



EAUX THERMOMINERALES DU CAUTERETS SUD :
ETUDE STRUCTURALE DE LA FRACTURATION
EN VUE DE L'IMPLANTATION DE FORAGES

J.L. BLES

87 SGN 773 GEO
NOVEMBRE 1987

TABLE DES MATIERES

	Pages
RESUME	
1 - INTRODUCTION.....	2
1-1 - BUT DE L'ETUDE.....	2
1-2 - CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	2
1-3 - TRAVAUX EFFECTUES.....	2
2 - DESCRIPTION DES FAILLES ET FRACTURES ETUDIEES.....	3
2-1 - LES FAILLES N-S.....	3
2-1-1 - Failles de la Laune.....	3
2-1-2 - Petite faille N-S de Mauhourat.....	4
2-1-3 - Faille à l'Ouest des Près.....	4
2-1-4 - Failles à l'Est des Près.....	5
2-1-5 - Petites failles NNW-SSE de St Sauveur....	5
2-1-6 - Autres failles N-S.....	5
2-2 - FAILLES E-W.....	6
2-2-1 - Faille E-W de Mauhourat.....	6
2-2-2 - Faille d'Escane Gat et autres failles E-W	7
2-3 - FAILLES NW-SE.....	7
2-3-1 - Faille H.....	7
2-3-2 - Autres failles NW-SE.....	7
2-4 - FAILLES NE-SW.....	8
2-5 - CONCLUSION.....	8
3 - APPORT DES MECANISMES AU FOYER DES SEISMES ET DES MESURES DE CONTRAINTE IN SITU.....	10
3-1 - MECANISMES AU FOYER DES SEISMES ET CONTRAINTES REGIONALES.....	10
3-2 - CONTRAINTES LOCALES SUPERFICIELLES RESULTANT DES RELIEFS.....	11
4 - APPORT DE LA PROSPECTION DU RADON.....	12
5 - CONCLUSION.....	13
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Planche 1 : Caunterets, groupe sud, carte des failles.

Planche 2 : Synthèse des données sur les sources thermo-minérales et proposition d'implantation des forages.

RESUME

Cette étude a été effectuée à la demande du Service Géologique Régional Midi Pyrénées (BRGM) dans le but d'implanter des forages d'alimentation en eau des thermes des Griffons, pour le compte de la Société Thermale Pyrénéenne (exploitant) et de la Commission Syndicale de la vallée de St Savin (propriétaire).

Les failles qui permettent la remontée des eaux thermales ont des directions N-S et E-W. A proximité de ces failles, de petites fractures peuvent faciliter la résurgence des eaux.

Le rôle joué dans la résurgence des eaux thermo-minérales par ces failles doit provenir de leur tendance à "l'ouverture" sous l'action des contraintes actuelles régionales et superficielles.

En tenant compte des résultats de la prospection du radon dans les sols, trois implantations de forages sont proposées ; elles se situent sur le tracé des failles N-S et, pour deux d'entre elles, à proximité du prolongement vers l'Est de la faille E-W de Mauhourat.

1 - INTRODUCTION

1-1 - BUT DE L'ETUDE

Cette étude avait pour buts :

- d'individualiser les failles et fractures qui permettent la remontée et la résurgence des eaux thermales ;
- de définir la géométrie de ces structures et de proposer une implantation de forages de captage de ces eaux en vue de l'alimentation de l'Etablissement thermal des griffons.

1-2 - CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

Les sources thermominérales du groupe sud de Cauterets sont situées près de la bordure nord du granite oriental de Cauterets.

Ce pluton tardi-hercynien correspond en cet endroit à une granodiorite banale à grain moyen, biotite et amphibole (DEBON, 1972).

L'encaissant du granite est constitué de schistes et de calcaires carbonifères au sein desquels émergent les sources thermales du groupe nord de Cauterets (TERNET, 1980 et 1985).

Le contact entre le massif granitique et les schistes encaissants est incliné fortement vers le Nord (60° environ).

1-3 - TRAVAUX EFFECTUES

Au cours de cette étude structurale, il a été réalisé une interprétation stéréoscopique des photographies aériennes afin de repérer les failles d'échelle cartographique. Une analyse des affleurements a ensuite permis de préciser la géométrie des failles et des petites fractures associées ainsi que leur rôle dans la résurgence des eaux.

Une comparaison des résultats structuraux avec :

- la localisation des sources existantes,
- les résultats de l'étude de la teneur en radon des sols (SGR/MPY),
- les contraintes actuelles régionales et locales,

permet ensuite de comprendre les modalités de résurgence des eaux et de proposer des implantations de forage.

2 - DESCRIPTION DES FAILLES ET FRACTURES ETUDIEES (planches 1 et 2)

2-1 - LES FAILLES N-S (à NNW-SSE) :

Ces failles sont décrites de l'Ouest vers l'Est.

2-1-1 - Failles de la Laune (faille A)

Deux ou trois failles N-S sont visibles dans la falaise de la Laune qui surplombe à l'Ouest les thermes des Griffons et la source de Mauhourat.

L'une d'elle (faille A, principale) peut être observée dans un ravin situé au-dessus de la route D920 ; sa direction est N 170°E et son pendage varie de 85°W jusqu'à la verticale. Les photographies aériennes montrent qu'elle se prolonge vers le Sud jusqu'au Tuc de Hourmigas.

Une autre faille sensiblement parallèle à celle-ci mais située quelques mètres plus à l'Est s'observe dans la falaise. Une troisième faille pourrait passer au pied de la partie nord-sud de la falaise, mais cette interprétation n'a pu être vérifiée.

Au-dessus de la D920 la faille N 170°E correspond à un couloir de 3 m environ de largeur. Le granite y est fortement fracturé et parfois laminé. Cette faille doit être ancienne, car elle a été injectée sur 10 à 20 cm par une roche basique appartenant vraisemblablement au cortège des filons de dolérite dont l'âge serait post-stéphanien supérieur (DEBON, 1972).

2-1-2 - Petite faille N-S de Mauhourat (faille B)

Cette fracture apparait aussi bien en surface que dans l'appendice souterrain de Mauhourat, rejoignant la galerie d'adduction des griffons des Oeufs.

Elle est orientée N 175° à 180°E - 70°W.

Dans le souterrain, elle est à l'origine de l'eau thermale du griffon inférieur de Mauhourat et en surface elle donne naissance à la source des Yeux.

Elle paraît décaler une faille de moyenne importance orientée N70° à 75°E - 80° à 85°N, décrochante sénestre, et que l'on peut observer sur les deux rives du Gave de Jéret (ou Gave de Cauterets).

Si on prolonge cette fracture B vers le Sud, en tenant compte de son pendage et de la pente topographique, elle passerait par les griffons 1 et 3 des anciens thermes du Bois.

2-1-3 - Faille à l'Ouest des Prés (faille C)

Cette faille a été observée en deux points distants de 130 m environ. Au Nord, elle affleure en rive droite du gave de Jéret, à une dizaine de mètres à l'Ouest des griffons des Prés (captés actuellement par six petits forages); en cet endroit son orientation est N170°E-85°W et elle montre une épaisseur de 0,30 m se répartissant comme suit : 0,10 m de roche broyée et laminée et 0,20 m de roche basique (dolérite ?).

Au Sud, à l'embranchement de la route de la Fruitière avec la route D920, cette faille a une orientation N165° à 170°E - 85°W ; son épaisseur est d'environ 4 m dont deux correspondent à un filon de roche basique (dolérite).

La photointerprétation ne permet pas de déceler le prolongement de cette faille-filon vers le Sud. Vers le Nord elle semble se prolonger en direction de Cauterets.

2-1-4 - Failles à l'Est des Prés (faille D)

Ce sont de petites failles subverticales qui affleurent en rive droite du Gave de Jéret, à une trentaine de mètres à l'Est des griffons des Prés.

En cet endroit on observe sur 5 m environ, 3 plans de petites failles orientées N165° à 170°E - 80°W et qui sont espacées de 2 à 3 m. L'épaisseur de ces petites failles peut atteindre 10 cm de roche broyée. Avec la faille C, elles paraissent appartenir à un faisceau de fractures N-S dont la photo-interprétation montre qu'elles pourraient se prolonger vers le Nord en direction de Cauterets. Vers le Sud, le prolongement de ces petites failles D n'est pas connu.

2-1-5 - Petites failles NNW-SSE de Saint-Sauveur (faille E)

De petites failles ou diaclases sub-verticales et de direction N 140° à 150°E apparaissent sur quelques mètres de distance en rive droite du Gave de Jéret, au niveau de l'extrémité ouest du bâtiment des Griffons.

Ces fractures ont été classées avec les failles N-S à NNW-SSE en raison de la proximité de leurs orientations.

2-1-6 - Autres failles N-S

D'autres failles N-S sont visibles sur les photographies aériennes. C'est le cas d'une faille qui se suit sur plus de 3 kilomètres depuis le Soum de Liar au Nord, jusqu'au Soum des Agudes au Sud, en passant par le Soum d'Arriou Né, ces sommets jalonnant l'arête N-S située à l'Est du Gave de Lutour (planche 1 et carte topographique IGN à 1/25 000).

2-2 - FAILLES E-W

2-2-1 - Faille E-W de Mauhourat (faille F)

Cette faille F peut être observée dans la buvette de Mauhourat et en rive gauche du Gave de jéret. Elle a une orientation N80° à 90°E - 75°N ; elle est accompagnée de plans de petites failles décrochantes E-W et verticales. Son épaisseur varie de 0,5 m à 2 m ; les eaux thermales y déposent du quartz (décrit en 1890 par BEAUGEY).

Cette faille F peut également être observée dans la partie nord-sud de la falaise de la Laune, où elle est rejoint par une autre faille E-W mais à pendage sud fort (faille F').

Sur les photographies aériennes, la faille F' paraît se prolonger en direction de la source des Oeufs et des anciens thermes du Bois (au niveau du griffon principal des Oeufs, l'eau émerge d'une fracture dont la direction paraît être E-W pour un pendage dirigé vers le Nord-Ouest ; de nombreuses diaclases E-W sont également présentes en surface).

Toujours sur ces photographies, on peut voir que la faille F se prolonge vers l'Ouest, en direction du Pic Péguère SW (cote 2316 m sur la carte IGN à 1/25 000).

Vers l'Est, la faille F pourrait être responsable du ressaut rocheux qui correspond à la cascade de Lutour (planches 1 et 2) ; elle rejoindrait ensuite une faille visible dans la falaise des Hayets (planche 1) ; la photo-interprétation ne permet pas de suivre sa trace au-delà de cette falaise vers l'Est où paraissent exister d'autres failles E-W mais en situation plus méridionale.

2-2-2 - Faille d'Escane Gat (faille G) et autres failles E-W :

Une autre faille E-W apparait dans la falaise située au Nord de la Cascade d'Escane Gat avec un pendage fort dirigé vers le Nord.

Cette faille G apparait sur les photographies aériennes avec trois autres failles de même direction qui se succèdent vers le Sud, jusqu'au Tuc de Hourmigas.

2-3 - FAILLES NW-SE

2-3-1 - Faille H

A quelques mètres à l'Est de la buvette de Mauhourat, il est possible d'observer une faille de moyenne importance orientée N130°E-65°SW. Cette faille est soulignée, sur 5 cm d'épaisseur environ, par une schistosité mylonitique qui se développe au détriment du granite ou d'un microgranite. Cette schistosité traduit un mouvement dextre de cette faille qui semble traverser le Gave de Jéret et prendre ensuite une direction N145°E.

Le prolongement de cette faille vers le Sud-Est pourrait correspondre au relief de faille H (planche 1) révélé par la photointerprétation.

2-3-2 - Autres failles NW-SE

Il existe d'autres failles NW-SE de moyenne importance à l'Ouest de la buvette de Mauhourat.

Ces petites failles, au nombre de trois, ont des directions variant de N115° à 135°E et un pendage de 50° à 60° vers le Nord-Est.

D'autres failles NW-SE apparaissant sur les photographies aériennes sur le flanc est de la vallée de Lutour, au Sud du Soum d'Arriou Né.

2-4 - FAILLES NE-SW

Ces failles apparaissent sur les photographies aériennes, dans le versant situé entre les pics de Péguère et le Gave de Jéret.

Cependant, dans les environs des sources du Groupe Sud de Cauterets, aucune faille NE-SW subverticale n'a été observée ; seules quelques très rares diaclases et petites failles obliques (pendage de 30° à 50° SE) de direction NE-SW ont été observées sur l'affleurement n°14.

2-5 - CONCLUSION (SUR LES FAILLES ET LES PETITES FRACTURES)

Les failles observées sur les affleurements granodioritiques du Groupe Sud de Cauterets ont les directions suivantes, par ordre d'importance :

- 1 : N-S à NNW-SSE
- 2 : E-W
- 3 : NW-SE.

Ces failles ont joué en décrochement au cours des compressions tardi-hercynienne et/ou pyrénéenne. Les failles N-S à NNW-SSE ont dû jouer en décrochements dextres comme les failles NW-SE alors que les failles E-W ont joué en décrochements sénestres. La compression qui est à l'origine de ces jeux a dû évoluer ou osciller de N-S à NE-SW.

Certaines failles ou petites fractures E-W ont également eu un déplacement vertical (jeu normal).

Les petites fractures subverticales sont parallèles aux failles ; leurs directions sont généralement N-S, E-W et NW-SE (affleurements 9, 10 et 14).

De petites fractures NE-SW à pendage oblique ont joué en petites failles inverses sous l'effet d'une compression N-S (jeu pyrénéen ?).

Du point de vue de la liaison failles-griffons, on notera que :

- la faille F (E-W) est à l'origine de l'eau de la buvette de Mauhourat (griffon d'en Haut) ;
- la petite faille B (N-S) permet à l'eau thermale de s'écouler aussi bien dans la source des Yeux que dans le griffon d'en Bas de Mauhourat ;
- le prolongement est de la faille F' (E-W) pourrait passer par le griffon supérieur des Oeufs ;
- la faille C (N-S) semble être à l'origine des griffons des Prés ; ceux ci pourraient résulter d'un écoulement le long de petites fractures reliées (?) à la faille C et situées sur son bord est ;
- le prolongement vers le Sud des petites failles E passe par la source Saint-Sauveur.

Ainsi les émergences thermominérales du Groupe Sud de Cauterets sont situées dans une zone d'intersection de failles N-S et de failles E-W (planche 1). Il semble que la faille E-W productrice F (et peut-être F'), soit située dans une ancienne zone de relais distensif dextre défini par les failles N-S. La branche nord-est de ce dispositif en relais correspondrait à la faille venant de Cauterets et se terminant vers le Sud au-delà des failles B, C, D et E ; la branche Sud-Ouest serait représentée par la faille de La Laune qui se prolonge vers le Sud jusqu'au Tuc de Hourmigas. Cette disposition en relais distensif n'aurait pu que favoriser les ouvertures des fractures dans le granite et notamment celles des failles E-W situées entre la Laune et la Raillère, au Nord, et les Bois, au Sud.

Il apparait donc que les eaux thermominérales remontent vers la surface grâce aux failles N-S et E-W et, à l'approche de la surface, elles s'écoulent par ces failles ou par les petites fractures qui leur sont associées.

3 - APPORT DES MECANISMES AU FOYER DES SEISMES ET DES MESURES DE CONTRAINTE IN SITU

3-1 - MECANISMES AU FOYER DES SEISMES ET CONTRAINTES REGIONALES

Les mécanismes au foyer des séismes permettent de définir les directions actuelles des contraintes qui sont libérées au cours des tremblements de terre.

Dans la partie occidentale des Pyrénées, de nombreux séismes affectent la zone nord-pyrénéenne, au Nord de la Zone Axiale hercynienne, et ce depuis la forêt des Arbailles, à l'Ouest, jusqu'à la vallée de l'Adour, à l'Est. Les mécanismes des séismes dont la magnitude est égale à 4 sont connus (GALLART et al., 1984/85, GAGNEPAIN-BEYNEIX et al., 1982 ; PHILIP, 1983 ; GODEFROY, 1980).

Ils indiquent une direction moyenne NW-SE pour la compression horizontale qui s'exerce sur cette région, et en particulier, dans le secteur d'Arudy, situé à une trentaine de kilomètres au Nord-Ouest de Cauterets.

Toutefois, quelques mécanismes de séismes, situés soit à 30 km environ au Nord-Est de Cauterets (vallée de l'Adour) soit entre 50 et 100 km à l'Ouest de cette même ville (secteurs d'Arette et des Arbailles), montrent que la compression actuelle peut s'éloigner de la direction NW-SE et ce jusqu'à NNW-SSE ($N165^{\circ}E$), d'une part, et jusqu'à WNW-ESE ($N100^{\circ}E$) d'autre part.

La compression NW-SE actuelle peut réactiver des failles N-S et E-W en décrochements sénestres et dextres. Elle tend aussi parfois à faire jouer en failles normales les anciennes failles NW-SE relativement inclinées et à "ouvrir" les fractures NW-SE subverticales.

Cette compression actuelle évoluant de NNW-SSE à WNW-ESE, suivant les endroits, peut également "ouvrir" les failles N-S à NNW-SSE ou les failles E-W.

Seules les failles et fractures subverticales de direction NE-SW, ou proches de cette direction, ont tendance à se "fermer" sous l'effet des contraintes actuelles.

3-2 - CONTRAINTES LOCALES SUPERFICIELLES RESULTANT DES RELIEFS

D'après les résultats des mesures de contraintes effectuées en forage dans des régions montagneuses, on sait que les reliefs topographiques peuvent engendrer des contraintes locales, jusqu'à des profondeurs de quelques centaines de mètres.

Dans le fond des vallées rectilignes, une compression superficielle s'exerce perpendiculairement à l'axe de la vallée, tandis que vers les crêtes, une distension se manifeste en surface ; elle est contenue dans un plan vertical perpendiculaire aux crêtes rectilignes et son plongement est le même que celui de la pente topographique.

Les résurgences thermominérales des Griffons, de Mauhourat et du Bois sont situées dans le Val de Jéret près de sa confluence avec la vallée de Lutour, prolongée vers le Nord par le Gave de Cauterets.

Les reliefs bordant le Val de Jéret, orienté $N50^{\circ}E$, doivent induire, près du Gave, une compression superficielle $N140^{\circ}E$. Dans la vallée de Lutour-Cauterets, orientée $N155^{\circ}$ à $160^{\circ}E$, la compression superficielle du fond de la vallée aura une direction $N65^{\circ}$ à $70^{\circ}E$.

Près de la jonction des vallées, des perturbations de ces contraintes superficielles devraient se produire. En particulier, la distension superficielle s'exerçant suivant une direction sensiblement E-W sur la crête N-S du Tuc de Hourmigas doit devenir N-S à l'extrémité nord de cette crête, dans les pentes situées au Sud de la confluence des vallées (au Sud et au-dessus des thermes des Griffons).

Mis à part les thermes de la Raillère, les thermes du Groupe Sud sont situés au fond de la vallée $N50^{\circ}E$ de Jéret. Dans ce secteur la compression superficielle $N140^{\circ}E$ tend à "fermer" les fractures NE-SW et à "ouvrir" les fractures qui lui sont parallèles c'est-à-dire les anciennes failles NNW-SSE.

Au-dessus des thermes des Griffons, dans les pentes nord de Hourmigas, le prolongement vers l'Est de la faille E-W de Mauhourat pourrait être soumis à une traction superficielle N-S.

4 - APPORT DE LA PROSPECTION DU RADON (planche 2)

L'étude de la teneur des sols en gaz radon a été effectuée par M. NARTET (SGR/MPY).

La teneur en radon contenue dans le sol augmente à proximité de la buvette de Mauhourat et de la source des Yeux.

De fortes teneurs sont également enregistrées au Sud-Est et au Sud-Ouest de la source Saint-Sauveur.

Par contre les griffons des Bois, des Oeufs et des Prés qui émergent du granite affleurant ou sub-affleurant, n'induisent pas de fortes valeurs de radon, sans doute parce que les sols sont pratiquement inexistantes en ces endroits.

Au niveau de la buvette Mauhourat et de la source des Yeux, les fortes teneurs en radon paraissent dues plutôt à la faille N-S (B) qu'à la faille E-W (F).

Les fortes teneurs en radon mesurées au Sud-Est de la source Saint-Sauveur se situent comme cette source sensiblement sur le prolongement des petites failles ou diaclases E (NNW-SSE).

Une zone à forte teneur située au Sud-Ouest de la source Saint-Sauveur se situe sur le tracé prolongeant vers le Sud les petites failles D (N-S).

Toutefois, les fortes teneurs en radon situées à l'Ouest de la source Saint-Sauveur ne se superposent à aucune faille connue.

Il se pourrait donc que ces fortes teneurs situées au Sud des thermes Saint-Sauveur-Griffons soient dues, au moins en partie à des eaux thermo-minérales qui s'écouleraient dans les alluvions fluvioglaciales et proviendraient d'un trop-plein du prolongement vers l'Est de la faille E.

5 - CONCLUSION

Les failles qui permettent la remontée des eaux sont vraisemblablement les failles N-S à NNW-SSE (failles B, C, D et E) et les failles E-W (faille F et peut-être F').

Proposition de secteurs d'implantation de forages

En vue de l'alimentation en eau thermo-minérale de l'établissement de Saint-Sauveur-Griffons, on propose d'effectuer, dans l'ordre, les forages suivants :

Forage 1 : situé en bordure de la D920, à la verticale de l'anomalie radon, dans le prolongement des petites failles E (altitude de 1073 m) ;

Forage 2 : situé en bordure de la D920, dans le prolongement des petites failles D, entre la trace de la faille E de Mauhourat et l'anomalie radon située plus au Nord (altitude 1092 m).

Forage 3 : situé à proximité de la D920, en bordure du chemin menant à la buvette Mauhourat, sur le tracé interpolé de la faille C, au Nord de la faille E (altitude de 1092 m).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEAUGEY M. (1890)** : Formation du quartz par la source de Mauhourat à Cauterets. C.R. Ac. Sci. Paris, D, 110, p. 300-302.
- BRGM (1984)** : Station thermale de Cauterets (Hautes Pyrénées) dossier n°7.
- DEBON (1972)** : Massifs granitiques de Cauterets et Panticosa (Pyrénées occidentales). Notice explicative et carte géologique à 1/50 000. Publ. BRGM/CNRS.
- GAGNEPAIN-BEYNEIX J., HAESSLER H. et MODIANO T. (1982)** : The Pyrenean earthquake of February 29, 1980 : an example of complex faulting. Tectonophysics, 85, p. 273-290.
- GALLART J., DAIGNIERES M., GAGNEPAIN-BEYNEIX J., HIRN A. et OLIVERA C. (1985)** : Seismostructural Studies in the Pyrenees : Evolution and Recent Results. Pageoph., Vol. 122, p. 713-724.
- GODEFROY P. (1980)** : Apport des mécanismes au foyer à l'étude sismotectonique de la France. Rapport BRGM n° 80 SGN 032 GEG.
- PHILIP H. (1983)** : La tectonique actuelle et récente dans le domaine méditerranéen et ses bordures, ses relations avec la sismicité. Thèse USTL, Montpellier.
- TERNET Y. (1980)** : Carte géologique à 1/50 000 Argelès-Gazost et notice explicative. Publ. BRGM.
- TERNET Y. (1985)** : Examen de la situation géologique des sources de Cauterets. Rapport BRGM (inédit).

PLANCHE 2

SYNTHÈSE DES DONNÉES SUR LES SOURCES THERMO-MINÉRALES ET PROPOSITION D'IMPLANTATION DES FORAGES

(GROUPE SUD DE CAUTERETS)

TENEUR EN RADON (pCi/L) : (MARTET et SOULÉ, 1987)



● Griffons, sources et forages :

B01,2 et 3 = griffons du Bois; MB = griffon supérieur de Mahourat (buvette)
 MY = griffon inférieur de Mahourat et source des Yeux; OP = griffon principal des Oeufs; OS = griffon supérieur des Oeufs; PR = petits forages des Prés; SS = source Saint-Sauveur.

Echelle : 1/2 000

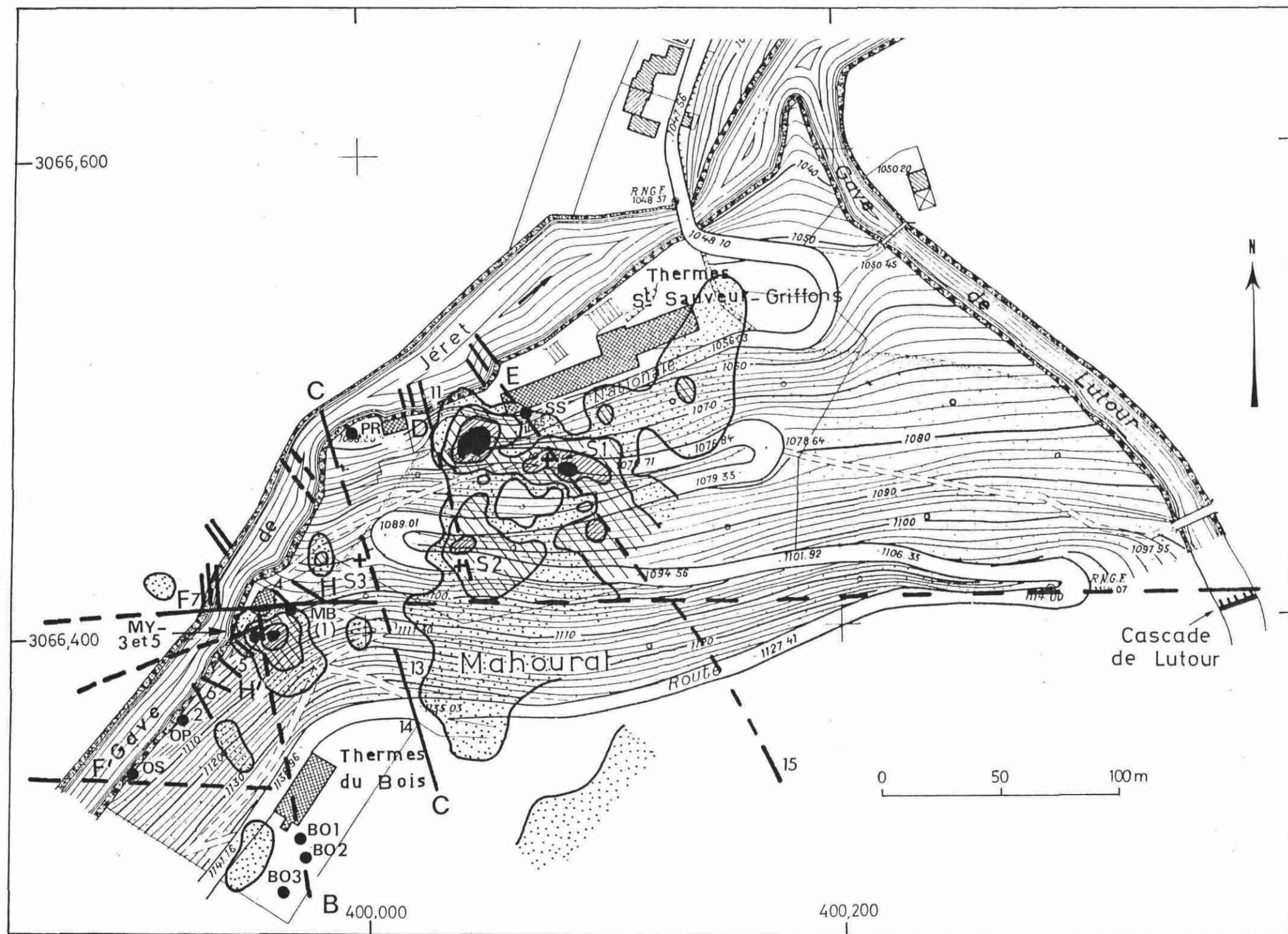
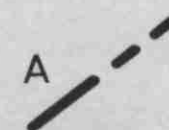


PLANCHE 1

CAUTERETS - GROUPE SUD

CARTE DES FAILLES

(Photointerprétation et terrain autour des thermes)

A  Faille A (certaine, supposée)

1 à 15 Affleurements étudiés (voir aussi planche 2)

Documents consultés : DEBON, 1972; TERNET, 1980.

Echelle : 1/10 000

(agrandissement de la carte I.G.N. à 1/25 000)

0 0,5 1 Km

