

SIVOM DE GUILLESTRE
B.P.12 05600 Guillestre



**DEVELOPPEMENT DE L'ACTIVITE THERMO-MINERALE
SUR LE SITE DE PLAN DE PHAZY**

Hautes-Alpes

**Compléments d'investigations pour l'implantation
d'une reconnaissance par sondage mécanique**

par J.L. Garnier et J.P. Silvestre

R 30163 PAC 4S 89

Novembre 1989

SIVOM DE GUILLESTRE
BP 12
05600 GUILLESTRE

DEVELOPPEMENT DE L'ACTIVITE THERMO-MINERALE

SUR LE SITE DE PLAN DE PHAZY

***Compléments d'investigations pour l'implantation
d'une reconnaissance par sondage mécanique***

par J.L. GARNIER et J.P. SILVESTRE

R 30163 PAC 4S 89

Marseille, novembre 1989

R E S U M E

Dans le cadre du développement des ressources thermominérales de Plan de Phazy (05600 GUILLESTRE), le SIVOM de Guillestre a demandé au Bureau de recherches géologiques et minières (B.R.G.M.) Provence-Alpes-Côte d'Azur un complément d'investigation de manière à diminuer les risques d'échec liés à la reconnaissance hydrogéologique par sondage mécanique.

Dans cette optique, des campagnes de prélèvements des gaz radon et CO₂ dans les sols sur le site de Plan de Phazy ont été organisés. Celles-ci mettent en évidence une forte zone anormale à la base des dépôts de tuf et montrent la concordance des résultats entre les deux méthodes.

La localisation de la zone anormale principale orientée Nord-Sud correspond :

- au trajet, sous les alluvions quaternaires, d'un plan de contact anormal verticalisé ;*
- à la présence d'un réseau de fracturation de même orientation.*

Pour tenir compte du contexte géologique et structural local (charriage vers l'Ouest, contacts anormaux verticalisés à l'affleurement) il est proposé de réaliser un sondage de reconnaissance de 500 m environ au Sud de la parcelle n°70 qui appartient à la commune de Guillestre.

TABLE DES MATIERES

N° pages

RESUME

1. INTRODUCTION	1
2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL	1
3. CONTROLE DE TERRAIN	5
4. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	7
5. PRELEVEMENTS RADON	9
6. PRELEVEMENTS CO ₂	10
7. SYNTHESE DES RESULTATS	10
7.1. Implantation du sondage	12
7.2. Coupe prévisionnelle	12
8. CONCLUSION	15

Liste des figures

1. Localisation du site de Plan de Phazy	2
2. Coupe géologique et structurale W.SW-E.NE	4
3. Résultats du contrôle de terrain	6
4. Conditions d'émergence des sources de Plan de Phazy	8
5a. Prospection radon	11
5b. Prospection CO ₂	11
6. Extrait du plan cadastral (réduction 1/7500e)	13
7. Coupe géologique et structurale hypothétique	14

Planche photographique	16
------------------------------	----

Liste des annexes

1. Résultats des prélèvements des gaz dans les sols (Radon et CO ₂)	
---	--

1. INTRODUCTION

Le SIVOM de Guillestre envisage le développement de la ressource thermominérale de Plan de Phazy (fig.1).

Ce développement passe par une reconnaissance par sondage mécanique du site. Compte tenu de la complexité géologique locale, cette reconnaissance est susceptible d'atteindre une profondeur de plusieurs centaines de mètres.

Afin de diminuer le plus possible les risques d'échec et compte tenu de l'importance des investissements mis en jeu, il a paru souhaitable de compléter la reconnaissance actuelle du site par quelques investigations susceptibles d'apporter des indications intéressantes pour l'implantation des sondages.

Dans cette optique une campagne de prélèvements dans le sol de gaz RADON et CO₂ a été effectuée par le BRGM sur le site de Plan de Phazy et sur ses abords. Par ailleurs, un contrôle géologique et structural a été réalisé sur la base d'une analyse des photographies aériennes au 1/17.000e* et d'une mission de terrain.

L'ensemble de ces investigations complémentaires a été réalisée entre le 26 octobre et le 10 novembre 1989 et fait l'objet du présent rapport.

2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL

Le site de Plan de Phazy se trouve au niveau de contacts anormaux chevauchants vers l'Ouest qui séparent plusieurs nappes :

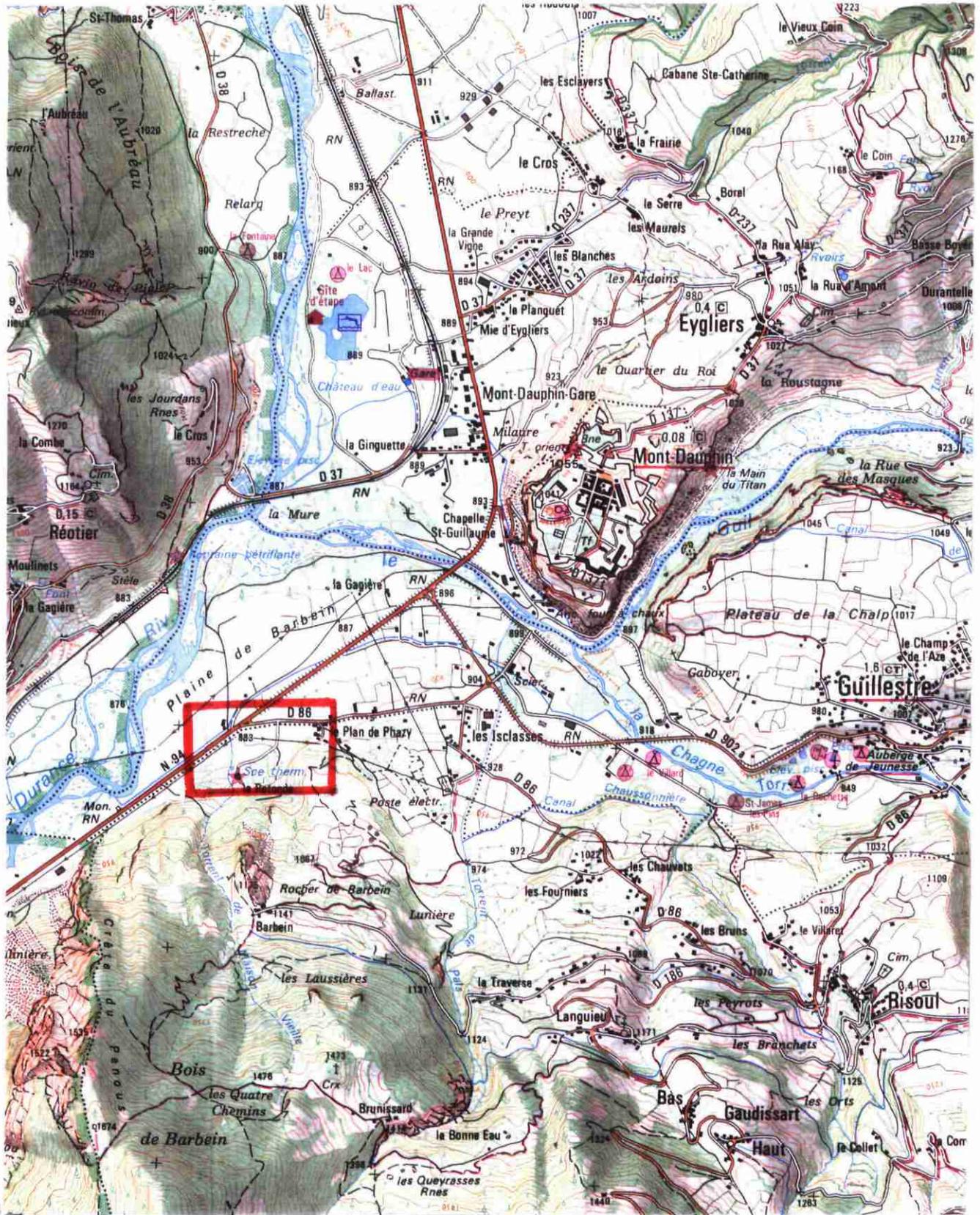
- nappe briançonnaise frontale de Roche Charnière ;
- nappe briançonnaise de Champcella ;
- nappe briançonnaise de Peyre Haute ;
- nappe du flysch à Helminthoïdes ;
- nappe de la zone briançonnaise ;
- cristallin de la zone ultradauphinoise et sa couverture sédimentaire.

* Mission 05 FN 82 06 170 P, photos n° 1728, 1729, 1730.

Fig.1

LOCALISATION DU SITE DE PLAN DE PHAZY

Extrait de la carte I.G.N. à 1/25.000 (3537 ouest_L'Argentière-la Bessée_Guillestre)



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 Mûschelkalk (Trias) qui constituent le Rocher de Barbein proprement dit (cf. planches photos) et qui appartiennent à la même nappe ;

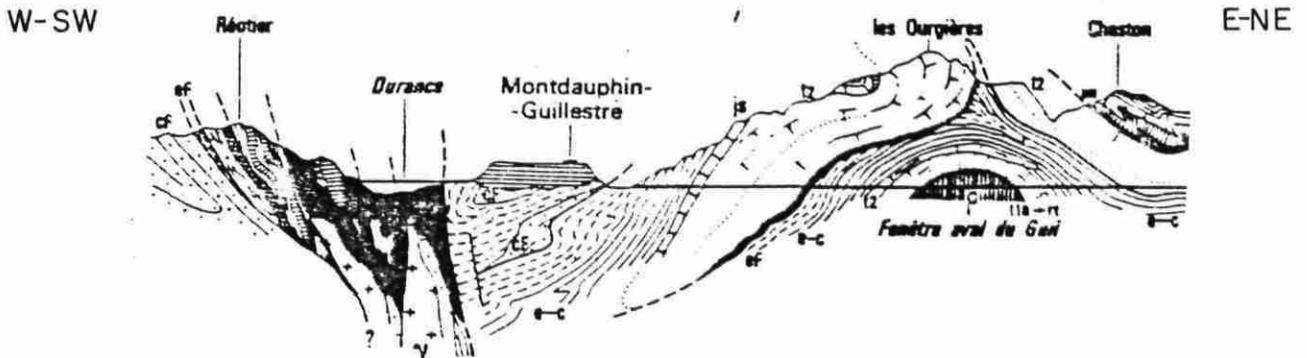
- le socle de protogine*, de gneiss et de schistes qui correspond au cristallin de la zone ultradauphinoise et à sa couverture sédimentaire en particulier permienne (schiste, argilite rouge coincés dans l'écaille de socle) ;

- les masses de gypse que l'on suit de la ferme de Plan de Phazy jusqu'au quartier de la Traverse.

La coupe de la figure 2 montre la disposition des différentes nappes.

* Granite métamorphisé.

Fig.2. COUPE GEOLOGIQUE ET STRUCTURALE W-SW-E-NE



Faïlle de la Durance



d'après notice carte géologique à 1/50.000

3. CONTROLE DE TERRAIN

Sur le terrain et en photo on observe le contact direct entre :

- les calcaires du Muschelkalk et le socle ;
- les calcaires du Muschelkalk et le flysch noir lutétien en aval de Plan de Phazy.

Il ne semble pas que s'intercale à ce niveau des gypses qui sont apparemment localisés sur le tracé de la faille de la Durance. A l'affleurement, les masses gypseuses sont jalonnées d'une multitude d'entonnoirs de dissolution* de 1 à 2 m de diamètre environ (fig.3).

Les calcaires du Muschelkalk sont tectonisés, fracturés et karstifiés. Deux avens ont été inventoriés en bordure du chemin d'accès à l'ancienne carrière de calcaire. Un troisième aven est signalé dans le ravin qui monte en direction du hameau de Barbein. Les calcaires ont un pendage Est (direction Nord). Au SE de Barbein, une zone tectonisée et broyée marque le passage de la faille qui sépare les calcaires du socle (fig.3).

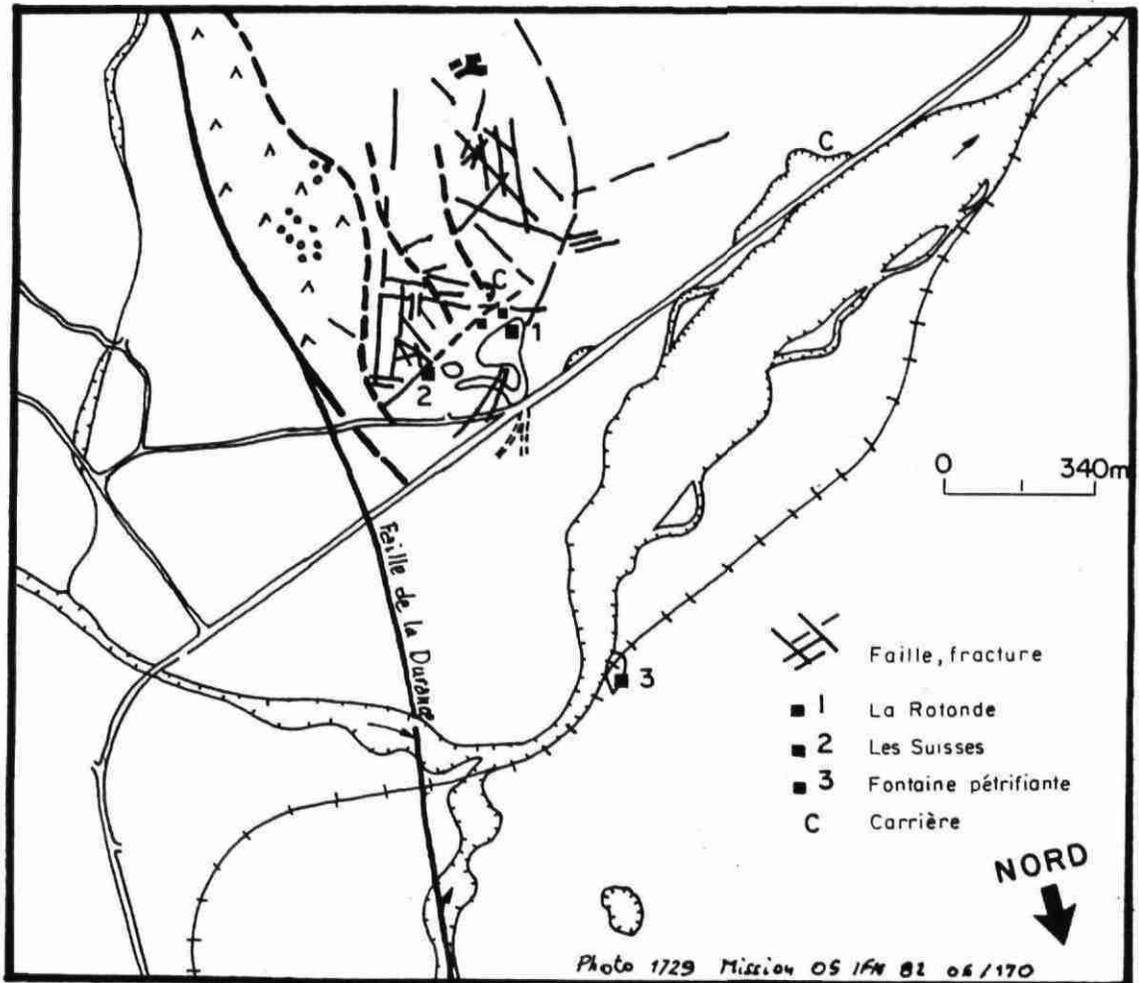
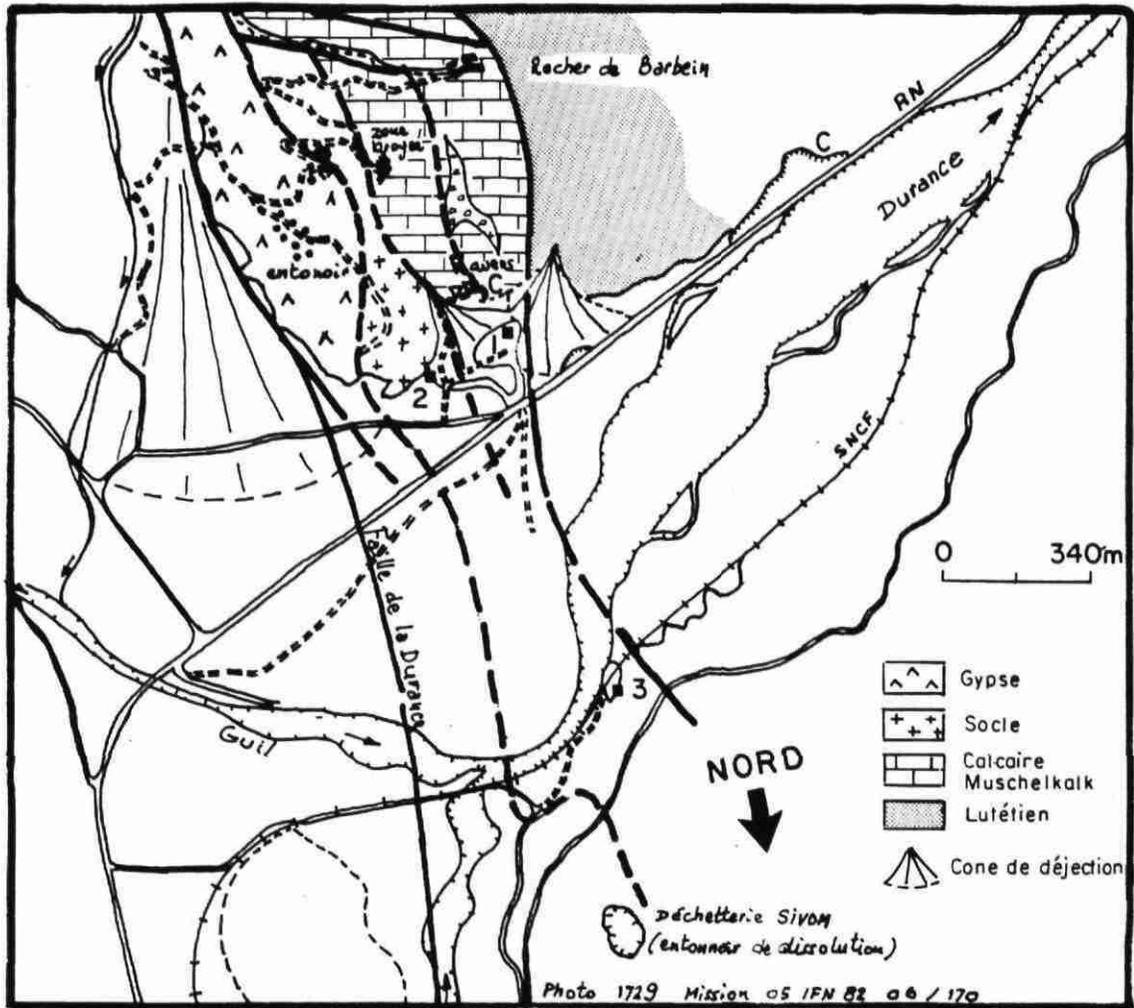
Le socle présente au moins 3 faciès : schiste, gneiss et protogine. Dans les schistes et les gneiss un pendage vers l'Est peut être mis en évidence. Le plan S_0 de stratification semble être confondu avec le plan S_1 de la schistosité. Un affleurement de socle a été retrouvé plus au Sud à proximité de la zone broyée.

L'analyse de la fracturation montre l'existence d'une faille NE-SW parallèle à la route qui limite les affleurements de socle au NW. Parmi les autres failles et fractures qui ont retenu notre attention, il faut signaler des fractures méridiennes qui apparaissent sur le rocher de Barbein et qui semblent orienter :

- la limite d'affleurement des tufs de la Rotonde ;
- les zones anormales de Radon et de CO_2 mises en évidence lors de la campagne de prélèvements.

* Nota : en rive droite le gypse est à l'origine d'un affaissement du sol important (cratère) sur lequel est installée la déchetterie du SIVOM.

Fig.3. RESULTATS DU CONTROLE DE TERRAIN



4. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Les émergences connues (La Rotonde, les Suisses) ainsi que deux autres griffons (fig.3) 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 (plusieurs litres/seconde au total), les eaux thermales doivent 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'écaille 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 une contamination par les eaux froides météoriques issues de l'impluvium immédiat qui est représenté par les affleurements calcaires du Rocher de Barbein.

La figure 4 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.

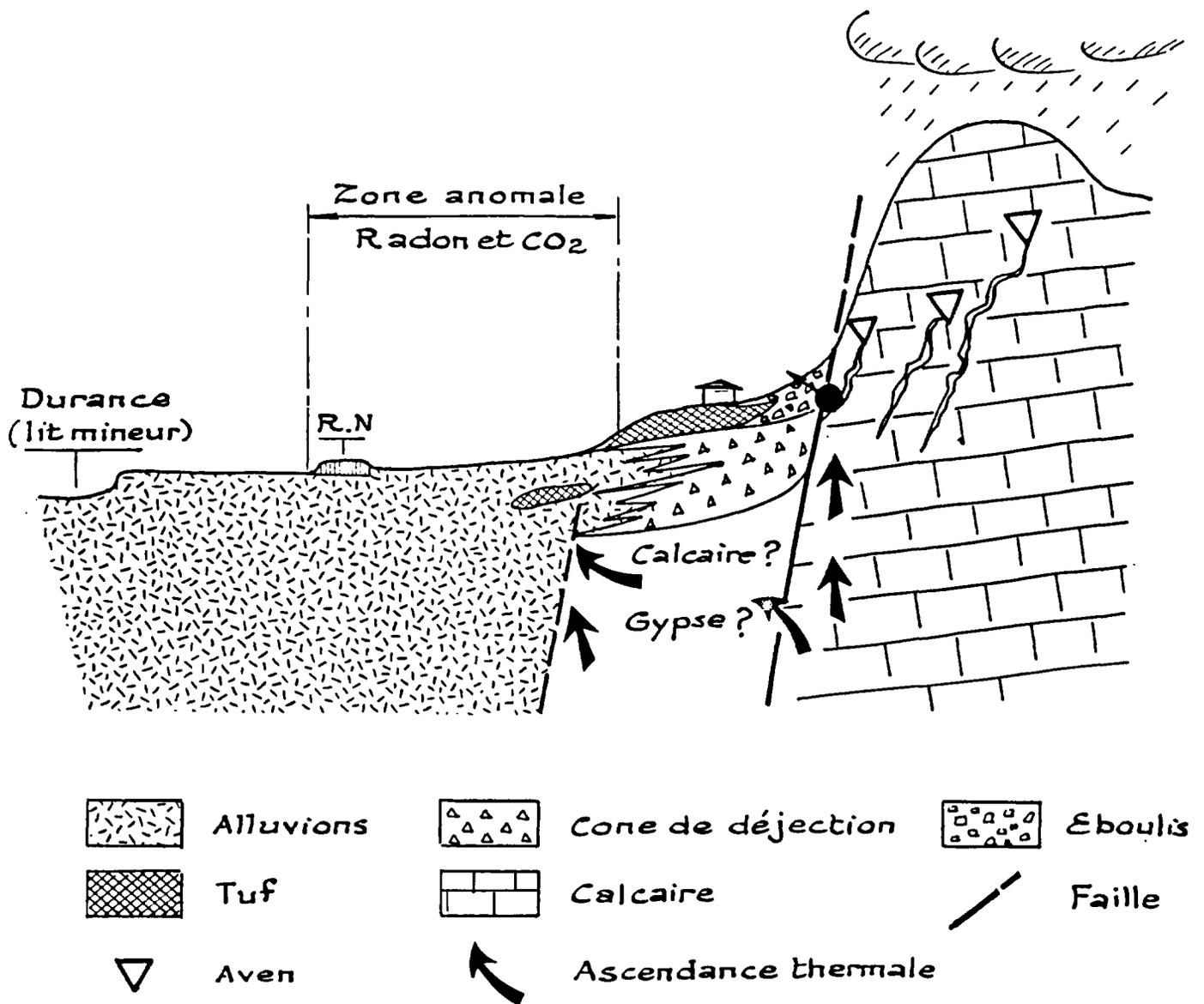


Fig.4. CONDITIONS D'EMERGENCE DES SOURCES DE PLAN DE PHAZY

5. PRELEVEMENTS RADON

La figure 5a donne l'emplacement des points de prélèvement et les courbes d'isovaleur. 96 points de prélèvements et de mesures ont été réalisés sur le site de Plan de Phazy*.

Les résultats montrent un bruit de fond de l'ordre de quelques centaines de picuries/litre (compris entre 100 et 500 pc/l) et mettent en évidence une zone anormale de forte intensité qui atteint 15 361 pc/l (station n°42, cf. annexe).

Cette anomalie longitudinale est orientée Nord-Sud suivant une direction de fracturations reconnue sur le rocher de Barbein en photographie aérienne. Deux autres anomalies ponctuelles (stations n°31 et 77) de moindre intensité apparaissent également à l'Est de la précédente (3706 et 4543 pc/l) ; leur orientation est globalement NE-SW et correspond aux tracés de deux fractures aperçues en photographies aériennes (fig.3) sous les alluvions.

On remarquera que les zones correspondant aux affleurements de socle, de calcaire Muschelkalk et de flysch noir lutétien ne coïncident pas avec des zones anormales. Il en est de même pour les zones d'épandages de colluvions (cône de déjection).

Les fortes valeurs mesurées sont confirmées par les mesures de la radioactivité Radium réalisées en 1947 et citées par M. LESBROS dans sa thèse.

* 4 points de prélèvements et mesures ont été réservés au site de la fontaine pétifiante en rive droite de la Durance pour contrôle. Compte-tenu des faibles valeurs mises en évidence il n'a pas été jugé utile de poursuivre les investigations dans ce secteur.

6. PRELEVEMENTS CO₂

Les sources de Plan de Phazy étant légèrement carbo-gazeuses, une prospection des teneurs en gaz carbonique des sols a été réalisée simultanément à la prospection radon. Les résultats des prélèvements et mesures (fig.5b) font apparaître une zone anormale située au même endroit que la précédente et de même direction ; seul le maximum d'intensité est décalé vers le Sud.

Une zone anormale secondaire d'intensité plus faible, mais d'extension plus large se différencie immédiatement à l'Ouest. La limite entre les deux pourrait correspondre au tracé sous les alluvions de la faille limitant l'échelle de calcaire Muschelkalk du flysch Lutétien.

Une dernière zone anormale légère apparaît au NE de la zone principale (points 3, 32, 48, 50) ; elle semble correspondre au point de vue orientation générale à la 2ème anomalie radon.

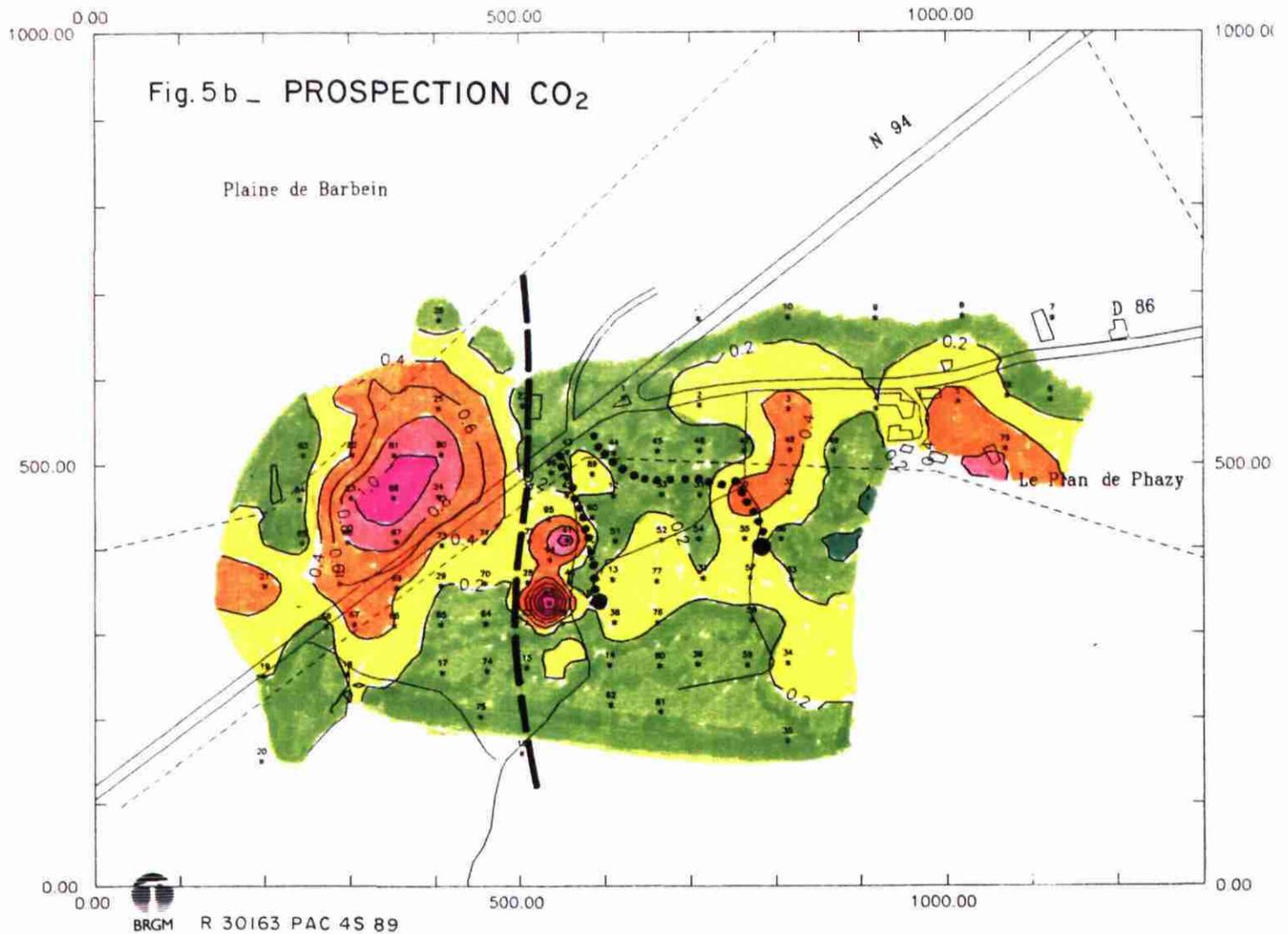
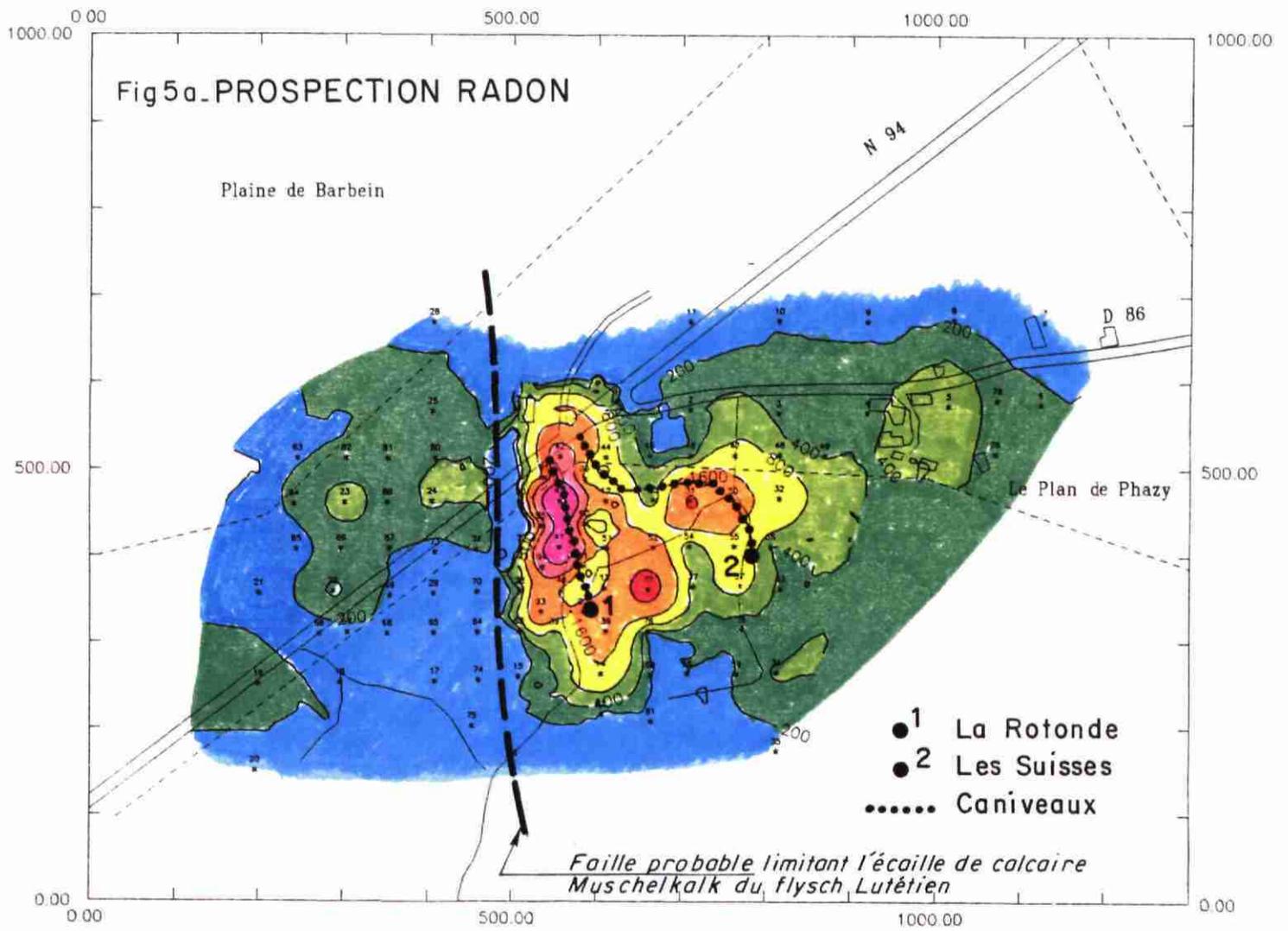
7. SYNTHESE DES RESULTATS

La comparaison des figures 3 et 5 met en évidence les similitudes qui existent entre les résultats acquis par 3 méthodes d'investigations différentes :

- la zone anormale principale, de direction méridienne, qui résulte du croisement des prospections radon et CO₂ se trouve confirmée par l'analyse structurale et géologique ;
- cette dernière montre une fracturation NS dans les calcaires karstifiés du Muschelkalk du Rocher de Barbein, une fracturation probable sous les alluvions d'orientation NNE-SSW, le contact anormal par faille du front de la zone briançonnaise entre les calcaires du Muschelkalk et le flysch noir Lutétien.

Compte-tenu de l'existence de caniveaux tufacés servant à l'évacuation des eaux de la Rotonde et des Suisses, il a été envisagé que les zones anormales pouvaient être dues aux tracés de ces caniveaux dans lesquels l'eau pouvait se dégazer. Cette hypothèse de travail n'est pas confirmée par l'analyse des faits :

- la superposition des tracés montre un décalage par rapport aux zones anormales ;



- il existe des zones anormales secondaires qui ne correspondent pas aux tracés des caniveaux.

7.1. Implantation du sondage

En se replaçant dans le contexte structural de la mise en place des Alpes qui implique un charriage vers l'Ouest des différentes nappes, on est dans l'obligation de positionner le sondage de reconnaissance à l'amont de la zone anormale principale. Pour tenir compte de la verticalité des contacts anormaux à l'affleurement, il sera nécessaire de ne pas trop s'éloigner de la zone anormale si on veut avoir la possibilité de la recouper en profondeur.

Compte-tenu de ces deux contraintes et de la contrainte foncière, la seule parcelle disponible pour la réalisation d'un sondage de reconnaissance correspond à la parcelle n°70 (Manicarbi Alphonse) qui appartient aujourd'hui à la commune. Dans cette parcelle le sondage sera implanté à son extrémité Sud (fig.6).

7.2. Coupe prévisionnelle (fig.7)

A partir des observations de surface et en fonction du contexte structural, il est impossible de prévoir la coupe géologique du sondage de reconnaissance car on ne sait pas en profondeur s'il y a continuité des différentes écaillés observées à l'affleurement (calcaire du Trias, socle, gypse).

Près de la surface on rencontrera successivement des alluvions, des colluvions (cône de déjection) et des amas de tuf imbriqués. Ces terrains superficiels reposeront vraisemblablement sur les calcaires triasiques karstifiés du Muschelkalk (fig.4).

Sous le Muschelkalk, toutes les hypothèses de terrain sont permises : série normale (Trias inférieur, Permo-Trias, Carbonifère, etc.), redoublement de série, etc.

La présence de gypse en profondeur n'est pas exclue compte-tenu de la minéralisation des eaux thermales qui peut s'expliquer en partie par un lessivage du sulfate de calcium.

Dans la zone de Plan de Phazy, des profils de géophysique profonde à l'échelle de la région (programme ECCOR) indique la présence du socle vers 1500 m de profondeur environ (fig.7).

Figure 6 - EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL (réduction au 1/7500 e)

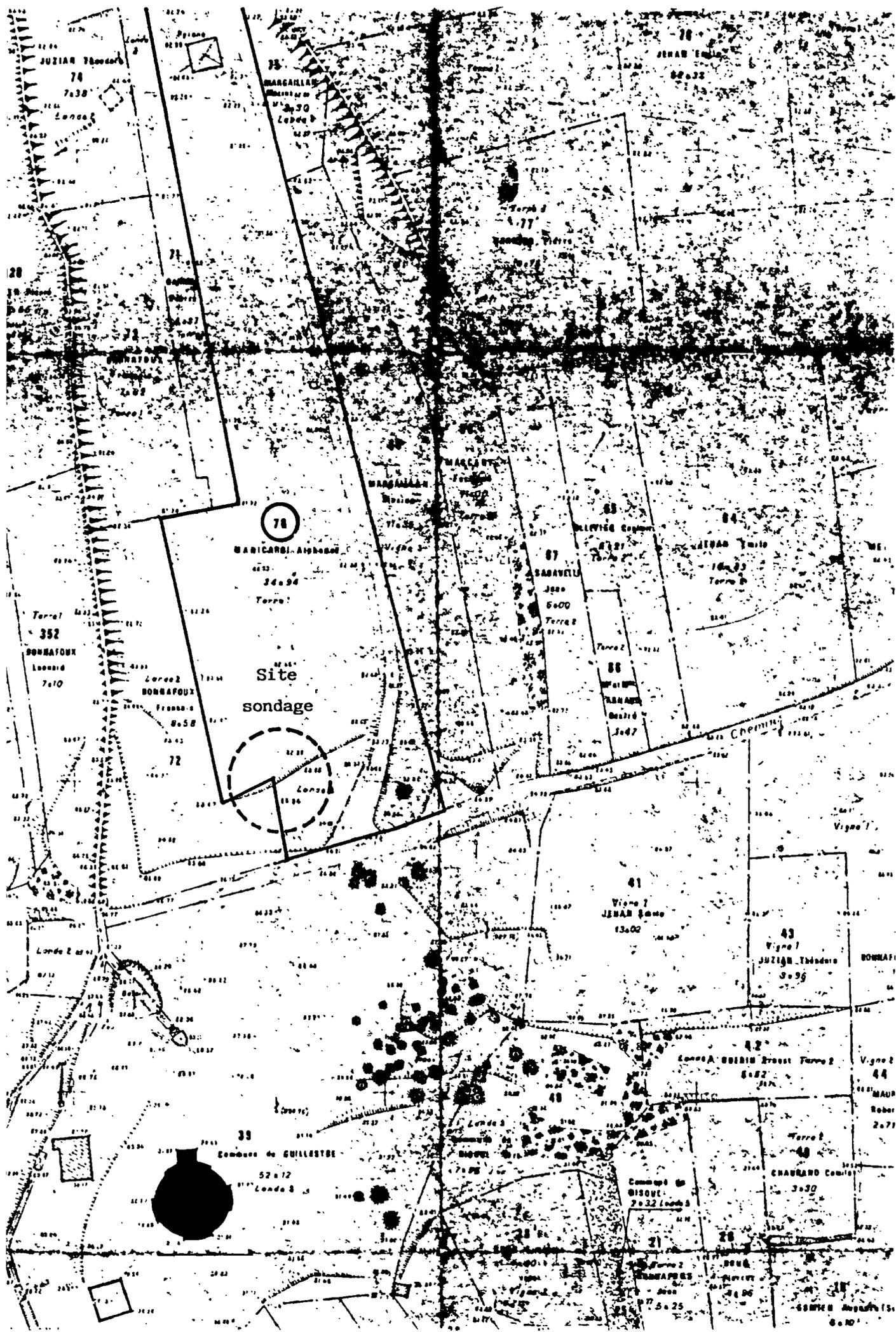
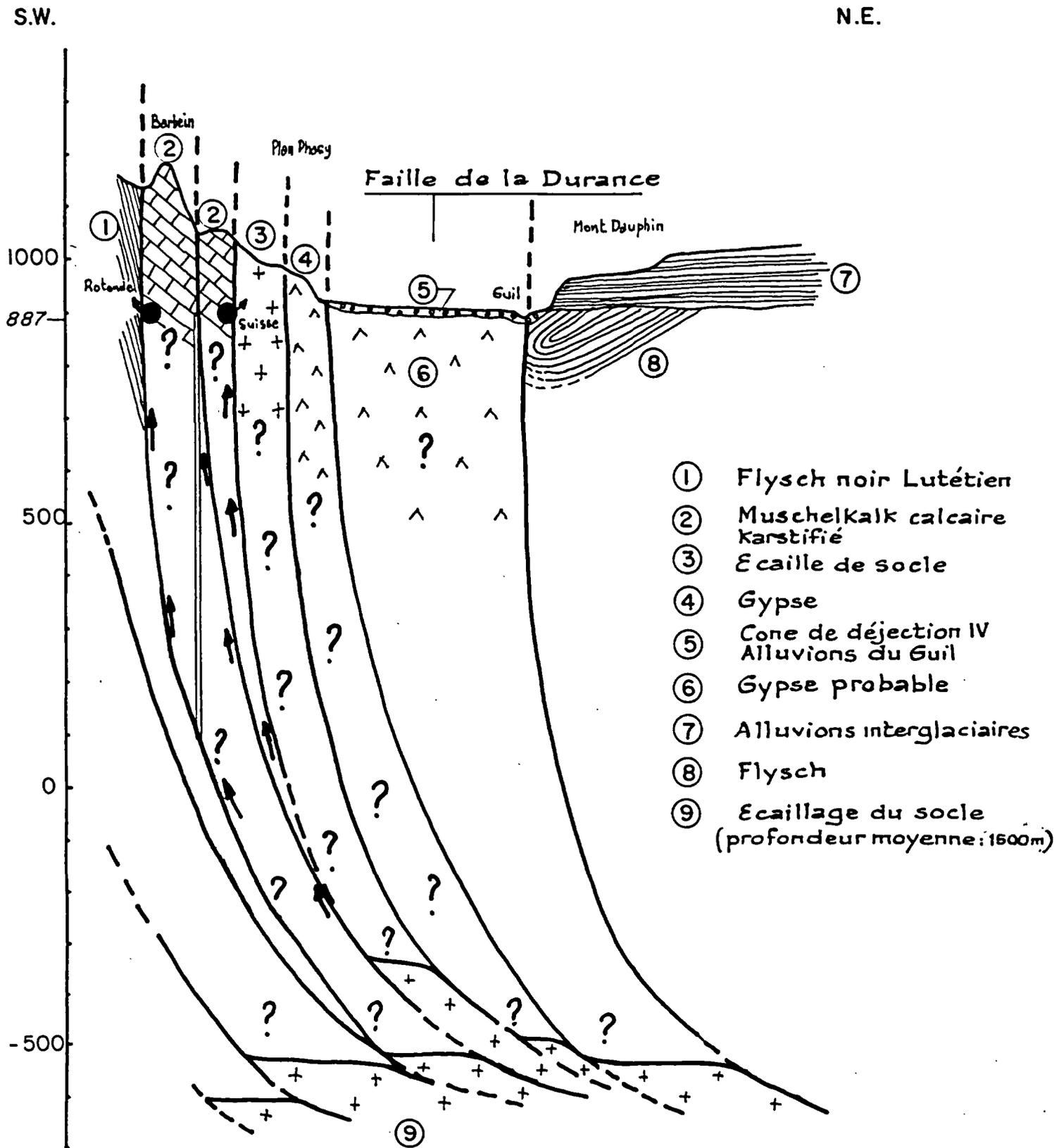


Fig. 7. COUPE GEOLOGIQUE ET STRUCTURALE HYPOTHETIQUE



8. CONCLUSION

Les investigations complémentaires engagées ont permis de mettre en évidence une forte anomalie radon qui coïncide avec une anomalie CO₂.

Cette zone anormale correspondrait, d'après l'enquête de terrain et l'analyse des photographies aériennes :

- au contact entre les calcaires du Muschelkalk et le flysch noir Lutétien ;
- à un réseau de fracturation d'orientation N-S affectant ces mêmes calcaires.

Compte-tenu du contexte structural local (charriage vers l'Ouest des différentes unités, contacts anormaux verticaux à l'affleurement), il est préconisé la réalisation d'un sondage de reconnaissance à l'amont de la zone anormale au droit de la parcelle 70 qui appartient à la commune de Guillestre. Ce sondage aura une profondeur de 500 m environ et son objectif sera de recouper en profondeur les zones de failles aquifères par où transitent les eaux thermales. Le captage en profondeur des eaux thermales devrait empêcher les contaminations par les eaux froides superficielles.

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

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

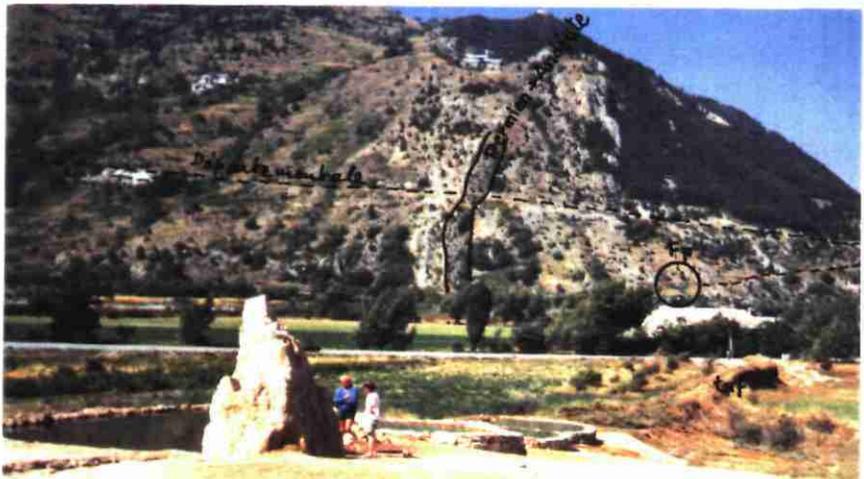
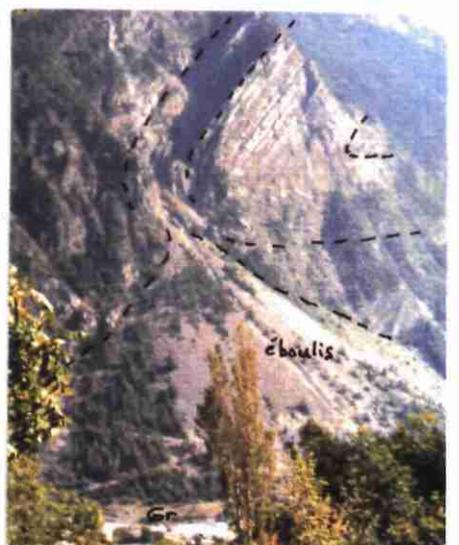
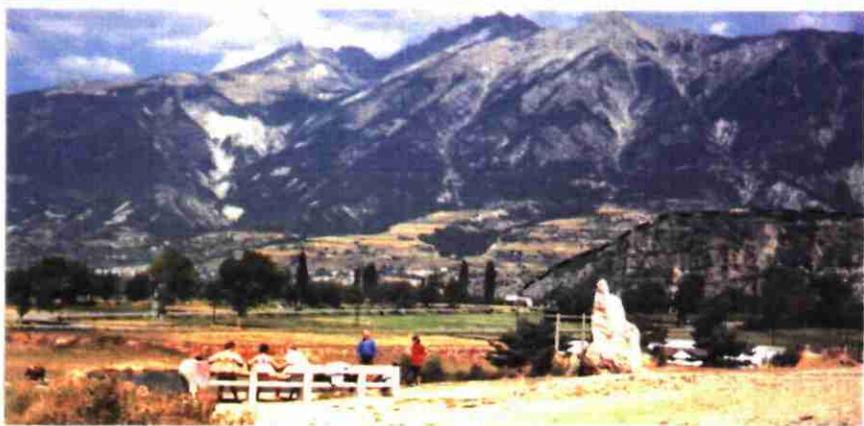
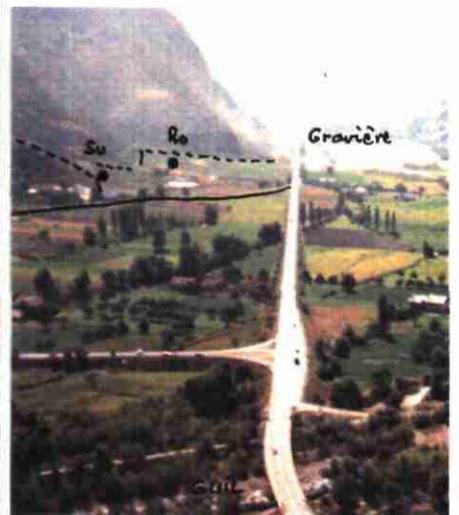
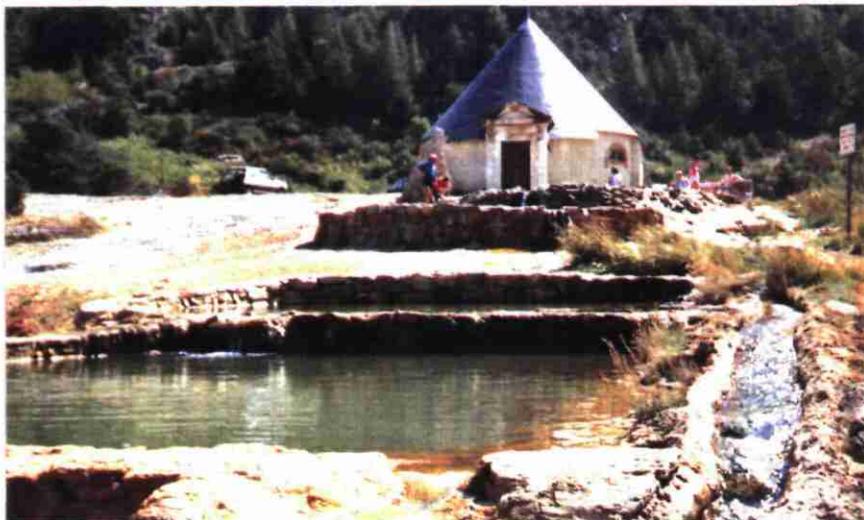
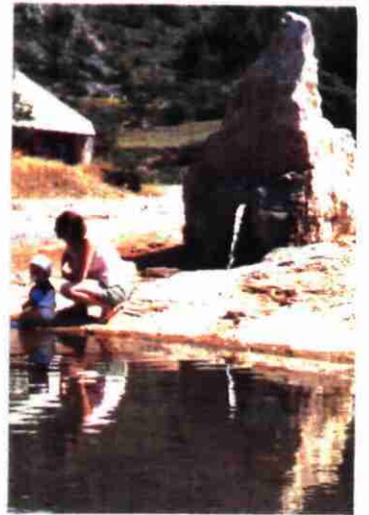
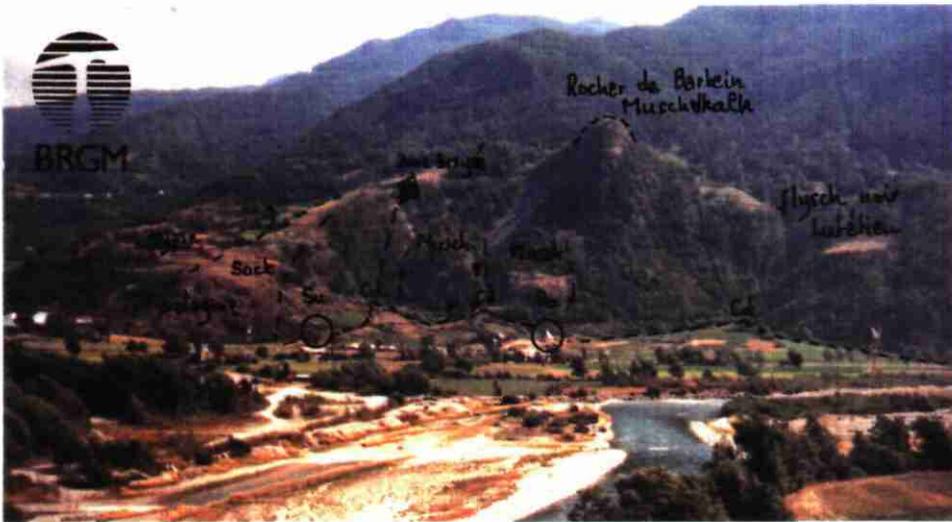
Charnière synclinale de St Clément dans le flysch de l'Embrunais en aval du front de la zone briançonnaise en rive gauche de la Durance entre St Clément à l'aval et Montdauphin. (Ecailles de Plan de Phazy).

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.



A N N E X E

RESULTATS DES PRELEVEMENTS DES GAZ DANS LES SOLS

(RADON et CO₂)

RESULTS

CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS GAZ DANS LES SOLS.

LOCALISATION : GUILLESTRE

DATE : 26/10/89

Plan de Phazy

N° DE STATION	RESULTAT EN PC/litre		N° DE STATION	RESULTAT EN PC/litres		N° DE STATION	RESULTAT EN PC/litres	
		% Co ₂			% Co ₂			% Co ₂
1	128	0,1	20	96	0,1	39	570	0,1
2	320	0,3	21	116	0,5	40	1382	0,1
3	333	0,5	22	462	0,6	41	12914	1
4	316	0,2	23	551	1	42	15361	0,2
5	717	0,5	24	447	0,9	43	5090	0,2
6	224	0,1	25	346	0,75	44	1120	0,1
7	109	0,2	26	122	0,1	45	206	0,1
8	171	0,1	27	64	0,1	46	226	0,1
9	170	0,1	28	322	0,3	47	1196	0,1
10	182	0,1	29	196	0,2	48	541	0,5
11	105	0,1	30	525	0,3	49	361	0,1
12	2195	0,2	31	3706	0,1	50	2119	0,6
13	1575	0,4	32	1465	0,4	51	1715	0,1
14	1489	0,1	33	324	0,2	52	2117	0,4
15	172	0,1	34	440	0,3	53	447	0,1
16	146	0,1	35	108	0,1	54	388	0,1
17	185	0,1	36	199	0,1	55	1478	0,3
18	150	0,2	37	544	0,2	56	371	0,1
19	325	0,2	38	2360	0,3	57	965	0,4

RESULTATS

CAMPAGNE DE PRELEVEMENTS GAZ DANS LES SOLS.

LOCALISATION : GUILLESTRE

DATE : 27/10/89.

plan de phaz y

N° DE STATION	RESULTAT EN PC/litre		N° DE STATION	RESULTAT EN PC/litres		N° DE STATION	RESULTAT EN PC/litres	
		% CO ₂			% CO ₂			% CO ₂
58	200	0,1	77	4543	0,3	96	1238	0,1
59	196	0,1	78	269	0,2	97	155	0,1
60	187	0,1	79	283	0,6	98	839	2,5
61	145	0,1	80	395	1	99	201	0,4
62	119	0,1	81	280	1	100.	217	0,5
63	121	0,1	82	234	0,4			
64	42	0,1	83	181	0,1			
65	132	0,1	84	238	0,1			
66	174	0,4	85	116	0,1			
67	133	0,5	86	236	0,8			
68	84	0,1	87	210	0,9			
69	173	0,4	88	320	1,2			
70	127	0,2	89	709	0,3			
71	208	0,4	90	362	0,1			
72	380	0,4	91	677	0,1			
73	115	0,3	92	1809	0,2			
74	178	0,15	93	3163	2			
75	112	0,1	94	4125	0,5			
76	108	0,2	95	871	0,4.			