



**Conseil Régional
Provence alpes Cote d'Azur**

Conseil Général des Hautes Alpes

Thermalisme et minéralisme

Le thermalisme dans les Hautes Alpes

Rapport final

SILVESTRE J.P.

Région :
86 / 03 808 000

Décembre 1991
R 33971

DOCUMENT NON PUBLIC

BRGM - PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR

Marseille : 117, avenue de Luminy - 13009 Marseille, France
Tél.: (33) 91.41.24.46 - Télécopieur : (33) 91.41.15.10 - Télex : BRGM 401 585 F
Sophia Antipolis 1 : 06565 Valbonne cedex, France
Tél.: (33) 93.65.42.62 - Télécopieur : (33) 93.65.35.06

Résumé

Le rapport rappelle les conditions de financement et d'exécution de la présente étude ainsi que les raisons qui ont conduit à choisir le département des Hautes-Alpes comme zone d'étude.

Il expose la méthodologie adoptée pour la réalisation de l'inventaire des sources thermo-minérales et décrit le contenu des "fiches" élaborées à cette occasion.

Les différentes rubriques qui les composent doivent permettre ultérieurement une information rapide des données de base recueillies. Ces "fiches" signalétiques synthétiques sont cependant suffisamment détaillées pour éviter de consulter systématiquement l'abondante bibliographie disponible. Ces "fiches" sont accompagnées de planches photographiques en couleur.

D'un point de vue thermal, trois dossiers paraissent intéressants : Monétier-les-Bains, Plan de Phasy et Rousset. Les deux premiers vont faire l'objet de sondages de reconnaissance en vue d'un recaptage des eaux en profondeur.

D'un point de vue "eau de source", la reprise d'une activité embouteillée à Font Vineuse pourrait s'envisager à court terme sous réserve d'études complémentaires appropriées précisant les débits susceptibles d'être mis en jeu.

Table des matières

RESUME	n° pages
1 - INTRODUCTION	1
2 - METHODOLOGIE	2
3 - GROUPE DE MONETIER-les-BAINS	4
4 - GROUPE DE PLAN DE PHAZY	39
5 - GROUPE DE LARDIER-LA SAULCE	72
6 - GROUPE DE SAINT-PIERRE D'ARGENCON	81
7 - GROUPE DE REMOLLON	98
8 - CONCLUSION	106

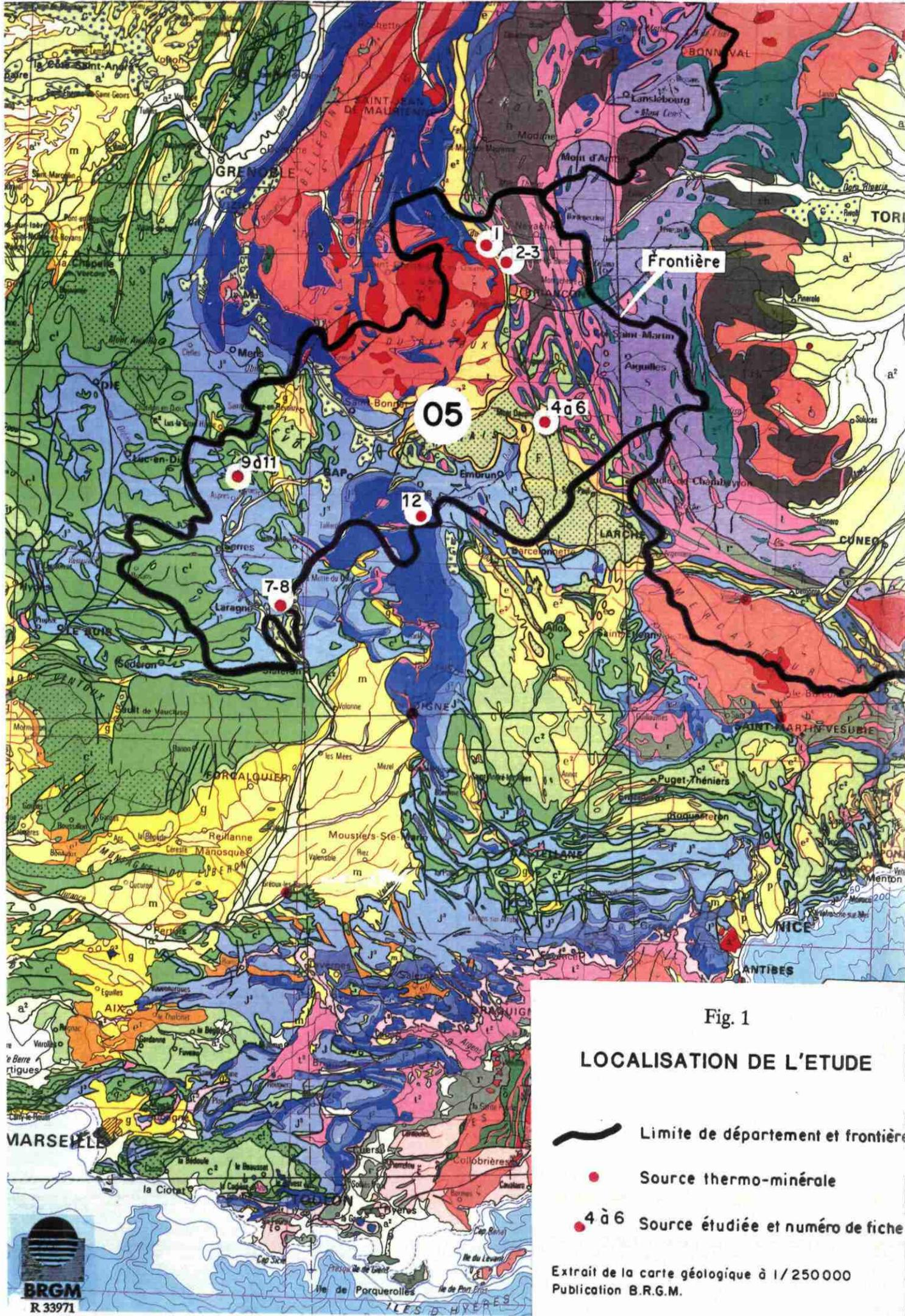


Fig. 1

LOCALISATION DE L'ETUDE

-  Limite de département et frontière
-  Source thermo-minérale
-  4 à 6 Source étudiée et numéro de fiche

Extrait de la carte géologique à 1/250000
Publication B.R.G.M.

1 - INTRODUCTION

Cette étude est réalisée dans le cadre du programme 1986 de la Convention générale pour le développement des recherches géologiques et minières sous la référence : "Contrat Plan Etat/Région BRGM, opération n° 86/03808000, THERMALISME et MINERALISME, secteur TECHNOLOGIE, RECHERCHE, ENSEIGNEMENT SUPERIEUR" à laquelle le Conseil Général des Hautes-Alpes a bien voulu apporter son concours financier (décision du 11/12/1987).

Le développement spectaculaire du thermalisme en France ces dernières années, en particulier dans certaines stations du Sud de la France, la place importante occupée par le thermalisme dans la plupart des autres pays européens et la perspective du marché unique de 1993(1) impliquent un accroissement corrélatif des besoins en eau thermale et donc la recherche et la mise en évidence de nouvelles ressources. Celles-ci peuvent se trouver bien évidemment dans les stations existantes mais des seuils limites apparaîtront inévitablement car les ressources ne sont pas extensibles à souhait en fonction des projets de développement toujours de plus en plus ambitieux. C'est pourquoi l'accroissement des ressources et donc des capacités d'accueil, peuvent nécessiter la création de nouvelles stations thermales notamment dans le département des Hautes-Alpes.

En effet, si le département des Hautes-Alpes est dépourvu de stations en activité, il possède des potentialités thermales intéressantes qui permettraient, une fois mises en valeur, de développer cette activité économique.

De par sa situation géographique au coeur des Alpes, à la limite des Alpes du Sud et du Nord, il est entouré de stations thermales exploitées avec succès (Fig. 1) :

- La Léchère (55°), Brides-les-Bains (35°) et l'Echaillon (30°) en Savoie ;
- Digne-les-Bains (40°) et Gréoux-les-Bains (35°) dans les Alpes de Haute-Provence ;
- Berthermont-les-Bains (30°) dans les Alpes Maritimes ;
- Vinadio et Valdieri (55 et 65°) sur le versant italien des Alpes.

(1) On peut espérer qu'avec l'ouverture des frontières, les curistes européens seront davantage attirés par les stations thermales françaises et en particulier par celles du Sud de la France qui bénéficient d'un ensoleillement privilégié.

Dans les Hautes-Alpes, le relais "thermal" entre ces stations était assuré autrefois par deux groupes de sources dont certaines avaient fait depuis longtemps l'objet d'une exploitation suivie. Actuellement "en sommeil", elles conservent des atouts majeurs pour une remise en activité. Parmi ceux-ci citons un environnement urbain peu développé qui devrait être le garant d'une eau de bonne qualité bactériologique.

Le présent rapport expose la méthodologie adoptée pour l'étude et fournit pour chaque source recensée deux types de documents :

- une fiche descriptive,
- une planche photographique.

2 - METHODOLOGIE

La première phase a consisté à recueillir les données de base, c'est-à-dire à réaliser l'inventaire de toutes les sources thermominérales à partir de la bibliographie, de l'analyse des cartes topographiques et géologiques et d'une enquête de terrain.

L'analyse des données ainsi recueillies a permis de dresser un fichier d'inventaire où chaque source fait l'objet d'une "fiche" synthétique signalétique détaillée.

Dans ces "fiches" sont abordées les rubriques suivantes :

- Localisation administrative et géographique,
- Contexte géologique,
- Conditions de captage et description de l'émergence,
- Caractéristiques physico-chimiques :
 - débit,
 - température,
 - résistivités/conductivités,
 - pH,
 - chimie,
 - isotopes et éventuellement radioactivité,
 - gaz présents.
- Caractéristiques médicales,
- Hypothèses sur l'origine des eaux,
- Environnement du site et protection de la ressource,

- Situation administrative (autorisation d'exploitation, d'embouteillage, de transport de l'eau, etc.),
- Contexte socio-économique,
- Eventuellement information(s) complémentaire(s).

Enfin, des planches photographiques de synthèse ont été élaborées pour parfaire la connaissance du site de la plupart des sources dignes d'intérêt. Ces planches photographiques sont accompagnées d'une légende et de commentaires spécifiques.

Le contenu des différentes fiches et la présentation par rubrique doit permettre ultérieurement une saisie informatique rapide puis une intégration au fichier général des émergences hydro-thermales en cours de constitution au plan national.

En fonction de leur thermalité, trois types de sources ont été inventoriées : les sources très chaudes, les sources chaudes et les sources froides (tableau 1). Les sources très chaudes sont liées à la remontée de socle du Dôme de Remollon. Toutes les sources chaudes sont liées géologiquement à la zone du Briançonnais. Leur température est supérieure à 20°C. Elles sont divisées en deux groupes : groupe de Monétier-les-Bains et groupe du Plan de Phasy.

Les sources froides ont une température à l'émergence inférieure à 20°C et sont liées géologiquement, soit aux terrains du Trias, soit aux terres noires jurassiques. Seules les premières ont donné lieu à des exploitations thermales (bains, douches, etc.). L'ensemble des sources inventoriées est récapitulé dans le tableau ci-après.

Tableau 1 - INVENTAIRE DES SOURCES PRINCIPALES THERMOMINERALES DU DEPARTEMENT DES HAUTES-ALPES

Groupe	Nom de la source	N° fiche	Température		Observations
			Air	Eau	
Monetier les Bains	La Liche	1	4,5	24	Non captée - Inexploitée Captée Captée
	La Rotonde	2	9,8	35,4	
	Font Chaude	3	9	34,5	
Plan de Phasy	Les Suisses	4	7,2	26,8	Captée - Carbogazeuse Radioactive Captée - Carbogazeuse Radioactive Non captée
	La Rotonde	5	10,2	27,4	
	La Salce	6	12,2	21,2	
Lardier La Saulce	Arouze	7	5	18,8	Captage sommaire
	Font Chaude	8	4	16,2	
St Pierre d'Argençon Aspres/Buech	Font Vineuse	9	10	10	Carbogazeuse, captée Embouteillage, inexploitée Embouteillage, inexploitée
	La Bergère	10	10	10	
	L'Aigle	11			
Remollon, Rousset	Font Salée	12	10	49 à 61	Inexploité, non captée

3 - GROUPE DE MONETIER-LES-BAINS

FICHE 1 - La Liche des Chamois

FICHE 2 - La Rotonde

FICHE 3 - Font Chaude

FICHE 1

LA LICHE DES CHAMOIS

Fiche 1

Nom de la source : La Liche des Chamois

X = 922,94

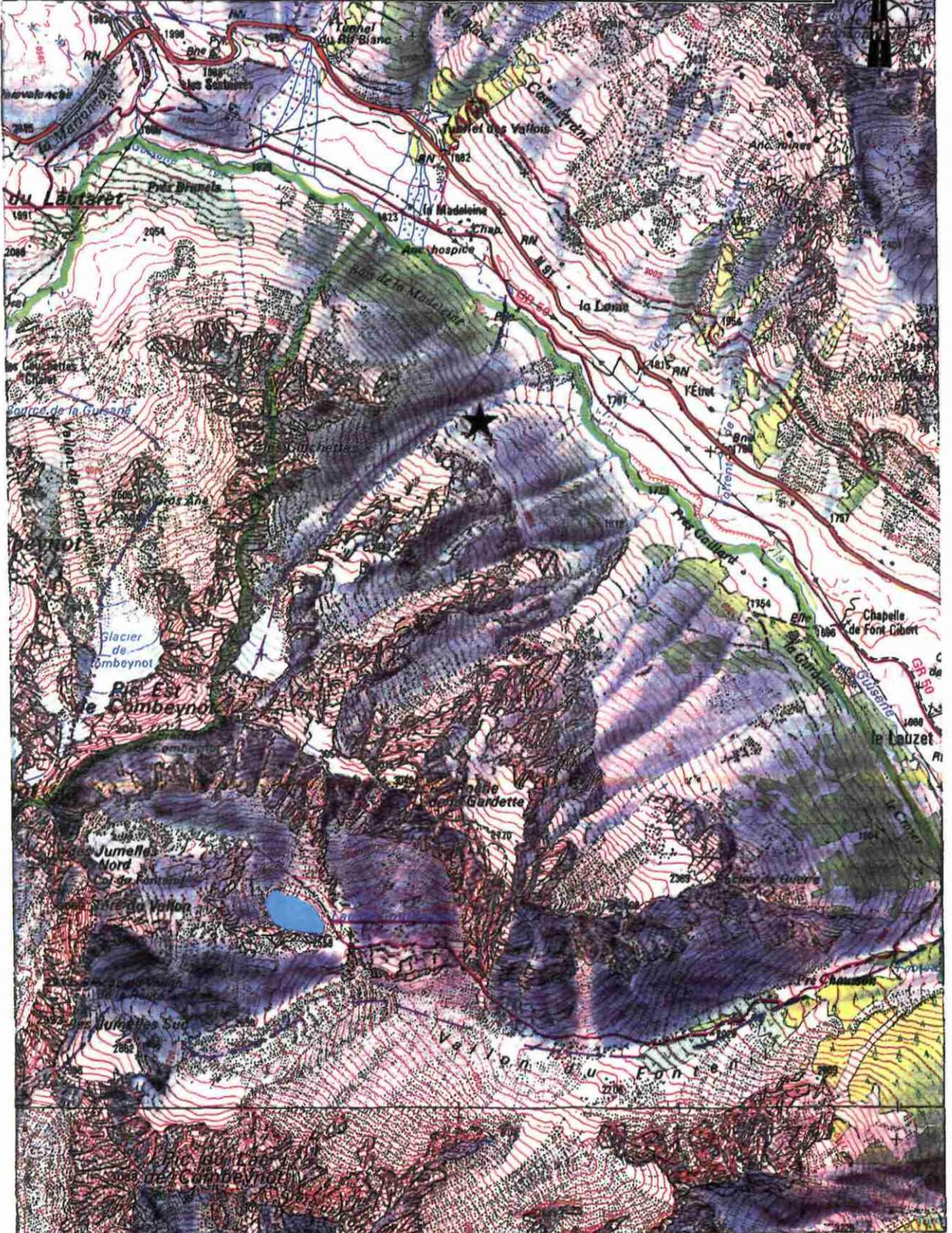
Y = 311,09

Z = 1975 m

commune : Le Monétier les Bains

canton : Le Monétier les Bains

arrondissement : Briançon



Echelle 1 / 25 000

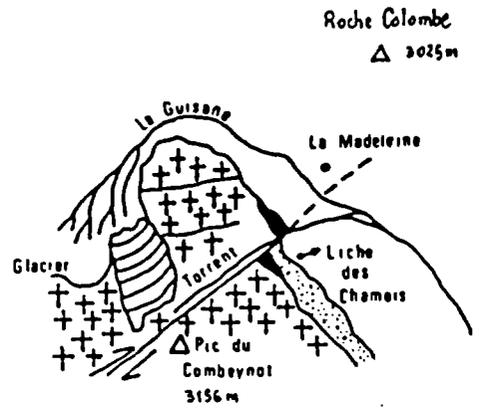
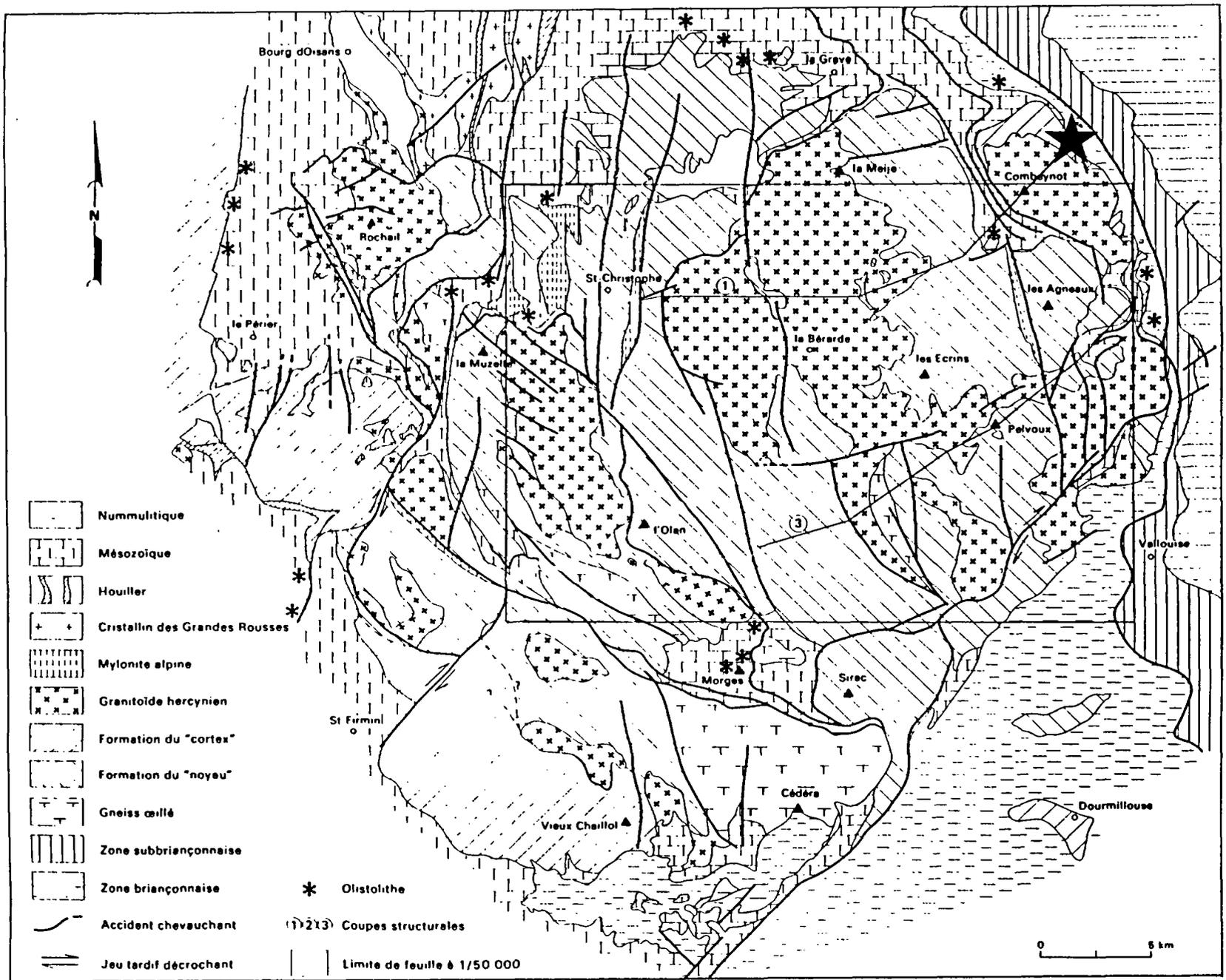


Fig. 3a
Schéma structural à 1 / 250 000 : La Liche des Chamois dans le contexte du massif des Ecrins - Pelvoux ★
A Pécher et J.-C. Barlétty, 1962

1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La source de la Liche se trouve au contact des zones externes et internes des Alpes françaises. La zone externe est constituée de deux sous-zones : la zone dauphinoise à l'Ouest et la zone ultradauphinoise à laquelle appartient le secteur étudié à l'Ouest de la rivière Guisane. De même, la zone interne est constituée de 3 sous-zones dont la plus occidentale, dite zone subbriançonnaise, nous intéresse. Ces zones sont séparées par de grands accidents tangentiels qui déversent les structures vers l'Ouest. Ainsi, dans notre secteur, l'accident tangentiel séparant la zone subbriançonnaise à l'Est de la zone ultra-dauphinoise correspond au cours de la Guisane dans son trajet NW-SE.

Immédiatement au Nord de la Liche et du col du Lautaret, ces différentes zones prennent toute leur ampleur et s'étalent très largement de l'Est vers l'Ouest ainsi qu'au Sud du massif des Ecrins.

Au niveau de la vallée de la Guisane, l'intrusion d'un massif granitique important daté du Viséen supérieur (- 330 à - 310 MA) au coeur de la zone ultra-dauphinoise et son chevauchement vers l'Ouest "provoque" un rapprochement des principaux accidents tangentiels, en particulier accident sud briançonnais et briançonnais, qui se bloquent à son contact. Ce massif granitique, constitué pour l'essentiel par les Pics de Combeynot, recoupe à l'emporte-pièce, sous la couverture sédimentaire de la zone ultradauphinoise, un socle ancien formé de niches métamorphiques (porphyroïdes arkosiques et psammitiques lardés de filons de rhyolite) issues de roches volcano-sédimentaires. Ce massif intrusif chevaucherait la partie occidentale de la nappe ultradauphinoise.

Le massif du Combeynot et d'une manière générale le Pelvoux constituaient donc un môle résistant (Proto-Pelvoux) qui a freiné la translation vers l'Ouest des différentes nappes d'où les virgations observées (fig. 3).

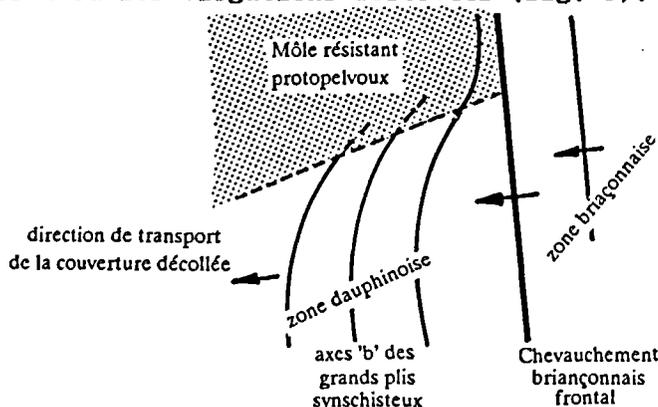


Figure 3b - VIRGATION DES STRUCTURES DAUPHINOISES ORIENTALES AU SUD DU PELVOUX (tectogénèse synschisteuse de l'Oligocène supérieur) - Il y a freinage latéro-frontal de la couverture parautochtone lors de son chevauchement vers l'WSW (d'après P. TRICART, 1982)

2. CONDITION DE CAPTAGE - DESCRIPTION DE L'EMERGENCE

La source n'est pas captée actuellement et sourd à flanc de versant par l'intermédiaire de deux griffons situés à la même cote de part et d'autre d'un replat topographique et à la base d'un important massif gréseux conglomératique attribué au Priabonien. Les eaux dégagées d'une partie de leur CO₂ déposent un tuf conique calcaréo-ferrugineux qui descend "en langue de glacier" dans un éboulis de versant jusqu'au niveau de la Guisane 200 m plus bas environ. Ces éboulis masquent en grande partie le contact anormal massif ancien du Combeynot/formations redressées de l'ultradauphinois. Le replat dû à la topographie est situé en rive droite du torrent de la Liche qui correspond au débouché d'un ancien glacier.

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

A l'échelle de plusieurs années le débit paraît constant : en novembre 1973 1 l/s ; fin juillet 1974, 5 à 7 l/s. Pourquoi ? Influence fonte neige ?

CARENCO (1982) donne 0,5 l/s
BRGM (17/07/84) donne 1 à 2 l/s

Commentaire : Ces sources ne sont pas captées et leur accès est difficile d'où le nombre restreint et disparate de mesures de débit. Le débit à l'étiage est faible.

♦ Température

22 à 25°C suivant la source. D'une manière générale la source principale est caractérisée par une température constante de 25°C environ. BRGM (1984), 11 à 25° suivant les venues.

Commentaire : La température enregistrée aux griffons ne peut être acquise que par un enfouissement profond et lent en absence de mélange avec les eaux de surface et en raison de son altitude élevée (1975 m). Les mesures réalisées montreraient une grande régularité de la température (CARENCO, 1982).

♦ Résistivités

Griffon nord seul 140 Ω .cm (20°C) à 190 Ω .cm
 Griffon sud 180 Ω .cm
 220 à 260 Ω .cm entre les 4/10/79 et le 23/8/80
 280 à 550 Ω .cm (20°) en juillet 1984 (BRGM)

Commentaire : avec cette résistivité la Liche est parmi les sources les plus minéralisées du département. La variabilité des valeurs mesurées est sans doute le fait, en partie, de l'hétérogénéité des mesures due aux différentes opérations et appareillages utilisés (résistivimètres, thermomètres) et de la température de référence parfois non signalée (18,20 ou 25°C).

♦ pH

6,7 à 6,85 (POULAIN) - 6,7 à 7,7 (CARENCO)

Commentaire : le pH varie autour de la neutralité.

♦ Chimie

Teneurs en sulfates et chlorures élevées, eaux les plus magnésiennes de la région, riche en fer, lithium et fluor. En particulier, les fortes teneurs en lithium par rapport à celles trouvées à la source de la Guisane qui sort dans les granites du massif de Combeynot implique une origine triasique de celui-ci à la Liche.

Tableau 2 - LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA SOURCE DE LA LICHE DES CHAMOIS

DATE	TEMPERATURE	RESISTIVITE	PH	Ca	Mg	Na	K	SiO ₂	Fe	HCO ₃	Cl	mg/l SO ₄
1974	D'après P.A. POULAIN			554	136	994	40,6	44,0	5,4	454,4	862,6	2600
4/10/1979	25,0°	220	6,9	(362)	196	(261)	60	-	0,91	472	833	1960
7/12/1979	25,0°	240	6,6	545	150	(255)	56	37	0,29	462	972	2160
20/06/1980	24,8°	255	6,7	525	163	(252)	56	38	0,94	549	(445)	(1650)
23/08/1980	25,0°	260	7,7	517	141	(255)	56	38	0,85	463	(202)	(1600)
17/07/1984		BRGM		565	137	1000	4,07	36,2	0,19	442	895	2539
										(362)	valeur douteuse	

Commentaires : la minéralisation importante a permis le dépôt de tufs à la surface du sol au niveau de la rupture de pente provoquant un dégazage important (CO₂, précipitation des carbonates). Minéralisation de type triasique. On note sur le tableau les fluctuations importantes de certains ions (Ca, Na, Cl et SO₄) incompatibles avec la constance de la T°, du débit, ce qui pose le problème de l'hétérogénéité des mesures et leur représentativité. Pour le Cl⁻ et les SO₄²⁻ les fortes variations de leur teneur pourraient s'expliquer par une plus grande solubilité de ces ions aux eaux de lessivage des terrains ce qui est incompatible avec les résultats ci-après.

♦ Isotopes

Tritium : 4 UT valeurs anormalement faibles ce qui implique des eaux antérieures à 1952. Date de la mesure ? et débit correspondant ?

O¹⁸ - 13,8‰ soit un bassin d'alimentation d'altitude moyenne d'environ 2700 m ce qui correspond au haut vallon de la Liche et du Fontenil.

S³⁴ + 15‰ caractérise des eaux ayant lessivé les évaporites du Trias.

Commentaire : la valeur de l'isotope du soufre confirme l'origine triasique d'une partie de la minéralisation (Cl, SO₄, Ca, Mg, Na éventuellement). Le bassin d'alimentation serait très localisé et limité à la Montagne du Combeynot, relief isolé et les faibles valeurs d'UT n'indiquent pas de mélange avec les eaux superficielles ou souterraines récentes. Cependant, en ce qui concerne le tritium une seule analyse ne suffit pas pour affirmer cette opinion et ce d'autant plus qu'il n'est pas précisé la date de prélèvement.

D'autres prélèvements, en particulier au moment du maximum de débit, nous paraissent nécessaire pour confirmer ou infirmer l'hypothèse admise jusqu'ici.

En résumé

On note la disparité des résultats au niveau de chaque caractéristique évoquée ci-dessus.

Malgré ces résultats parfois discordants, il semble que les caractéristiques principales de cette source soient les suivantes :

- Minéralisation d'origine triasique prouvée par mesures de l'isotope 34 du soufre et mesure du lithium, fortes teneurs en Cl, Na, SO₄ et Ca.

- Température relativement constante.
- Alimentation localisée aux hauteurs du massif de Combeynot (2700 m).
- Faible débit à l'étiage (environ 0,5 l/s) —→ 2 m³/h

4. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données

1) L'eau provient d'une aire d'alimentation dont l'altitude moyenne est de 2700 m environ (0^{1^a}).

2) Au cours de son circuit thermo-minéral l'eau est en contact avec le Trias évaporitique (Keuper, Muschelkalk) au contact duquel elle acquiert sa minéralisation (faciès chimique chlorosulfaté sodique, isotope du soufre, lithium).

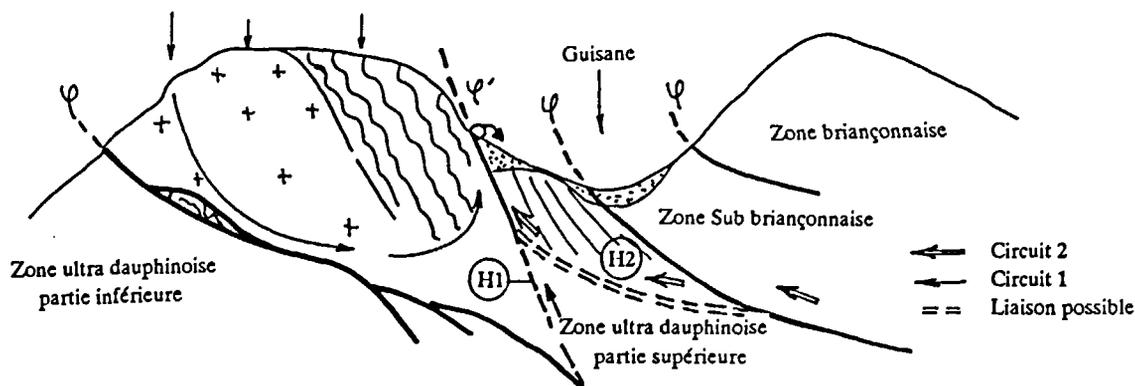
3) Le circuit thermo-minéral est relativement profond pour permettre un réchauffement important des eaux qui peuvent atteindre 25°C soit 15 à 20°C au-dessus de la température moyenne de l'air à l'émergence.

4) La Liche des Chamois sort au niveau d'un contact anormal secondaire de direction NW-SE qui met en relation aussi bien le flysch éocène, que le Jurassique, que le Trias, que le socle métamorphique que l'on retrouve d'ailleurs en petites écailles dans la série sédimentaire en jalonnant le contact sous forme de mylonite très tectonisée. Ce contact anormal est recoupé perpendiculairement au voisinage de l'exutoire par un petit décrochement dextre SW-NE.

5) Si l'on se réfère à des schémas hydrogéologiques classiques, la source de la Liche serait donc une source de débordement ou de trop plein.

En fonction des géothermomètres utilisés (cf. POULAIN, 1977 ; GRIMAUD, 1987), la température atteinte en profondeur serait comprise entre 51 et 130°C. Pour une température simulée de 130°C, le pourcentage d'eau chaude dans le mélange connu à l'émergence serait de 45%.

Fig. 4



♦ L'interprétation des faits : les origines possibles

1) L'origine peut être locale (P.A. POULAIN, 1977) c'est-à-dire limitée au massif de Combeynot dont l'altitude moyenne est 2700 m environ et qui est bien individualisé par la topographie. Dans ce cas deux possibilités indépendantes ou simultanées d'acquisition de la minéralisation sont possibles au cours du circuit hydrothermal :

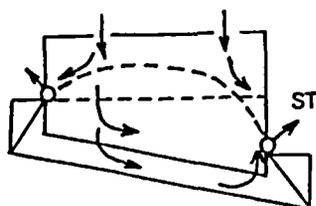
- au niveau du plan de chevauchement qui se trouve à la base du massif granitique et métamorphique chevauchant sur la zone ultradauphinoise vers l'Est ;

- au niveau du contact anormal secondaire qui borde la vallée de la Guisane à l'Ouest.

Cette hypothèse en surface mais aussi en profondeur suggère :

- un massif granitique et métamorphique perméable en grand (fracture), une charge hydraulique dans le réseau de fractures suffisantes pour permettre des augmentations de débit après la fonte des neiges quasi immédiate par simple transmission de pression ;

- un système de drainage "superficiel" des eaux souterraines qui puissent donner également à la périphérie des sources d'eaux froides (source de la Guisane, source froide de la Liche).



2) L'origine peut être moins locale et faire appel à des aires d'alimentation de même altitude moyenne que le Combeynot mais située dans un autre secteur géographique (Roche Colombe, par exemple). Le circuit thermo-minéral empruntant alors les accidents tangentiels subbriançonnais et les décrochements dextres. Dans cette hypothèse se pose le problème de l'altitude de la source actuelle car on pourrait envisager une émergence plus basse avec le trajet de l'accident principal qui occupe le fond de la vallée de la Guisane.

5. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

Situé loin de toute agglomération le site est bien protégé contre les pollutions d'origine humaine. Sa situation à l'écart des voies de communications modernes et son accès difficile assure une protection efficace de l'émergence et du gisement.

Des pollutions d'origine naturelle par les eaux superficielles sont à craindre et des mesures de tritium réparties sur un cycle hydrologique seraient nécessaires pour les mettre en évidence.

6. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Les sources n'ayant jamais fait l'objet d'une exploitation, l'académie de médecine ne s'est jamais prononcée sur les qualités thérapeutiques de l'eau. Néanmoins, compte-tenu de sa minéralisation, ses caractéristiques médicinales doivent être assez comparables à celles du plan de Phazy (fiches 4 à 6).

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

Les sources, situées sur la commune de Monetiers-les-Bains, n'ont jamais fait l'objet d'une demande d'agrément.

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

On accède à la région de la Liche des Chamoix par la route nationale n°91 soit par le Nord au départ de Grenoble, soit par le Sud à partir de Briançon.

Ces deux capitales régionales traditionnelles étant desservies par le réseau SNCF. De ces deux accès celui du Nord est problématique car sous la dépendance de l'état d'enneigement des cols du Lautaret et du Galibier.

L'accès au site proprement dit est quant à lui inexistant à partir de la route nationale qui emprunte la vallée de la Guisane.

Les centres urbains les plus proches sont tout d'abord Monetier-les-Bains puis Briançon.

Les centres de loisirs les plus proches sont Serre-Chevalier puis Mont-Genèvre et les Deux-Alpes liés aux activités de sport d'hiver, mais il faut noter également que les sources sont comprises entre le parc national des Ecrins et le parc naturel régional du Queyras. Cette situation générale n'est d'ailleurs pas uniquement le fait de la source de la Liche mais c'est aussi le cas des sources de Monetier et du Plan de Phasy. Plus proche de la Liche, on note l'existence dans le massif de Combeynot d'un certain nombre de petits glaciers qui pourraient présenter un certain attrait.

En résumé, la qualité du site est indéniable, l'environnement de la source est vierge de toute infrastructure ce qui est un avantage certain mais néanmoins pénalisant au niveau de l'accès au site. Par ailleurs, le site situé à mi-pente poserait certainement des problèmes géotechniques s'il venait à être équipé.

FICHE 1 - LA LICHE DES CHAMOIS

PHOTO LICHE n°1 - Panorama à partir de la source de la Liche des Chamois en direction du Nord-Ouest (Pics des Clochettes à 2549 m et 2509 m) et tufs ferrugineux élaborés par la source.

PHOTO LICHE n° 2 - Idem n°1 avec en haut à gauche Pic Est de Combeynot à 3026 m "Langue" de tufs ferrugineux assimilable à une langue glaciaire descendant vers la Guisane.

PHOTO LICHE n°3

Détail de la "langue" de tufs ferrugineux élaboré par la source.

Torrent de la Liche au 2ème plan (fléché).

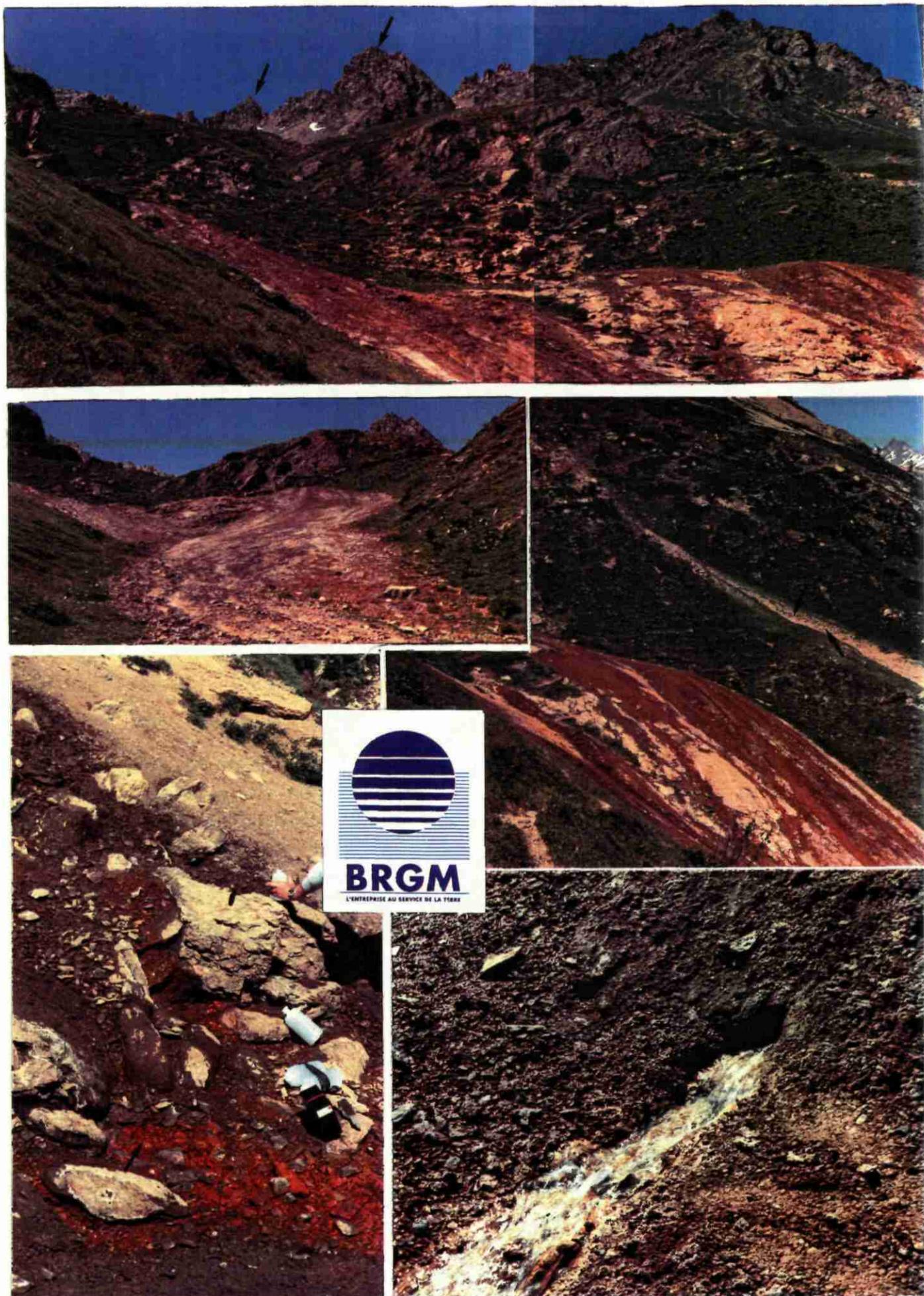
PHOTO LICHE n°4

Contrôle de résistivités et prélèvement d'échantillons.
Précipitations d'oxydes ferriques (flèche).

PHOTO LICHE n°5

Sortie d'eau froide à travers les éboulis de versant.

FICHE 1 - LA LICHE DES CHAMOIS



FICHE 2

LA ROTONDE

Fiche 2

Nom de la source : La Rotonde

X = 928,75

Y = 305,89

Z = 1502 m

commune : Le Monétier les Bains

canton : Le Monétier les Bains

arrondissement : Briançon

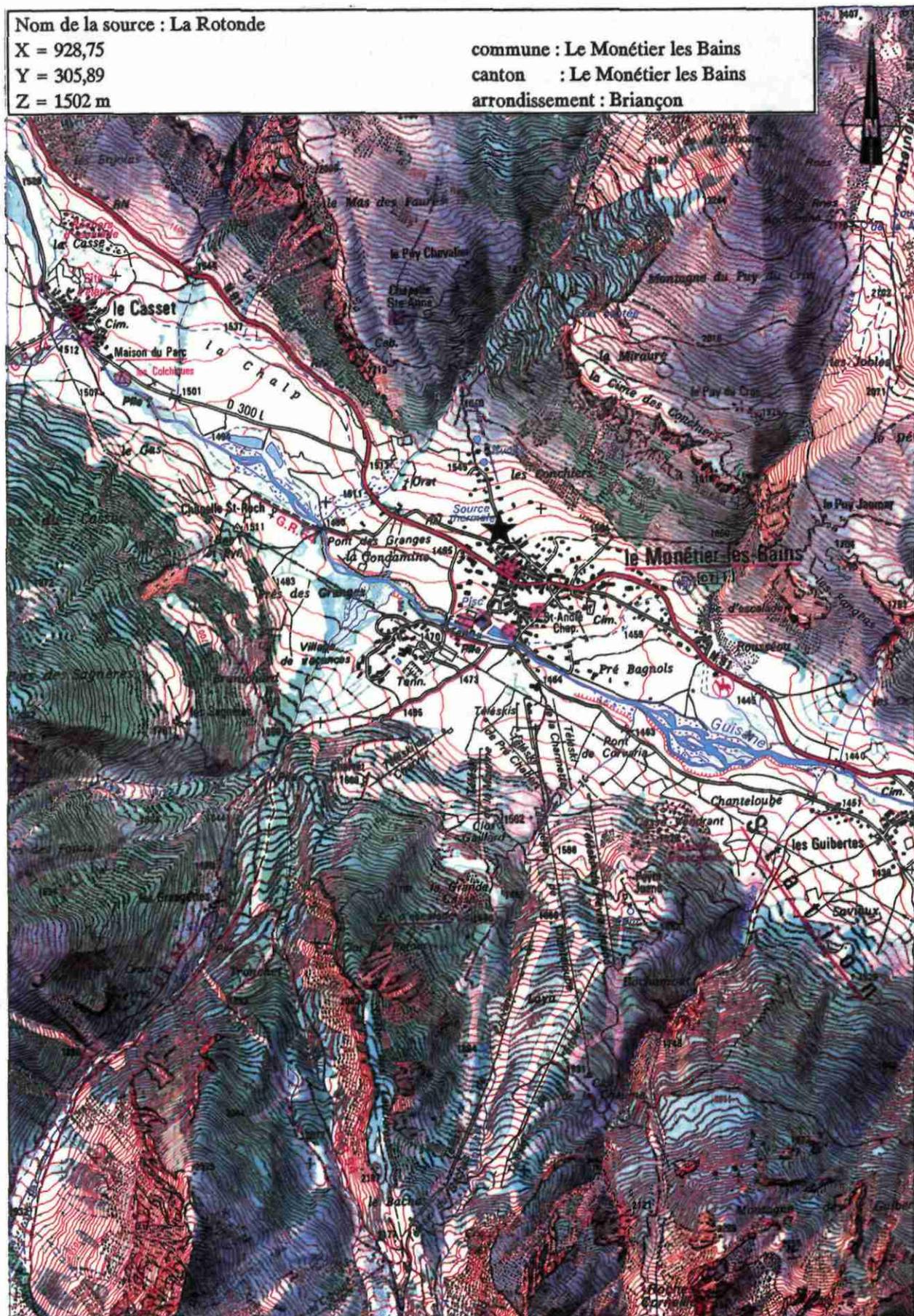


Fig. 5

Plan de situation

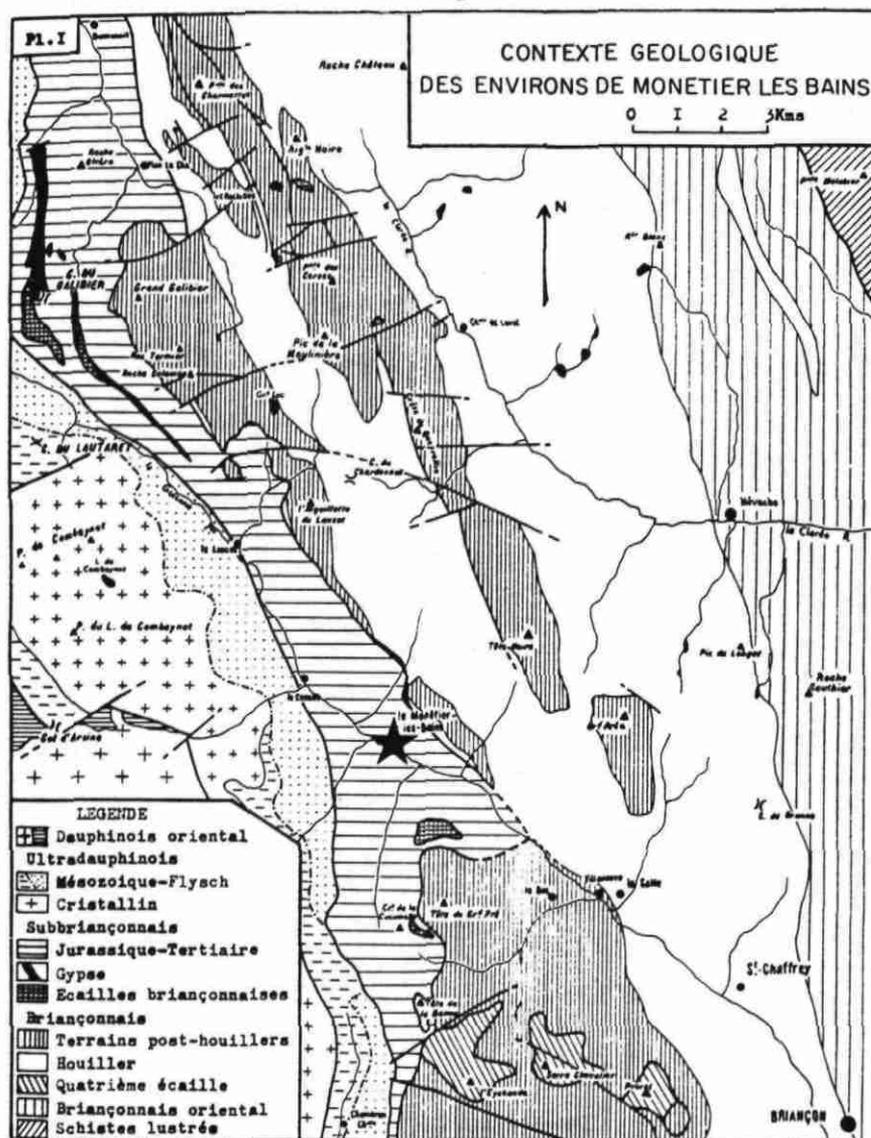
Echelle : 1 / 25 000

Nota : Cette "fiche" a fait l'objet d'un rapport BRGM intermédiaire en septembre 89, n° 89 SGN 690 PAC

1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le site de Monétier se trouve dans la plaine alluviale de la Guisane, au contact des zones externes et internes des Alpes françaises, au droit de la zone subbriançonnaise, entre l'ultradauphinois à l'Ouest et le Briançonnais à l'Est.

Fig. 6



d'après J.C. BARFETY - Thèse 1968

Les chevauchements des nappes du subbriançonnais et du briançonnais qui sont de direction NNW-SSE, se retrouvent aussi bien au Nord qu'au Sud de Monétier. La vallée de la Guisane, qui à l'amont de Monétier suivait le front de chevauchement de la zone subbriançonnaise, se retrouve à l'aval contre le front de chevauchement de la zone briançonnaise. Pour J.C. BARFETY (1968), cette translation vers l'Est se ferait à la faveur d'un accident transverse sur lequel se localiserait le cours de la Guisane.

Comme pour la Liche, nous nous trouvons dans une zone "de pincement" où les fronts de chevauchement des différentes nappes se retrouvent sur une très faible distance alors que de part et d'autre du massif cristallin du Pelvoux, les nappes sont davantage étalées.

Ces accidents chevauchants vers l'Ouest sont injectés de Trias gypsifère qui a servi de "moteur" aux mouvements tangentiels dûs à la surrection des Alpes. Ils sont recoupés perpendiculairement par des accidents de socle décrochants dextres comme celui du torrent St Joseph au Nord de la source. Ces accidents tangentiels qui apparemment viennent buter contre le massif cristallin du Combeynot, s'enracinent profondément alors que la massif du Combeynot constitue un énorme copeau de socle arraché et poussé à l'aval des chevauchements.

2. CONDITIONS DE CAPTAGE - DESCRIPTION DE L'EMERGENCE

La source de la Rotonde émerge au Nord de l'agglomération de Monétier sur la bordure d'un épais massif travertineux déposé par la source et situé à mi-pente du cône de déjection du torrent St Joseph au lieu-dit "Les Conchiers".

La source est captée et abritée dans un bâtiment en forme de rotonde qui est conçue comme un grand réservoir circulaire dans lequel, autrefois, les malades se baignaient. Il semblerait, d'après la bibliographie, que le captage originel remonterait à 1715 et qu'auparavant les eaux thermales ne sourdaient que 2 mois par an, ce qui pose le principe de l'existence d'eau thermale non encore captée et qui diffuserait à partir de l'émergence réelle dans les travertins, les alluvions de la Guisane et les dépôts du cône de déjection à l'aval. Un canal de fuite évacuait les eaux qui étaient alors utilisées pour faire tourner des moulins à l'aval.

Pour P.A. POULAIN (1977), la venue thermale se situerait dans les alluvions en aval de la faille décrochante senestre du torrent de St Joseph, puis se réprendrait dans les dépôts fluviatiles pour finalement sourdre sur le pourtour des dépôts travertineux.

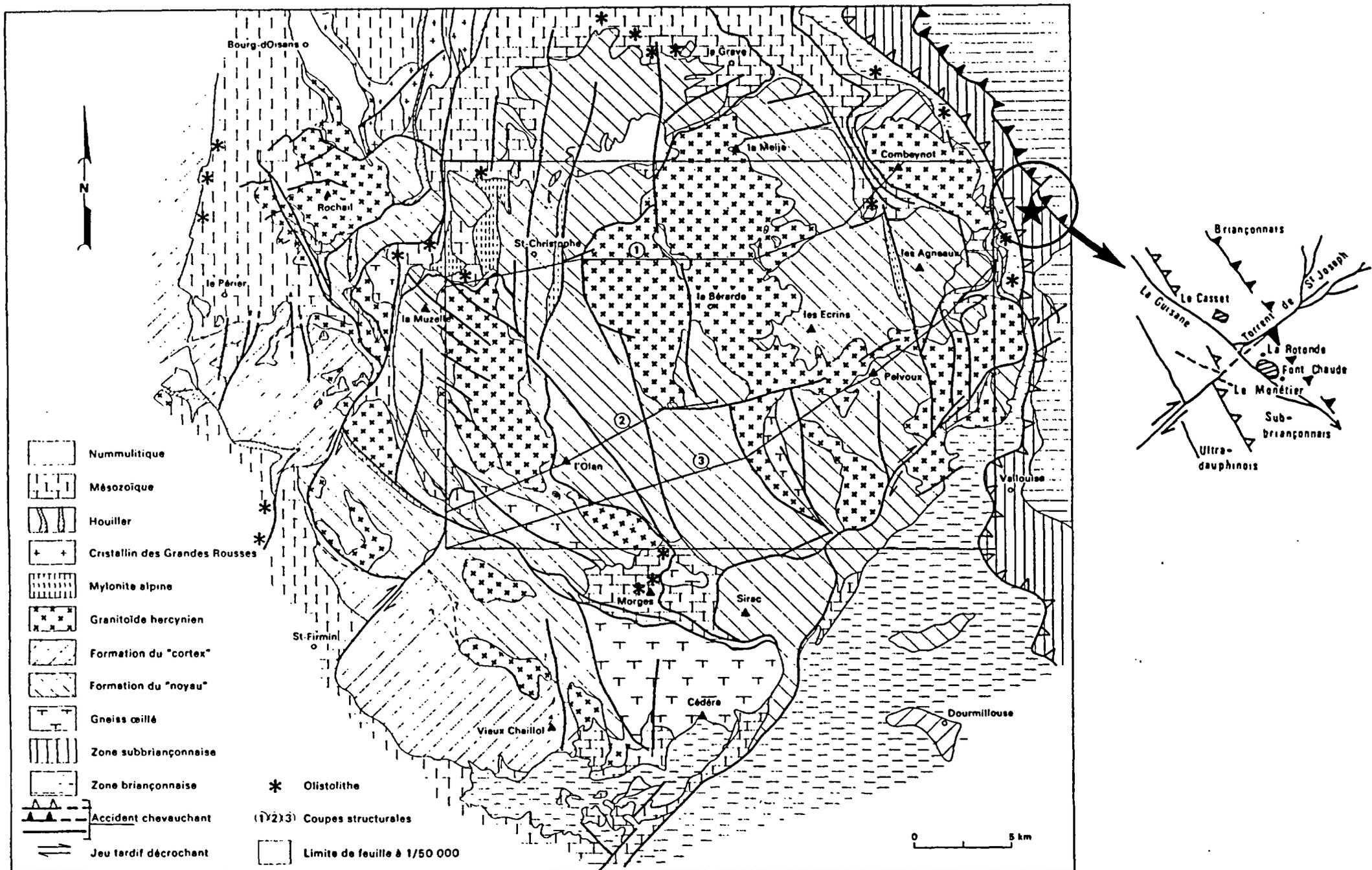


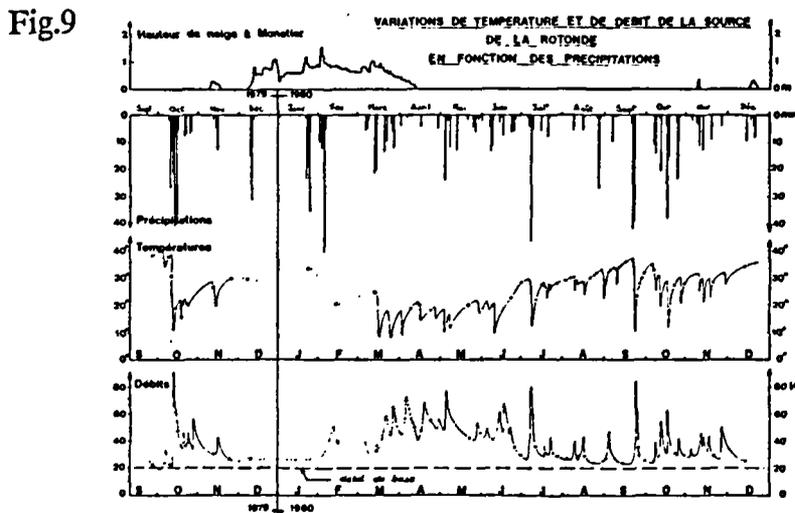
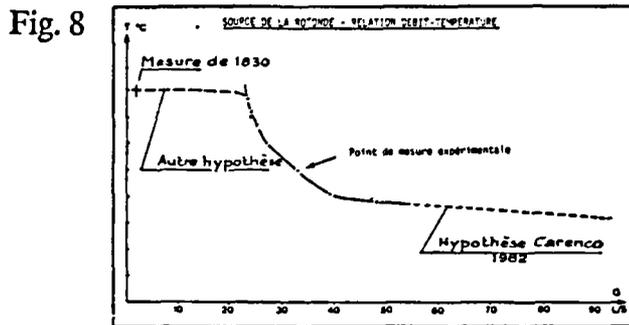
Fig. 7 - Schéma structural à 1/250 000 : la Rotonde à Monétier dans le contexte du massif des Ecrins-Pelvoux ★

A. Pécher et J.-C. Bartély, 1982

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

Les débits figurant dans la bibliographie sont assez variables. GUEYMARD (1830) indique un débit voisin de 5 m³/h, CARENCO (1982), au contraire, mesure des débits variant de 83 à 180 m³/h au cours des années 1979 et 1980 et établit une relation débit-température qui met en évidence l'influence des précipitations ; celles-ci se faisant sentir après un temps de réponse relativement bref (entre 30 et 40 heures). Ces informations récentes ont pu être recueillies grâce à l'installation par le SRAE d'un enregistreur de niveaux et de température. Le BRGM indique un débit mesuré au flotteur de 180 m³/h, avec une incertitude due à la méthode de jaugeage, de 70 m³/h.



Commentaires - L'influence de précipitations sur le débit de la source est indéniable et pour un débit de base de 72 m³/h, ce qui est considérable, la température approcherait celle mesurée par GUEYMARD en 1830 pour un débit de 5 m³/h seulement. La fiabilité des différentes mesures se trouve ainsi mise en question : qui a raison ? A moins que, le débit baissant lors d'étiage très sévère, la courbe des débits et des températures ne soit pas asymptotique à la droite des ordonnées... Quoiqu'il en soit, les figures ci-dessus illustrent de manière éloquent le mélange des eaux de la Rotonde avec des eaux superficielles froides.

♦ Température

GUEYMARD (1830) donne une température de 40°C que CARENCO (1982) n'a jamais retrouvée entre septembre 1979 et décembre 1980 ; en fait, ce dernier indique des températures de 16 à 38°C, soit une amplitude thermique de 22,5°, qui implique une forte influence extérieure (apport d'eaux froides superficielles après des pluies et la fonte des neiges qui se traduit par d'importantes augmentations du débit). Le BRGM (1984) indique une température de 33°C.

Commentaires - En période non influencée (fin d'étiage), la température atteint 38°C, ce qui est assez voisin des 40° annoncés par GUEYMARD, un siècle et demi plus tôt.

♦ Résistivités

Comme les deux paramètres précédents, la résistivité varie fortement suivant le taux de mélange avec les eaux superficielles froides. CARENCO donne des valeurs comprises entre 400 et 1 500 Ω .cm et POULAIN (1977) 295 Ω .cm, 410 Ω .cm (1974), BRGM (17.07.84) 530 Ω .cm à 20°.

♦ pH

POULAIN (1974) 6,45. CARENCO (1982) précise que le pH est généralement très acide mais varie de 5,9 à 7,7. L'acidité provient du mélange d'eau superficielle avec des eaux ayant circulé dans un réservoir profond.

♦ Chimie

Les premières analyses ont été faites par NICOLAS en 1771 et CHANCEL en 1815.

La salinité de la source de la Rotonde est la moitié de celle des autres sources du Briançonnais. Les teneurs en sulfates s'établissent d'après la bibliographie entre 200 et 1 180 mg/l, les chlorures entre 34 et 334 mg/l, le sodium entre 4,5 et 220 mg/l. A propos de ce dernier ion majeur qui confère à l'eau une partie de ses qualités, il semblerait que les mesures réalisées en 79-80 soient erronées (erreur d'une puissance de 10). Les fortes teneurs en SO₄, Cl, Na, et, dans une moindre mesure, Ca, indiquent une minéralisation acquises auprès de terrains évaporitiques, en général gypse du Trias, étant donné le contexte géologique.

Tableau 3 - PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA SOURCE DE LA ROTONDE

Date	Débit l/s	t°	ρ	pH	Ca	Mg	Na	K	SiO ₂	Fe	Cl	SO ₄	HCO ₃	NO ₃
1896					229	14,8	108,9		36	2,31	146	496,7	122,4	
1904					570,4	89,4	186,1		20,4	0,19	264,6	830,9	600,8	
20.11.1973		35,4	255	6,4										
1974		30	410	6,45	492	50	224	14	23	0,29	333,7	1100	497,1	4,7
06.10.1979		36	368	5,9	436	51	26	18	-	1,51	288	740	495	0,35
12.10.1979		31		6,65	528,3	-	10	9	-	1,38	218	510	427	0,54
14.10.1979		23,5	914	6,7	208,4	7,5	13	14	-	0,76	111	320	333	0,49
18.10.1979		16,2	1140	7,1	121	42	4,5	4	-	0,01	88	204	233	0,86
13.11.1979		26,5	533	6,6	332,6	0	18	12	-	0,65	265	480	372	0,52
08.12.1979	27	30,1	440	6,5	384,7	41,3	24,5	16	17,2	0,61	290	600	433	0,42
22.01.1980	25	33,5	405	6,9	440,9	50,3	29,5	18	18,7	1,08	294	640	573	0,42
14.02.1980	39	20,5	570	6,8	280,5	31,6	4,5	11	-	0,26	34	400	427	-
14.03.1980	33	25	610	6,7	288,6	43,7	7	12	-	0,52	34	400	427	-
09.04.1980	48	19,2	780	7,5	-	-	-	-	10,6	0,19	-	230	-	-
16.04.1980	42	19,9		6,9	240,4	34	11,5	19	13	0,06	130	240	341	-
20.05.1980	42	19,9	770	6,9	200,4	53,5	12	19	13,5	0,2	141	270	366	-
20.06.1980		22,6	630	6,55	268,5	24,3	16	11	14,5	0,88	174	370	427	-
15.07.1980		28		7,75	372,7	12,1	22	14	16	0,36	265	600	500	-
25.08.1980		32,7		7,1	432,8	43,7	28	18	17,2	1,56	314	690	537	-
04.10.1980		35,5		7,05	489	3675	29	19	21	1,4	-	760	585	-
19.07.1984	50±20	33	530	8,42	440	46,1	220	12,4		0,07	288	851	439	0,52

L'analyse des éléments traces indique de fortes teneurs en :

- Fluor 1,14 mg/l en 1984 comparables aux 1,3 mg/l cités par POULAIN (1977)
- Lithium 449 µg/l (1984) contre 700 µg/l (1977)
- Arsenic 41 µg/l (1984)
- Cuivre 10,8 µg/l
- Manganèse 90 µg/l
- Strontium 7,45 µg/l
- Iode 8,5 µg/l
- Baryum 67 µg/l
- Bore 500 µg/l

soit des teneurs parfois 10 à 100 fois plus fortes que celles des eaux de surface.

Tableau n°4 - ELEMENTS TRACES DANS LES EAUX THERMALES DE MONETIERS-les-BAINS

Mg/l (sauf précisé)	Ag	Al	As	B	Ba	Cd	Cr	Cu	F mg/l	Fe mg/l	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Sn	Sr mg/l	Zn	Bv ⁻	I ⁻
Torrent en aval de la Liche des Chanois	< 0,2	17	6	< 3	73	0,05	0,5	< 0,5	0,12	< 0,01	< 0,03	13	1	7	< 1	< 1	< 1	< 0,5	0,22	2		0,7
Liche du Chanois	< 0,2	4	565*	921	18	0,06	5	24,2	1,13	2,58	0,07	1 059	180	1,1	1	< 1	< 1	0,5	12,33	5		33,7
Fontaine (eau froide)	< 0,2	9	1	< 3	29	0,07	0,5	< 0,5	0,09	< 0,01	< 0,03	3	1,5	< 0,5	< 1	< 1	< 1	< 0,5	0,17	< 1		< 0,5
Guisane rivière	< 0,2	220	5	< 3	47	0,07	0,5	0,9	0,14	0,33	< 0,03	4	13	4,3	1	< 1	< 1	< 0,5	0,54	3		< 0,5
Batande	< 0,2	24	41	500	67	0,06	2,9	10,8	1,14*	0,31	0,03	449	90	< 0,5	< 1	< 1	< 1	< 0,5	7,45	2		8,5
Font Chaude Est	< 0,2	6	68*	537	28	0,05	3,1	11,7	1,34*	0,03	< 0,03	453	1,5	< 0,5	< 1	< 1	< 1	< 0,5	8,29	1		10,1
Font Chaude Centre	< 0,2	14	63*	561	29	0,10*	3,5	12,3	1,48*	0,04	< 0,03	482	20	< 0,5	2	2	< 1	< 0,5	9,14	6		8,7
Font Chaude Ouest	< 0,2	6	81*	640	38	0,09	4	13,4	1,55*	0,04	< 0,03	545	30	< 0,5	1	< 1	< 1	< 0,5	10,38	1		10,2

* Limite CEE ou OMS atteinte ou dépassée.

Commentaires : Les eaux sont chlorosulfatées, calciques et sodiques. Bien que la minéralisation soit inférieure à celle de la source de la Liche par exemple, les fortes teneurs en calcium, acide carbonique ont permis l'élaboration de tufs carbonatés sur lesquels s'est bâtie la ville de Monétier-les-Bains. Les fortes teneurs en SO₄, Cl, Na, F et Li confirmeraient l'origine triasique des eaux. Les fortes variations de teneurs au niveau des ions majeurs principaux confirment l'effet de dilution par les eaux superficielles non minérales qui peuvent amener, par ailleurs, un excès de nitrates à moins que celles-ci ne soient dues aussi aux techniques de dosage.

♦ Isotopes

Tritium : la valeur de 80 UT mesurée indique une forte proportion d'eau de surface récente dans le mélange.

O¹⁸ : l'altitude moyenne des précipitations serait de l'ordre de 2 300 m environ (S = 13,5 à 13,7 ‰).

S³⁴ : l'isotope du soufre (16,2‰) confirme l'origine triasique du gypse au contact duquel la minéralisation est acquise.

En résumé

Observées sur une période régulière, les eaux présentent de fortes variations de toutes les caractéristiques physico-chimiques : débit, températures, pH, minéralisation, dues à un mélange avec des eaux de surface. Ces variations sont incompatibles avec une exploitation à des fins thérapeutiques, à moins que l'on puisse réaliser un captage par sondages qui mettent les eaux thermales à l'abri des pollutions par les eaux de surface. Les eaux sont chlorosulfatées, calciques et sodiques.

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Prises en boisson ou en bain, les eaux de la Rotonde sont réputées depuis toujours pour "soigner" les embarras gastriques, les paralysies, les fractures, les rhumatismes, les arthrites, certaines maladies de peau, ainsi que pour leur action cicatrisante.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX (Fig.7, 8)

♦ Les données

1) L'eau provient d'une aire d'alimentation dont l'altitude moyenne est de 2 300 m environ, ce qui correspond à l'altitude moyenne des bassins versants avoisinants affluents de la Guisane.

2) Au cours de son circuit thermominéral, l'eau est en contact avec le Trias évaporitique au contact duquel elle acquiert sa minéralisation à moins que celle-ci soit acquise à l'occasion du lessivage d'affleurements triasiques gypsifères.

3) Le circuit thermominéral est relativement profond, puisque les eaux même mélangées aux eaux superficielles peuvent atteindre en régime non influencé des températures de 40°C. Le géothermomètre "Silice" indique des températures originelles de l'ordre de 70 à 75°C (POULAIN, 1977, CARENCO, 1982).

En fonction des géothermomètres utilisés (POULAIN, 1977 ; GRIMAUD, 1987), les températures atteintes en profondeur pourraient être comprises entre 53° et 145° (les températures calculées avec le géothermomètre calcédoine ont été éliminées du fait des résultats peu crédibles 16 et 36°). Pour une température profonde simulée de 145°C, GRIMAUD aboutit pour l'eau connue à l'émergence soit à :

- un mélange comprenant 22% d'eau chaude d'origine profonde et 78% d'eau plus superficielle à 17-18° C ;

- un mélange secondaire plus proche de la surface à partir d'infiltration des eaux de la Guisane (fig. 8bis).

4) D'après CARENCO, le débit des venues thermales (y compris la source de Fontchaude), issu d'un même tronc thermal, est de l'ordre de 40 à 55 m³/h, ce qui implique des fractures très ouvertes, voire karstifiées au niveau des calcaires du Lias supérieur ou des calcaires de Vallouise sous-jacent aux alluvions récentes et au tuf qui tapissent le fond de vallée.

5) L' (es) émergence (s) sont tributaires des accidents tangentiels et vraisemblablement verticaux qui les recoupent perpendiculairement.

6) L' (es) émergence (s) *réelle* (s) issue (s) du tronc commun thermal sont masquées par les tufs, le cône de déjection du torrent St Joseph et vers le fond de la vallée, les alluvions de la Guisane.

♦ L'interprétation des données

Plusieurs hypothèses de zones d'alimentation ont été formulées, la plus probable concerne le bassin versant du torrent St Joseph, situé immédiatement à l'amont de la Rotonde, avec trois variantes possibles (CARENCO, 1982) :

1 - Acquisition de la minéralisation, tout ou partie, par lessivage des gypses affleurant au niveau du plan de chevauchement du Briançonnais, puis recyclage en profondeur avec acquisition des calories. Cette variante pourrait être facilement confirmée ou infirmée par la mesure des conductivités différentielles le long du torrent.

2 - Acquisition de la minéralisation et de la température en profondeur avec remontée des eaux comme précédemment, par un tronc commun thermal.

3 - Variante mixte impliquant les 2 précédentes.

Incontestablement, l'apport important d'eau superficielle mis en évidence de différentes manières au niveau de la Rotonde provient du torrent par l'intermédiaire de son cône de déjection. La position des tufs et des sources pourrait correspondre à des limites de faciès des terrains de recouvrement (par exemple différence de faciès, de granulométrie, teneur en argile, etc.).

Les autres hypothèses sont liées aux cônes de suffosion et aux pertes d'eaux superficielles situées sur l'autre versant de la vallée (source la gypsière) ou à la mise en place de filons hydrothermaux d'ankérite alignés selon des fractures méridiennes.

Enfin, la dernière hypothèse en date est celle que nous formulons aujourd'hui, à savoir : les venues thermales emprunteraient des fractures ouvertes voire karstifiées (d'où les débits importants...) qui affectent les calcaires jurassiques du Dogger qui sont parfois dolomitiques, zoogènes ou oolithiques.

En effet, le sommet de la barre de calcaire jurassique qui se suit en rive gauche de la Guisane est à une altitude de 1 830 m à l'Est du Casset ; elle plonge ensuite rapidement vers le Sud-Est pour se retrouver à la cote 1 550 m aux Conchiers puis "disparaît" sous les dépôts du cône de déjection du torrent St Joseph.

Fig.10 le MONETIER les BAINS
Coupe perpendiculaire à la vallée

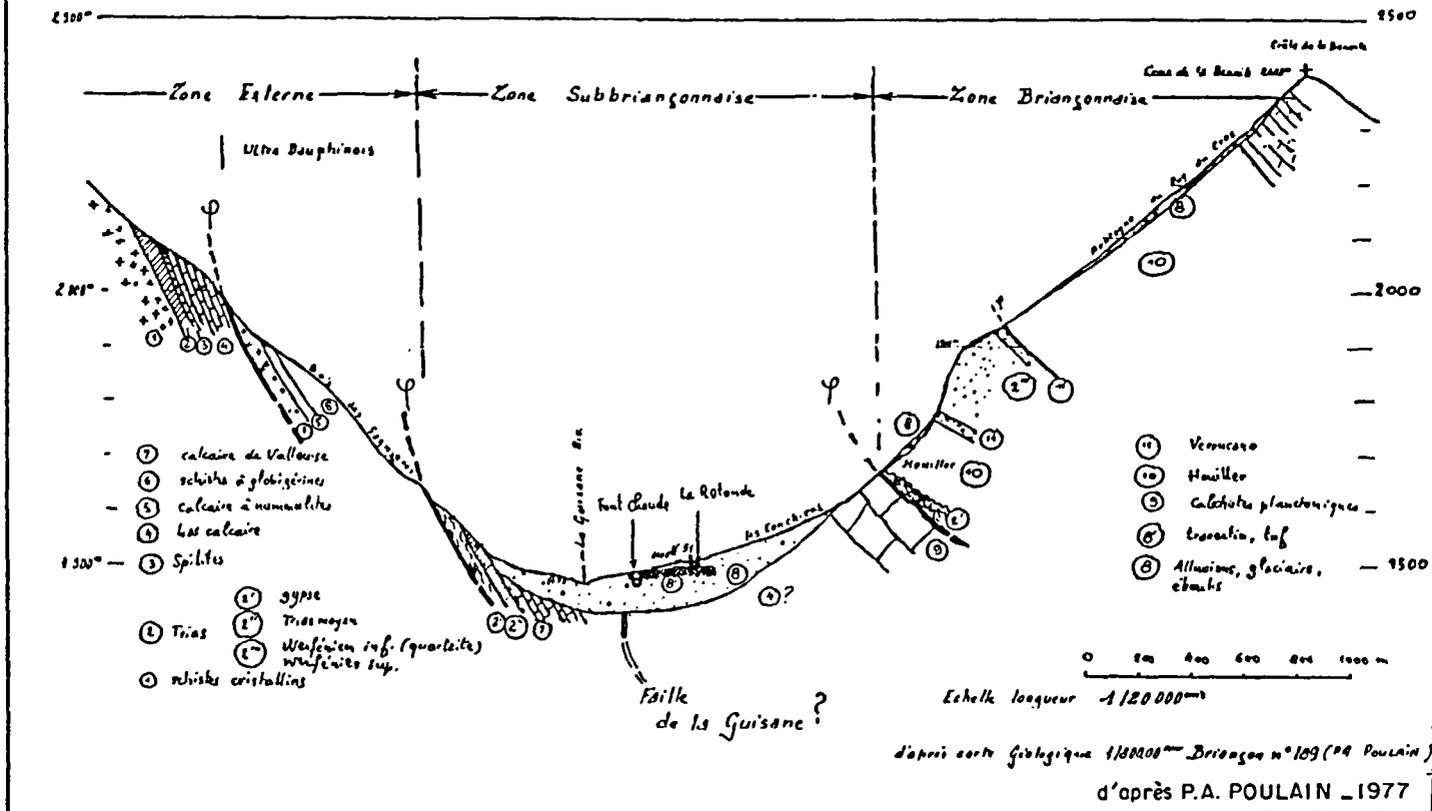
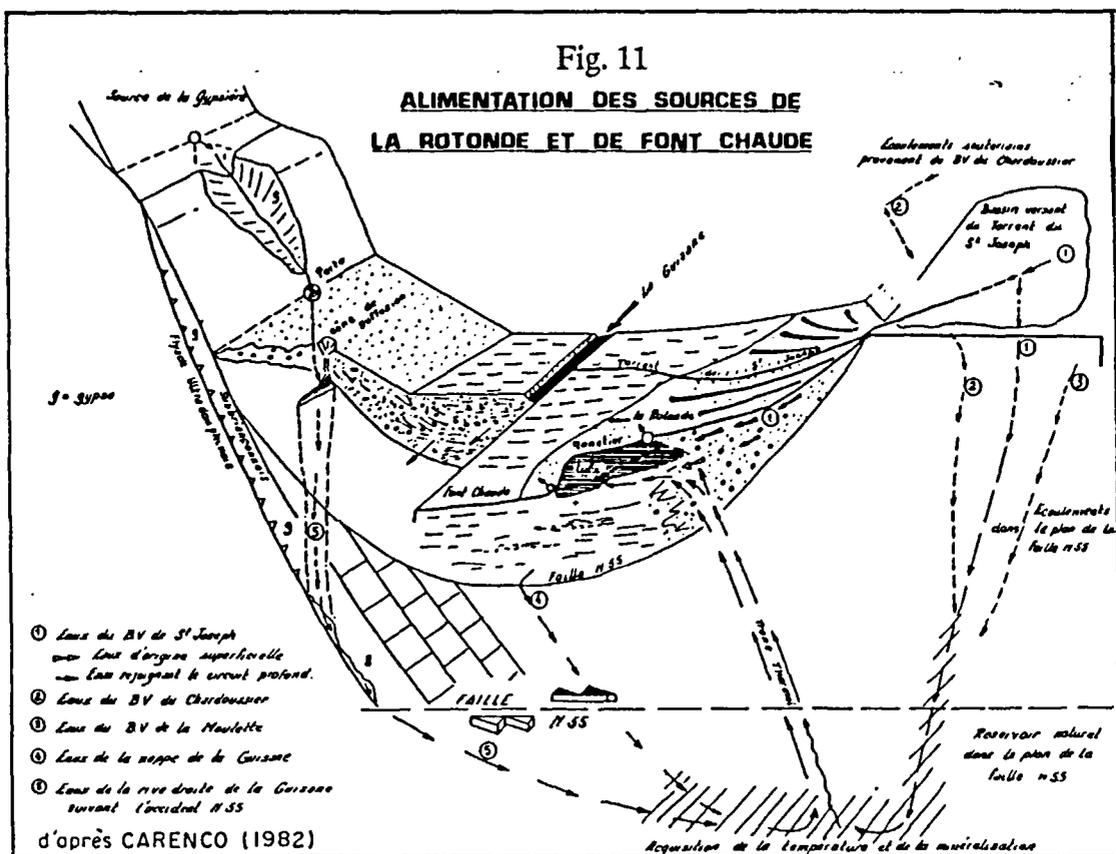


Fig. 11
**ALIMENTATION DES SOURCES DE
LA ROTONDE ET DE FONT CHAUDE**



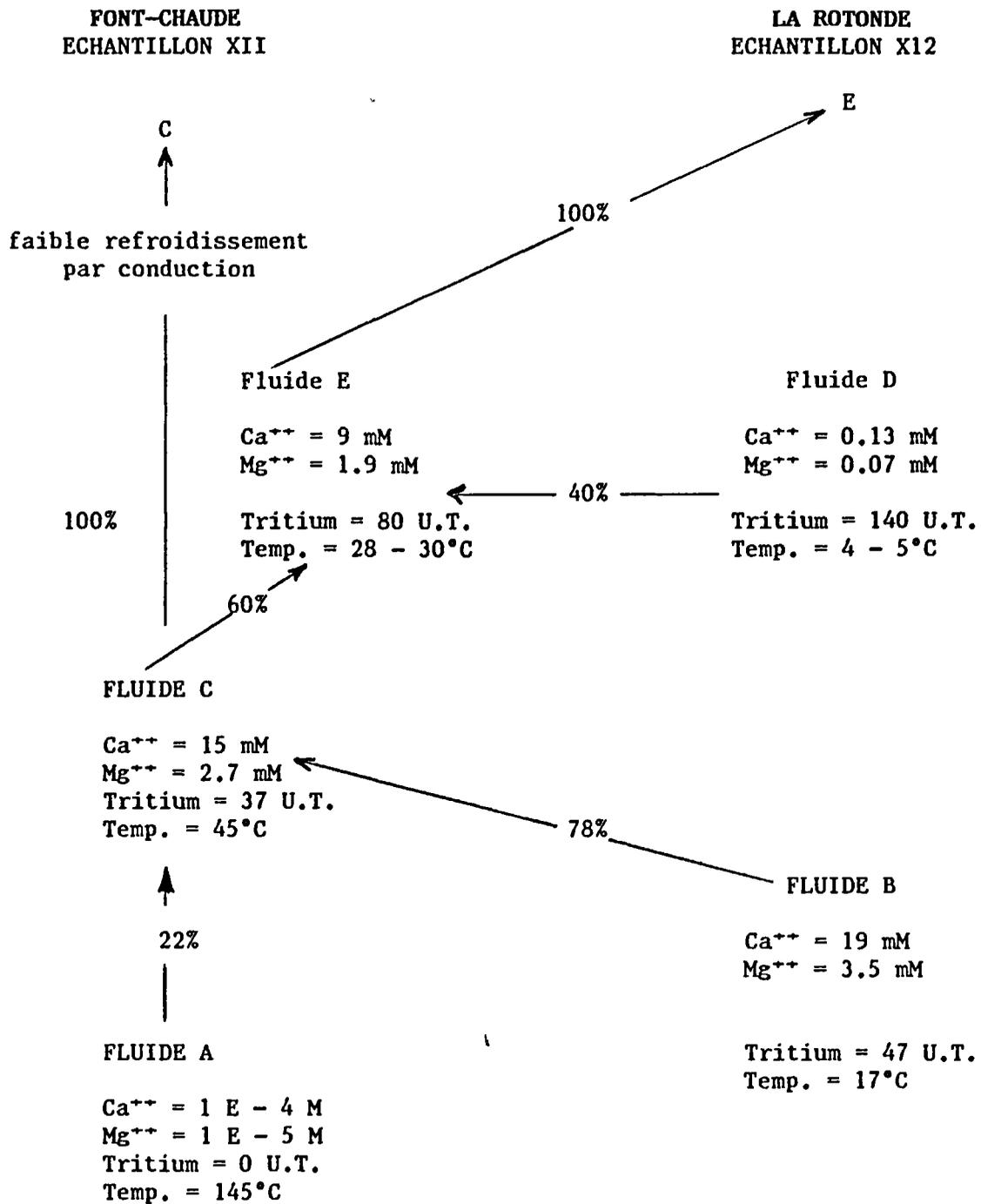


Figure 12 - SCHEMA DE L'EVOLUTION DES EAUX THERMALES DE MONETIER-LES-BAINS (d'après GRIMAUD, 1987)

Cette barre calcaire n'est probablement que la partie visible d'un anticlinal dissymétrique à coeur jurassique et triasique que l'on peut mettre en évidence à l'affleurement au Nord du Casset. Cet anticlinal chevauchant vers l'Ouest peut être réduit à un système d'écaillés superposées résultant d'une tectonique plus récente.

Cette hypothèse remet localement en question l'accident transverse décrochant N 55° qui recouperait la vallée de la Guisane en amont de Monétier, même si celui-ci existe au niveau des affleurements permo-triasiques en rive gauche.

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

La source de la Rotonde, qui était située autrefois dans des champs bordant la partie nord de la ville, se trouve aujourd'hui entourée de lotissements certes épars ; en particulier le versant en amont de la Rotonde a été loti et l'habitation la plus proche se trouve à moins de 50 m. Ce qui crée des risques potentiels de pollutions, notamment au niveau du réseau d'assainissement d'eaux usées qui est de type collectif. Par ailleurs, en cas de pollution, celle-ci bénéficie d'un flux constant d'apport d'eau souterraine en provenance du torrent St Joseph par l'intermédiaire du cône de déjection.

La protection de la ressource exige donc une politique d'occupation des sols et d'infrastructures différente de celle qui a conduit au lotissement des champs en amont de l'émergence.

On notera avec intérêt que les 2 sources thermales de Monétier avaient des destinations thérapeutiques distinctes : la source aval (Font Chaude) située au pied de l'agglomération était destinée uniquement aux bains, alors que la source amont servait presque exclusivement comme eau de bouche. Vraisemblablement, cette situation correspondait à des qualités bactériologiques différentes. Avec la construction de lotissements à l'amont de la source de la Rotonde, on risque d'effacer l'équilibre précaire établi qui prévalait jusqu'ici.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

L'exploitation des eaux de la Rotonde a été autorisée par un arrêté préfectoral du 3 juin 1808 qui a été suspendu par l'arrêté ministériel du 15.10.1957.

Actuellement, la source est la propriété de la commune de Monétier-les-Bains qui envisage de reprendre son exploitation après une étude de faisabilité (en cours) et des travaux de reconnaissance par sondage qui ont abouti à :

- la réalisation d'un premier sondage à 80 m de profondeur en amont même de la Rotonde ;

- la réalisation d'un sondage de 200 m de profondeur abandonné à 80 m.

A l'occasion de cette reprise, il est important de noter qu'une amélioration du captage par forage pour obtenir une eau moins polluée par les eaux d'origine superficielle risque de créer un conflit d'usage avec le(s) propriétaire(s) de la source de Font Chaude située à l'aval du village si celui-ci (ceux-ci) entretemps, obtient (obtiennent) séparément une autorisation d'exploitation.

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

L'environnement géographique et le contexte socio-économique sont nettement plus favorables qu'à la Liche des Chamois.

Située à proximité de Briançon (14 km), Monétier est desservie par la route nationale 91 qui est régulièrement déneigée en hiver.

Par ailleurs, Monétier fait partie intégrante du domaine skiable de Serre-Chevalier, station de sports d'hiver dont la renommée n'est plus à faire. En effet, les remontées mécaniques de la commune de Monétier lui confèrent un domaine skiable qui s'intègre à celui de Serre-Chevalier pour former le grand "Serre-Che". Une jonction entre ces deux domaines existe et, actuellement, grâce au téléphérique du Prorel à Briançon, il est possible de joindre à ski Monétier-les-Bains et Briançon (fig.13).

Le développement d'une activité thermale à Monétier-les-Bains devrait donc pouvoir s'intégrer dans celui de l'extension des domaines skiabiles autour de Serre-Chevalier.

Monétier-les-Bains, station thermale de Serre-Chevalier dispose ainsi pendant les mois d'hiver, à l'inverse de la plupart des autres stations thermales françaises, d'un potentiel de l'ordre de 30 à 40.000 vacanciers hivernaux qui induisent une activité et une animation importantes susceptibles d'attirer un potentiel non négligeable de curistes.

Parmi les autres atouts accessoires de Monétier, citons l'existence d'un important village de vacances sur le cône de déjection du Tabuc et le point de départ d'un sentier de grande randonnée (GR 54) en direction du lac glaciaire de l'Eychauda tout proche (5 km).

PHOTO N° MO1 - MONETIER LES BAINS

Vue du village à partir de la rive droite de la Guisane et vers l'amont de la vallée. La partie ancienne du village est bâtie au pied du cône de déjection du torrent de St Joseph.

L'agglomération actuelle s'étend vers l'amont de celui-ci (châlets).

Source de Font-Chaude et ancien établissement thermal au premier plan en bordure de la Guisane (1), source de la Rotonde à l'arrière-plan entre les deux clochers (2).

PHOTO N° MO2 - MONETIER LES BAINS

Vue du village à partir de la rive gauche de la Guisane et vers l'aval de la vallée. Noter la forme triangulaire caractéristique du cône de déjection du torrent du Tabuc situé en rive droite.

Au premier plan et à droite de la photo, à l'extrémité de la baie d'arbres, on aperçoit la toiture conique de la source de la Rotonde.

PHOTO N° MO3 - SOURCE DE LA ROTONDE

Captage de la source ferrugineuse de la Rotonde située sur le cône de déjection au Nord du village. Cette zone autrefois à vocation agricole (prairie) est aujourd'hui lôtie, l'habitation la plus proche étant à moins de 50m. L'assainissement du lotissement est du type collectif.

PHOTO N° MO4 - SOURCE DE FONT CHAUDE

Ancien établissement thermal de Monétier-les-Bains, vu côté Sud. Situé en bordure de la Guisane, au pied du cône de déjection, pratiquement au droit de la faille supposée de la Guisane.

Ces bâtiments abritent la source de Font Chaude ou Pré Bagnols.

Le débit de la source est vraisemblablement en relation avec le niveau des eaux froides de la nappe des alluvions de la Guisane.

PHOTO N° MO5 - LA ROTONDE

Captage de la source ferrugineuse située sur le cône de déjection en amont du village et au pied des barres rocheuses de la cime des Conchiers.

La zone boisée correspond à l'accident chevauchant de la zone briançonnaise sur la zone sub-briançonnaise.

PHOTO N° MO6 - LA ROTONDE

Départ du canal d'évacuation des eaux ferrugineuses de la source de la Rotonde. Le débit de la source y était mesuré par le SRAE (échelle limnimétrique et jaugeage au micro-moulinet).

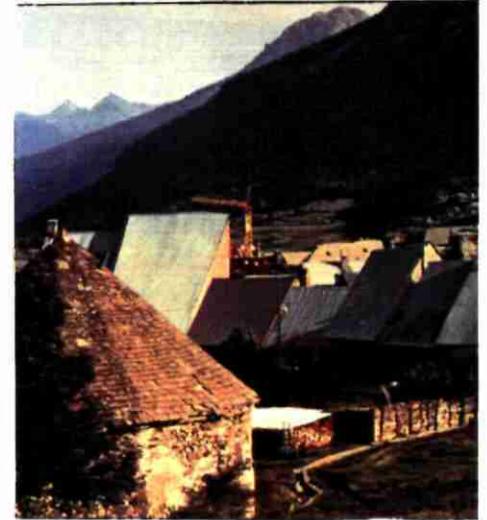
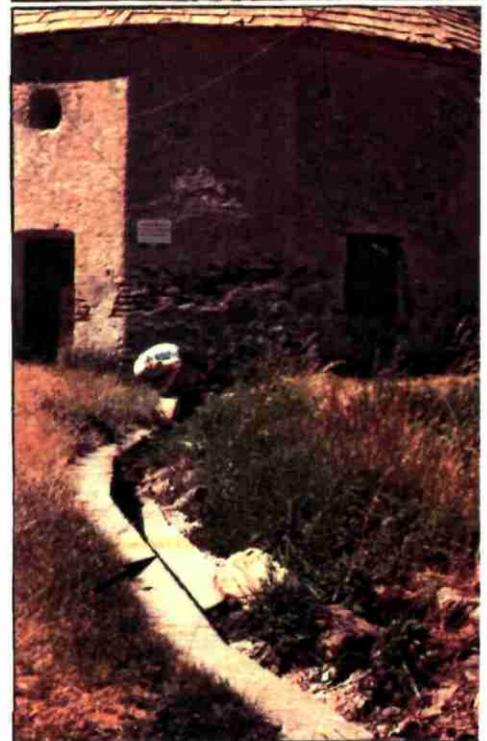
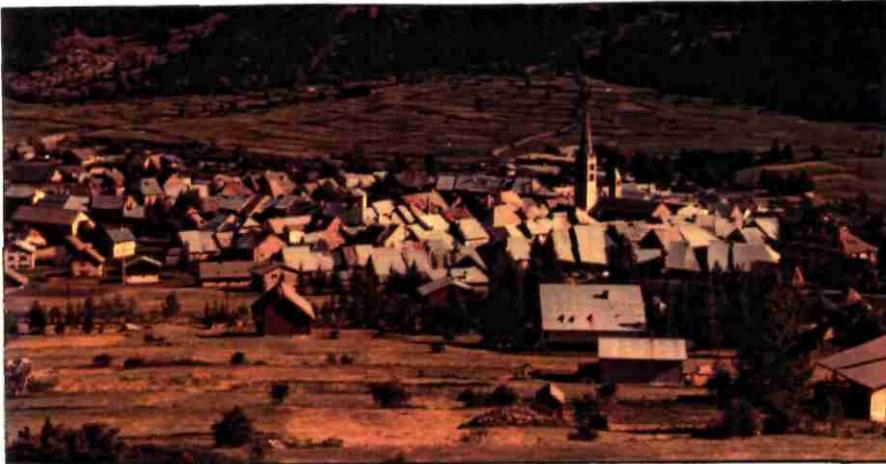
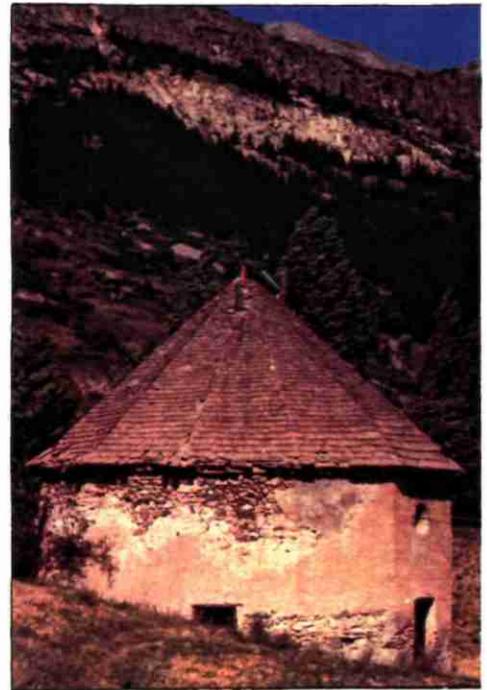
La minéralisation de l'eau est peut-être en relation avec les filons de sidérose que l'on trouve au Nord dans la montagne du Puy Chevalier.

PHOTO N° MO7 - LA ROTONDE

Evacuation des eaux ferrugineuses vers le village.

Noter la proximité des premières maisons à l'aval du captage.

Le canal d'évacuation aboutissait à un moulin.



FICHE 3

FONT CHAUDE

Fiche 3

Nom de la source : Font Chaude

X = 929,17

Y = 304,37

Z = 1455 m

commune : Le Monétier les Bains

canton : Le Monétier les Bains

arrondissement : Briançon

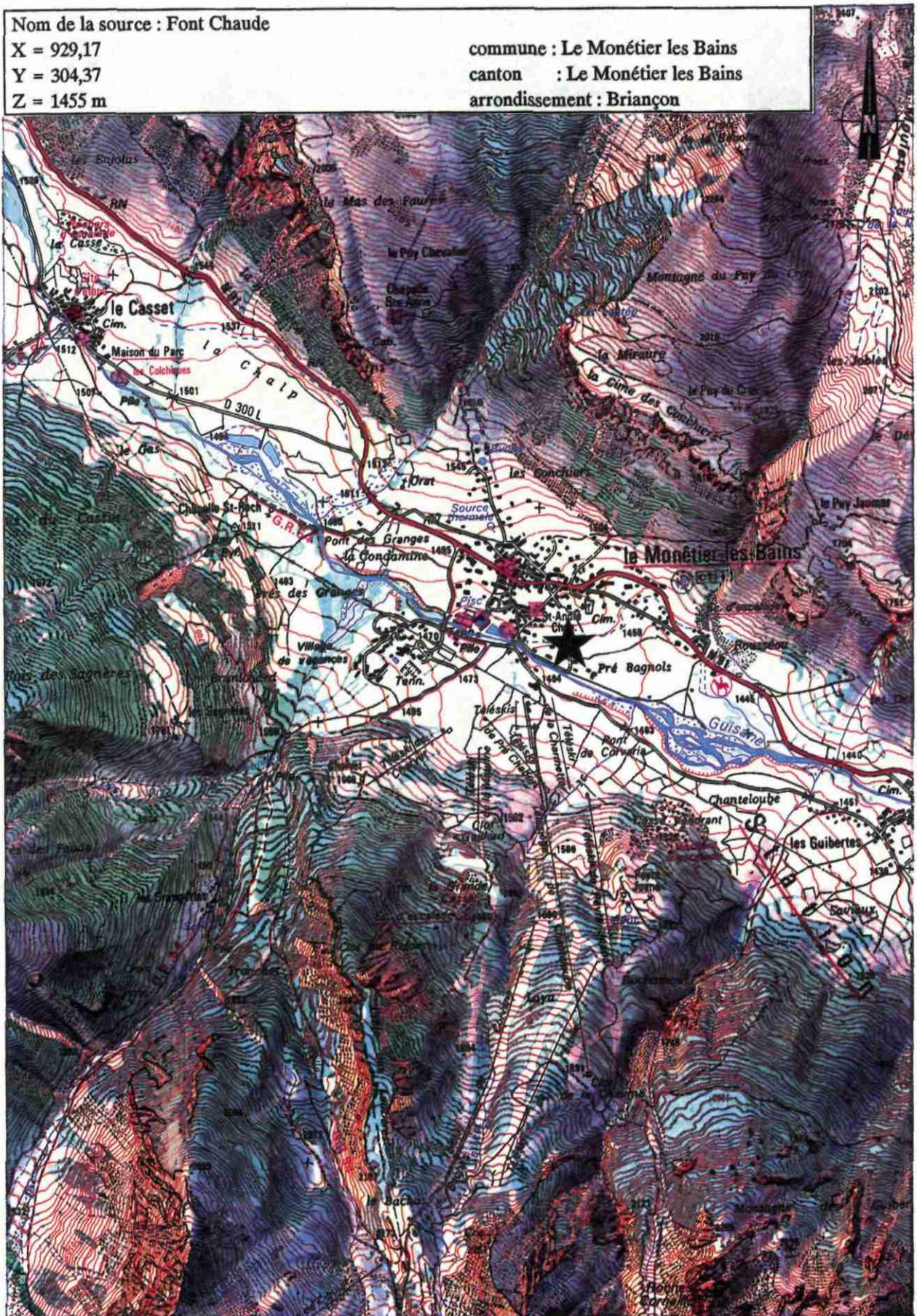


Fig. 14

Echelle : 1 / 25 000

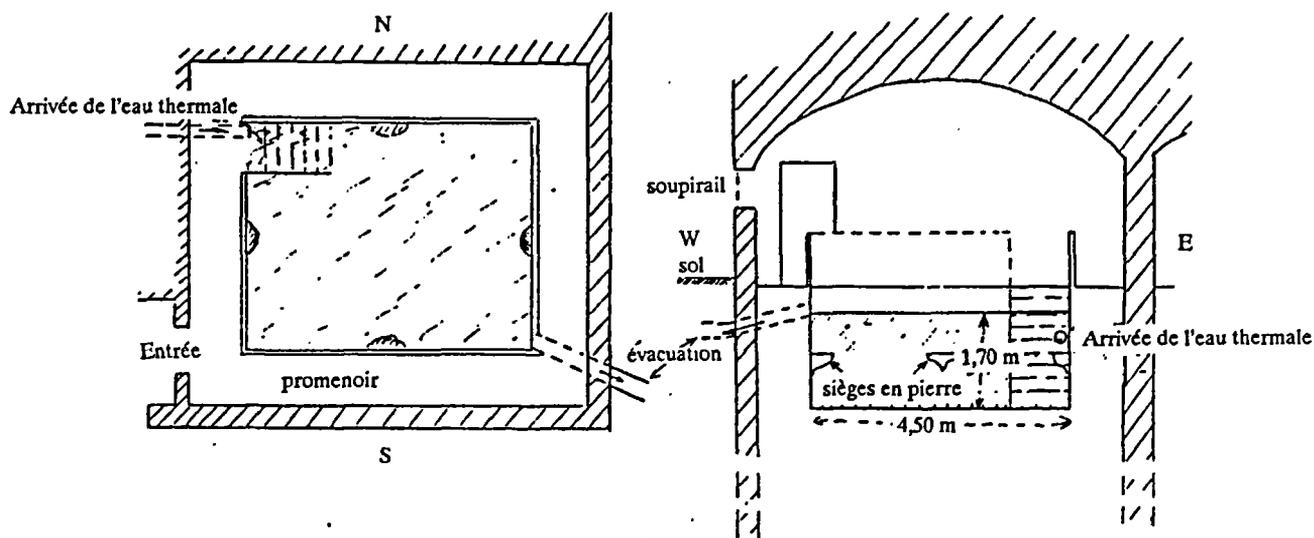
1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Voir la description sur la fiche 2.

2. CONDITIONS DE CAPTAGE - DESCRIPTION DE L'EMERGENCE

La source de Font Chaude émerge au Sud de l'agglomération de Monétier au pied d'un massif de tuf sur lequel est bâtie la ville.

Le captage se trouve à l'intérieur d'un établissement thermal vétuste et se compose de 6 bassins alimentés chacun par un griffon thermal comme l'illustre le schéma ci-dessous.



Font - Chaude : Monétier les Bains
Piscine encore en activité

Plan de la piscine

Coupe de la piscine

Fig. 15 - FONT CHAUDE - MONETIER-les-BAINS - PISCINE

Les eaux sont ensuite évacuées par un canal de fuite vers la Guisane. La partie centrale de l'établissement date de 1736 et fait suite au captage des griffons proprement dit qui aurait eu lieu en 1715. Depuis cette époque l'établissement a peu changé si ce n'est la construction de piscines supplémentaires après 1835 qui porte leur nombre à 6. Fait important, on note l'instauration en 1867 d'un polygone de protection de fouilles de 100 000 m² autour de Font Chaude s'agit-il d'un périmètre de protection ?

Comme pour la Rotonde se pose le problème de la localisation de l'émergence réelle marquée par les tufs et vraisemblablement les alluvions de la Guisane.

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

GUEYMARD (1880) parle de 70 l/mn (4,2 m³/h)

POULAIN (1977) cite en été un débit de 4 l/s (14,4 m³/h)

CARENCO (1982) a mesuré un débit de 1,07 l/s (3,8 m³/h) le 14 mars 1980, soit un ordre de grandeur comparable à celui annoncé par GUEYMARD 150 ans plus tôt.

M. CONCHOUX (date indéterminée), propriétaire de la source aurait mesuré un débit de 1,25 l/s (4,5 m³/h).

Commentaires : le débit de 14 m³/h mesuré en été au moment de la fonte des neiges implique un mélange avec les eaux superficielles vraisemblablement issues de la Guisane. Apparemment, il semble, qu'en période non influencée par les précipitations, on puisse compter sur un débit courant de l'ordre de 4 m³/h ce qui est environ 5 fois plus faible que pour la source de la Rotonde. Le BRGM précise qu'un rapport de charges doit exister entre les eaux froides de la nappe alluviale de la Guisane et les eaux chaudes du griffon, rapport qui tendrait à diminuer le débit d'eau chaude ce que confirment les pompages réalisés dans les bassins qui amènent au bout d'un certain temps des venues d'eaux froides.

♦ Température

GUEYMARD (1880) cite une température de 42°C

POULAIN (1973) 34,5°C

CARENCO (1982) indique des températures comprises entre 36 et 41°C

BRGM (1984) donne le 17 juillet des valeurs de température mesurées dans les 3 bassins en eau qui varient entre 35,4° et 38,3°C.

Commentaires : pour CARENCO, cette source dont la température ne présenterait que 5°C d'amplitude thermique, subirait le même type d'influence qu'à la Rotonde mais dans des proportions moindres.

♦ Résistivités

CARENCO (1982) indique des variations de résistivité entre 380 et 550 Ω .cm
BRGM (1984) a mesuré le 17 juillet des valeurs aux 3 bassins comprises entre 392 et 472 Ω .cm à 20°C.

Commentaires : pour CARENCO l'eau est peu influencée par des mélanges et sa résistivité est constante (contradictoire avec les températures) pour BRGM l'exutoire est diffus et il existerait une circulation très lente des eaux chaudes.

♦ pH

POULAIN (1973) 7,0
CARENCO (1982) indique un pH de 6,5 à 7,9

Commentaires : pH oscillant autour de la neutralité.

♦ Chimie

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des analyses réalisées à ce jour. Comme pour la Rotonde, on peut mettre en doute certains résultats : Na en 79-80, teneurs en fer. Ces différences importantes peuvent être dues aux techniques de dosage utilisées et/ou aux opérateurs ou au site de prélèvement. En effet, les analyses de 1984 montrent qu'il peut y avoir des différences sensibles entre les bassins.

Tableau 5 - LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA SOURCE DE FONT CHAUDE

DATE	DEBIT	t°	ρ	pH	Ca	Mg	Na	K	SiO ₂	Fe	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃		
20.11.1973	70 l/mn 1,16 l/s	34,5°	256	7,0												
1830		42°0														
1896							646,2	52,0	317,1				305,3	380,1	1382,6	
1904							293,4	26,1	246,8	23,4	24,6		599,2	374,6	582,9	
1974							514,0	55,0	260,0	15,4	25,0	0,1	451,4	351,4	1180,0	
6.10.1979		36°	380	6,7	521,0	55,4	37	24	-	1,38	506,3	352,4	1180	0,47		
12.10.1979		40,5°	375	6,9	547,1	8,7	19	25	-	1,63	510,0	382,9	1100	0,36		
18.10.1979		39,5°	405	6,85	567,1	88,7	32	23	-	1,34	483,1	430,3	1040	0,44		
13.11.1979		39,0°	410	6,65	573,1	5,6	29	25	-	0,46	473,4	473,4	1060	0,82		
7.12.1979		39,2°	390	6,55	589,2	38,9	42	24	24,1	1,31	514,8	412,4	1100	0,42		
15.02.1980		40,0°	410	6,8	569,1	82,6	11,5	23	26,2	1,36	561,2	388,5	1060	-		
14.03.1980	1,1 l/s	40,0°	415	6,6	541,1	87,5	42	24	26,2	1,39	549,0	410,3	1020	-		
16.04.1980		37,5°	450	7,0	473,0	97,2	35	22	27,0	0,95	439,2	346	900	-		
20.05.1980		40,0°	415	6,7	517	106,9	40,5	24	28,5	1,38	536,8	402	1050	-		
21.06.1980		36,0°	430	6,6	465,9	82,6	34	21	23,5	1,45	536,8	172,2	120	-		
15.07.1980		37,5°	1415	7,9	565	63,2	38,5	24	27,0	1,30	561,2	456,3	1200	-		
25.08.1980		38,5°	450	7,3	545	85,1	39,5	23	21,2	1,95	573,4	460,2	930	-		
4.10.1980		39,0°	455	6,8	573	55,9	34,0	22	24,5	1,50	597,8	-	970	-		
15.10.1980		37,8°	420	6,7												
E17.07.1984		37,8°	472	6,58	475	51,1	228	14,5	19,7	0,01	470	300	893	5,6		
C17.07.1984		38,3°	415	6,62	520	56,5	255	15,3	21,5	<0,01	473	315	1156	4,1		
O17.07.1984		35,4°	392	6,76	565	63,6	265	16,3	24,1	0	485	400	1261	1,7		

Commentaires : pour CARENCO (1982) la forte ressemblance chimique avec les eaux de la Rotonde implique des eaux de même origine issues d'un même tronc thermal.

Pour notre part, nous constaterons que les teneurs en ions sont de plus en plus fortes de l'Est vers l'Ouest excepté en ce qui concerne les nitrates où c'est le contraire qui se produit ainsi qu'au niveau de la résistivité⁽¹⁾. Pour les températures la valeur la plus forte correspondrait à la venue centrale. On notera également que les teneurs en nitrates en 1984 sont environ 10 fois plus fortes qu'en 1979. Il faut sans doute y voir l'influence de la fonte des neiges.

L'analyse des éléments traces indique des fortes teneurs en fluor, lithium, arsenic, cuivre, bore, strontium, iode qui croissent en général comme pour les ions majeurs d'Est en Ouest excepté pour l'aluminium, le nickel, le plomb, le zinc et l'iode.

µg/l sauf précisé	Ag	Al	As	B	Ba	Cd	Cr	Cu	F µg/l	Fe µg/l	Hg	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Se	Sn	Sr µg/l	Zn	I ⁻
Font Chaude Est	<0,2	6	68	537	28	0,05	3,1	11,7	1,34	0,03	<0,03	453	1,5	<0,5	<1	<1	<1	<0,5	8,29	1	10,1
Font Chaude Centre	<0,2	14	63	561	29	0,10	3,5	12,3	1,49	0,04	<0,03	492	20	<0,5	2	2	<1	<0,5	9,14	6	8,7
Font Chaude Ouest	<0,2	6	81	640	38	0,09	4,0	13,4	1,55	0,04	<0,03	545	30	<0,5	1	<1	<1	<0,5	10,38	1	10,2

En résumé, les eaux sont chlorosulfatées calciques et sodiques comme à la Rotonde. Les autres commentaires faits pour cette source s'appliquent également ici. On notera que les valeurs 1984 pour la Rotonde sont inférieures à celles de Font Chaude dans leur ensemble.

♦ Isotopes

Tritium - La valeur de 61 UT mesurée indique encore un mélange avec des eaux de surface récente mais dans des proportions moindres qu'à la Rotonde.

O¹⁸ - La valeur de - 13,6‰ implique la même conclusion qu'à la Rotonde (altitude moyenne de l'aire d'alimentation 2300 m environ).

S³⁴ - L'isotope du Soufre (15‰) confirme l'origine triasique du gypse au contact duquel une partie de la minéralisation est acquise.

⁽¹⁾ traduite en terme de conductivité, qui est l'inverse de la résistivité, on retrouve la même variation croissante d'Est en Ouest.

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Voir fiche 2.

5. HYPOTHESES SUR L'ORIGINE DES EAUX

Voir fiche 2.

6. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Voir fiche 2.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

La source de Font Chaude a été autorisée par un arrêté préfectoral du 3 juin 1880 ; celui-ci a été abrogé par un arrêté ministériel le 16 octobre 1957.

Actuellement, la source de Font Chaude est la propriété de Monsieur CONCHOUX et est intégré dans le plan de développement de la future station thermale de Monetier voulu par la municipalité.

8. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

Voir fiche 2.

4 - GROUPE DE PLAN DE PHAZY

FICHE 4 - La Rotonde

FICHE 5 - Les Suisses

FICHE 6 - Fontaine pétrifiante

FICHE 4

LA ROTONDE

Fiche 4

Nom de la source : La Rotonde

X = 938,28

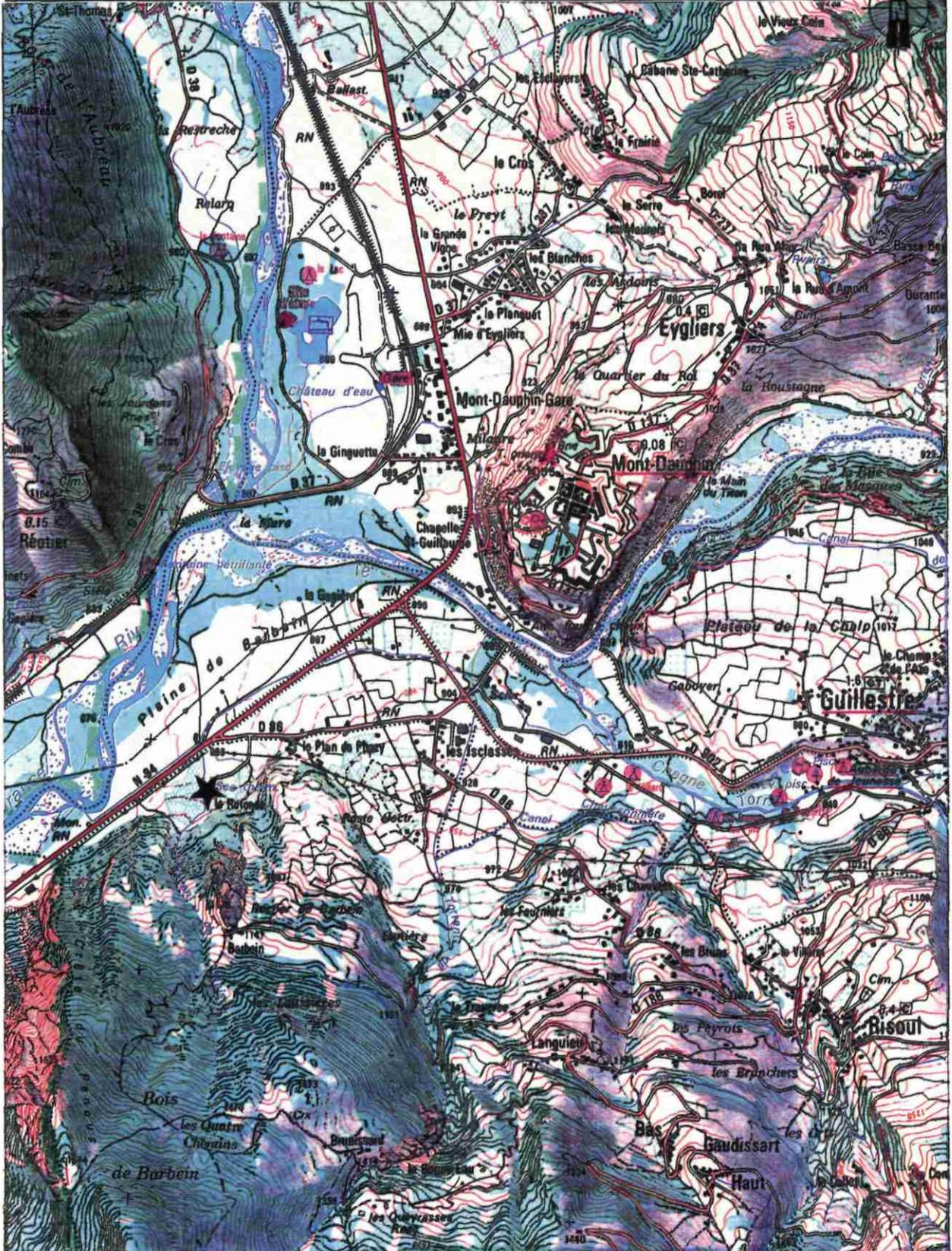
Y = 270,78

Z = 890

commune : Risoul - Guillestre

canton : Guillestre

arrondissement : Briançon



1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le site de Plan de Phazy qui englobe les sources de La Rotonde, des Suisses et de la Fontaine Pétrifiante se trouve au niveau de contacts anormaux chevauchants vers l'Ouest qui séparent plusieurs nappes :

- nappe briançonnaise frontale de Roche Charnière ;
- nappe briançonnaise de Champcella ;
- nappe briançonnaise de Peyre Haute ;
- nappe du flysch à Helminthoïdes ;
- nappe de la zone briançonnaise ;
- cristallin de la zone ultradauphinoise et sa couverture sédimentaire.

Le contact entre la nappe briançonnaise de Peyre Haute et les nappes briançonnaises de Roche Charnière et de Champcella se fait par l'intermédiaire de la faille subverticale de la Durance qui correspond au cours actuel de la Durance entre l'Argentière-la Bessée au Nord et Guillestre - Mont Dauphin au Sud.

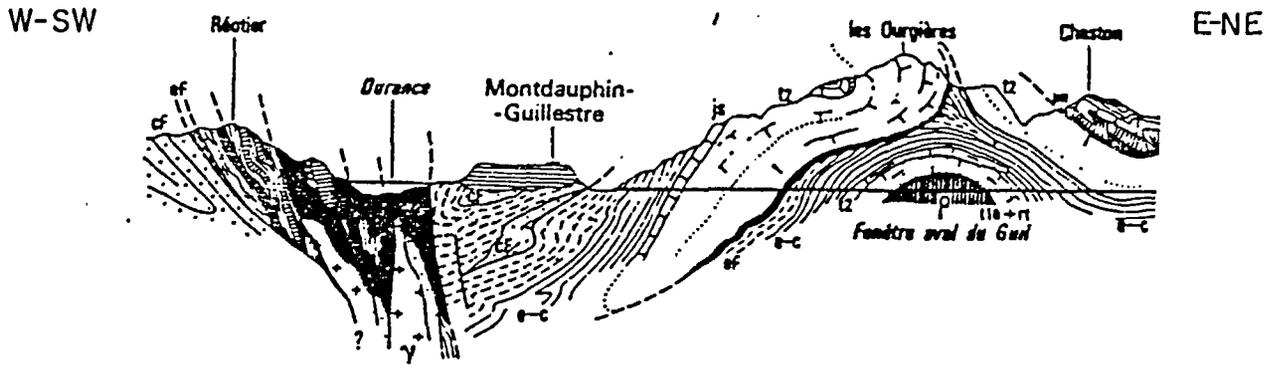
En rive gauche de la Durance, sur le site de Plan de Phazy, on trouve à l'affleurement :

- le flysch noir lutétien qui constitue les bois de Barbein et qui appartient à la nappe briançonnaise frontale de Roche Charnière ;
- les calcaires du Muschelkalk (Trias) qui forment le Rocher de Barbein proprement dit (cf. planches photos) et qui appartiennent à la même nappe ;
- le socle de protogine, de gneiss et de schistes qui correspond au cristallin de la zone ultradauphinoise et à sa couverture sédimentaire en particulier permienne (schiste, argilite rouge coincée dans l'écaille de socle) ;
- les masses de gypse que l'on suit de la ferme de Plan de Phazy jusqu'au quartier de la Traverse et dont l'affleurement est jalonné d'une multitude d'entonnoirs de dissolution de 1 à 2 m de diamètre environ ou par la dépression fermée de la déchetterie du SIVOM.

Les coupes de la figure 17 montre la disposition des différentes nappes.

Fig. 17a

COUPE GEOLOGIQUE ET STRUCTURALE W-SW-E-NE

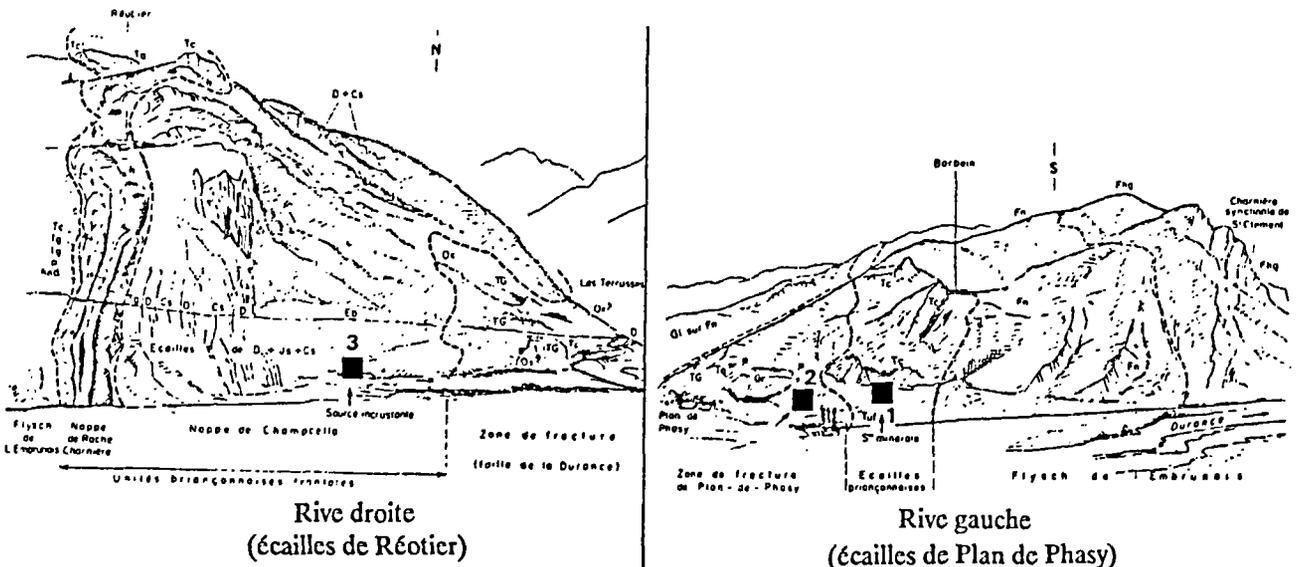


Faïlle de la Durance

- | | |
|---|--|
| <p>1. Quaternaire</p> <ul style="list-style-type: none"> Quaternaire indifférencié q6 Alluvions interglaciaires (Montdauphin) <p>2. Zone ultradauphinoise</p> <ul style="list-style-type: none"> ge Grès du Champseur γ Granite <p>3. Zone subbriannonnaise</p> <ul style="list-style-type: none"> ef Fylsch noir lutétien e-c Calcschistes planctoniques néocrétacés et paléocènes ca Brèche de l'Argentière a Néocomien js Malm je Cañovo-Oxfordien jm Dogger gi Gypse triasique <p>4. Zone briannonnaise</p> <ul style="list-style-type: none"> ef Fylsch noir lutétien e-c Calcschistes planctoniques néocrétacés et paléocènes js Malm (y compris, éventuellement le Néocomien) jm Dogger l Lias t1 Trias moyen calcareux et dolomitique (y compris, éventuellement, le Trias supérieur bréchiqúe) | <ul style="list-style-type: none"> t1b Werfénen supérieur (schistes, dolomes, cargneules, gypses) t1a Quartzites werfénens (y compris, éventuellement, le Permo-Trias) tr Permo-Trias ("Verrucano") p Oacites et rhyolites (Permien) h4 Carbonifère <p>5. Écailles intermédiaires (zone d'Accedgiol)</p> <ul style="list-style-type: none"> Calcaires jurassiques t1a Quartzites werfénens (y compris, éventuellement le Permo-Trias r-ij) z Calcschistes gris s Schistes cristallins te, tk Gypses et cargneules "exotiques" <p>6. Zone du Gondran</p> <ul style="list-style-type: none"> j8 Calcschistes à brèches et microbrèches lp Lias préalpines (y compris, éventuellement l'Infra-Lias (2-1)) l32 Trias dolomitique <p>7. Zone des Schistes lustrés</p> <ul style="list-style-type: none"> s Schistes lustrés (avec brèches [b] et microbrèches) o Opholites t3 Trias dolomitique <p>8. Nappe de Fylsch à Helminthoïdes</p> <ul style="list-style-type: none"> cf Fylsch à Helminthoïdes (y compris le facès gréseux cFg et le complexe de base cFn) |
|---|--|

d'après notice carte géologique à 1/50.000

Fig. 17b



Front de la zone Briannonnaise entre St Clément et Montdauphin

1 La Rotonde, 2 Les Suisses, 3 Fontaine Pétrifiante

2. CONDITIONS D'EMERGENCE - DESCRIPTION DU CAPTAGE

L'émergence connue de la Rotonde ainsi que deux autres griffons (fig. 18) se localisent sur la faille qui limite au NW les affleurements de socle et de calcaire du Muschelkalk. Les émergences réelles sont masquées par les éboulis de versant, les dépôts des cônes de déjection issus des différents ravins et les dépôts de tuf laissé par les eaux lors de leur dégazage.

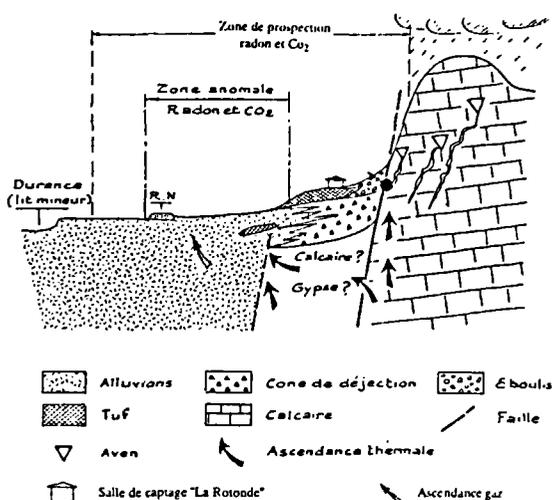
Compte-tenu des débits mis en jeu (quelques litres/seconde au total), les eaux thermales pourraient transiter par les calcaires du Muschelkalk qui sont karstifiés (perméabilité en grand) et bordés :

- au NE par les terrains du socle peu perméables ;
- au SW par les schistes noirs lutétiens également peu perméables.

Ces deux types de terrain constituent les épontes de l'écaïlle du Muschelkalk et assurent le blocage des eaux thermales vers l'amont et l'aval au cours de leur remontée.

Le transit des eaux thermales par les chenaux karstiques impliquent un probable mélange avec les eaux froides météoriques issues de l'impluvium immédiat qui est représenté par les affleurements calcaires du Rocher de Barbein.

La figure 18 restitue le schéma des conditions d'émergences des sources de Plan de Phazy. Ce schéma implique des venues thermales sous alluviales qui se localiseraient sur le prolongement du trajet des failles visibles à l'affleurement en rive gauche et droite de la Durance.



CONDITIONS D'EMERGENCE DES SOURCES DE PLAN DE PHAZY

Fig. 18

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

BERTHIER (1984) cite une valeur de 4,5 m³/h (extraite de LESBROS)
POULAIN (1977) parle de 10 m³/h pour le débit cumulé des sources de la Rotonde et des Suisses (ou des Vignes)
LESBROS (1947) cite 22,5 m³/h pour les deux sources dont 4,5 m³/h pour la Rotonde, soit quatre fois moins environ.

Commentaires : peu de données disponibles concernant le débit, les différents intervenants reprenant les données fournies par LESBROS (1947). Aucune idée sur les fluctuations des débits et les amplitudes. Tout au plus sait-on que la Rotonde a un débit 4 fois moindre environ à la source des Vignes. A l'Ouest du captage, il existe une autre source captée par un fossé à la base du massif de travertin qui ne serait qu'un trop plein de la précédente. Dans ce cas, le débit de la Rotonde serait supérieur aux 4,5 m³/h annoncés. Des analyses et des mesures de vérification seraient nécessaires pour confirmer ce fait. On peut se demander, par ailleurs, si une partie importante des venues thermales ne diffuserait pas dans les alluvions de la Durance à moins que la charge hydraulique de la nappe alluviale empêche toute sortie sous-alluviale.

♦ Température

GRIMAUD (1987) donne 26,5° C
BERTHIER (1984) donne 38,5° C
POULAIN (1977) cite une température de 27,4° C
LESBROS (1947) donne 28,5°C, valeur reprise dans le fichier des sources d'eaux minérales françaises (Annales des Mines, sept. 1975).

Commentaires : comme précédemment nous disposons de peu de données tant en ce qui concerne les fluctuations de la température avec le temps que l'ordre de grandeur des amplitudes. Il semble que la température soit de l'ordre de 27-29° C ; la valeur donnée par BERTHIER nous semble erronée (erreur de frappe de 10°C) car celui-ci n'a fait que reproduire les valeurs citées par LESBROS.

♦ Résistivités

POULAIN (1977) donne une résistivité de 90 Ω.cm sans précision de la température de référence (18,2 ou 25°C) ?
Annales des Mines (1975) 114 Ω.cm à 18°C
LESBROS (1947) 114 Ω.cm à 10°C (? ou 18°C ?)

Commentaires : peu de données disponibles, les quelques mesures effectuées indiquent une eau fortement minéralisée.

♦ pH

LESBROS (1947) 6,5 puis 7,1 mesuré en laboratoire
GRIMAUD (1989) 6,19

Commentaires : le pH semblerait se situer autour de la neutralité tout en étant faiblement acide.

♦ Chimie

L'ensemble des analyses effectuées à ce jour sur la source de la Rotonde est récapitulé ci-dessous. L'analyse de 1838⁽¹⁾ semble douteuse en ce qui concerne les valeurs Ca et Mg trop faibles par rapport aux autres valeurs des mêmes éléments ainsi d'ailleurs que la valeur de 2 mg/l d'HCO₃ + CO₃ attribuée à une analyse citée par LESBROS. Le reste des autres valeurs semble cohérent et montre une forte minéralisation en Cl, SO₄, Na, Ca, HCO₃ qui confère à l'eau un faciès chlorosulfaté sodico-calcique avec une minéralisation totale voisine de 7 g/l ce qui est considérable.

SOURCE	DOCUMENT RELATIF A L'ANALYSE DE LA SOURCE	DATE	MINERALISATION TOTALE (g/l)	Cations ou ions + (mg/l)						Anions ou ions-(mg/l)			
				Ca	Mg	Na	K	Fe	Al	CO ₃ + HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃
RISOUL indéterminé	TRIPPIER	1838		151,6	140,3	2138,8		7,8	Mn 23,8	474,4	3131,6	2080,81	
LA ROTONDE	GUEYMARD	1853	7,0	619,4	221,7	1545,7				408,7	2368,5	1778,4	
LA ROTONDE	Pr. MOREL	1928		677,3	133	1569,3	65,7	1,6		911	2443	1566	
LA ROTONDE	Dr. LESBROS	1946		730		1570	43			2	2290	1500	
	POULAIN	1977	7,3	658	107	1014	40	1,44	-	957,7	2328	1440	17,3
	GRIMAUD en mM/kg ⁽²⁾	1987		15,76	4,26	63,8	1,01				64,8	12,3	0

⁽¹⁾ il n'est pas précisé s'il s'agit des eaux de la Rotonde ou de celles des Suisses.

⁽²⁾ mM/kg = millimole par kg

En ce qui concerne les éléments traces les données dont on dispose sont les suivantes :

	F	Se	SiO ₂	Li	Zn	Fe	Rb	Cs
GRIMAUD (1987) µM/l ⁽²⁾	45	-	3,16 (10 ⁻⁴ M/kg)	269,9	-	17,9	1,87	0,56
POULAIN (1977) µg/l	1,10	10,5	23	2,46	0,126	1,44	non dosé	non dosé
LESBROS (1947) µg/l							présence	présence

⁽²⁾ micromole par kg

Commentaires : A 30, 40 et 150 ans d'intervalle les résultats d'analyse cités par GRIMAUD, POULAIN, LESBROS et GUEYMARD sont concordants.

Les fortes teneurs en carbonate de calcium ont permis le dépôt d'un massif de tuf ocreux calcaréo-ferrugineux par dégazage du CO₂ d'équilibre à la faveur d'une rupture de pente à l'émergence provoquant une aération de l'eau. L'essentiel de la minéralisation (Cl⁻, Na⁺, SO₄²⁻, Ca²⁺, Mg²⁺ et K⁺) est à rechercher dans les évaporites triasiques (NaCl = calcite, KCl = sylvite, CaSO₄ = gypse) et dans les dolomies et cargneules de même âge pour le magnésium. Cette interprétation est confirmée pour les sulfates par la détermination de l'isotope 34 du soufre (cf. ci-après).

L'influence du socle écaillé (et peut être profond) pourrait se faire ressentir sous la forme de Na, Cl, Lithium et Fluor. En particulier la forte teneur en lithium est compatible avec la présence de CO₂ dans les eaux à l'émergence, car selon GRIMAUD (1987) :

- seules les eaux carbogazeuses ont des concentrations en lithium importante.

- seules les eaux thermales associées à des formations non sédimentaires sont riches en lithium.

♦ Isotopes et radioactivité

LESBROS (1947) signale une radioactivité due à l'émanation de radium égale à 2,87 micromillicuries/l qui ne se retrouve pas à la source pétrifiante de la Salce en rive droite de la Durance.

POULAIN (1977) indique des teneurs en isotopes de :

- 12,3‰ pour l'oxygène 18
- 30 unité pour le Tritium
- 17,2‰ pour le soufre 34

GRIMAUD (1987) donne - 20‰ pour le Deutérium, - 12,9‰ pour l'oxygène 18 et 18 UT pour le Tritium.

Commentaires : les déterminations isotopiques de 12,3‰ et 12,7‰ de O_{18} indiqueraient un bassin d'alimentation d'altitude moyenne compatible avec les reliefs environnants et les valeurs trouvées aux autres sources du secteur.

L'isotope 34 du soufre indique, quant à lui, une origine triasique (gypse) des sulfates contenus dans l'eau de la source ce qui est compatible avec le modèle de mélange imaginé par GRIMAUD (fig. 21).

Au niveau du Tritium, la teneur de 30 unités Tritium (1977) indique une eau de source subissant un mélange avec des eaux plus superficielles et plus récentes vraisemblablement postérieures à 1952 que ne contredit pas la mesure de 18 UT réalisée 10 ans plus tard.

♦ Gaz présents

BERTHIER (1984), POULAIN (1977), LESBROS (1947) signalent la présence de gaz à l'émergence : 80% d'azote, 20% de gaz carbonique.

BRGM (1989) à l'occasion d'une campagne de prospection des teneurs en gaz radon et CO_2 du sol a mis en évidence la présence de zones anormales significatives de l'ascendance de venues thermales.

Sur la base de ces anomalies constatées au sol, un sondage de reconnaissance d'une profondeur de 400 m a été implanté dans le but de recapter en profondeur les venues thermales.

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Les eaux de Plan de Phazy et de la Rotonde en particulier étaient réputées pour leurs actions en pédiatrie, sur les affections respiratoires, rénales, hépatiques, les dermatoses, etc.

La radioactivité naturelle due à l'émanation de radium avait une action bénéfique sur certaines maladies ce qui peut être considéré aujourd'hui comme une chimiothérapie douce.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données

1) L'eau provient d'une aire d'alimentation dont l'altitude moyenne est de 1900 m ce qui correspond à l'altitude moyenne des reliefs avoisinants.

2) Au cours de son circuit thermominéral, l'eau est en contact avec le Trias évaporitique au contact duquel elle acquiert une bonne partie de sa minéralisation.

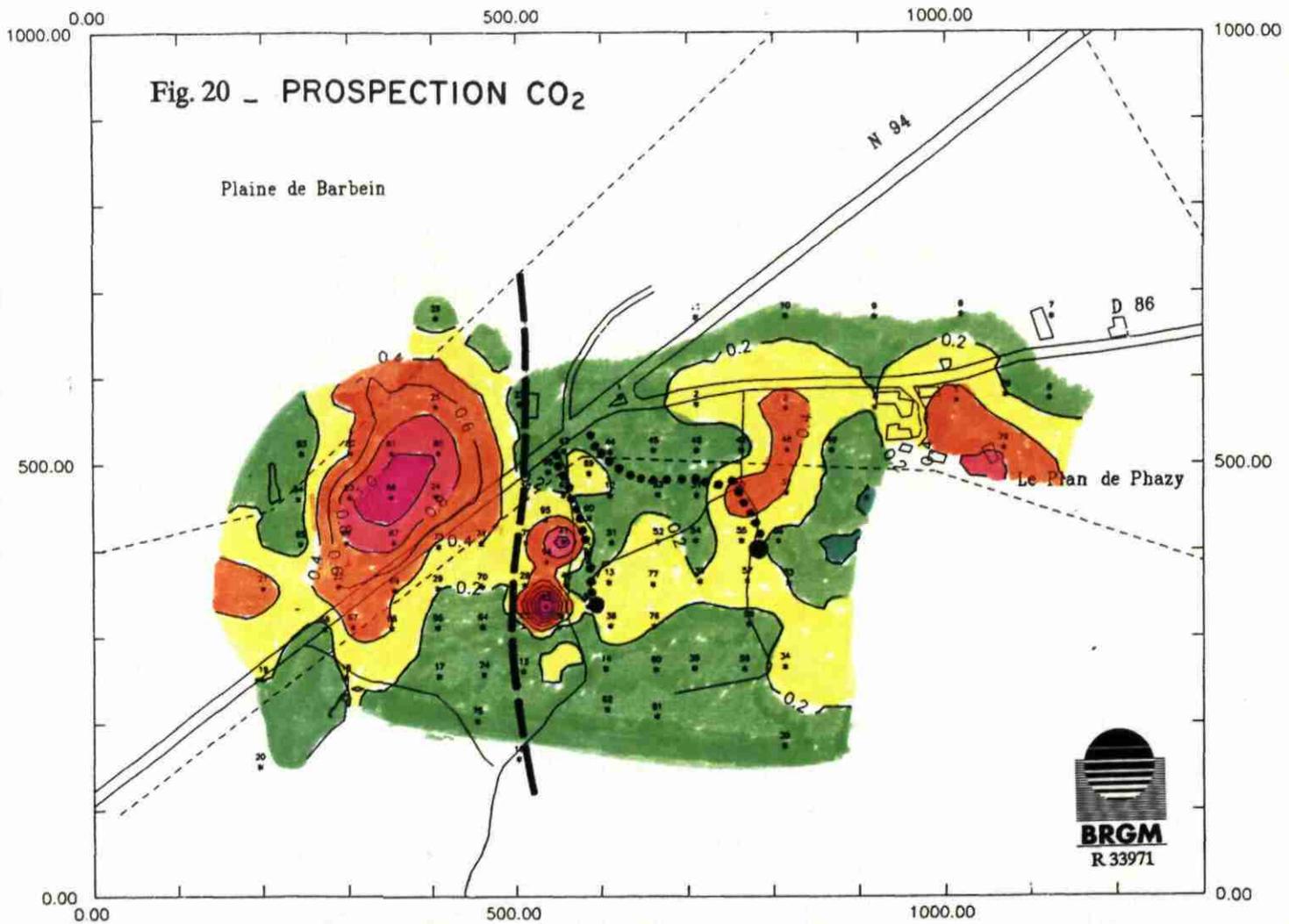
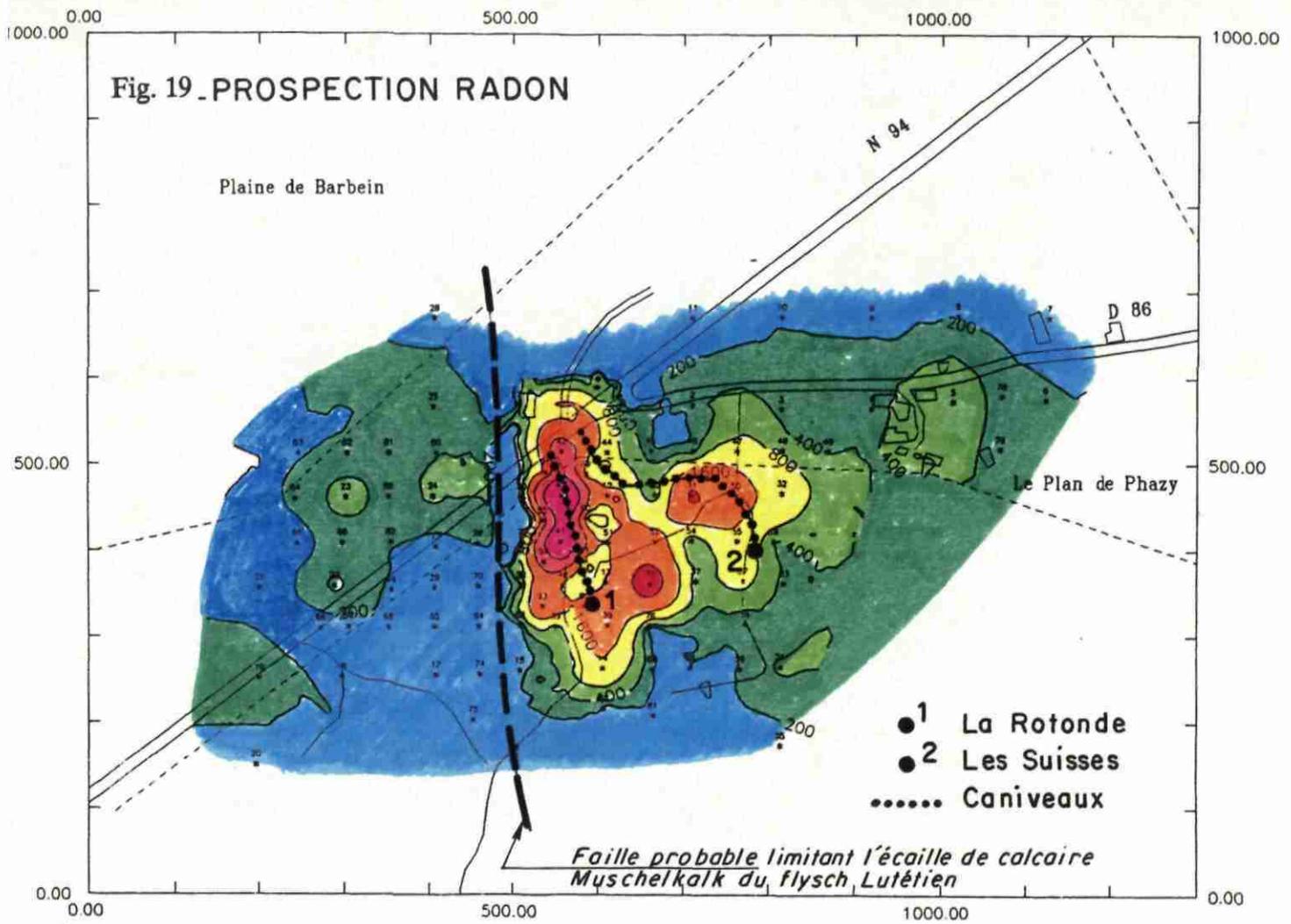
3) Le circuit thermo-minéral est relativement profond puisque l'utilisation de différents géothermomètres (GRIMAUD, 1987 ; POULAIN, 1977 ; CARENCO, 1982) indique des températures pour l'eau initiale comprise entre 48 et 293°C avec une probabilité plus importante pour le géothermomètre Na-K qui donne des températures homogènes de l'ordre de 90°C soit 65°C d'écart avec la température des eaux à l'émergence.

4) Les débits maximaux mentionnés indiquent environ 23 m³/h pour les sources de rive gauche. L'utilisation de modèle de réservoir permet à partir d'une température simulée probable (90°C) d'estimer un pourcentage de mélange des eaux. Celui-ci serait de l'ordre de 20% pour la Rotonde (20% d'eaux à 90°C et 80% d'eaux plus récentes enrichies en sulfates à une température comprise entre 24° et 90°). Les débits correspondant (4 m³/h et 19 m³/h) sont compatibles avec le type de roches aquifères d'où ils sont issus :

- protogine et granites fissurés pour le débit de 4 m³/h ;
- Trias karstifié et/ou fracturé pour le deuxième débit.

5) Le(s) émergence(s) sont tributaire(s) des accidents tangentiels profonds et vraisemblablement verticaux qui les recourent.

6) Le(s) émergence(s) réelle(s) issue(s) probablement d'un tronc commun thermal sont masquées par les tufs, les cônes de déjection des ravins, les éboulis de versant et les alluvions de la Durance.



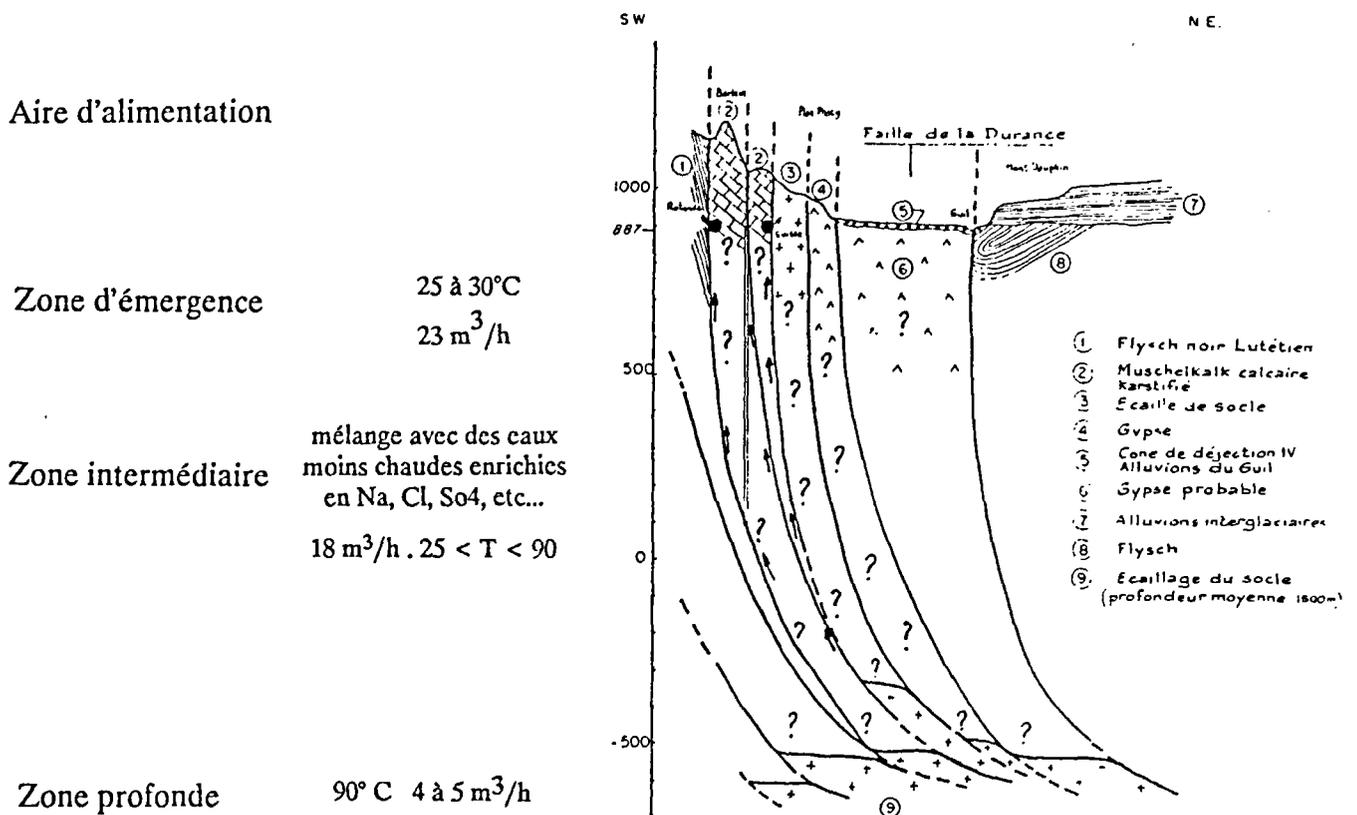
♦ L'interprétation des données

Elle est résumée sur le schéma de la figure 21.

Les débits connus et indiqués devraient pouvoir être améliorés du fait de :

- l'existence d'encroutements calcaires (brèches solidifiées par cimentation) et de tufs ocreux qui ont eu tendance à provoquer des colmatages ;
- l'existence de séismes anciens en particulier celui de 1935, qui ont modifié les écoulements souterrains à l'approche de leur émergence tout en réduisant "les performances des sources naturelles" (diminution de débit).

Fig. 21
Coupe géologique et structurale hypothétique



Nota : Débits indiqués et leur proportion en fonction hypothèse simulation thèse GRIMAUD, 1987

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

Le site lui-même et les reliefs qui le surplombent ne sont pas urbanisés ce qui est un atout incontestable à préserver à l'avenir lors du développement de la station.

La zone d'émergence est le siège d'une très faible activité agricole : vignes, prairies, champs de céréales, serres climatisées.

La proximité de la nationale peut être un handicap (pollution routière accidentelle) dans la mesure où seraient réalisés des forages de recaptage des eaux thermales peu profonds.

La principale "pollution" des eaux thermales réside dans un apport d'eau superficielle froide et banale, véhiculant éventuellement une pollution de type bactériologique à la suite d'épisodes pluvieux importants ou de fontes de neige, qui viendrait se mélanger près de la surface aux eaux thermales par l'intermédiaire du karst triasique ou des terrains quaternaires de recouvrement.

Pour éviter ce type d'incident difficilement maîtrisable en l'état actuel des lieux et des connaissances, il est recommandé de recapter les eaux thermales par un forage profond dont la partie captage serait protégée de la surface par une épaisse cimentation.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

Depuis 1879, la source est propriété indivise des communes de Guillestre et de Risoul.

D'après les Annales des Mines (1976), l'arrêté ministériel d'autorisation (AMA) du 27.01.1860 est toujours en vigueur : il n'y a pas eu depuis d'arrêté ministériel suspendant l'autorisation (AMS).

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Située au carrefour des vallées de la Durance et du Guil, la source de la Rotonde bénéficie de la proximité de villes moyennes comme Guillestre, Embrun, Briançon et de celle de la retenue de Serre-Ponçon.

La proximité de l'Italie est un atout supplémentaire car cela constitue un réservoir potentiel important de curistes.

Le développement d'une activité thermale sur le site de Plan de Phazy ou à proximité devrait pouvoir s'intégrer dans celui du domaine skiable de la forêt blanche (cf. fig. 22) et bénéficier d'un potentiel de plusieurs milliers de vacanciers hivernaux qui à terme pourrait faire connaître la station surtout si des liaisons directes sont réalisées entre Phazy et Risoul (téléphérique).

Parmi les autres atouts citons des accès toujours déneigés en hiver, soit à partir :

- de la nationale N 94 ;
- de l'autoroute du Val de Durance réalisé jusqu'à Sisteron puis en projet à court terme jusqu'à la Bâtie-Neuve (Chorges) ;
- de la ligne SNCF Paris-Briançon si utilisée pendant la période des sports d'hiver ;
- de l'aérodrome de St. Crepin pour lequel existe un projet d'allongement de la piste de manière à permettre l'accès à des avions de type ATR (40 à 60 places).

Cette réalisation permettrait de desservir toutes les vallées, les stations de ski et la future station thermale : un atout certain du développement de cette région.

A l'heure actuelle, la piste a été allongée de 750 à 850 m dans une première phase (projet de piste à 1000 m). Activité aéro-club très développée, activité d'avion-taxi faible.

9. INFORMATION COMPLEMENTAIRE

Dans le même secteur que le groupe de source de Plan de Phazy, LESBROS (1947) signale à Saint André d'Embrun une source chlorurée sodique dont les propriétés se rapprocheraient de celles des eaux de la Rotonde.

Fig. 22

Position du site de Plan de Phasy par rapport
au domaine skiable de Vars - Risoul



PHOTO N° PHA R01

Front de la zone briançonnaise au niveau des écailles de Plan de Phazy. Noter la position des sources de La Rotonde (RO) et des Suisses (Su) par rapport au Trias calcaire karstifié du rocher de Barbein et à l'écaille de protogine (socle). Noter également l'imbrication de 3 cônes de déjection issus des ravins et la position du bombement de tuf induré de La Rotonde à l'intersection de ceux-ci. Vers l'aval les dépôts des différents cônes passent latéralement aux alluvions de la Durance.

PHOTO N° PHA R05

Fontaine de La Rotonde en "marbre de Guillestre" édiflée en 1982.

PHOTO N° PHA R02

Le captage de La Rotonde, au pied du Rocher de Barbein, construit sur le bombement de tuf induré. Le captage a été restauré en 1981. L'aménagement des bassins à l'aval de La Rotonde a été réalisé en 1982. Le caniveau de fuite des eaux des 3 bassins successifs se dirige vers le fossé de la route nationale n° 94.

PHOTO N° PHA R06

Vue générale à partir des remparts de Montdauphin de la plaine de Plan de Phazy. Noter la position des 2 sources par rapport à la route nationale, à la D86 et à la Durance. Au premier plan le Guil, affluent de la Durance.

PHOTO N° PHA R03

Vue vers l'amont à partir de l'esplanade de La Rotonde en direction du Guil et de Montdauphin. Noter l'extrémité du plateau conglomératique de Montdauphin sur lequel devrait s'installer le futur établissement thermal.

PHOTO N° PHA R07

Charnière synclinale de St Clément dans le flysch de l'Embrunais en aval du front de la zone briançonnaise en rive gauche de la Durance entre St Clément à l'aval et Montdauphin. (Ecailles de Plan de Phazy).

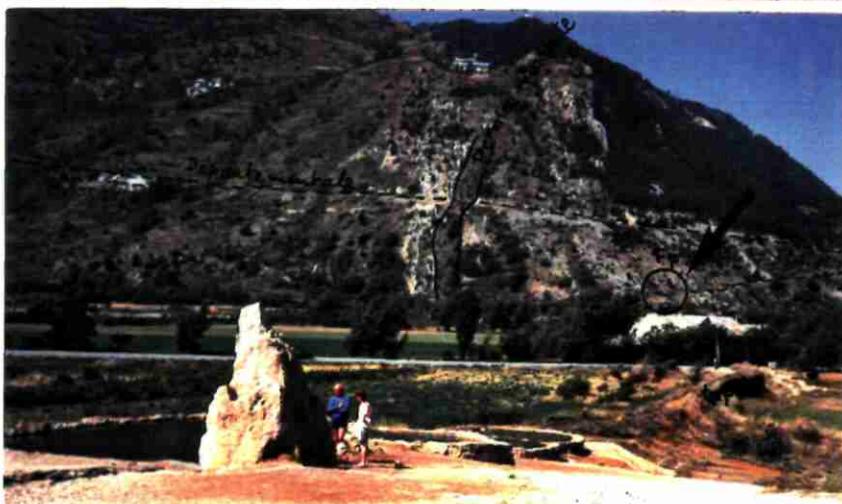
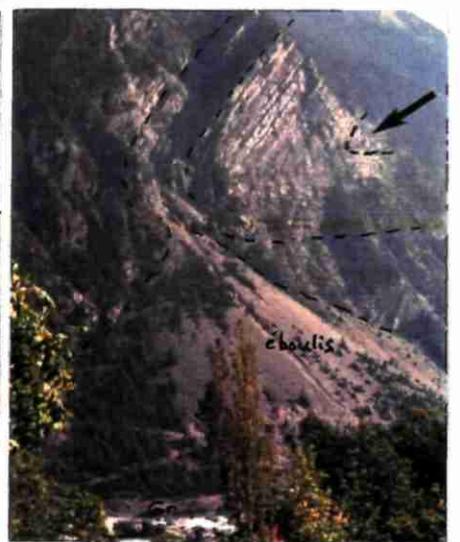
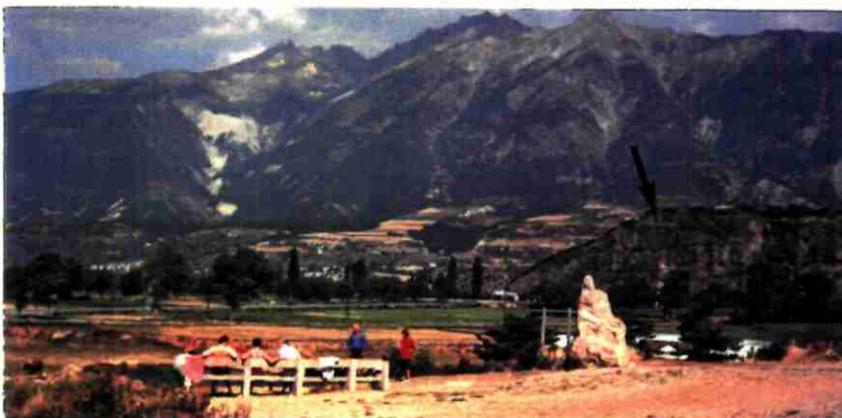
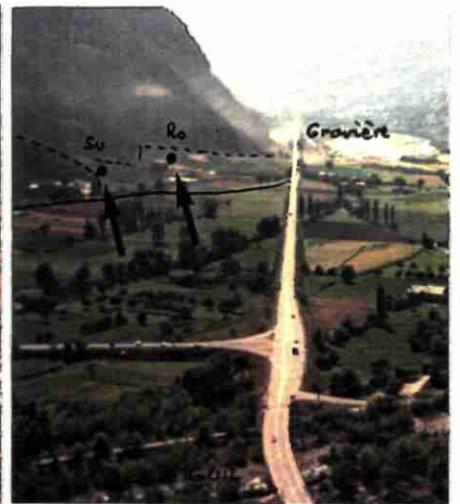
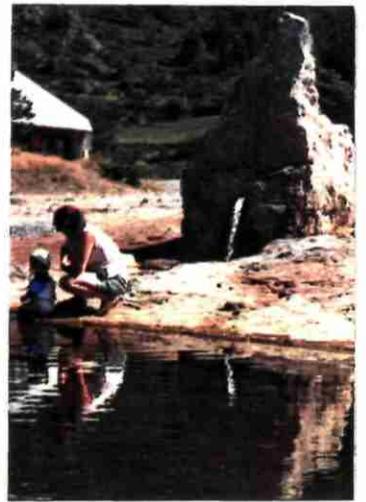
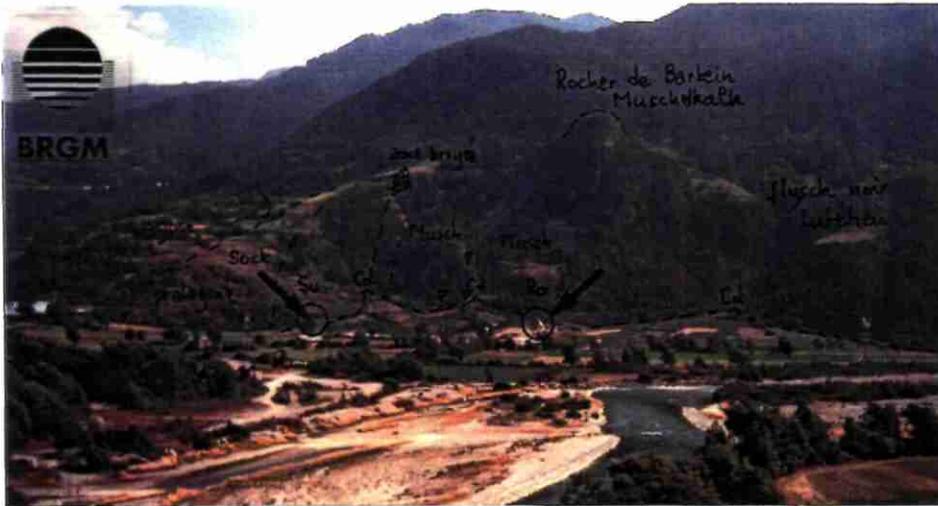
PHOTO N° PHA R04

A partir de l'esplanade de La Rotonde, vue sur le plan de Phazy, la route nationale et la rive droite de la Durance. Noter la position de la fontaine pétrifiante (Fp) sur la commune de Rhéotier qui sourd au-dessus de la Durance en amont du front de la zone briançonnaise. Noter également la position du Permien et des andésites houillères verticales de la nappe de Roche Charnière.

PHOTO N° PHA R08

Détail de la photo n°4 ci-contre à gauche. Fuite du caniveau d'évacuation des eaux de La Rotonde. Tuf ferrugineux de couleur orangée.

FICHE 4 - PLAN DE PHAZY - LA ROTONDE



FICHE 4 - PLAN DE PHAZY - LA ROTONDE

PHOTO N° PHA R09

Captage de la Rotonde sur les dépôts de tufs, d'éboulis de versant et de cônes de déjection (pierrés au premier plan) sur fond d'affleurements de socle (schistes et protogine). Les serres sont alimentées par la source des Suisses. Plateau conglomératique quaternaire de Mont-Dauphin.

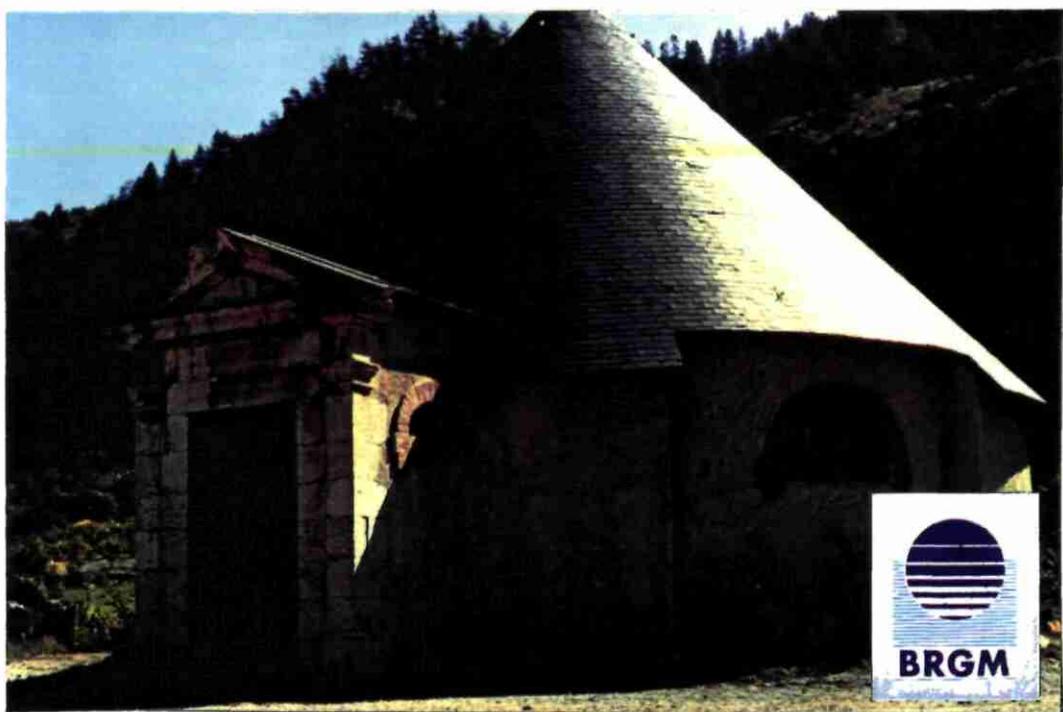
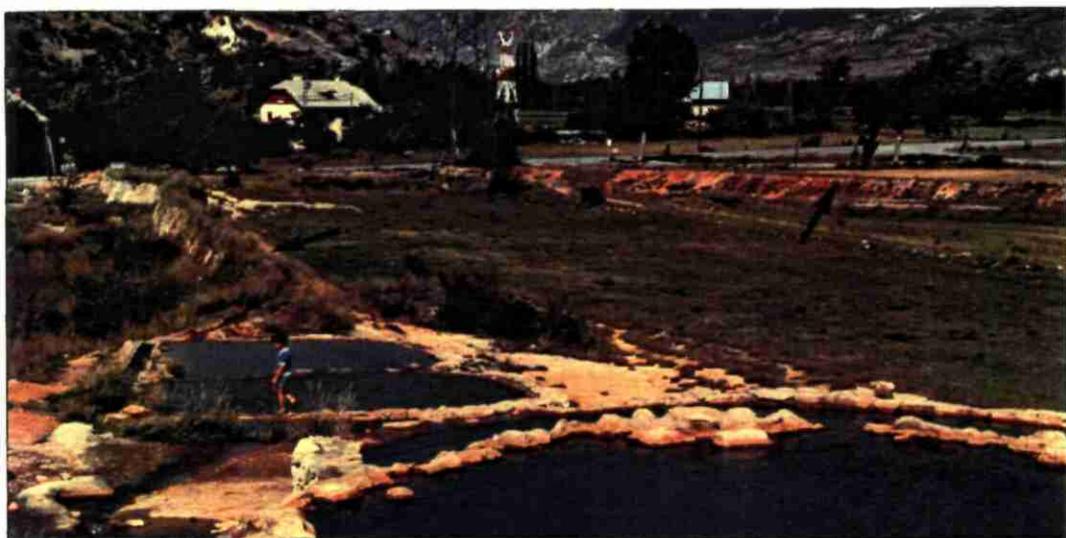
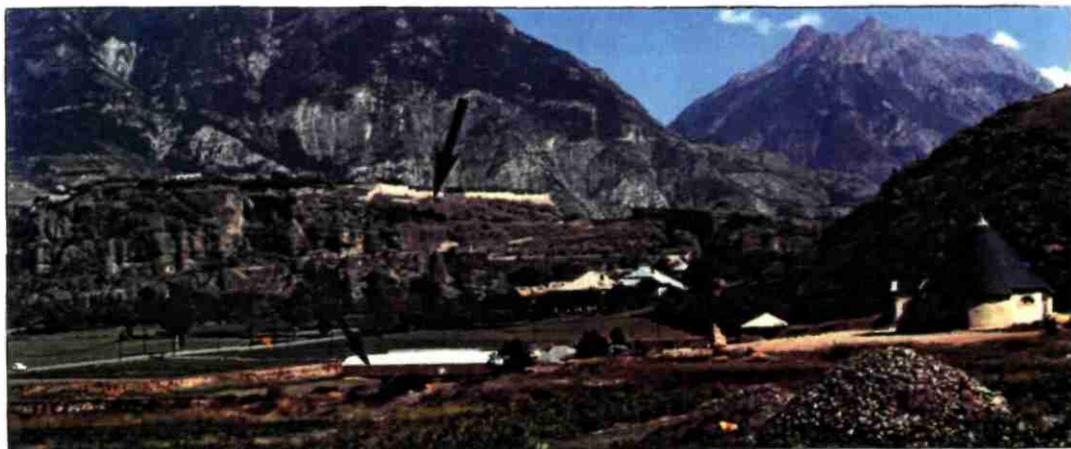
PHOTO N° PHA R010

Les bassins de la Rotonde avec les caniveaux de fuite surélevés (tufs) des sources de la Rotonde (à gauche) et de Suisses (à droite) vers la Durance.

PHOTO N° PHA R011

ZOOM sur l'entrée du captage de la Rotonde.

FICHE 4 - PLAN DE PHAZY - LA ROTONDE



FICHE 5

LES SUISSES

Fiche 5

Nom de la source : "des Suisses" ou "des Vignes"

X = 938,51

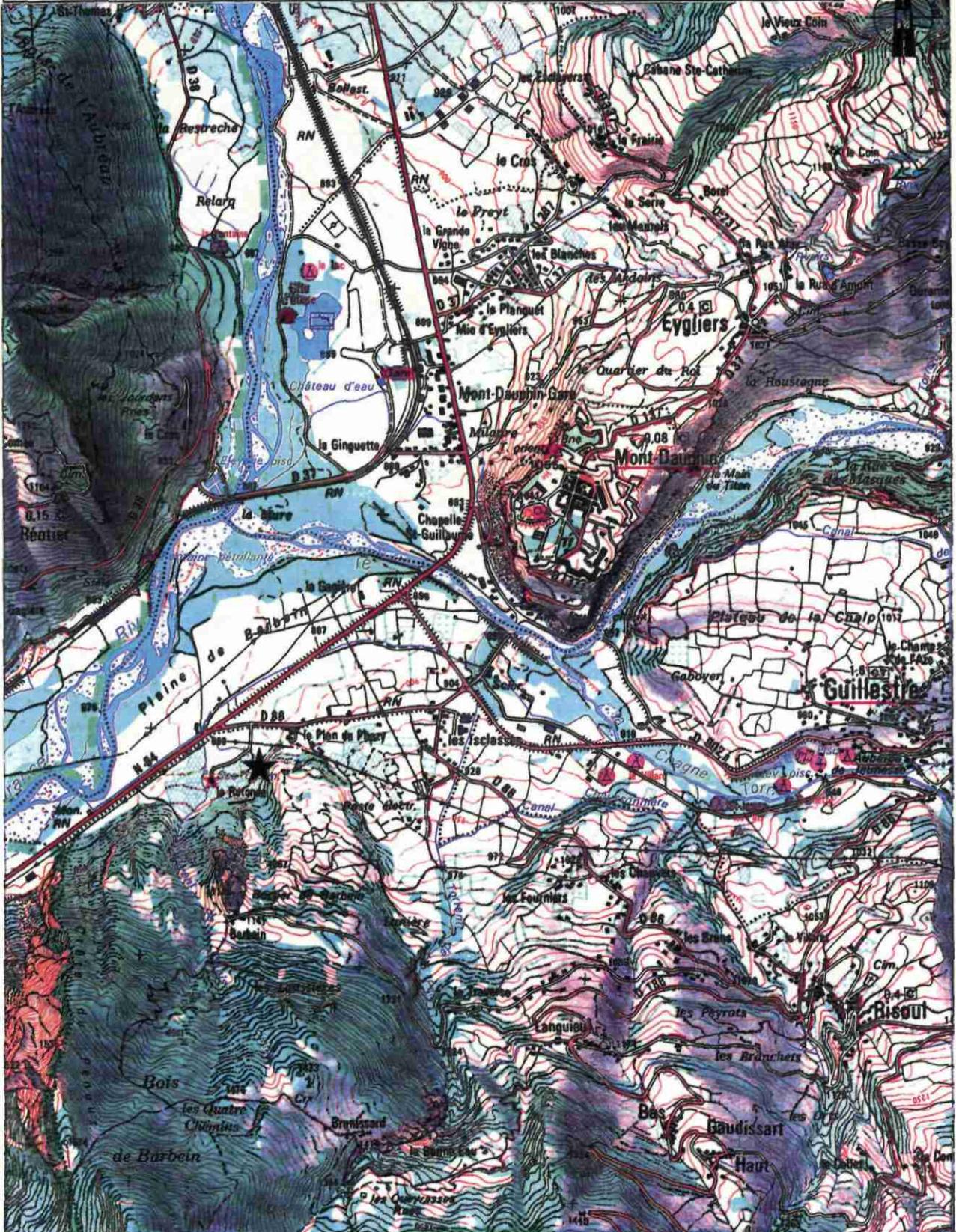
Y = 270,8

Z = 900

commune : Risoul

canton : Guillestre

arrondissement : Briançon



1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Voir fiche 4

2. CONDITIONS D'EMERGENCE - DESCRIPTION DU CAPTAGE

Voir fiche 4

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

Le débit des Suisses serait environ 4 fois supérieur à celui de la Rotonde = 18 m³/h contre 4,5 m³/h à la Rotonde (LESBROS, 1947)
Annales des Mines = 300 l/mn

♦ Température

GRIMAUD (1987) donne une température de 26°C (x 7)⁽¹⁾ et de 20° (x 5)⁽¹⁾
POULAIN (1977) indique une température de 26,8°C
LESBROS (1947) signale une température de 26°C
Annales des Mines (1975) = 26°C

♦ Résistivités - Conductivités

POULAIN (1977) donne une résistivité de 128 Ω.cm
LESBROS (1947) indique une résistivité à 18°C de 149 Ω.cm
Annales des Mines (1975) : 149 Ω.cm à 18°C

♦ pH

GRIMAUD (1987) donne un pH de 6,71 (x 5)⁽¹⁾ et de 6,29 (x 7)⁽¹⁾
POULAIN (1977) indique un pH de 7
LESBROS (1947) donne un pH de 6,6

⁽¹⁾ numéro d'échantillon.

♦ Chimie

	EN mM/kg (pour 2 et 3)								en µM/kg (pour 2 et 3)									
	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃	SiO ₂	Li ⁻	Rb ⁺	Cs ⁺	Sr ⁺⁺	Ba ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Fe Tot.	Al Tot.	NO ₃ ⁻	F ⁻
1. POULAIN (1977) en mg/l	1028	25,9	740	90	1459,7	1840	634,4	21	1,6			13,5			2,17		13,5	1,15
2. GRIMAUD (1987) Les Suisses (x 5)	35,9	0,57	10,63	3,24	37,1	8,6	11,6	2,07	151,7	1,22	0,3	70,2	0,24	0,45	2,3	0,13	50	25
3. GRIMAUD (1987) Les Vignes (x 7)	47,3	0,7	18,1	3,84	45,2	17,1	11,4	2,5	192,6	1,52	0,4	143,6	0,21	1,92	38,5	0,45	0	61

Commentaires : Eau de composition chimique très voisine de celle de la Rotonde avec une dilution légèrement plus importante. Emission de gaz visible à l'émergence (pas de prélèvement réalisé mais vraisemblablement CO₂ étant donné la présence de ce gaz dans les sols mis en évidence par une campagne de prospection réalisée par le BRGM).

♦ Isotopes et radioactivités

POULAIN (1977) donne les valeurs suivantes :

- oxygène 18 : 12,3‰
- Tritium : 11 UT peu polluée par eau de surface, circulation lente
- Soufre 34 : 17,5‰ origine triasique

GRIMAUD (1987) indique :

- Tritium : 11 UT

LESBROS (1947) signale une radioactivité radium de 2,6 µmc/l.

Commentaires : la valeur mesurée par GRIMAUD (1987) est équivalente à celle donnée par POULAIN (1977).

La radioactivité due à l'émanation de radium est légèrement inférieure à celle de la Rotonde.

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Voir fiche 4.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données

Voir fiche 4.

♦ Interprétation des données

Voir fiche 4.

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

Voir fiche 4.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

La source des Suisses est la propriété indivise des communes de Guillestre et de Risoul depuis 1875.

La source fait l'objet depuis le 27/01/1860 d'un arrêté ministériel d'autorisation (AMA) qui n'a pas été remis en cause par un AMS ou un APS (arrêté ministériel ou préfectoral de suspension d'autorisation).

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Voir fiche 4.

PHOTO N° PHA SU1

Captage des Suisses ou des Vignes (carré au premier plan) et départ du caniveau d'évacuation vers les serres climatisées. Vue vers l'amont (Sud-Est).
Au fond (cercle), captage de la Rotonde.

PHOTO N° PHA SU2

Position relative des sources des Suisses et de la Rotonde vue de la D 86.

PHOTO N° PHA SU3

Serres climatisées utilisant l'eau chaude des Suisses.

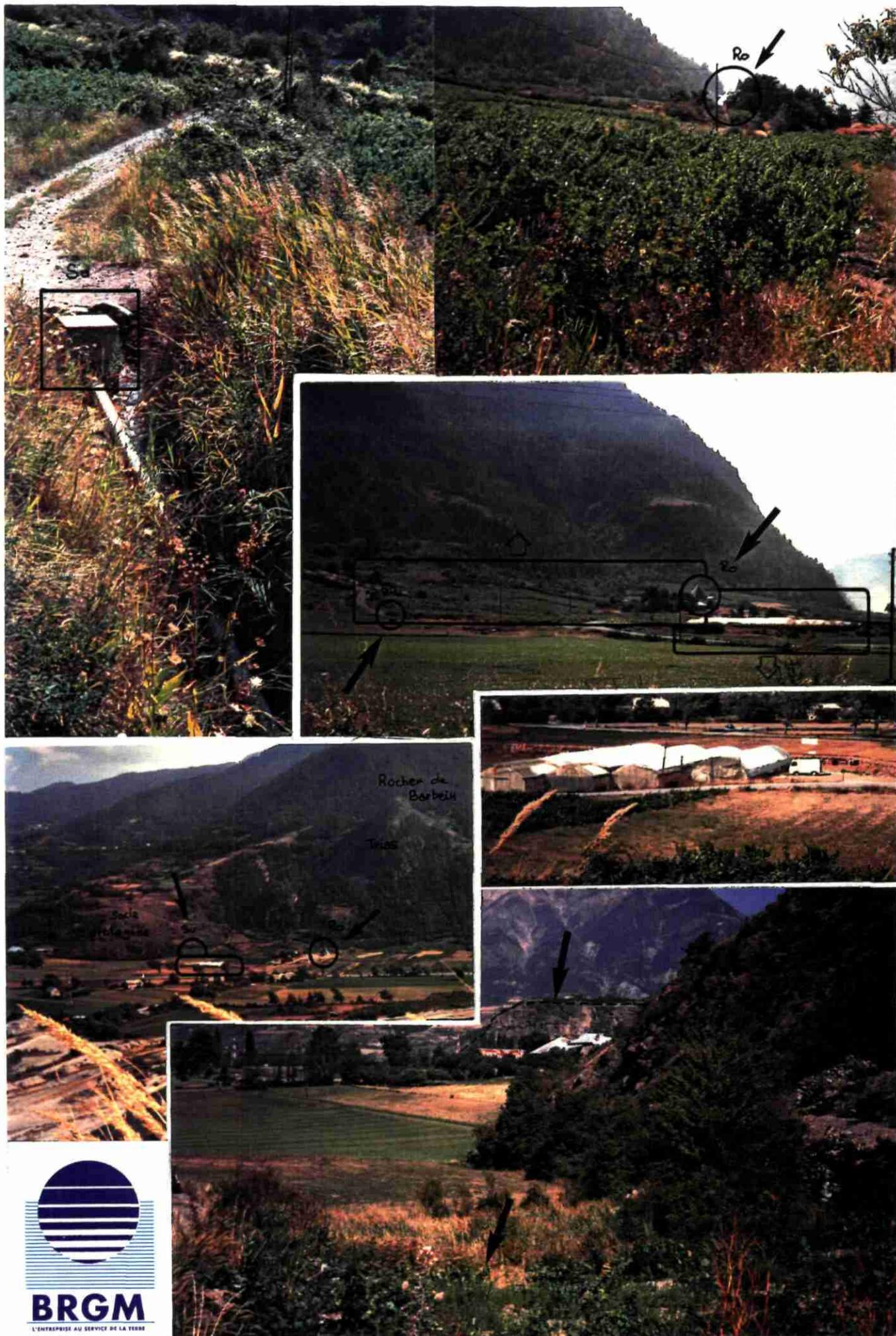
PHOTO N° PHA SU4

Idem 2 mais vue de la D38 en rive droite.
Notez la position du gypse, du socle et du Trias calcaire de Barbein.

PHOTO N° PHA SU4

En amont du captage des drains sur l'éboulis de versant et le cône de déjection.
Masse rocheuse à droite constituée de socle (protogine).

FICHE 5 - PLAN DE PHAZY - LES SUISSES



FICHE 6

FONTAINE PETRIFIANTE

Fiche 6

Nom de la source : Fontaine Pétrifiante

X = 937,96

Y = 8271,76

Z = 880

commune : Réotier

canton : Guillestre

arrondissement : Briançon

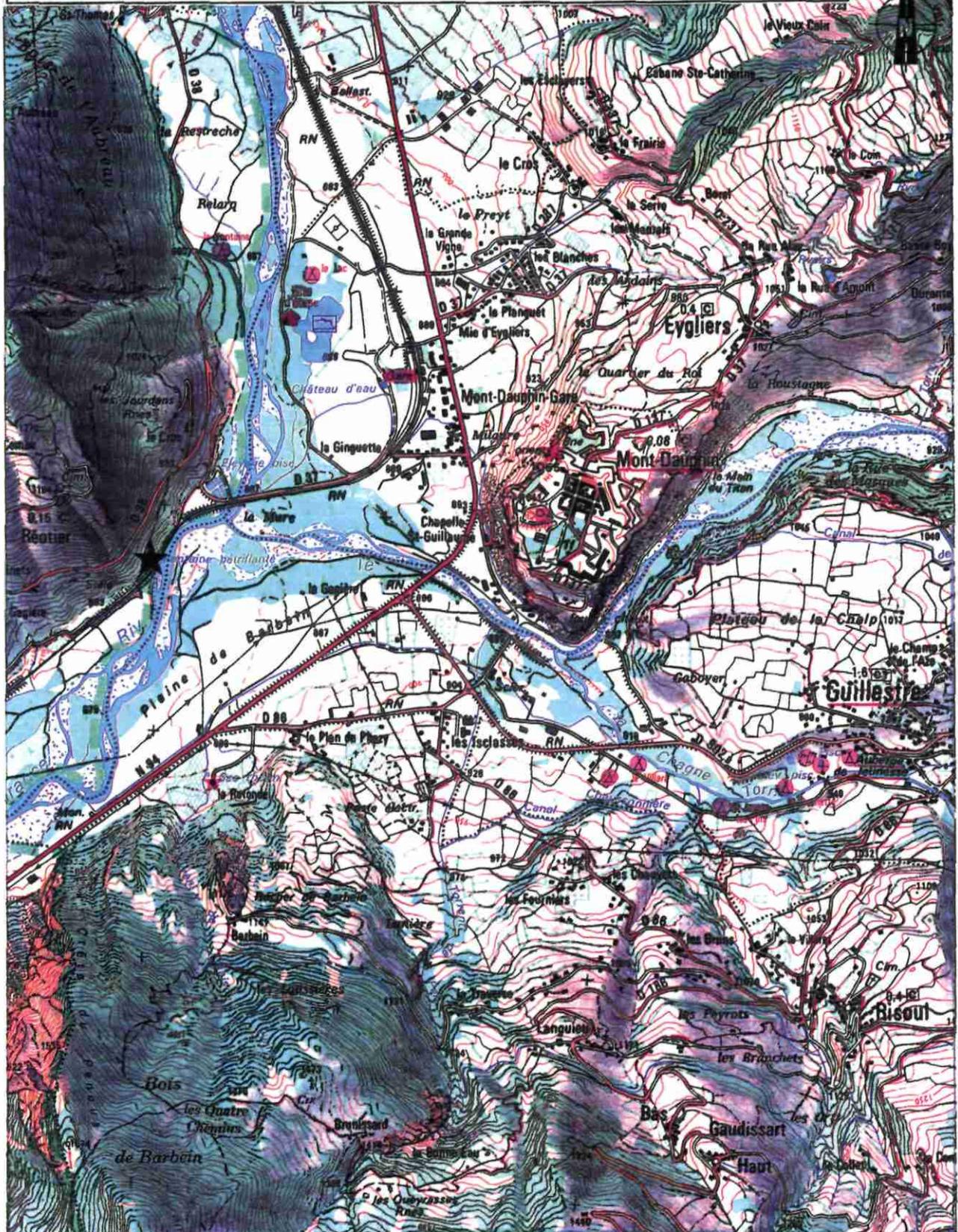


Fig. 24
Plan de situation

1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Voir fiche 4.

2. CONDITIONS DE CAPTAGE - DESCRIPTION DE L'EMERGENCE

Pour les conditions générales, voir source de la Rotonde p. 43. L'arrivée de l'eau se fait au moyen d'une fracture ouverte qui affecte les barres verticalisées des calcaires gris fumés du Trias (voir planche photographique page 68). La source est captée sommairement par un tuyau.

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

Indéterminé, inférieur à 10 m³/h

♦ Température

GRIMAUD (1987) donne une température à l'émergence de 20,7°C

POULAIN (1977) cite une température de 21,2°C

LESBROS (1947) indique 20°C

Commentaires : thermalité inférieure de quelques degrés à celles des 2 autres sources.

♦ Résistivités

LESBROS (1947) donne 236 Ω .cm à 10°C

POULAIN (1977) indique 156 Ω .cm

♦ pH

GRIMAUD (1987) donne un pH de 6,52

POULAIN (1977) indique un pH de 7,9

LESBROS (1947) cite un pH de 7,8.

♦ Chimie

	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	SiO ₂	Li ⁺	Rb ⁺⁺	Cs ⁺	Sr ⁺⁺	Ba ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Fe TOT	Al TOT	NO ₃ ⁻	F
POULAIN (1977) mg/l	746	19	600	78	1079	1520	433	20	1,18						<100		10,5	0,88
GRIMAUD (1987)	28,8	0,45	14,5	2,97	27,7	13,4	8,24	2,25	119,6	0,96	0,29	113,2	0,49	0,6	2,9	0,12	10	43
en mM/kg pour GRIMAUD										en µM/kg pour GRIMAUD								

♦ Isotopes et radioactivités

POULAIN (1977) donne les déterminations isotopiques suivantes :

- oxygène 18 : - 12,3‰
- tritium : 21 UT
- soufre 34 : 16,4‰

GRIMAUD (1987) indique quant à lui :

- oxygène 18 : - 12,75‰
- deutérium : - 89 ‰
- tritium : 21 UT

Radioactivité nulle

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Non déterminées.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données

Cf. la Rotonde, fiche 4 et dans le cas précis :

1) Le lithium, le Fluor et la silice sont encore en teneur importante dans l'eau de cette source ce qui indique une part d'origine profonde.

2) La modélisation de la température du "réservoir initial" donne des valeurs comprises, suivant les méthodes, entre 51 et 248°C avec une préférence pour la méthode Na-K qui donne des valeurs homogènes pour les trois sources de 85 à 90°C.

3) Le pourcentage d'eau chaude estimé dans l'eau de la source est de 7 à 9% au lieu de 11 à 20 pour les 2 autres sources.

♦ L'interprétation des données

Cf. la Rotonde, fiche 4.

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

Voir fiche 4.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

Source non autorisée située sur la commune de Réotier.

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Voir fiche 4.

FICHE 6 - PLAN DE PHAZY - FONTAINE PETRIFIANTE

<p><u>PHOTO N° PHA PETRI 1</u></p> <p>Position relative des différentes sources du groupe de Plan de Phazy. Dans le cadre, cascade de la Fontaine pétrifiante (cf. photo 4).</p>	<p><u>PHOTO N° PHA PETRI 2</u></p> <p>ZOOM de l. Tranchée SNCF recoupant le dépôt de tuf.</p>
	<p><u>PHOTO N° PHA PETRI 3</u></p> <p>Captage sommaire de la fontaine pétrifiante.</p>
	<p><u>PHOTO N° PHA PETRI 4</u></p> <p>Tuf. Détail de l</p>
<p><u>PHOTO N° PHA PETRI 5</u></p> <p>Idem photo n°3.</p> <p>Barres calcaires en petits bancs plus ou moins dolomitisés redressées.</p>	<p><u>PHOTO N° PHA PETRI 6</u></p> <p>Fontaine pétrifiante (flèche). Vue de la Rotonde en rive gauche.</p>

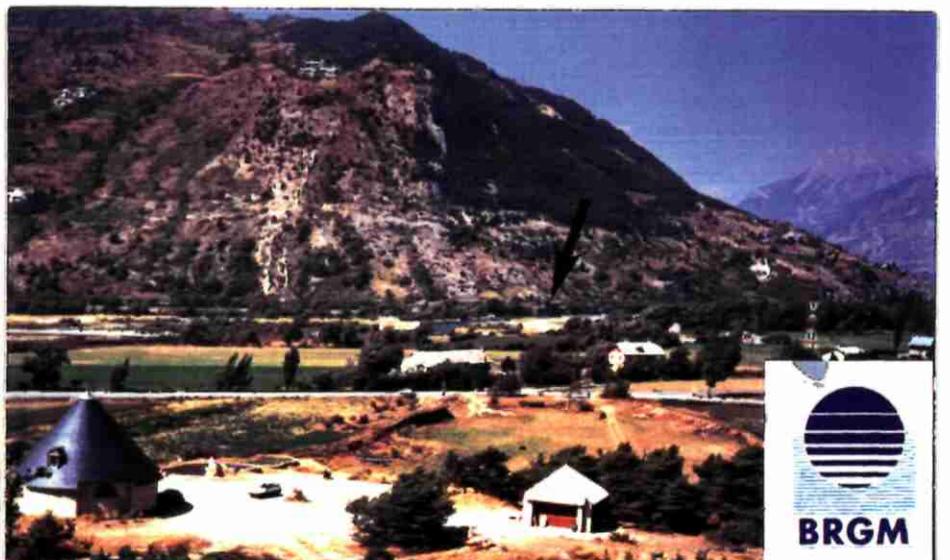
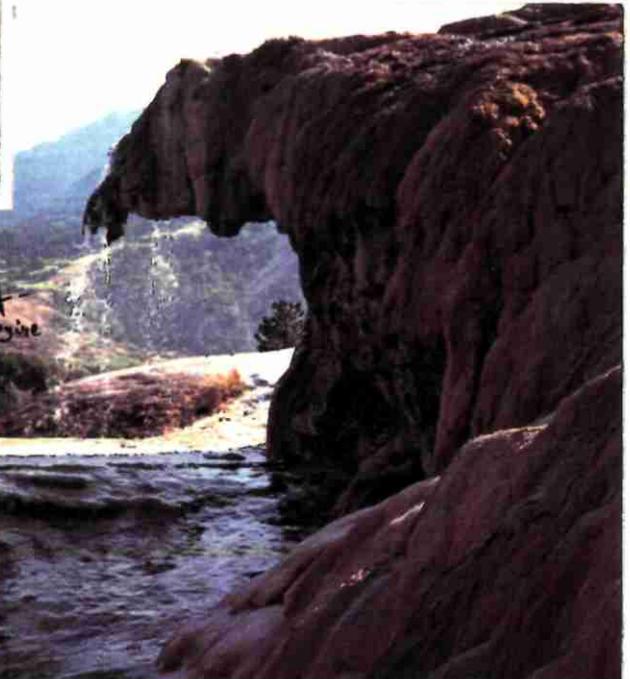
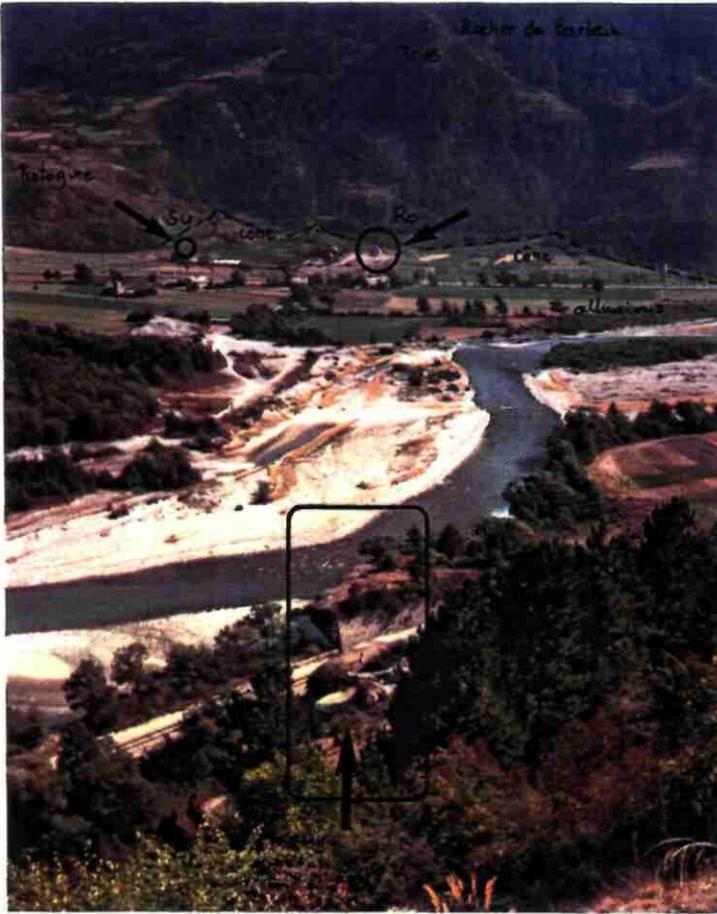


PHOTO N° PHA PETRI 7

Plateau conglomératique de Mont-Dauphin et village d'Eygliers (flèche).
Au premier plan, Durance, camping et plan d'eau.

PHOTO N° PHA PETRI 8

Pisciculture à la confluence
Guil-Durance.

PHOTO N° PHA PETRI 9

Carrefour de la D38 ET D37. Accès
à l'aérodrome de Saint-Crepin.
Itinéraire cyclable.

PHOTO N° PHA PETRI 10

Plan d'eau et camping en amont de
la confluence Guil-Durance.

A l'extrémité droite photo, aérodrome de
St Crepin.

PHOTO N° PHA PETRI 11

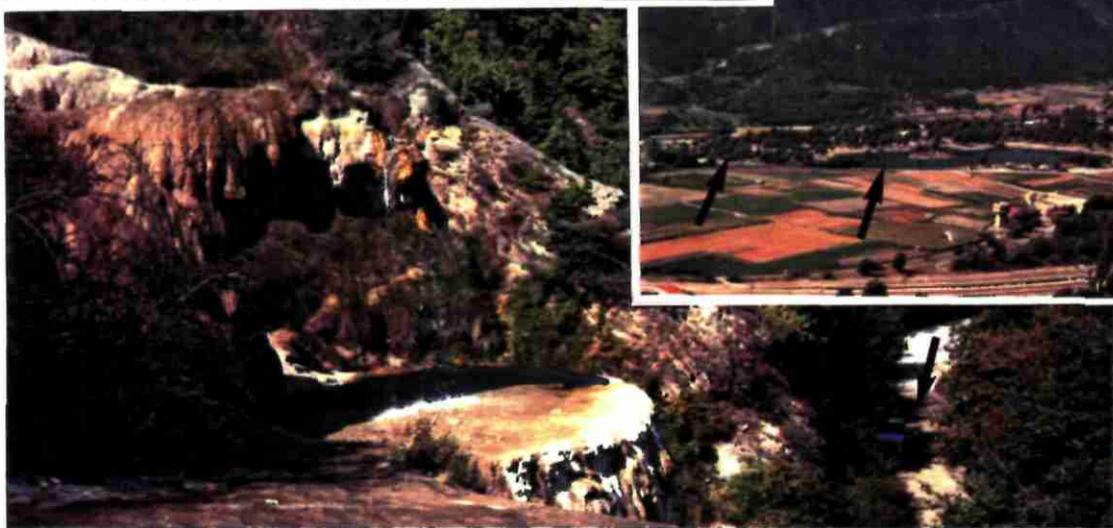
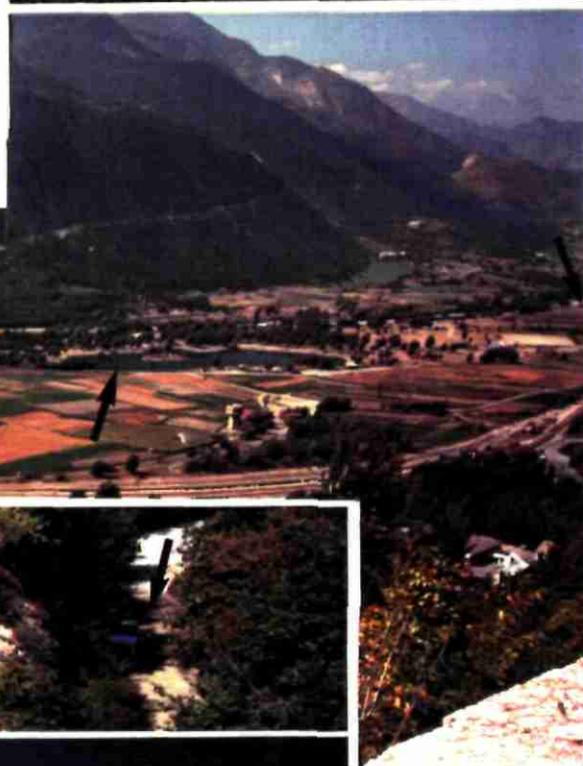
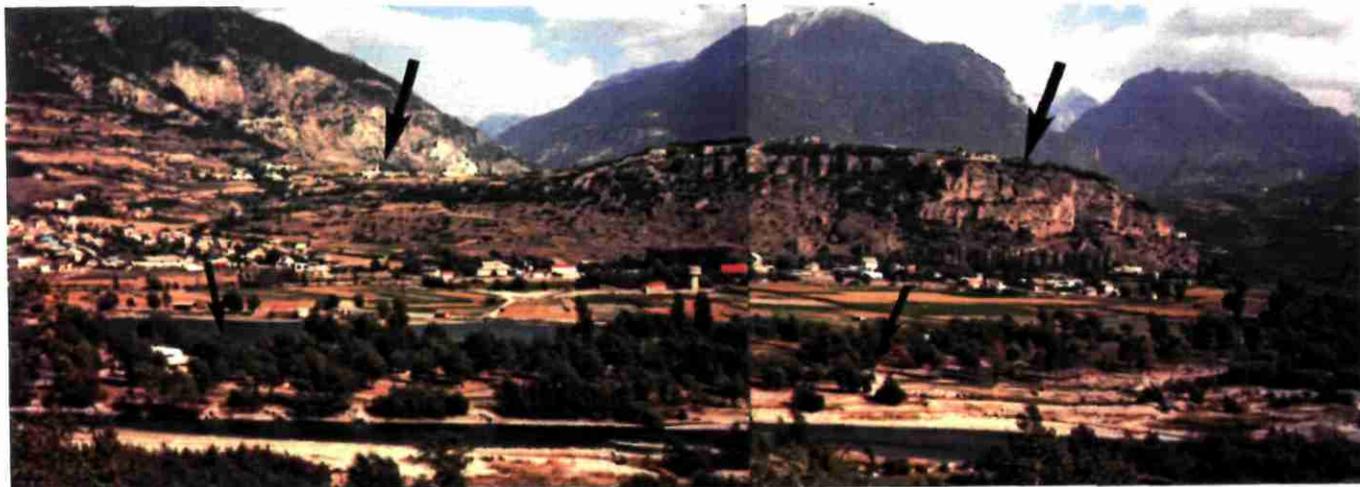
Tuf de la Fontaine et
accès voiture par le bas.

PHOTO N° PHA PETRI 12

Confluence du Guil et de la Durance. La Durance est repoussée en rive
droite par le Guil.

Fontaine Pétrifiante sous la flèche.

FICHE 6 - PLAN DE PHAZY - FONTAINE PETRIFIANTE



5 - GROUPE DE LARDIER- LA SAULCE

FICHE 7 - Aurouze

FICHE 8 - Fontchaude

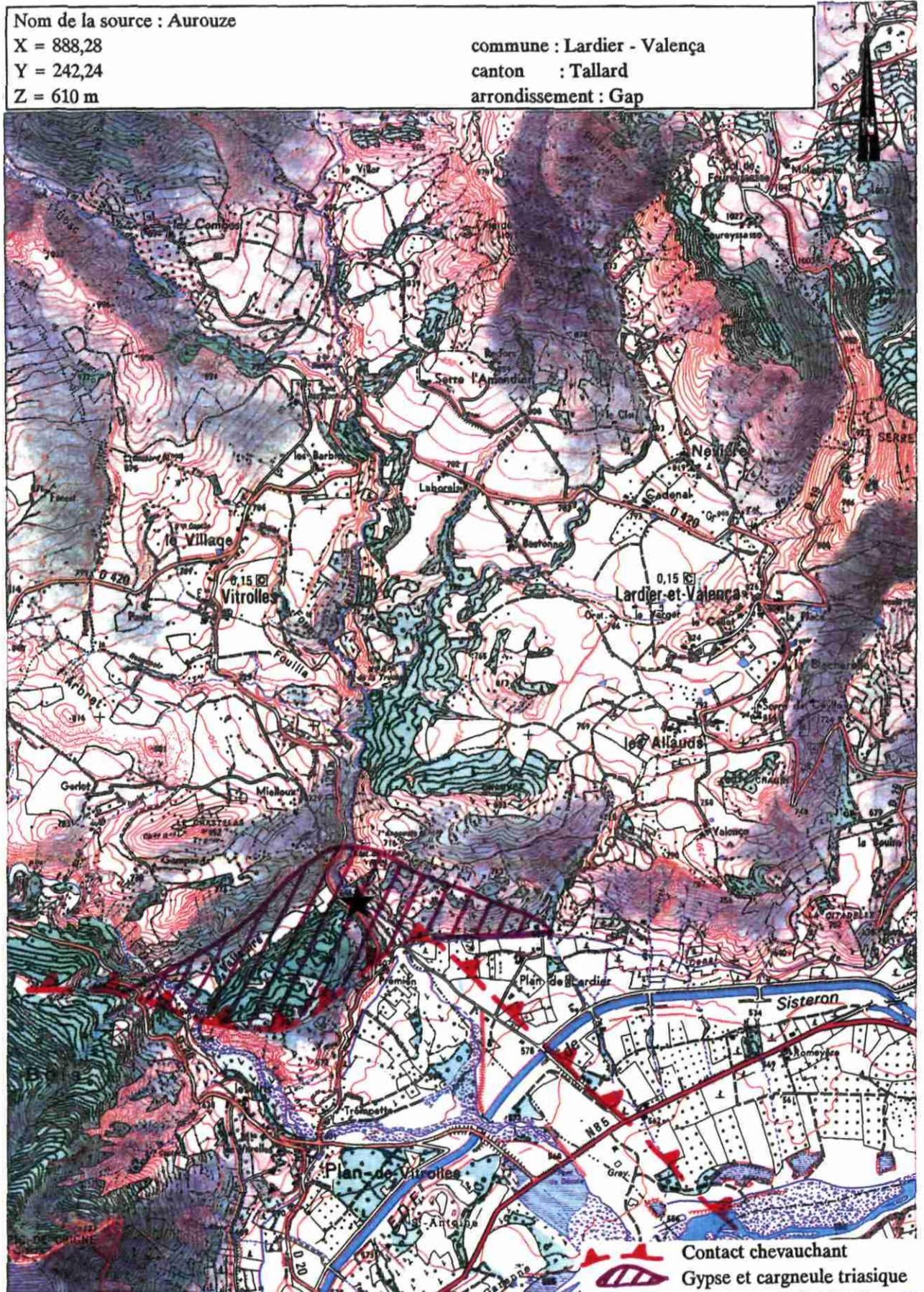
FICHE 7

AUROUZE

Fiche 7

Nom de la source : Aurouze
X = 888,28
Y = 242,24
Z = 610 m

commune : Lardier - Valença
canton : Tallard
arrondissement : Gap



1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Emergence liée au chevauchement de Barcillonette qui est marqué sur le site par un affleurement de gypse triasique d'une puissance visible de 50 m (fig. 25).

2. CONDITIONS D'EMERGENCE - DESCRIPTION DU CAPTAGE

Emergence à la base du massif de gypse, au pied d'un peuplier. Emergence réelle non connue (éboulis de versant), réinfiltration des eaux vers l'aval en direction de la Durance.

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

POULAIN (1977) donne 0,7 m³/h (11.1973)
3,0 m³/h (07.1974)

Commentaires : débit peu important à l'émergence en raison de : faible couverture végétale, relief tourmentée (compartimentage), régime méditerranéen des précipitations. Débit susceptible d'être développé après sondage de reconnaissance à l'amont du chevauchement.

♦ Température

POULAIN (1977) donne 19°C

♦ Résistivités - Conductivités

POULAIN (1977) indique 320 Ω .cm

♦ pH

POULAIN (1977) cite 7,3 puis 8.

♦ Chimie

mg/l	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	F	S ²⁻	SiO ₂	Li	Zn	Fe
POULAIN (1977)	514	96,5	332	13,3	201,9	511,2	1360	2,7	0,28	11,2	22	0,03	0,11	<100

Commentaires : Fluor et lithium sont quasi-absents. Les fortes teneurs en Ca, Na, Cl et SO₄ indiqueraient une origine à partir des gypses triasiques.

♦ Isotopes et radioactivités

POULAIN (1977) donne O¹⁸ : - 9,3‰ (1000 m)
 S³⁴ : + 14,2‰
 Tritium : 36 UT
 Deutérium : - 66,3‰

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Indéterminées.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données et les interprétations

La valeur de l'isotope 18 de l'oxygène donne une altitude moyenne du bassin-versant comprise entre 900 et 1200 m.

La valeur en tritium impliquerait selon POULAIN (1977) un enfouissement des eaux météoriques sans mélange en fin de parcours avec un réservoir étanche sans grande capacité limité en surface à l'impluvium du bassin du torrent de Briançon soit 12 km² environ.

La valeur de l'isotope 34 du soufre semble indiquer une origine triasique des sulfates présents dans l'eau.

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

Rien à signaler, zone naturelle.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

Non autorisée.

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

N 85 de Gap à Sisteron.
Autoroute Sisteron-Gap (court terme).

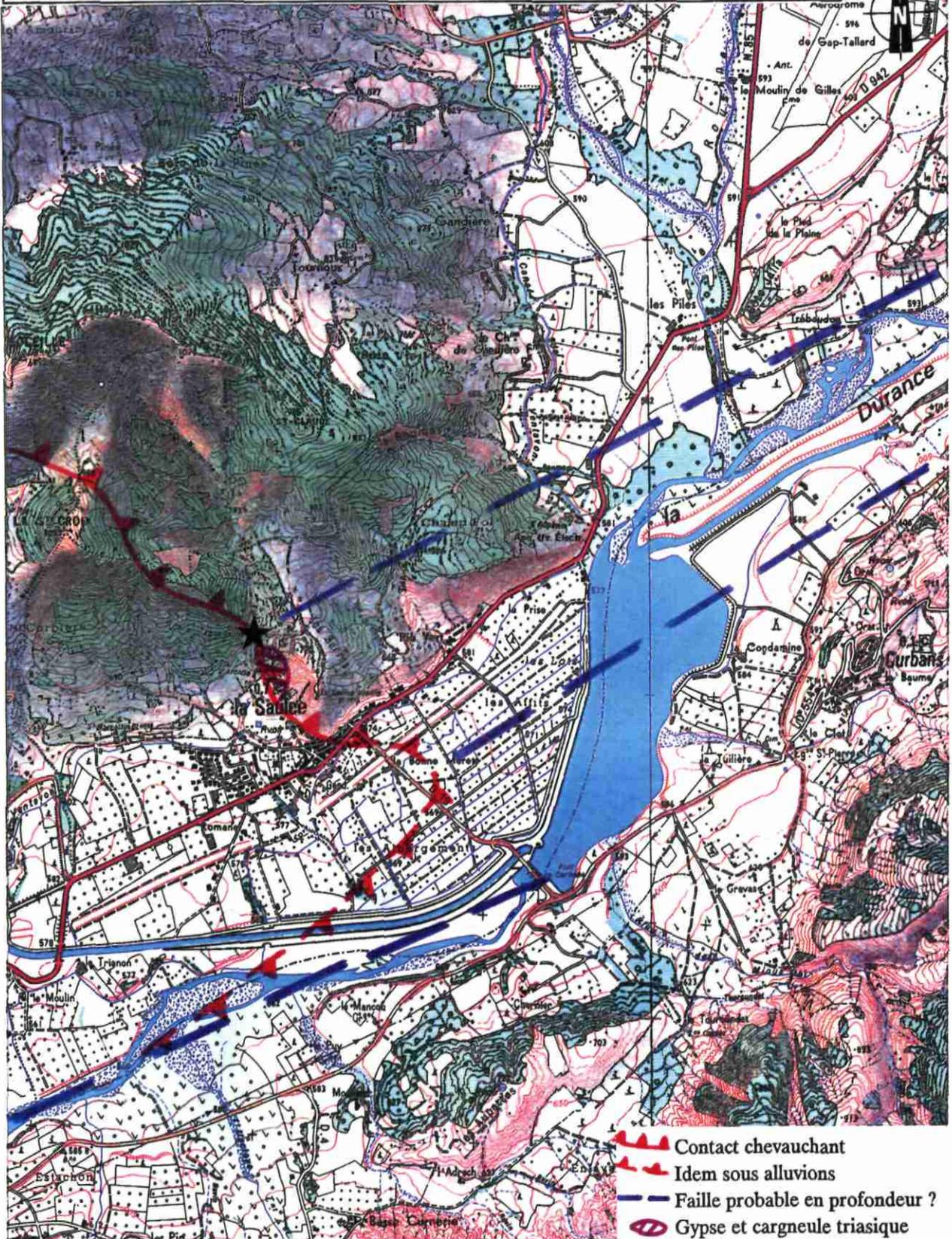
FICHE 8

FONT CHAUDE

Fiche 8

Nom de la source : Font Chaude
 X = 891,90
 Y = 245,18
 Z = 650 m

commune : La Saulce
 canton : Tallard
 arrondissement : Gap



1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le contexte géologique est celui du chevauchement de la Saulce-Ceüse qui prend tout son développement au Sud en direction de Digne et qui a été mis en évidence par le forage pétrolier de Sigoyer (cf. Font-Vineuse, Fiche 9).

Celui-ci se matérialise sur le site par une écaille de Trias (gypses et cargneules conglomératiques) puissante de 8 à 10 m coïncée entre les Terres Noires du Jurassique moyen (mur) et un toit jurassique inférieur (fig. 26).

2. CONDITIONS D'EMERGENCE - DESCRIPTION DU CAPTAGE

La source se situe à 70 m au-dessus du lit de la Durance à la base du torrent de Font Chaude où elle a été captée au pied du chevauchement.

L'émergence correspond à l'intersection d'une fracture Nord-Sud et d'un accident N 40° parallèle à la Durance (lit majeur au Nord de Curbans). Captage en béton au pied d'un peuplier.

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

Non précisé. Amélioration probable par forage en amont du plan de chevauchement sous réserve des accès. Eventuellement sondage(s) dans le lit majeur de la Durance pour traverser, sous les alluvions quaternaires, le contact chevauchant au droit des Affits-La Bonne Mère (à vérifier par études appropriées).

♦ Température

POULAIN (1977) signale 19°C en juillet 1974, 16,2° C en novembre 1973.

Commentaire : influence de la température extérieure sur la température de l'eau.

♦ Résistivité - Conductivité

POULAIN (1977) indique une résistivité de 960 Ω .cm.

♦ pH

POULAIN (1977) donne 7,4.

♦ Chimie

mg/l	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	F	S ²	SiO ₂	Li	Zn	Fe
POULAIN (1977)	208	47,9	10,2	2,1	314,1	2,5	510	< 1	0,2	11,8	13	0,019	40	<100

Commentaires : Quasi-absence de chlorure, sulfates peu abondants, mais eau légèrement séléniteuse. Lithium, strontium et fluor ont des teneurs similaires à celles des eaux lessivant les "Terres-Noires" jurassiques.

♦ Isotopes et radioactivités (22/11/1973)

POULAIN (1977) donne les déterminations isotopiques suivantes :

- O¹⁸ : - 9,7‰
- Tritium : 67 UT
- S³⁴ : 9,6 ‰

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Indéterminées.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données et les interprétations

O¹⁸ donne une altitude moyenne des précipitations de 1150-1200 m qui semblerait incompatible avec le débit de la source et le bassin versant d'alimentation directe a priori réduit (bassin versant topographique).

Le tritium indique une eau d'âge récent postérieur au début des années 1950.

La faible minéralisation en Ca, Mg, Na, K, Cl et SO₄ laisserait penser à une quasi-absence locale du Trias dans le plan de chevauchement.

La température au captage plus élevée que la température moyenne de l'air indiquerait un enfouissement dans le massif (dénivelée de 600 m) et restitution par gravité au captage.

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

Rien à signaler (zone naturelle).

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

Non autorisée.

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

A proximité de la Nationale N 85 Gap-Sisteron et du tracé du futur autoroute. Débit à contrôler. Possibilité d'embouteillage dans la mesure où un débit supplémentaire conséquent est mis en évidence après études et reconnaissance par sondages.

6 - GROUPE DE ST PIERRE D'ARGENCON

FICHE 9 - Font Vineuse

FICHE 10 - La Bergère

FICHE 11 - L'Aigle

FICHE 9

FONT VINEUSE

Fiche 9

Nom de la source : Font Vineuse

X = 866,13

Y = 253,28

Z = 791 m

commune : St Pierre d'Argençon

canton : Aspres sur Buech

arrondissement : Gap



Rapport BRGM n° R 33971 PAC 4S 91

Echelle : 1 / 25 000

Fig. 27
Plan de situation

1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La source de Font-Vineuse se situe au Nord-Ouest de St-Pierre-d'Argençon, environ à la cote 795 m, en bordure du ruisseau de Chauranne qui occupe le coeur érodé d'un anticlinorium d'âge jurassique vraisemblablement faillé en son centre.

De part et d'autre de la vallée, on retrouve les mêmes terrains à l'affleurement qui sont essentiellement marneux (marnes schisteuses grises à rouges du Callovien, de l'Oxfordien et de l'Argovien). Surmontant cette épaisse série marneuse, on trouve des calcaires formant corniche (calcaires gris, beiges ou blancs du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur).

Ces terrains ont un comportement différent suivant qu'ils se trouvent en rive gauche ou en rive droite de la Chauranne :

- en rive gauche, au Nord-Est de Font-Vineuse, ces terrains ont une structure monoclinale classique, à pendage nord-est, qui correspond au flanc oriental de l'anticlinal ;

- en rive droite, les mêmes terrains sont intensément faillés et chevauchent le pays de la Drôme vers le Sud-Ouest. Cet accident tangentiel se raccorde au Sud-Est (fig. 28) avec deux autres accidents du même genre dans lesquels apparaît le Trias où sont connus des évaporites (Trias de la région de Monétier-Allemont sur la bordure occidentale du Dôme de Rémollon et Trias des environs de Laragne-Montéglin). La nature chevauchante de ces accidents a été démontrée par des forages pétroliers réalisés à Sigoyer où l'accident le plus méridionale a été recoupé à 1000 mètres de profondeur NGF (SR1).

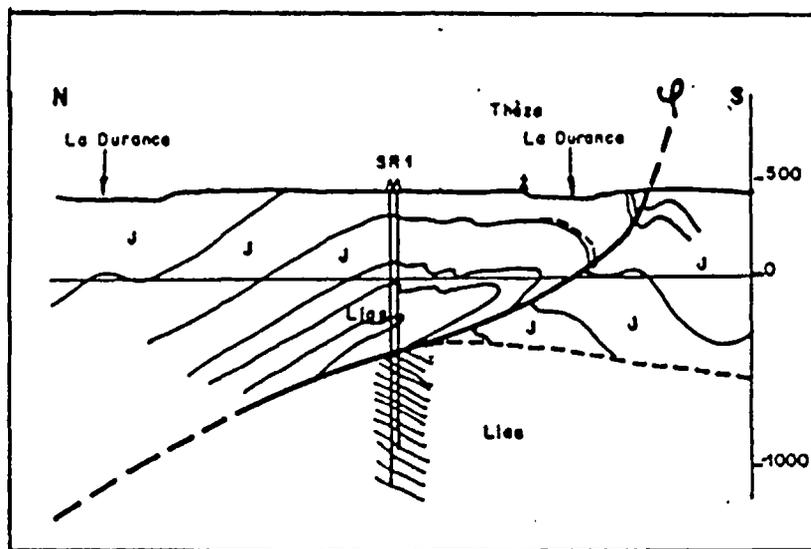


Fig. 28 - CHEVAUCHEMENT DE THEZE-SIGOYER

2. CONDITIONS DE CAPTAGE - DESCRIPTION DE L'EMERGENCE

Le captage est actuellement réalisé par un puits de 1,2 m de diamètre poussé à 13,7 m de profondeur. Cet ouvrage a été complété par le creusement d'une galerie captante. Le puits a été équipé d'une cloche permettant la récupération du gaz et l'exploitation de l'eau minérale par gravité puisque le niveau d'équilibre de la source se situe au-dessus du sol de la cave en contrebas du terrain naturel (fig. 29).

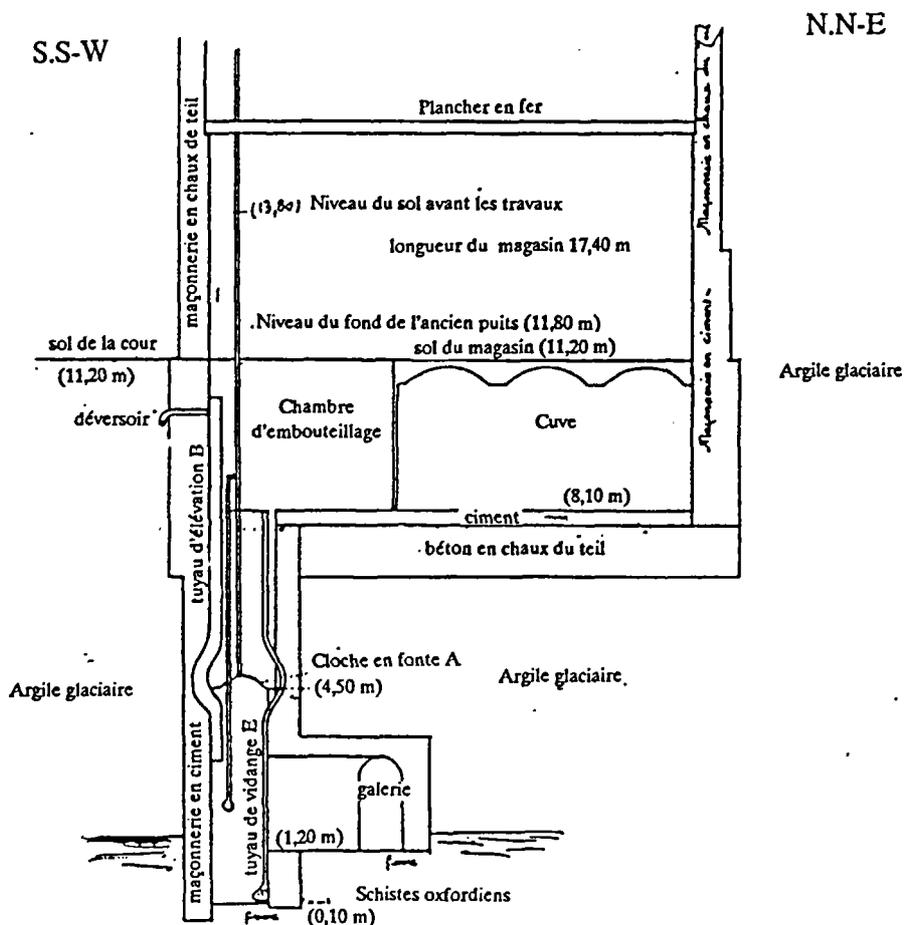


Fig. 29 SCHEMA DES INSTALLATIONS EXISTANTES
D'APRES MINISTERE T.P. (1903)

L'artésianisme constaté à l'émergence pourrait s'expliquer par la présence d'une faille masquée par les éboulis de versant, et prouvée en surface par :

- existence de brèches et failles dans les champs labourés au NE du captage ;
- mini affleurement de calcaires gris jurassiques au coeur du parc thermal.

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

La bibliographie signale : un débit de 30 l/mn soit environ 1,8 m³/h ou un "débit" annuel de 13 millions de litres. Une partie de ce débit serait artésien.

- en 1961 2500 cols produits,
- début du siècle 1 m³/jour,
- en 1903, 42 m³/jour,
- AM (1975), 25 l/mn.

Commentaires : dans le premier cas, le débit annoncé correspond vraisemblablement à un débit instantané à ne pas confondre avec le débit moyen annuel de la source.

Dans le deuxième cas, la production annuelle pourrait correspondre à des débits compris entre 1,5 et 1,8 m³/h si l'on prend en compte des activités d'embouteillage de 20 jours/mois et de 10 heures/jour.

Dans les trois derniers cas, les débits sont variables.

♦ Température

GRIMAUD (1987) donne 9,5°C
POULAIN (1977) 10°C
(1904) 13°C
Annales des Mines (1975) 16°C

Commentaires : Mois d'analyse non précisé. Si identité de date, on pourrait conclure à un refroidissement de la source dû aux conditions extérieures et à une perte de débit possible.

♦ Résistivités

POULAIN (1977) donne 555 Ω.cm
Annales des Mines (1975) 500 Ω.cm à 18°C.
Institut Pasteur (1985) 475 Ω.cm à 20°C

♦ pH

GRIMAUD (1987) cite un pH de 6,03
POULAIN (1977) donne 6,3
Inst. Pasteur (1985) 6,10 (mesure au laboratoire).

♦ Chimie

	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SiO ₂	Li ⁺	Rb ⁺⁺	Cs ⁺	Sr ⁺⁺	Ba ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Fe TOT	Al TOT	NO ₃ ⁻	F
Inst. Pasteur (1985)	166	17	390	29	120	6	1525	7,8						0,86	3,7		20,5	
POULAIN (1977) mg/l	147	16	364	29,1	120,7	11	1403	12	0,378				2,7		2,5		1,5	0,24
GRIMAUD (1987)	7,44	0,44	9,48	1,20	3,96	0,1	26,65	1,37	49,1	0,79	0,1	54,1	2,6	18,8	15,28	0,3	0	16

Commentaires : l'eau de cette source est bicarbonatée calcique avec des teneurs notables en chlorure et sodium. Cette eau donne lieu par ailleurs à un dégagement de gaz carbonique et à des teneurs importantes en fer et manganèse. L'importante teneur en lithium confirmerait la présence de CO₂.

♦ Isotopes

GRIMAUD (1987) donne : Deutérium - 66%
Oxygène 18 - 9,65%

POULAIN (1977) Tritium 41 UT
O¹⁸ - 9,4%
S³⁴ + 7,8%

Commentaires : les investigations réalisées (O¹⁸, Tritium, S³⁴) laissent supposer un apport d'eaux superficielles "récentes" (41 UT) issues du bassin versant proche, d'altitude moyenne 1000 m (O¹⁸) et acheminées vers le captage à travers les éboulis du versant (circulation favorisée au niveau de la galerie souterraine issue du réservoir de la Pigne qui fournissait autrefois l'énergie hydraulique à l'usine d'embouteillage) ou à la faveur d'infiltration au niveau du ruisseau de Chauranne avec apport d'eaux plus profondes chargées en CO₂.

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

L'eau de la source de St Pierre d'Argençon était réputée être essentiellement digestive, tonique et diurétique et "souveraine" dans les maladies de l'estomac, de l'intestin, du foie, des reins, du rhumatisme, pour la goutte, le diabète, etc.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données et les interprétations

1) La valeur du soufre 34 (+ 7,8%) laisse supposer que l'origine des résultats de l'eau serait à rechercher dans les évaporites du Jurassique moyen (Dogger) ;

2) L'altitude moyenne de l'impluvium (1000 m) correspond à celle des reliefs avoisinants ;

3) Le Tritium est relativement abondant (41 UT) ce qui indiquerait des eaux plutôt récentes ou un mélange d'eau ancienne et superficielle ;

4) Le gaz carbonique et le Lithium peuvent être liés aux marnes noires du Jurassique ;

5) Contexte chevauchant.

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

L'environnement du site est de très bonne qualité : zones boisées pour l'essentiel (cf. photo), absence d'activité humaine à l'amont du bassin-versant, très réduite à nulle à l'aval.

La protection de la ressource est aisée : éloignement du ruisseau de Chauranne, artésianisme des venues d'eau qui maintient une charge constante par rapport aux venues froides non gazeuses superficielles.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

Déclaration d'intérêt public du 26/12/1870.

Arrêté ministériel d'autorisation (AMA) du 26/12/1879. A notre connaissance, il n'y a pas eu d'APS ou d'AMS suspendant l'arrêté d'autorisation.

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Accès par la Départementale n°993 bis à partir d'Aspremont, ligne de chemin de fer avec gare et dépôts à Veynes, route nationale n° 96.

Liaison autoroutière Sisteron-Grenoble. Autoroute Val de Durance jusqu'à Sisteron (50 km).

9. DEVELOPPEMENT A PREVOIR

Reprise de l'activité d'embouteillage. Eau carbo-gazeuse actuellement recherchée par grand groupe distribution.

Amélioration des débits indispensable par recaptage par forage. Etudes prospection radon et CO₂ des sols à prévoir.

PHOTO n° FONVI 1 - Panorama général sur le site de Font-Vineuse - Parc thermal (cache noir) et bassin présumé d'alimentation en amont de l'émergence (noter le cadre naturel de l'ensemble) sous la crête de Jouffran (cf. fig. 27)

PHOTO n° 2
Source vineuse ...
"qui a un certain rapport avec le vin que les bons moines de Lerins, propriétaires de la source au XVIII^e siècle, devaient apprécier ..."

PHOTO n° FONVI 3 - Font-Vineuse
Entrée de la cave abritant le puits de captage et les bassins de stockage.
Cave en sous-sol par rapport au terrain naturel (voir n°5).

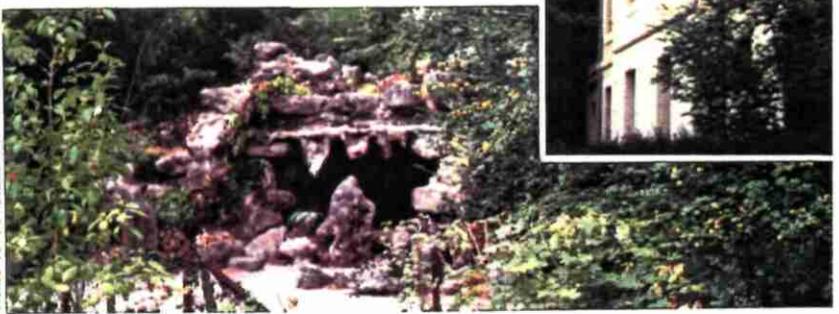
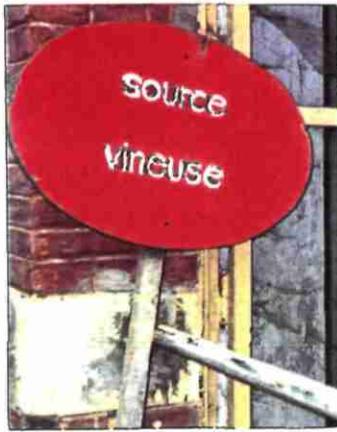
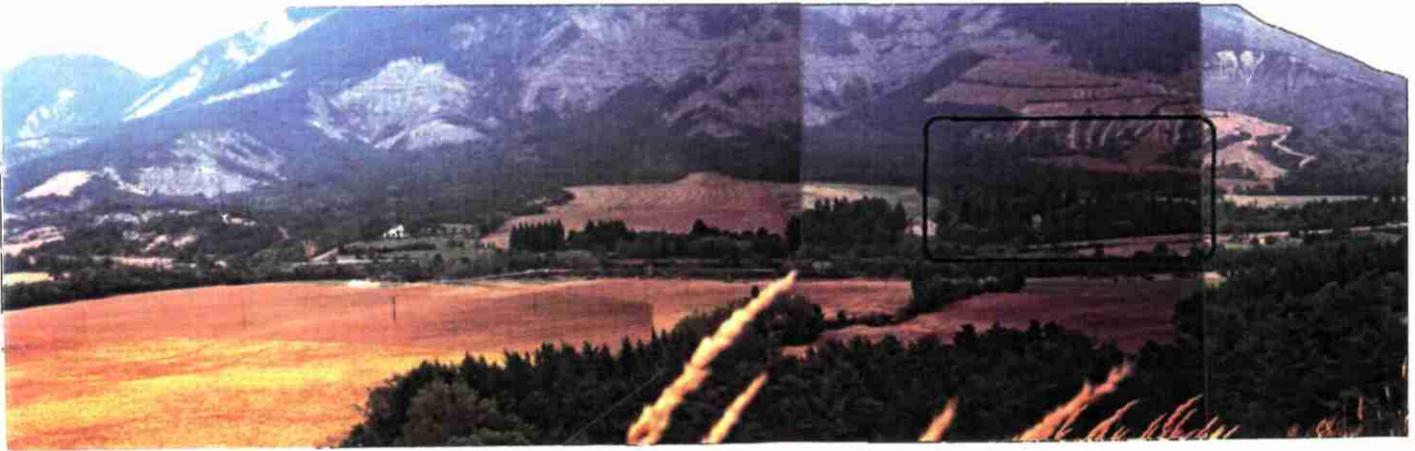
PHOTO n° FONVI 4
Façade principale de l'établissement thermal (construction fin XIX^e siècle).

PHOTO n° FONVI 5
Puits de captage à l'intérieur de la cave : détail des installations à comparer au schéma de la figure 29.

PHOTO n° FONVI 6 - Parc thermal et grotte artificielle aménagée avec cascade alimentant un bassin d'agrément. La grotte masque un affleurement de calcaires jurassiques oxfordiens.

PHOTO n° FONVI 7 - Parc thermal et grotte aménagée artificielle alimentant le bassin d'agrément (idem n°6).

PHOTO n° FONVI 8 - Parc thermal. Allées et frondaisons.



FICHE 10
LA BERGERE

Fiche 10

Nom de la source : La Bergère

X = 872,35

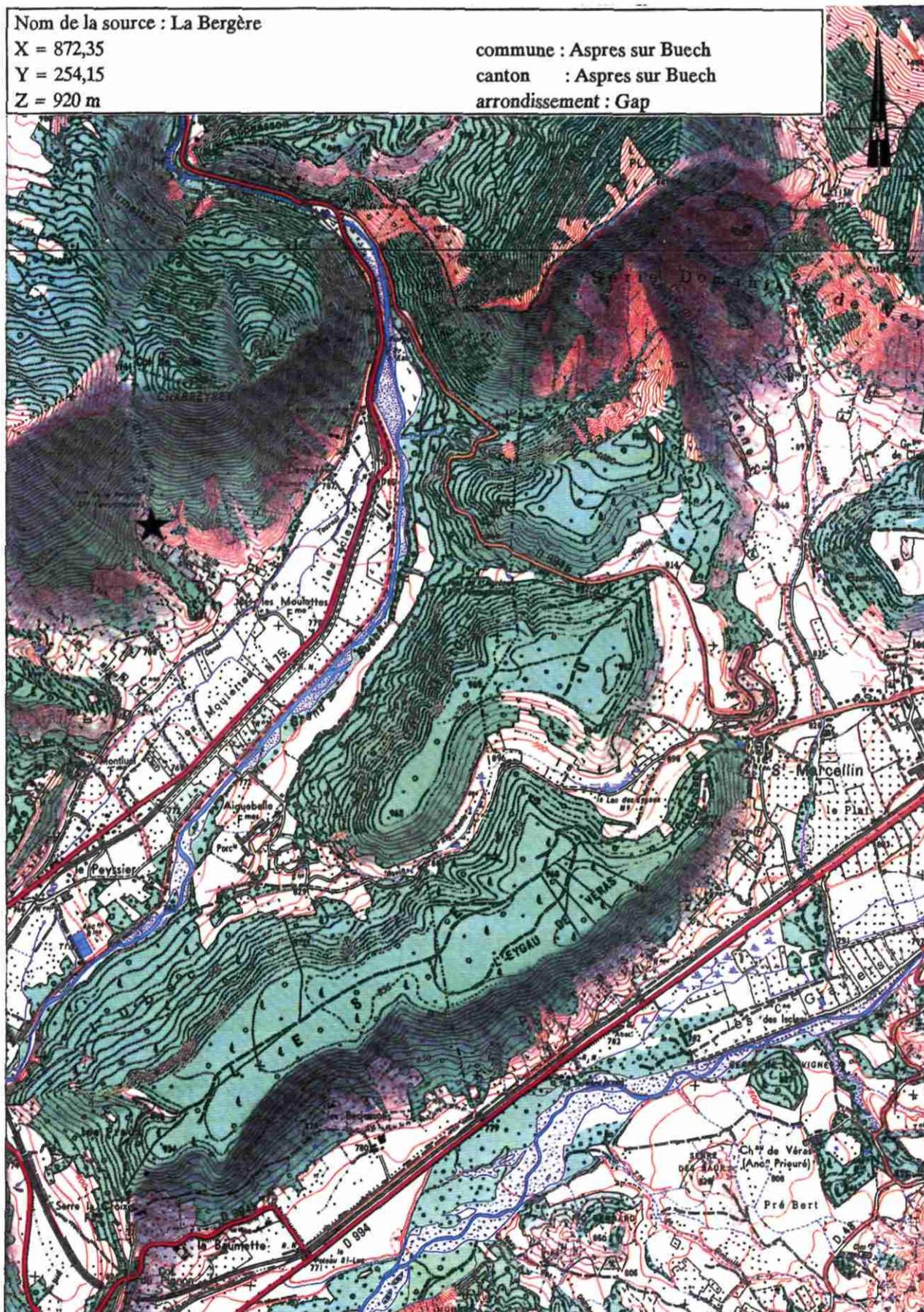
Y = 254,15

Z = 920 m

commune : Aspres sur Buech

canton : Aspres sur Buech

arrondissement : Gap



1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La source apparaît sous le col de Seille au pied d'une barre calcaire appartenant au Tithonique et qui surmonte la masse des terres noires jurassiques. Les pendages de l'ensemble sont orientés vers le Nord.

Cet affleurement se situe dans le même contexte structural que la source de Font-Vineuse, c'est-à-dire dans un contexte chevauchant.

2. CONDITIONS DE CAPTAGE - DESCRIPTION DE L'EMERGENCE

L'émergence est provoquée par l'existence d'une faille perpendiculaire à la barre du Tithonique qui constitue vraisemblablement le réservoir aquifère. Dans la topographie cette faille se traduit par l'existence du col de Seille et présente un rejet de l'ordre de 40 m.

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débits

Indéterminés - Faibles.

♦ Température

GRIMAUD (1987) donne	9° C
POULAIN (nov. 1973)	10° C
Annales des Mines (1975)	10,5°C

♦ Résistivités - Conductivités

POULAIN (1973) 616 Ω .cm

♦ pH

GRIMAUD (1987) donne 5,89
POULAIN (1973) 6,3

Commentaire : eau légèrement acide.

♦ Chimie

	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SiO ₂	Li ⁺	Rb ⁺⁺	Cs ⁺	Sr ⁺⁺	Ba ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Fe TOT	Al TOT	NO ₃ ⁻	F ⁻
POULAIN (1977) mg/l	11,5	2,3	458	16,6	1,9	12	1455	19	0,02						5,6		<10	
GRIMAUD (1987)	0,15	0,02	5,97	0,58	0,04	0,28	12,78	1,59	1,9	-	-	19,8	0,47	2,06	1,0	0,14	0	11,0
	en mM/Kg								en µ/KG									

Commentaires : absence de chlorure et très faible quantité de lithium. Eau ferrugineuse.

♦ Isotopes

GRIMAUD (1987) donne les déterminations isotopiques suivantes :

Oxygène 18 : - 9,6‰
Deutérium : - 66,6‰

POULAIN (1977) indique : Tritium : 71,6 UT
O¹⁸ : - 9,3‰ (1000 m)
Deutérium : - 66,8‰
S³⁴ : + 18,6‰

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Indéterminées.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données et les interprétations

Selon POULAIN (1977), il s'agirait d'eau de compaction des Terres Noires, additionnées d'eaux superficielles infiltrées à faible profondeur et cheminant lentement sur une faible distance" que confirmerait la forte teneur en tritium.

L'aire d'alimentation serait très réduite et de l'ordre du km³ avec une altitude moyenne aux environs de 1000 m selon la détermination isotopique de l'oxygène 18.

Contexte chevauchant favorable à l'exécution de sondages de reconnaissance profonds en amont de l'émergence pour améliorer la ressource.

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

L'absence d'activité humaine à l'amont de la source garantit une qualité des eaux malheureusement peu abondantes.

Possibilité probable de développer la production par recherche d'un complément de ressource par forage au Nord du col de Seille après études.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

Arrêté ministériel d'autorisation du 28/12/1888. A notre connaissance, il n'y a pas eu d'APS ou d'AMS suspendant cette autorisation.

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Voir fiche 9.

FICHE 11

L'AIGLE

Fiche 11

Nom de la source : L'Aigle

X = 872,36

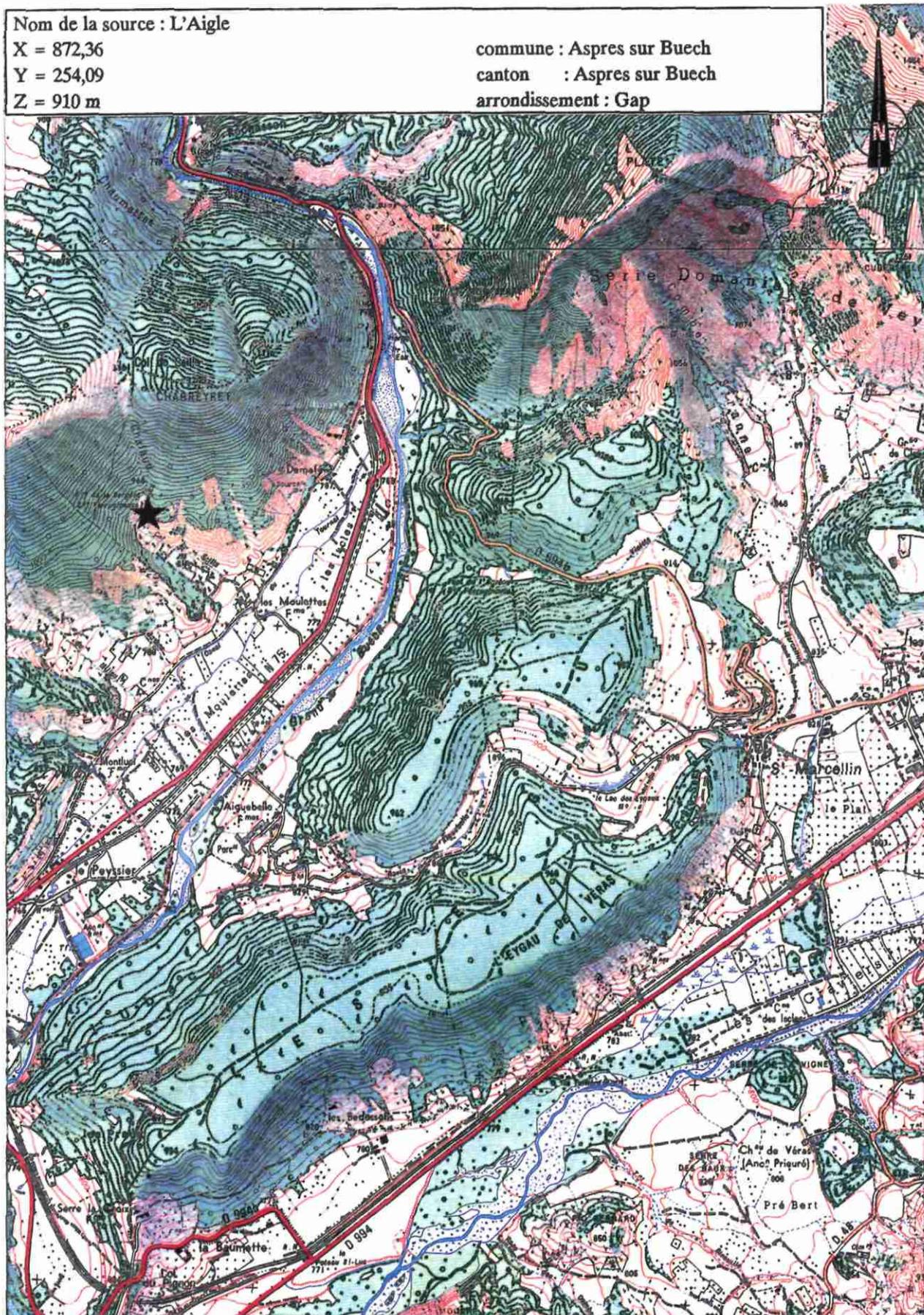
Y = 254,09

Z = 910 m

commune : Aspres sur Buech

canton : Aspres sur Buech

arrondissement : Gap



Echelle : 1 / 25 000

1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Voir fiche 10.

2. CONDITIONS DE CAPTAGE - DESCRIPTION DE L'EMERGENCE

Voir fiche 10.

Captage par puits d'une profondeur de 5 m.

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débits

POULAIN (1973) indique un débit nul.

Commentaires : la source de l'Aigle se situe en contrebas de la Bergère dans le ravin du Col de Seille et correspondrait à une fuite de la source haute qui tarirait après une période de sécheresse.

♦ Température

GRIMAUD (1987) donne une température de	10°C
POULAIN (1977)	11°C
Annales des Mines (1975)	11°C

♦ Résistivités - Conductivités

POULAIN (1977) : 600 Ω .cm

♦ pH

GRIMAUD (1987) donne un pH de 5,9

Commentaires : eau légèrement acide.

♦ Chimie

	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	SiO ₂	Li ⁺	Rb ⁺	Cs ⁺	Sr ⁺⁺	Ba ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Fe TOT	Al TOT	NO ₃ ⁻	F ⁻	
POULAIN (1977) mg/l	11,5	2,3	458	16,6	1,9	12	1454	19	0,02						5,6		<10		
GRIMAUD (1987)	0,35	0,04	10,96	0,62	0,06	0,04	23,16	2,37	4,6	0,01	-	54,6	1,33	12,6	14,8	0,06	0	11	
	en mM/Kg							en 10 ⁻⁴ M/Kg	en μM/Kg										

♦ Isotopes

Pas de détermination isotopique.

4. CARACTERSITIQUES MEDICINALES

Indéterminées.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données et les interprétations

Voir fiche 10

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

Voir fiche 10.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

Arrêté ministériel d'autorisation (AMA) du 28/12/1888.

A notre connaissance pas d'APS ou d'AMS suspendant cette autorisation.

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE - CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Voir fiche 10.

7 - GROUPE DE REMOLLON

FICHE 12 - Font Salée

FICHE 12

FONT SALEE

Fiche 12

Nom de la source : Font Salée

X = 912,84

Y = 248,90

Z = 670 m

commune : Rousset

canton : Chorges

arrondissement : Gap



1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le contexte géologique est celui du dôme de Remollon où une écaille de socle cristallin (granite) se trouve "coincée" au milieu de terrains sédimentaires (Jurassique et Trias).

La remontée du socle n'est possible que par l'existence d'un grand accident probablement tangentiel de direction Est-Ouest plus ou moins parallèle au front des nappes de l'Embrunais-Ubaye et des écailles autochtones de la zone dauphinoise qui constituent des unités allochtones et paraautochtones s'avancant sur un autochtone constitué par le Dôme de Remollon (région de Chorges).

2. CONDITIONS DE CAPTAGE - DESCRIPTION DES EMERGENCES

La source de Font-Salée, qui émergeait dans les alluvions de la rive droite de la Durance, a disparu à la suite de la réalisation à ce niveau du barrage de Serre-Ponçon.

Avant la réalisation du barrage, ces sources sous-alluviales ont fait l'objet d'une reconnaissance hydro-géologique par puits et galerie dont le but était de pouvoir acheminer les eaux thermales jusqu'à Espinasse où devait être construit un établissement thermal (fig. 33).

Les autres travaux de reconnaissance ont été entrepris à partir de 1947 dans le cadre des études relatives à l'implantation du barrage.

3. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

♦ Débit

A la fin des travaux de creusement de la galerie de reconnaissance en 1913, le débit aurait atteint 400 à 500 l/s d'une eau de température 45°C.

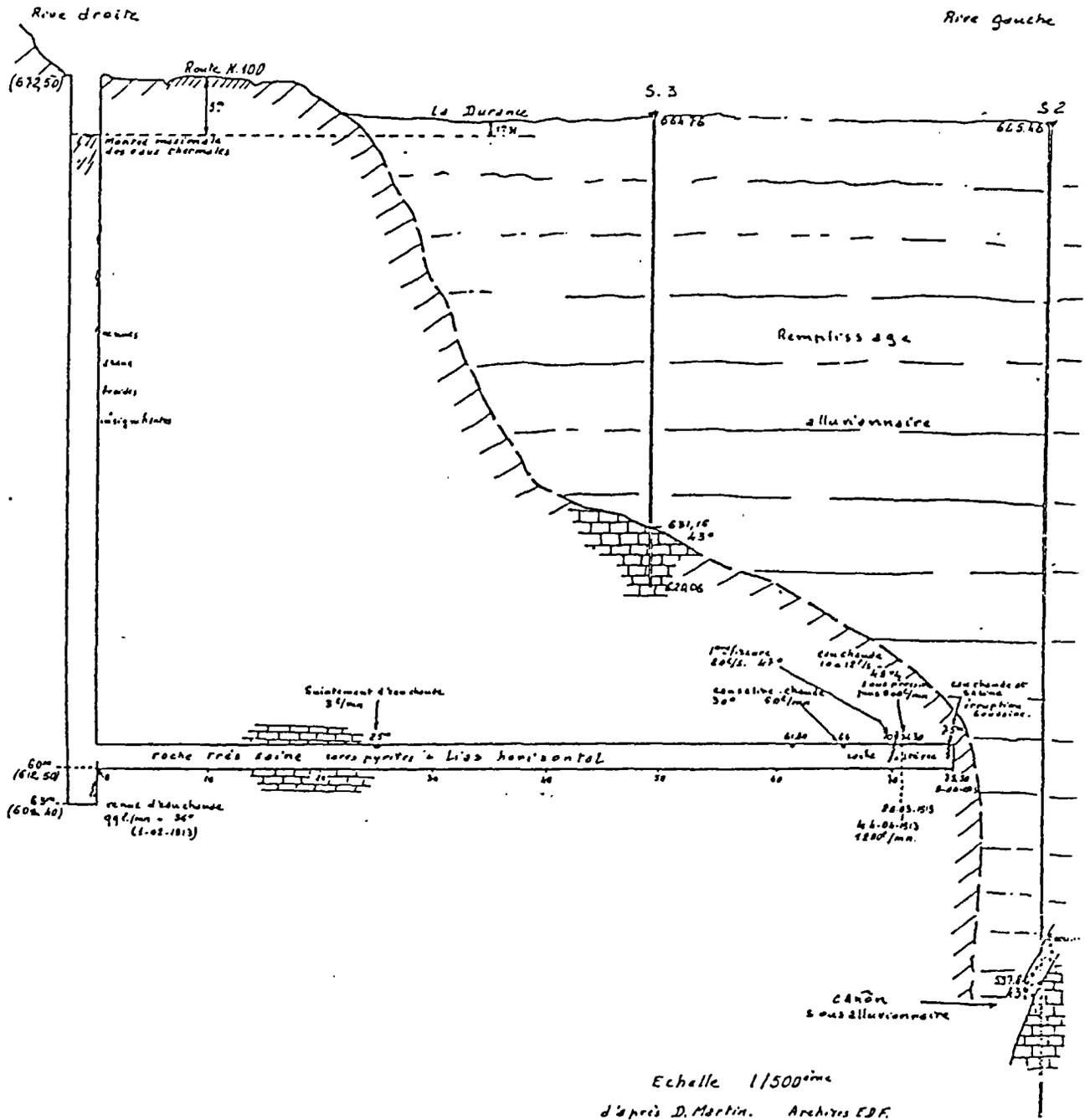
Commentaire : il s'agit de débits instantanés en cours de travaux à ne pas confondre avec un débit d'exploitation.

Fig. 33

ROUSSET

Font Salée

Galerie 1913



♦ Température

De 49 à 61°C en sondages et en galerie de reconnaissance.

♦ Résistivité - Conductivité

De 90 (eau à 61°C) à 331 Ω .cm.

♦ pH

De 6,92 à 7,92.

♦ Chimie

mg/l	Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄	SiO ₂
POULAIN (1977)	de 154 à 608	de 48 à 178	de 555 à 3940 T= 61	de 800 à 3840	de 536 à 2420 T= 61	de 18 à 31
Laboratoires GARBIES (1948) et V-G	199 à 608	112 à 205	2080 à 3940	3160 à 3849	242 à 2160	18 à 25

Nota : les valeurs mini correspondent au puits "1913" au repos en mai 1951.

♦ Isotopes

Indéterminés.

4. CARACTERISTIQUES MEDICINALES

Non précisées. A définir le cas échéant si projet de recaptage à des fins thermales par forages profonds à partir du O₂ ou du O₄.

Ouvriers en contact avec l'eau thermale auraient été atteints de furonculose.

5. HYPOTHESE SUR L'ORIGINE DES EAUX

♦ Les données et les interprétations

Les données sont celles issues des travaux de reconnaissance et de la géologie. La présence de fortes concentrations en Na, Cl, SO₄ implique une "origine" de minéralisation à partir des évaporites du Trias qui affleurent au Sud-Ouest et à l'Ouest à la faveur des failles.

La température élevée des eaux est due à la proximité du socle qui affleure sous forme d'écaillés de granites tectonisés à Remollon.

L'analyse des géothermomètres sur les autres sources thermales de la région montre que l'on pourrait avoir à faire à un mélange d'eau comportant x% d'eau très chaude et y% d'eau moins chaude ayant véhiculé dans le Trias à la faveur d'accidents tangentiels liées aux grandes nappes de charriage avec une remontée rapide en surface par l'intermédiaire de failles verticales à subverticales.

La forte teneur en silice implique probablement une origine à partir de terrains du socle.

Les calcaires du Lias, probablement karstifiés, doivent jouer un rôle certain dans le drainage des eaux thermales de la profondeur vers la surface.

6. ENVIRONNEMENT DU SITE ET PROTECTION DE LA RESSOURCE

Venues d'eau artésiennes profondes naturellement protégées, leur vulnérabilité réside dans le type et le mode d'exploitation qui pourraient être adoptés à la suite de la réalisation de forages de recaptage. Comment se comporteraient en effet les eaux froides superficielles de la retenue vis-à-vis du gisement mis en exploitation ?

L'environnement du site, quant à lui, est irréprochable et bénéficie de la bonne image de marque touristique de la retenue de Serre-Ponçon.

7. SITUATION ADMINISTRATIVE

Indéterminée.

8. ENVIRONNEMENT GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Environnement de première qualité en raison de la présence de la retenue de Serre-Ponçon. Si un établissement thermal ou de remise en forme devait voir le jour après un recaptage des eaux thermales, celui-ci devrait s'installer sur les hauteurs dominant le lac plutôt qu'en fond de vallée (Espinasse).

Le contexte socio-économique est très favorable notamment en raison des accès (autoroute) et grâce à la proximité de villes moyennes comme Gap, Embrun, Sisteron et Barcelonnette.

La réalisation de nouveaux sondages de reconnaissance doit être précédée par l'exécution d'études d'implantation à partir des techniques suivantes :

- prospection des teneurs en gaz radon et CO₂ du sol pour détecter des zones anormales ;
- prospection par sismique-réflexion ;
- analyse détaillée de la bibliographie avec réinterprétation des données.

9. INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

♦ A Remollon, il faut noter la présence de la source du Moulin associée à la chute de la Fontaine de l'Ecluse (sur la route nationale 100) et au Trou de l'Ecluse.

Ce dernier correspond à un fontis, effondrement circulaire très profond (entonnoir de dissolution) provoqué vraisemblablement par la dissolution du gypse en profondeur comme c'est le cas à Plan de Phasy. La température et la résistivité des eaux sont identiques ($T = 20^{\circ}\text{C}$, résistivité = $1200 \Omega.\text{cm}$).

♦ Dans le secteur de Curbans, en rive gauche de la Durance, le creusement de la galerie d'amenée du Canal EDF aurait mis à jour des venues d'eau chaudes minéralisées dans un secteur qui correspond à la "retombée" Ouest du dôme de Remollon.

8 - CONCLUSIONS

De par les débits mis en jeu, trois dossiers nous paraissent intéressants d'un point de vue thermal :

- Monétier-les-Bains ;
- Plan de Phasy ;
- Rousset.

Pourquoi introduire en premier lieu une discrimination au niveau des débits ? Parce que la quantité d'eau fournie est de plus en plus une garantie de qualité de l'eau thermale distribuée au public. En effet, devant les contrôles sanitaires de plus en plus poussés, il est nécessaire de pouvoir changer aussi souvent que possible l'eau d'une piscine et/ou éviter des stockages ou des transports d'eau mal appropriés qui sont souvent le siège d'une colonisation par des bactéries peu désirables nuisibles à la qualité de l'eau.

La qualité de l'eau du gisement thermal dépend cependant du mode de captage et des précautions qui auront été prises lors des études d'implantation et de réalisation des ouvrages d'exploitation (isolation des venues superficielles, éloignement par rapport aux zones urbanisées, captages des venues les plus profondes, etc.).

Du point de vue de l'activité "eau embouteillée", la source carbo-gazeuse de Font-Vineuse mérite une attention particulière car une activité de ce type pourrait reprendre sur le site sous réserve d'études de reconnaissance du gisement notamment en ce qui concerne la ressource et la productivité d'un ouvrage de captage moderne (forage d'exploitation).