

ASSOCIATION DE RECHERCHE SOUTERRAINE DU HAUT LEZ

LE SYSTEME KARSTIQUE DE BENTAILLOU



Auteur : Daniel Roucheux

Photographies de : Bernard Lafage, Patrick Cabrol, Roger Parzibut, Daniel et Sandrine Roucheux

I - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le karst de Bentaillou est situé dans le département de l'Ariège, arrondissement de Saint-Girons, canton de Castillon-en-Couserans, sur le territoire de la commune de Sentein.

Il renferme un certain nombre de cavités, dont les plus importantes sont la grotte de « LA CIGALERE » et le « GOUFFRE MARTEL », objets du présent texte.

Il est situé à la limite commune des départements de l'Ariège et de la Haute-Garonne avec la frontière espagnole, sur les hauteurs du cirque de La Plagne où se rassemblent les torrents qui donnent naissance au Lez.

Carte IGN PIC DE MAUBERME

Les coordonnées géographiques de ces deux cavités sont les suivantes :

Grotte de la Cigalère :

483,120 x 59,600 x 1700 NGF

Gouffre Martel :

481,480 x 58,820 x 2165 NGF

II – GEOLOGIE :

Carte géologique BRGM Pic de Maubermé.

Ce karst est situé dans la zone primaire axiale des Pyrénées où affleure le socle Paléozoïque.

Il s'agit donc de roches très anciennes ayant subi l'orogénèse, puis les différentes phases de la formation des Pyrénées. Il en résulte une tectonique très compliquée où les différentes phases se superposent, qui a profondément influencé le développement des réseaux souterrains en leur conférant la topographie que nous connaissons et à laquelle s'ajoute un puissant métamorphisme.

Du métamorphisme, nous retiendrons la nature de la roche dans laquelle se développent les réseaux, le «calcaire de Bentaillou ». Il se détache dans le paysage nettement des autres formations par sa blancheur.

C'est un cipolin, c'est-à-dire un calcaire métamorphique, soit un type de roche que l'on désigne improprement sous le terme de marbre*... ceci étant signalé pour attirer l'attention sur la beauté des parois de certaines galeries hors concrétions.

**** Le terme de marbre désigne une roche polie, quelque soit sa nature. Ainsi les colonnes de marbre de l'Opéra de Paris sont en porphyre, soit une roche granitique. De même le terme de granit – sans e- est un terme de marbrier et désigne toute roche pouvant être polie. Granite désigne la roche***

II-1 Description des formations rencontrées :

La position relative de chacune des formations est résumée dans le log ci-dessous :

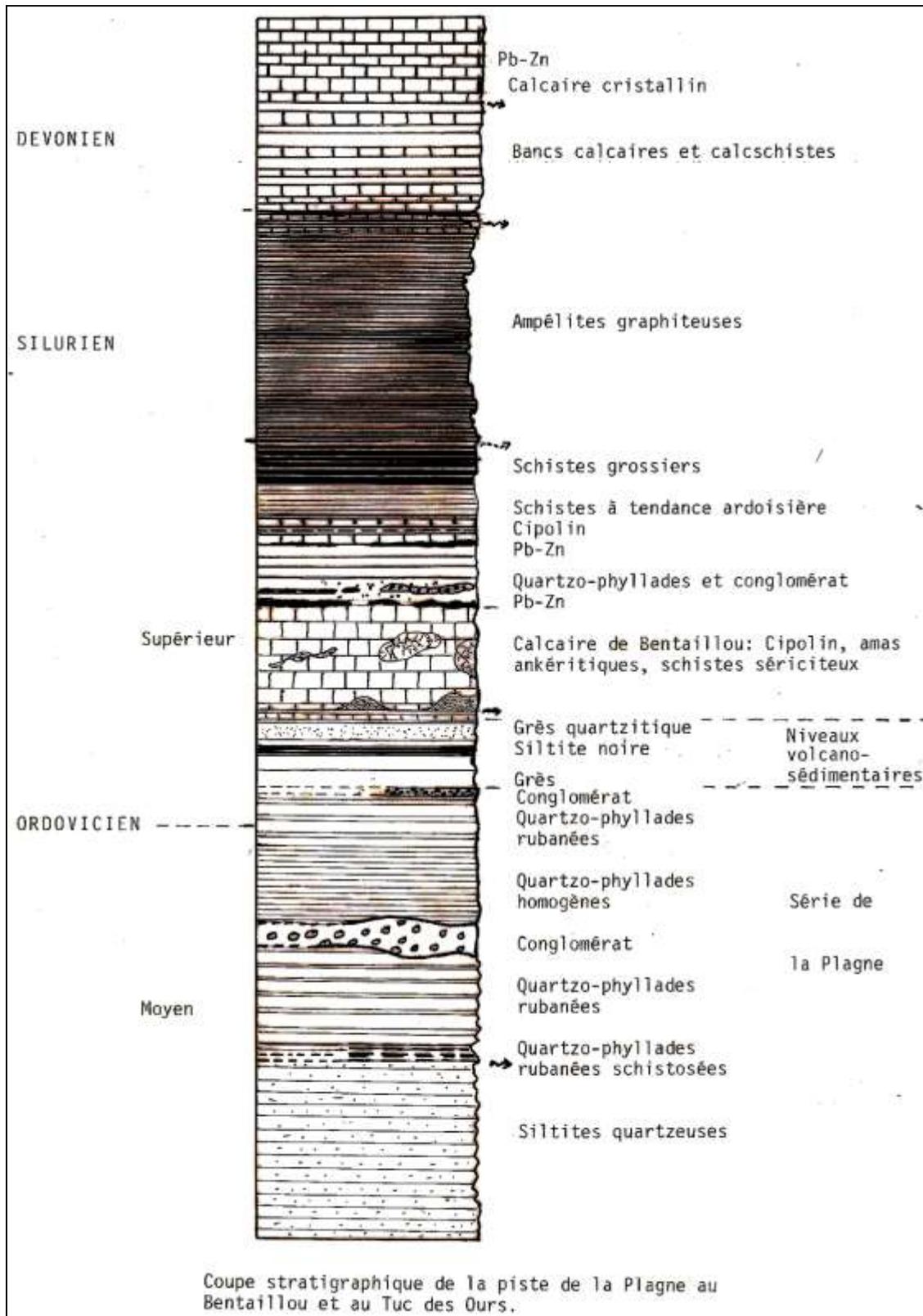


Figure 1

Les roches de l'Ordovicien :

- Des Phyllades, roches finement rubanées se débitant en plaques forment le fond du cirque de la Plagne.
- Des grès et microconglomérats
- Des schistes et quartzites noirs graphiteux.
- Des calcschistes où alternent des bancs de calcaire blanc et des schistes graphiteux. Cette formation peu épaisse et discontinue fait la transition avec les calcaires sus-jacents.
- Le Calcaire de Bentaillou.
Dans cette formation se développe le « karst de Bentaillou ».
- Des quartzo-phyllades et des grès.

Entre ces deux niveaux se situent des gisements miniers (galène, minerai de plomb et blende, minerai de zinc pour l'essentiel)

Les roches du Silurien :

Elles sont représentées par une série d'ampélites, roches schisteuses noires caractéristiques d'un faciès euxénique, formant le versant Nord du bassin : Montagne d'Ourdouas, Serre d'Araing, jusqu'à mail de Louze.

Les roches du Dévonien :

Ce sont les dernières formations rencontrées dans le secteur immédiat du complexe Martel-Cigalère : ce sont des calcschistes gris, sériciteux et chloriteux, avec des intercalations de schistes noirs ou des calcaires (Pic de l'Har).

Des cavités ont été découvertes dans les niveaux calcaires, sans rapport avec la grotte de la Cigalère.

Les gisements miniers :

Il n'est pas de notre propos de présenter les gisements miniers, mais leur situation au toit du calcaire de Bentaillou contribue à l'extraordinaire diversité des minéralisations rencontrées dans la grotte de la Cigalère et qui sont du plus haut intérêt scientifique.

Rappelons simplement que le gisement minier de Sentein est reconnu au plan scientifique comme un milieu gisement d'exception dans les milieux de la métallogénie ouest européenne (CARQUET A. FERAUD J. BRGM 2001) :

- *Il est en effet à l'origine du « modèle Bentaillou » : un type exemplaire de minéralisations d'origine volcano-sédimentaire comparables à celles qui se développent actuellement dans les rides médio-océaniques et qui contribuent de façon considérables à la production mondiale des métaux de base, par exemple avec les mines énormes de l'Australie, du Canada, de l'Alaska et du Rajasthan On y a trouvé une association de minéraux microscopiques particulièrement originale (nickel, cobalt, étain ...etc.) et notamment un composé de germanium (la brugiérite) qui contribuent aussi de leur côté au renom international du district (de Sentein) auprès des spécialistes des sciences de la Terre. -*

II – STRUCTURE GENERALE DU SITE :

Sur le plan de la géologie régionale, les montagnes de Bentaillou sont situées sur un vaste dôme granitique, le « dôme de la Garonne ».

Sur le plan local, le site se présente comme un vaste anticlinorium, c'est-à-dire une succession de plis suivant une ligne porteuse courbe convexe.

Ces plis sont déversés vers le Nord, comme le montrent les coupes ci-dessous :

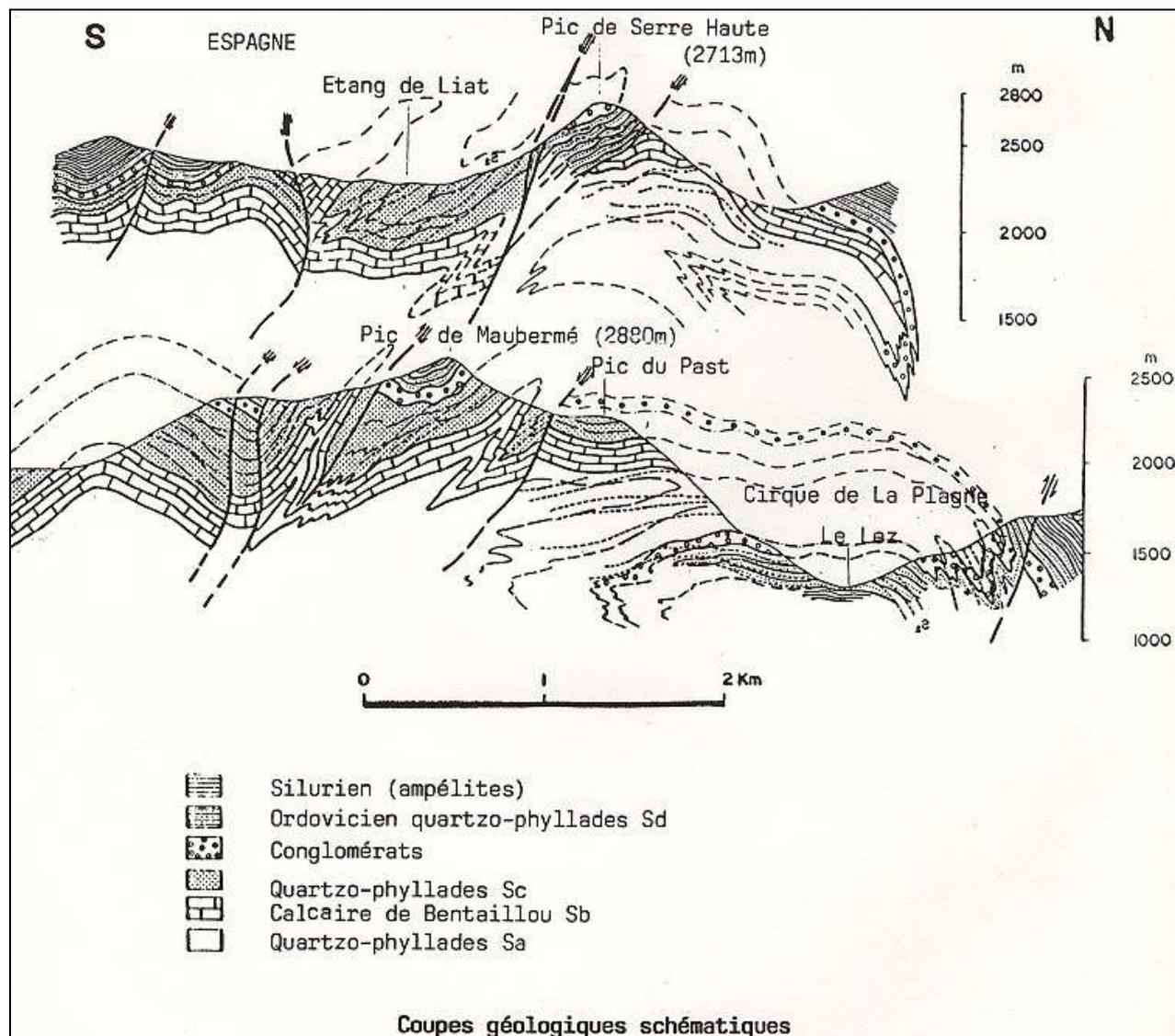


Figure 2

Ces plis sont affectés par des failles, dont une série dont l'orientation NW-SW joue une grande importance dans l'orientation des drainages souterrains et la morphologie des cavités.

Ces accidents tectoniques se lisent facilement dans le paysage, comme dans la falaise de la Cigalère.

Photographie 1



Sur cette photographie ont été tracées les positions d'une série de failles que l'on retrouve dans le cours principal de la Cigalère. La fracture visible au niveau du ruisseau de Bentaillou a pour effet de remonter le compartiment Nord et ainsi de surélever les quartzo-phyllades inférieures. Le drainage suit donc l'orientation de ces failles.

On peut remarquer que le « coin » central est abaissé par rapport au compartiment nord, mais chevauche le compartiment sud.

Cette disposition caractéristique de failles de compression conduit à une forte fragmentation des roches qui se trouve être à l'origine des éboulis que l'on rencontre dans le cours principal. Cet ensemble constitue un seul accident tectonique : la faille de la Cigalère.



Photographie 2 – Miroir de faille dans le cours principal de la Cigalère

II – SITUATION HYDROLOGIQUE :

Le karst de Bentaillou se développe autour du cirque de La Plagne dont les torrents forment les sources du Lez.

Le Lez se forme à la confluence de deux torrents : **Coume Longue**, dont la source est la résurgence de **Chichoué**, et **La Cigalère** issu de la grotte du même nom.

Les principaux affluents : **Uretz et Tartereau** sont également alimentés par des exutoires karstiques à la base du calcaire de Bentaillou.

Le cirque de la Plagne a fait l'objet d'aménagements hydroélectriques dont la réalisation commencée en 1931 s'est prolongée jusqu'en 1941.

La pièce maîtresse de cette installation est le barrage d'Araing dont la cote à sa capacité maximale de remplissage est 1910 NGF.

L'usine hydroélectrique d'EYLIE qu'il alimente est à la cote 870 NGF, d'où une dénivellation de 1040m.

La plupart des torrents et des sources situés sur les hauteurs du cirque de La Plagne ont été captés pour alimenter l'usine directement par gravité jusqu'à la cote 1905 soit par pompage.

Les torrents de Coume Longue et de La Cigalère n'ont pas été captés en raison de la cote trop basse de leurs exutoires (1800 et 1700 NGF respectivement), et c'est précisément cette lacune dans l'alimentation des installations hydroélectriques qui sera à l'origine de l'exploration spéléologique du Karst de Bentaillou comme nous le verrons plus loin.

III – LE KARST DE BENTAILLOU :

Ce karst se développe dans le calcaire de Bentaillou.

Cette formation apparaît sur 7 km² à l'affleurement sur le versant français, alors que la surface comprise entre la ligne des exutoires et la limite supérieure du bassin versant est de 13 km².

La morphologie karstique est très développée sur cet affleurement, mais les réseaux de drainage souterrain sont organisés et bien développés lorsque le calcaire est recouvert par les formations supérieures, conformément au schéma de la figure 3, qui illustre l'alimentation de la Cigalère par ses affluents.

Il résulte de cette disposition que le torrent de la Cigalère est alimenté par les eaux de ruissellement (fonte des neiges et pluies), par les eaux stockées dans les roches non calcaires qui sont très fissurées mais non affectées par une dissolution, enfin par les réserves contenues dans les éboulis.

Cette disposition explique la faible teneur en bicarbonate de calcium des eaux, celles-ci ne séjournant que très peu dans les calcaires, comme l'ont confirmé les analyses physico-chimiques des eaux.

Ceci est valable pour l'ensemble des sources karstiques du massif : Résurgence de Chichoué, Fontaine d'Ardaing, source d'Uretz...etc.

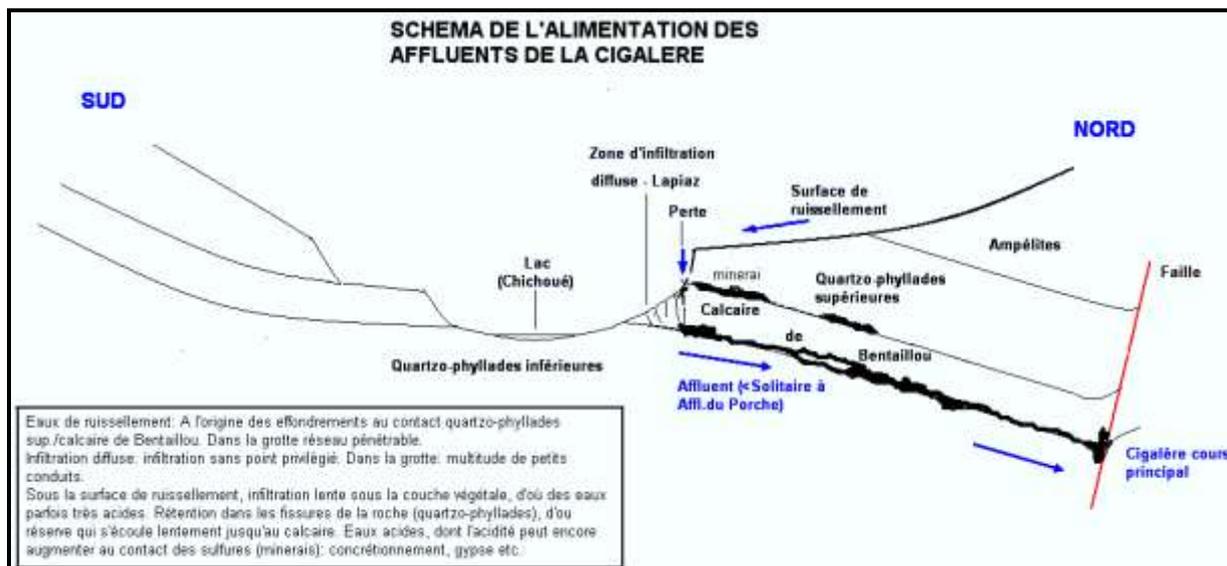


Figure 3

Nous sommes donc en présence d'un système karstique ou se superposent en un espace restreint trois types d'aquifères :

- Un aquifère en milieu poreux : Eboulis, dépôts alluvionnaires et morainiques
- Un aquifère en milieu fissuré : Quartzo phyllades, Ampélites.
- Un aquifère karstique : Calcaire de Bentailou

Il en résulte que les mesures de protection concernant la grotte de la Cigalère doivent s'appliquer à l'ensemble du bassin versant.

IV - LE SYSTEME MARTEL CIGALERE

IV -1 Historique des explorations

Contrairement à la plupart des cavités, l'exploration du gouffre Martel et de la grotte de La Cigalère ne fut pas entreprise, à l'origine, à l'initiative des Spéléologues, mais par la nécessité de renforcer le potentiel énergétique de l'usine hydroélectrique d'Eylie.

L'exploration des cavités débuta justement lorsque Monsieur Paul CATALA alors directeur de l'Union Pyrénéenne Electrique (UPE), soucieux de parfaire l'alimentation du barrage d'Araing, se proposa de capter les eaux de deux étangs, ceux d'Albe et de Floret situés respectivement à 2335 et 2280 m d'altitude et dont les eaux forment un torrent qui, après avoir reçu trois sources, disparaît sous terre à 2168 m d'altitude.

500g de fluoresceïne jetés dans ces pertes colorèrent 18 heures plus tard le torrent de la Cigalère.

Il était donc établi que ces eaux transitaient par cette grotte, mais dont l'exutoire était trop bas pour être valablement capté.

Paul CATALA, fit alors appel à Norbert CASTERET pour retrouver le torrent souterrain.

Le 30 septembre 1932, pénétrant dans la grotte de la Cigalère, CASTERET retrouve le torrent souterrain.

Le 6 septembre 1933, non loin des pertes des eaux d'Albe et de Floret, il découvre un gouffre auquel il donne le nom du père de la Spéléologie : MARTEL, et dans lequel il retrouve le torrent.

Un barrage de dérivation fut construit dans ce gouffre à 45 m de profondeur, et les eaux ainsi captées sont dirigées vers l'extérieur, jusque dans le barrage de Chichoué, d'où elles alimentent le réservoir d'ARAING, Ce captage fut mis en service le 20 septembre 1935, mais à la surprise générale, la résurgence de la Cigalère ne fut guère affectée : le débit n'avait pas diminué de moitié.

Ainsi de nombreuses explorations spéléologiques furent organisées pour rechercher l'origine des eaux de la Cigalère en particulier de 1953 à 1955 ou fut atteint le terminus du cours principal à 3200 m de l'entrée.

A partir de 1969, avec la création de l'Association de Recherche Souterraine du Haut Lez, la protection et la poursuite des explorations et l'étude hydrologique du bassin versant de la Cigalère furent menés avec une démarche patrimoniale et coordonnée.

Aujourd'hui, une partie du « mystère » entourant l'origine des eaux de la Cigalère est levé, les réseaux connus sont topographiés, et l'accès aux réseaux fragiles strictement contrôlé.

Ainsi, la nécessité de renforcer le potentiel énergétique d'une usine hydroélectrique a été à l'origine de l'exploration d'un formidable torrent, qui semblable à ses frères des montagnes est parsemé de cascades et de lacs, reçoit des affluents et renferme des galeries richement concrétionnées qui ont justifié son classement au titre des sites intervenu le 24 avril 1981 et sa protection.

Les explorations « historiques » avaient conduit les explorateurs à remonter le cours principal jusqu'à un siphon terminal situé à 3200 m de l'entrée, en remontant le torrent sur une dénivellation de 230m environ.

Mais aucun document topographique n'avait été réalisé.

Des topographies d'affluents ou réseaux avaient été réalisées ultérieurement : Affluent Gino, Couloir de l'Ours, Réseau Dolphin. Mais leur positionnement était impossible, faute de topographie du cours principal.

Dès 1969, l'ARSHaL entreprit cette topographie : la même année furent découverts et explorés le l'Affluent du Solitaire, et le début de ce qui allait déboucher sur le Réseau des Chauve-souris.

En 1973, le fond du cours principal était de nouveau atteint et la topographie des galeries terminales pouvait être engagée ; une plongée fut entreprise dans le siphon terminal sans succès, mais avec pour résultat une connaissance visuelle de la configuration du site.

La même année fut découvert l'affluent du Porche.

IV – 2 LA CIGALERE

Le cours principal de la Cigalère est constitué, depuis la résurgence vers l'amont, par une portion de la rivière souterraine d'une pente quasi nulle (0.2% environ) et ne présentant aucune difficulté de progression jusqu'à un siphon situé à 800m de l'entrée. Cette portion du réseau est localement encombrée d'éboulis massifs dans une galerie très haute, dus aux failles citées plus haut.



Photo 3 – Eboulis dans le cours principal de la Cigalère Photographie RP 2005



Photo 4 - Galerie du cours principal montrant le creusement à la faveur d'une faille, des éboulis et des remplissages entaillés par une reprise de l'érosion – Photographie PC 2009

La progression continue par une galerie sèche, localement très richement ornée de concrétions et cristallisation de gypse, jusqu' à une étroiture, « le Trou Souffleur » après lequel nous retrouvons le torrent souterrain jusqu' à une première cascade située à 1700m de l'entrée.

Ensuite la progression devient plus difficile avec un total de 26 cascades (de 2 à 15 mètres de haut) sur le cours principal. De nombreux affluents tous situés rive droite, viennent se jeter dans le cours principal. On compte actuellement 52 cascades de plus de 2 m de haut dans la grotte de la Cigalère.



Photographie 5 : 8è cascade de la Cigalère – Photographie BL 2006

Ce qui caractérise la grotte de la Cigalère et qui été à l'origine des mesures de protection c'est la présence de très grandes quantités de concrétions de gypse qui fait de cette cavité une référence internationale. Il ne faut pas toutefois oublier de mentionner des ensembles exceptionnels de concrétions d'aragonite (« lustre » du terminus de la galerie des Chauves souris entre autre).

Parmi les galeries les plus exceptionnelle il faut citer : la galerie des Chauves Souris, la Galerie Van den Abel, la Chapelle de Donnée, la Cascade Noire et bien sûr le 7° Ciel

On observe dans l'ensemble de la cavité du gypse sous la forme de croûte, de stalactites, stalagmites, colonnes, aiguilles, crosses, hélictites, cristaux en fer de lance, sans oublier les célèbres fourrures d'hermines.



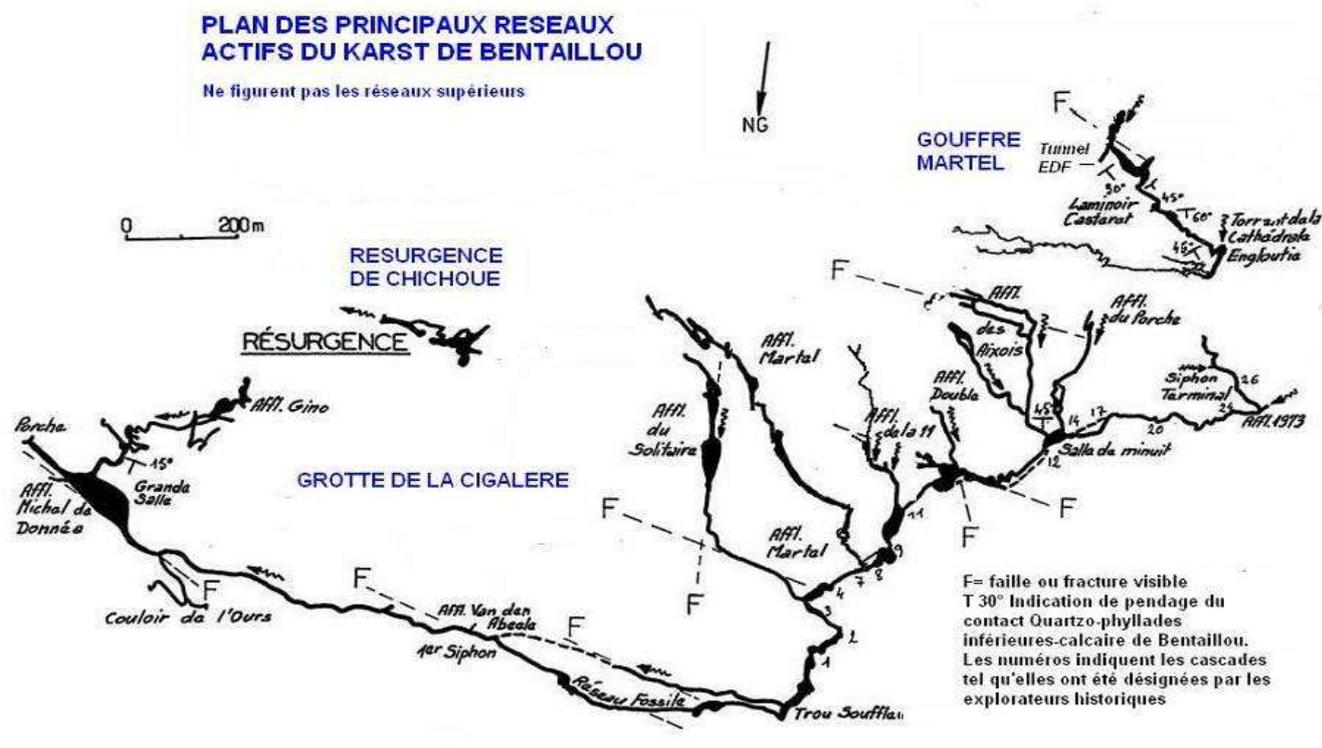
Photographie 6 – Fleur de gypse – Photographie DR 2007

Un seul secteur de la grotte offre une galerie en plein-cintre (Photographie 7 page suivante).

On remarque dans ce secteur une roche très fracturée, et on y observe un éclatement de la roche dû à la formation des cristaux. Il s'agirait donc de la formation de minéraux expansifs type Gypsite ou Ettringite, matériaux sulfatés qui développent de fortes pressions en cours de formation.

Notons que se trouvent conjuguées dans ce secteur la libération des contraintes tectoniques et ces forces de gonflement.





Régime du torrent de la Cigalère

Comme tous les torrents, la Cigalère est sujette à des crues parfois spectaculaires. Lors de la fonte des neiges, l'accès est impossible depuis l'entrée où il se forme un lac de crue dans la Grande Salle pouvant siphonner si son débit lorsque sa cote atteint 4,5 m.



Photographie 8 Lac de crue dans la Grande Salle de la Cigalère – Photo DR

En période d'étiage, son débit mesuré dans la Grande Salle est de 20 litres par seconde.

Mais si celui-ci atteint 220 l/s, l'exutoire ne peut plus absorber et un lac se forme.

Les crues interviennent par les zones d'infiltration rapide, mais selon l'endroit où se produisent les précipitations, elles peuvent s'amorcer via les pertes du gouffre Martel (crue d'août 1989) ou le ravin de Chichoué (crue d'août 1974)

Dans ce dernier cas de figure, les explorateurs se trouvant dans la grotte dans le secteur des cascades ne subissent pas la crue, mais peuvent se trouver surpris au retour près de la sortie...

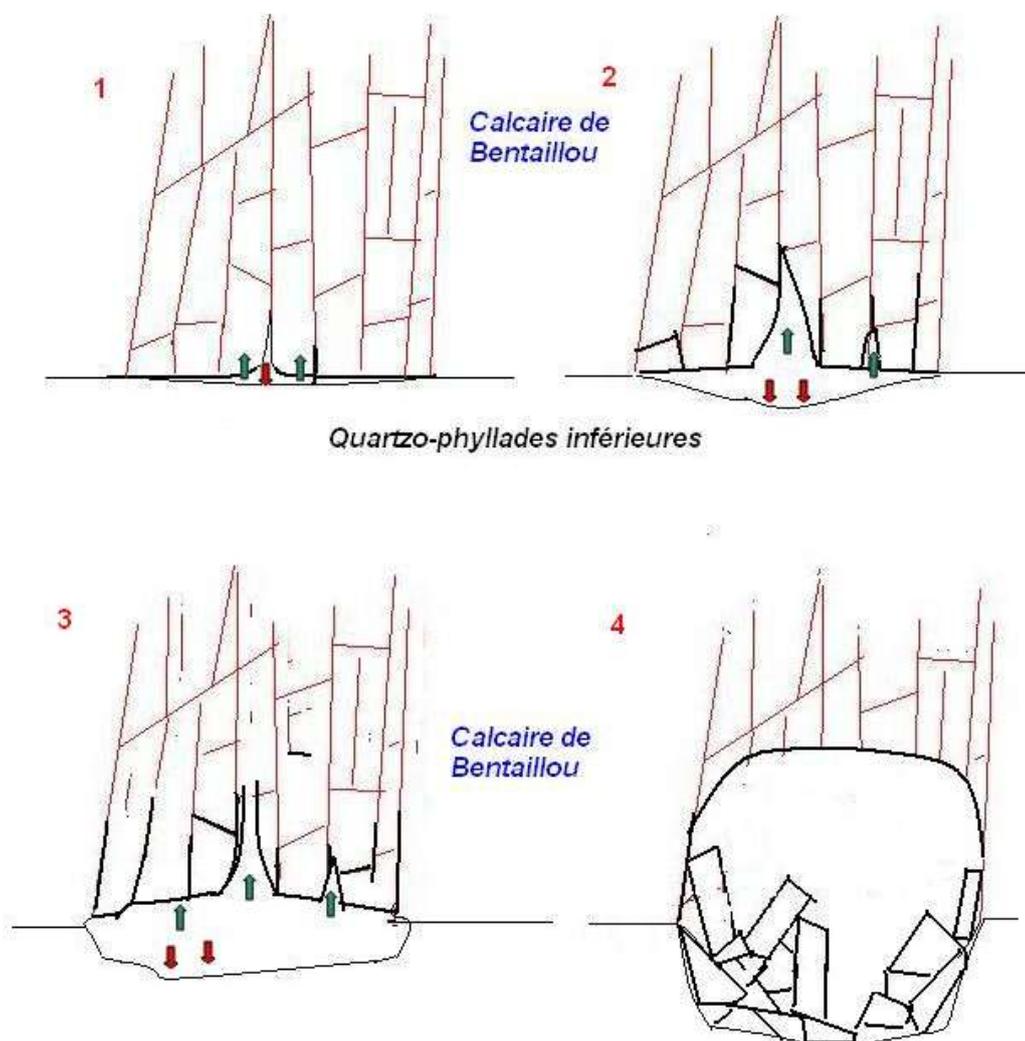
EVOLUTION DES GALERIES

Les réseaux souterrains du karst de Bentaillou sont creusés au contact des quartzo-phyllades inférieures et du calcaire.

On peut observer, dans la grotte, que le lit du torrent est généralement plus bas que le contact entre les deux formations rocheuses en raison de l'érosion.

Les schémas ci-dessous illustrent l'évolution de la galerie, avec érosion dirigée vers le bas, jointe à une corrosion et dissolution vers la hauteur (1 et 2).

Sur la voûte, la fissuration s'élargie (3) jusqu'à la chute des blocs libérés (4).



Intérêt scientifique de la Cigalère

La variété des minéralisations que l'on peut rencontrer dans cette grotte, sont autant d'exemples pouvant servir à la recherche sur le rôle des minéralisations que renferme la roche, sur l'évolution des climats.

Les dépôts alluvionnaires rencontrés dans ce torrent souterrain, la disposition des galeries, sont également les témoins du régime de ce torrent, et donc de l'évolution climatique.

Avoir plusieurs voies d'étude sur le même sujet dans un même site est une garantie de la pertinence des résultats d'études scientifiques.



cristallisations de gypse - Photo DR 2007

Bibliographie

- **BOISSONNAS J. et AUTRAN A.**- Succession des déformations de la région du Pic de Maubermé (Pyrénées Centrales) au cours de l'orogénèse hercynienne. Bull. BRGM 2^{ème} série, sect. 11 N° 1, 1974 ; Notice de la carte géologique au 1/50000^{ème} BRGM 1972.
- **BORDONAU J. et VILAPLANA M.** - Géomorphologie et tectonique récente dans le Val d'Aran (zone Axiale des Pyrénées centrales, Espagne), Rev. De Géol. Dyn . et de Géogr. Phys. Vol. 27 Fasc. 5 p. 303-310, Paris 1986.
- **CASTERET N.**- 1936-Au fond des gouffres, Librairie Académique Perrin.
- **CASTERET N.**- 1936- L'Abîme le plus profond de France : le Gouffre Martel, in « La Montagne », revue du CAF, n° 282, oct.
- **CASTERET N.**- 1958- Au Pays des Eaux Folles, Librairie Académique Perrin.
- **FERT D.** - Un aspect de la métallogénie du zinc et du plomb dans l'Ordovicien des Pyrénées centrales : le district de Sentein (Ariège, Haute-Garonne), Thèse 3^{ème} cycle - UPMC Paris 1976.
- **GARGUILO H.**-1954-Expédition spéléologique franco-belge à la grotte de la Cigalère, Bulletin du CNS, n° 3, p. 46-48.
- **GRAMONT X.** de - Contrôle lithologique des minéralisations du massif de Maubermé (Ariège et Val d'Aran), Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse t. 102, fasc.2-3 pp 453-456.
- **GRIOSSEL Y.**-1959- Pyrénées souterraines, Flammarion.
- **MARCHAND J.P.** Le bassin de réception du lez 2 t. Mémoire de Maîtrise t1 75 p. t2 232 p. Institut de Géographie de Bordeaux II . 1974
- **CARQUET A., FERAUD J.** (2001) - Etude bibliographique des mines de zinc et de plomb de Sentein et Bulard (Ariège) en appui aux études archéologiques des concessions minières orphelines : reconnaissance, potentiel minier et géologie Rap.BRGM/RP50917-FR. 119p.,3 ann.
- **ROUCHEUX D.** - les récentes explorations dans le complexe hydrogéologique Martel-Cigalère. Spélunca N° 4 1975 p 13-18.
- **ROUCHEUX D.** - Film L'Hydrogéologie karstique, CNAM 1997
- **ROUCHEUX D.** et **BERNIE D.** - Hydrogéologie et Hydroélectricité du Biros, , in Contribution à la Connaissance du Biros, fasc. 4 (édité par le SI du Biros), 1991.
- **ROUCHEUX D.** - ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRODYNAMIQUE D'UN KARST D'ALTITUDE : Le karst de Bentaillou - Apports de l'Analyse corrélatoire et spectrale. Thèse CNAM 1990 .
- **VAN DEN ABEELE J.-P.** -1958 - A la Découverte des Mondes Souterrains, Ed. du Soleil Levant.
- **De SITTER LU et ZWART HJ.** - Carte géologique au 1/50000^{ème} des Pyrénées Centrales. Université de Leide 1960.
- **D'URSEL P.** -1960 - Au Cœur des Montagnes, Renaissance du Livre.
- **D'URSEL P.** - 1962- L'Ivresse des Profondeurs, Durendal
- **D'URSEL P. et MAGOS B.** - 1964- Contribution à l'étude du réseau hydrologique Martel-Cigalère, Spélunca-mém., n° 4, p. 167.
- **D'URSEL P. et MAGOS B.** - 1967- Le réseau hydrologique Martel-Cigalère, Spélunca-mém., n° 5, p. 209.
- **BERNIE D.** - 1972 - Hydroélectricité. Le Biros, source d'énergie, in Contribution à la Connaissance du Biros, fasc. 2 (édité par le SI du Biros).
 - 1976 - Hydroélectricité. Le Biros, source d'énergie, in Contribution à la Connaissance du Biros, fasc. 4 (édité par le SI du Biros).
- **ANE J.** - 1975 - Les Roches, Les Minerais, les Sources Minérales et leur Exploitations. Même collection que ci-dessus, fasc. 6.L'Aven, bulletin du Spéleo-Club de la Seine, n° 30, 31-32, 34, 36, 37.

Bulletins de l'A.R.S.Ha.L., bulletin de liaison périodique, de 1969 à 2003.