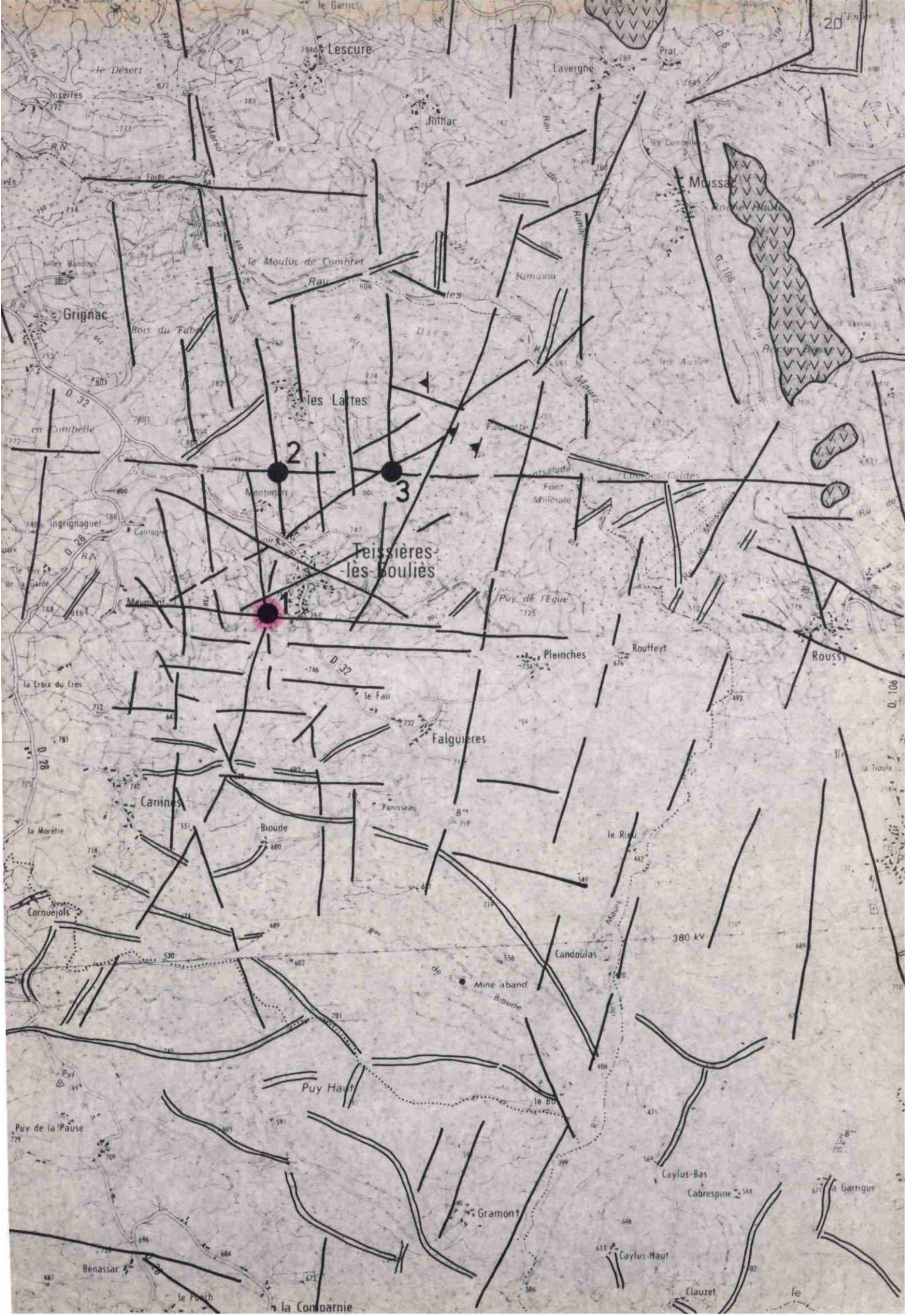
Figure 6

Echelle : 1/25000

Extrait des cartes de VIC-sur-CERE 5.6
et ENTRAYGUES-sur-TRUYERE 1.2

CARTE STRUCTURALE DES ENVIRONS DE TEISSIERES-LES-BOULIÈS (CANTAL)

-  Linéaments de fracturation dans les micaschistes
-  Principaux filons
-  Epanchements de basalte
-  1 Site possible d'implantation d'un forage



5.2 - PROGRAMME DES TRAVAUX

La nature des terrains à recouper : des micaschistes et des gneiss avec quelques épisodes filoniens plus durs (quartz, aplite, microgranites, etc...) et la profondeur de l'ouvrage impliquent une foration classique au tricône en utilisant une boue à l'amidon, facilement destructible pour réaliser les essais d'eau.

Le programme d'exécution peut-être schématisé comme suit :

- foration d'un avant-trou de 4 à 5 m au tricône 17 1/2" = 444,5 mm tubage en 14" = 340 x 356 mm environ, et cimentation sur toute la hauteur.
- foration de 4 à 40 m au tricône 12 1/4" = 311,1 mm ; pose d'un tubage 260 x 273 mm et cimentation sous pression sur toute la hauteur
- reforage du bouchon de ciment et reconnaissance au tricône 6 5/8" = 168,3 mm de 40 à 120 m. Evacuation de la boue et essai d'eau pendant 6 heures environ par pompage à l'émulseur ou de préférence avec une pompe électrique immergée 4" = 95 mm, protégée par une colonne provisoire 102 x 114 mm. Contrôle du débit d'eau, du niveau dynamique et contrôles physico-chimiques sommaires de l'eau
- retrait de la pompe, remise en boue et poursuite de la foration au tricône 6 3/8 de 120 à 180 m. Deuxième essai d'eau identique au précédent.

Selon les résultats obtenus au cours de cette phase de reconnaissance, plusieurs hypothèses sont envisageables :

a) - Débit d'eau très faible, minéralisation réduite et absence de CO₂. Les travaux seraient interrompus.

b) - Débit et minéralisation favorables, teneur en CO₂ faible, mais amélioration de ces caractéristiques entre le 2ème et le premier essai. Un approfondissement d'une vingtaine de mètres serait susceptible d'augmenter les venues de CO₂ et de rendre le forage exploitable dans les conditions indiquées ci-après.

c) - Débit, minéralisation de l'eau et teneur en CO₂ favorables. Le forage pourrait alors être équipé pour la mise en exploitation. On installerait un tube en acier inox de 5 mm d'épaisseur, partiellement crépiné pour l'entrée de l'eau ; la longueur et le diamètre des éléments pleins et crépinés seraient adaptés aux caractéristiques obtenues au cours de la reconnaissance : profondeur du niveau de l'eau au repos et en pompage, zones de circulations préférentielles mises en évidence, etc... La tranche crépinée serait entourée de gravillons siliceux arrondis pour assurer la tenue des terrains et la partie supérieure de la colonne en tube plein serait cimentée pour assurer pendant longtemps une bonne protection de l'eau minérale.

Après l'intallation de la colonne de captage on procéderait aux pompages d'essai pendant 2 à 3 jours en vue d'obtenir les caractéristiques de productivité de l'ouvrage en exploitation continue et les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau par analyses.

6 - CONCLUSION

La décision d'entreprendre le forage de reconnaissance préconisé constituera la conclusion logique de cette étude préliminaire.

L'eau de Teissières-les-Bouliès se situe au point de vue physico-chimique, dans un créneau à priori favorable sur le marché des eaux minérales naturelles carbogazeuses. Cette région pittoresque de la France devrait susciter un préjugé favorable vis-à-vis de l'eau captée en profondeur, et de ce fait faiclé à protéger de toute contamination.

En ce qui concerne les chances de succès de la recherche, il faut admettre qu'elles sont inférieures à celles d'un recaptage à proximité immédiate de sources existantes. Elles sont néanmoins assez élevées pour justifier cette tentative et il faut rappeler :

- que les sources carbogazeuses, nombreuses dans ce secteur du Cantal, constituent des points de sortie du CO₂ localisés, comme assez souvent dans le Massif Central, à proximité des épanchements volcaniques récents.
- les épanchements basaltiques jalonnant des accidents subméridiens existent à 3 km à peine à l'Est de Teissières ; le réseau de fractures très dense illustré par la figure 6 représente les "voies de passage" les plus probables du CO₂, en particulier les linéaments Est-Ouest, comme celui qui passe par la source de Fontsalade.
- entre les sources de Fontsalade et de Canines, le site choisi pour le forage proposé au carrefour de plusieurs linéaments, a donc de bonnes chances de donner de bons résultats.