

FÉDÉRATION FRANÇAISE DE SPÉLÉOLOGIE

**STAGE NATIONAL "EQUIPIER SCIENTIFIQUE"**  
Module 2 de la formation Moniteur de spéléologie

**Réseau Bufo Fret  
Bugarach - Aude**

**05 au 10 Juillet 2010**







# Fédération Française de Spéléologie

Ecole Française de Spéléologie

Commission scientifique

## STAGE NATIONAL EQUIPIER SCIENTIFIQUE

Module 2 de la formation  
Moniteur fédéral de spéléologie

Réseau Bufo Fret  
Bugarach – Aude

05 au 10 Juillet 2010

Stage agréé par l'Ecole Française de Spéléologie  
sous la référence M2/01/2010

Photographie de première de couverture JAILLET S.

## SOMMAIRE.

---

Editorial	Page 03
Equipe d'encadrement	Page 04
Liste des stagiaires	Page 05
Démarche pédagogique et contexte du stage	Page 06
Programme du stage	Page 08
Bilan financier	Page 09
Bilan du stage	Page 09
Présentation du site d'étude	Page 10
WIENIN M. Géologie élémentaire autour de Bugarach	Page 10
BES C. La spéléologie dans les hautes Corbières	Page 15
Dossier des stagiaires	Page 23
SCHERK G. & DURAUD S. Approche géomorphologique de la perte de la rivière du Bufo Fret	Page 24
SUAREZ E. & ARNAUD M. Observations hydrogéologiques et aérologique du Bufo Fret	Page 29
MAINDRON D. ; FIALON P. & WEHRLE L. Interprétation géomorphologique d'une partie de la galerie du sable du Bufo Fret	Page 36
BACHE D. & BEGUE S. Aperçu de la faune souterraine du réseau du Bufo Fret	Page 42
Bibliographie	Page 49
Destinataires du rapport	Page 57
Annexes	Page 58

Chaque année, le stage équipier scientifique est un moment fort de la vie de la commission scientifique et de l'École française de spéléologie.

En effet, c'est une occasion importante de rencontre et d'échanges sur un massif karstique, dans une cavité, entre des spéléologues avec des expériences et des pratiques diverses, qui ensemble vont entreprendre un projet d'observation, de documentation et d'étude de cette cavité.

Détaillons un peu les ingrédients du cru 2010:

- Une région, le Languedoc, le département de l'Aude et surtout le Pech de Bugarach, fascinant et légendaire élément de ces paysages aux reliefs affirmés du front pyrénéen.
- Une cavité : le Bufo Fret, vaste réseau souterrain témoin majeur de l'histoire géologique du Pech de Bugarach.
- Des spéléologues : cadres, stagiaires, intervenants, venus de différentes régions, avec des motivations, des compétences ou des visions diverses de l'approche d'une cavité ou d'un réseau souterrain.

Cet ensemble permet déjà d'envisager le déroulement d'un stage intéressant.

D'autre part, les spéléologues locaux avaient réalisé un travail d'exploration et de topographie important, d'une grande qualité qui a permis de démarrer avec une base de données aussi solide que détaillée.

L'équipe d'encadrement et d'intervenants mêlait des compétences scientifiques et techniques pour aborder le réseau du Bufo Fret avec des approches diverses et variées.

Le groupe des stagiaires, fortement motivé, était prêt pour un engagement total durant ces cinq jours.

Quelques ingrédients étaient à ajouter pour que ce cru retienne l'attention et compte dans l'ensemble, maintenant conséquent, de cette formule des stages équipiers scientifiques :

- Le soleil, présent toute la semaine fit le séjour agréable et les vicissitudes de la collectivité, supportables.
- Le matériel scientifique et technique qui en fonctionnant sans problèmes a rendu possible un travail de formation et de réflexion serein et efficace.
- La structure d'hébergement, en complète phase avec l'énergie tellurique du Pech, a su installer le message de paix et d'harmonie propice à l'épanouissement de tout un chacun.

La présentation du contexte faite, nous pouvons nous attarder sur les résultats.

Ce rapport présente le riche travail d'observation, description et inventaire réalisé durant les trois jours par les différentes équipes de stagiaires, sous des thématiques aussi variées que la géomorphologie, l'hydrologie ou la biospéologie, et qui viennent compléter celles faites par le Spéléo Corbières Minervois.

Il apporte à partir de la réflexion sur une problématique ciblée, des éléments utiles et contextualisés de spéléologie physique.

Sans vouloir être présomptueux, cela pourra apporter une contribution modeste mais éclairée à une publication prochaine sur ce magnifique réseau du Bufo Fret et les explorations spéléologiques qui y ont été conduites. Nous l'espérons en tout cas.

Didier CAILHOL

Commission scientifique FFS

## L'EQUIPE D'ENCADREMENT.

---

Gérard CAZES 1 rue de l'Oliveraie 34740 VENDARGUES <a href="mailto:Gerard.cazes@wanadoo.fr">Gerard.cazes@wanadoo.fr</a>	Instructeur Méthodologie
Stéphane JAILLET Laboratoire EDYTEM Université de Savoie, CNRS Pôle Montagne 73376 LE-BOURGET-DU-LAC <a href="mailto:Stephane.Jaillet@univ-savoie.fr">Stephane.Jaillet@univ-savoie.fr</a>	Instructeur Géomorphologie
Marcel MEYSSONNIER Comité spéléologique Régional Rhône Alpes 28 Quai Saint Vincent 69000 LYON <a href="mailto:Marcel.meyssonnier@free.fr">Marcel.meyssonnier@free.fr</a>	Instructeur Biospéologie
Didier CAILHOL 7 rue de Lomont 25310 PIERREFONTAINE-LES-BLAMONT <a href="mailto:didier.cailhol@wanadoo.fr">didier.cailhol@wanadoo.fr</a>	Moniteur Mesures de terrain
Christophe BES 9 rue René Descartes 11000 CARCASSONNE <a href="mailto:stoche.bes@orange.fr">stoche.bes@orange.fr</a>	Initiateur Spéléologie physique
Matthieu THOMAS 24 rue des chalets 55310 TRONVILLE-EN-BARROIS <a href="mailto:subterra.incognita@hotmail.fr">subterra.incognita@hotmail.fr</a>	Initiateur Géomorphologie
Elisa BOCHE 19 rue Eguillerie 24000 PERIGUEUX <a href="mailto:elisa.boche@laposte.net">elisa.boche@laposte.net</a>	Levés cartographiques Archéologie
Michel WIENIN Grand-Rue 30360 Vézénobres <a href="mailto:Michel.wienin@alicedsl.fr">Michel.wienin@alicedsl.fr</a>	Géologue
Sophie BERNARD Le Vigneau, RD 7 30190 Brignon <a href="mailto:sopbernard@yahoo.fr">sopbernard@yahoo.fr</a>	Biospéologie

## LISTE DES STAGIAIRES.

---

Patrice FIALON  
114 place Aristide Briand  
69 560 Sainte Colombe  
[rletpati@gmail.com](mailto:rletpati@gmail.com)

Sylvie DURAUD  
1 rue Jean Blanc  
13200 Arles  
[sylvie.duraud@free.fr](mailto:sylvie.duraud@free.fr)

Laurent WEHRLE  
82 rue des Edelweiss  
12850 Onet le Château  
[laurent\\_wehrle@yahoo.fr](mailto:laurent_wehrle@yahoo.fr)

Stéphane BEGUE  
Maison Latapie  
Route de Bedous  
64490 Sarmance  
[sbegue@neuf.fr](mailto:sbegue@neuf.fr)

Dominique BACHE  
13 rue des Marionnettes  
10200 Couvignon  
[bache.dominique@orange.fr](mailto:bache.dominique@orange.fr)

Dominique MAINDRON  
28 rue E. Travies  
44240 La Chapelle sur Erdre

Elodie SUAREZ  
3 rue René Cassin  
57800 FREYMING-MERLEBACH  
[elodie.suarez@etu.unistra.fr](mailto:elodie.suarez@etu.unistra.fr)

Gabriel SCHERK  
5 rue de la clef  
75005 Paris  
[gabriel@eegc.org](mailto:gabriel@eegc.org)

Maxence ARNAUD  
bat b appt 31 - Résidence la grande  
Brouve  
73120 St bon Courchevel 1650  
[spelemax@hotmail.fr](mailto:spelemax@hotmail.fr)



## *DEMARCHE PEDAGOGIQUE ET CONTEXTE DU STAGE.*

---

Le stage équipier scientifique et c'est là toute son originalité, son efficacité, comprend deux phases bien distinctes de formation.

En début de session, durant les deux premiers jours, les stagiaires reçoivent des informations au travers des visites de terrains ou de petits cycles de conférences.

Cela permet de fixer le cadre de travail de la deuxième partie et d'apporter ou de compléter les connaissances et savoirs faire qui seront mis en œuvre lors des travaux thématiques en équipes restreintes.

Ainsi, Michel Wienin nous a présenté le contexte géologique du Pech de Bugarach complété ensuite par une excursion de terrain où furent détaillés les paysages et les éléments marquants de la géologie régionale.

La description du réseau du Bufo Fret a été assurée par Christophe Bès à partir de l'historique des explorations et de la présentation de la synthèse topographique.

Par ailleurs, le site de Bugarach est un des biotopes de l'Euprocte (*Euproctus asper*), batracien urodèle endémique des eaux froides et oxygénées des émergences des Pyrénées, Bruno Leroux, naturaliste à Aude Nature en fit son descriptif et celui de sa biocénose.

D'autres apports, sous forme de courtes conférences, furent réalisées.

La première par Stéphane Jaillet, était consacrée aux principes de la karstification. Cette intervention était calée de manière à permettre à l'ensemble des stagiaires de placer un cadre théorique aux différentes informations reçues lors des excursions de terrain.

La seconde, consacrée à l'archéologie en grotte, a été faite par Elisa Boche, spéléologue et archéologue au Centre national de la préhistoire de Périgueux, qui abordait les aspects réglementaires de l'archéologie et les techniques de fouille en cavité centrées sur la contextualisation des vestiges.

Concernant la deuxième partie du stage, où les stagiaires sont amenés à conduire un travail d'observation et de documentation d'une portion de la cavité à partir d'une problématique identifiée, l'approche pluridisciplinaire qui est mise en œuvre, associée à une pédagogie active permet une appropriation et un portage forts par les groupes de leur thématique de travail. La présentation des travaux en fin de stage et la rédaction du rapport complètent la démarche de formation.

La problématique de travail est choisie en fonction d'objectifs réalistes et qui peuvent être atteints dans le temps de travail imparti.

Le sujet doit pouvoir être présenté de manière aboutie en fin de stage. Cette démarche de formation-action permet de rendre le stage accessible à des spéléologues de niveaux et de motivations variés.

La dynamique de groupe qui s'installe progressivement, soudée autour de projets identifiés, apporte une démultiplication des relais de formation et facilite l'implication de tous les participants et l'acquisition des compétences.

Le tutorat de l'équipe d'encadrement fonctionne également sur ce mode. Il s'agit d'aider à la réalisation par les stagiaires de leur projet d'observation et de documentation. Le cadre, le spécialiste technique ou scientifique a un rôle de

personne ressource. Il intervient pour donner une information, pour guider la démarche permettant ainsi l'avancée du projet par les stagiaires.

La richesse des compétences de l'équipe d'encadrement, leur complémentarité et leur disponibilité ont été des facteurs importants de la réussite de ce stage.

Au regard des présentations qui se sont déroulées lors de la dernière journée à Bugarach, il apparaît clairement que cette fois encore, le stage équipier scientifique a rempli ses objectifs de formation et également contribué à la description du Bufo Fret.

Didier CAILHOL  
Commission scientifique FFS



CAZES G.

## PROGRAMME DU STAGE.

Jour	Matin	Après midi	Soir
Lundi 5 juillet	Accueil des stagiaires et présentation de la région , excursion géologique	excursion géologique au pic de Bugarach	présentation des objectifs du stage (méthodes de travail, matériel à disposition, mise au point technique), présentation du massif et du réseau par Christophe Bès
Mardi 6 juillet	Présentation de la cavité et visite des différents réseaux.	Présentation de la cavité et visite des différents réseaux.	Présentation par Bruno Leroux (Aude Claire) sur les euproctes
Mercredi 7 juillet	Travail par équipes : <b>Géomorphologie :</b> Description du carrefour débutant la galerie du sable Description du raccordement de la galerie du Riu Fret à celle des Intraterrestres <b>Hydrologie :</b> Description de la dynamiques des écoulements de l'actif dans la galerie du Riu Fret et mesures aérologiques dans la cavité. <b>Biospéologie :</b> Inventaire faunistique dans la cavité du Bufo Fret.		Stéphane Jaillet : les principes fondamentaux de la kartogénèse
Jeudi 8 juillet			Elisa Boche: les aspects techniques et réglementaires de l'archéologie en grotte.
Vendredi 9 juillet	Travail de synthèse des observations, rédaction	Travail de synthèse des observations, rédaction	Présentations par les groupes des travaux thématiques.
Samedi 10 juillet	Présentation des thèmes de travail	clôture du stage.	



CAZES G.

## *BILAN FINANCIER.*

---

<b>Dépenses</b>		
Hébergement	5 240,50 €	
Déplacements cadres EFS	517,00 €	
Déplacements intervenants scientifiques	1 501,39 €	
Déplacements à l'intérieur du stage	109,80 €	
Location matériel	126,00 €	
Frais pédagogiques	300,00 €	
Tirage rapports	250,00 €	
	8 044,69 €	

<b>Recettes</b>		
Apport stagiaires	3 900,00 €	
Apport famille Cailhol	1 008,00 €	
apport commission scientifique	2 650,39 €	
	7 558,39 €	
<b>Résultats</b>		<b>-486,30 €</b>

## *BILAN DU STAGE.*

---

Des entretiens conduits lors du bilan de fin de stage, il ressort que les stagiaires ont apprécié l'organisation pédagogique et technique, des compétences de l'encadrement et du matériel mis en œuvre.

Les remarques négatives ont essentiellement portées sur la structure d'hébergement et particulièrement sur l'intendance de celle-ci.

## PRESENTATION DU SITE D'ETUDE.

---

### GEOLOGIE ELEMENTAIRE AUTOUR DE BUGARACH

Par Michel WIENIN

Société Cévenole de Spéléologie et de Préhistoire d'Alès (Gard).

Courriel : speleo@wienin.com

La carte géologique locale à 1/50 000 est en vente imprimée (feuille Quillan, n° 1077) ou accessible gratuitement sur le site du B.R.G.M. :

<http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do> (choisir un horaire peu demandé car le serveur est mal pratique et « un peu » faible) <sup>1</sup>.

Une limite majeure à l'échelle régionale passe à environ 3 km au sud du village : le « Front nord-pyrénéen » qui apparaît comme une faille par chevauchement Est-Ouest faiblement inclinée vers le sud au niveau de laquelle une importante masse de calcaires dolomitiques gris du Jurassique supérieur (analogues à ceux des Causses) semblent reposer sur un ensemble de marnes, grès et calcaires tendres beaucoup plus récents (Crétacé moyen et supérieur).

En fait, cet « accident<sup>2</sup> » sépare deux domaines géologiquement distincts, au moins depuis le début du Jurassique :

- au nord, la zone dite « sous-pyrénéenne », ici la région des Corbières, fragment aplani de la chaîne hercynienne, demeurée émergée pendant l'ensemble du Jurassique (pas de couches de cette période), en zone côtière, lagunaire ou de faible profondeur (plateforme continentale) au Crétacé.

- au sud, la zone pyrénéenne proprement dite, marine peu profonde pendant l'ensemble du Jurassique (calcaires gris souvent dolomitiques) et la majeure partie du Crétacé (calcaire « urgonien » au Crétacé inférieur, plus profonde au Crétacé moyen : marnes grises), émergée ensuite (début de la formation des Pyrénées).

La phase de l'orogénèse<sup>3</sup> alpine dite « pyrénéo-provençale<sup>4</sup> » débute au Crétacé moyen, il y a un peu moins de 100 M.A. (Millions d'années) et connaît son apogée à l'Eocène moyen (45 MA) : le rapprochement de l'Afrique et de l'Eurasie prend en sandwich la mini-plaque ibérique et referme la mer pyrénéenne (cf. paragraphe précédent) dont le fond est soulevé de plusieurs centaines ou milliers de mètres.

L'ancien fond marin surélevé chevauche de part et d'autre (l'Espagne et la France) jusqu'aux fronts nord et sud-pyrénéens. Dans le secteur qui nous intéresse, la poussée du sud vers le nord forme une « nappe de charriage » qui vient se superposer aux sédiments de la zone sous-pyrénéenne ; ceux-ci sont repliés sur eux-mêmes et repoussés vers le nord sous forme d'écaillés qui s'empilent contre le

---

<sup>1</sup> Attention : une carte géologique de ce type est un document destiné à des professionnels. Elle est pratiquement inutilisable par une personne ne disposant pas d'une formation géologique suffisante.

<sup>2</sup> Accident : en géologie, changement brutal de roche ou de disposition des roches autres qu'une simple superposition. En général une faille.

<sup>3</sup> Orognèse ou orogénie : formation des chaînes de montagne.

<sup>4</sup> On lui doit, outre les Pyrénées, les chaînons E-O du Languedoc (Saint-Loup), et une première surrection de ceux Provence (Ventoux-Lure, Luberon, Alpilles, Estaque...)

« socle » hercynien du massif de Mouthoumet, une dizaine de km au nord, massif lui-même recoupé par plusieurs failles chevauchantes. Assez souvent, ces écailles de Crétacé supérieur sont séparées par quelques dizaines (et même jusqu'à 300) de mètres de marnes, gypse<sup>5</sup> et sel gemme<sup>6</sup> datant du Trias, roches peu consistantes qui se sont étirées entre les écailles et ont facilité le glissement des unes sur les autres.

Le résultat est un relief formé de longues crêtes EO caractéristique de l'avant pays pyrénéen avec un drainage souterrain de faible profondeur généralement conforme à cette direction (source de la Dotz de Bugarach). Au sud, les calcaires forment un large synclinal<sup>7</sup> E-O (fausse vallée de Maury- St Paul) rempli sur plusieurs centaines de mètres de marnes imperméables. Le flanc nord forme une muraille calcaire qui domine cette dépression sur plusieurs dizaines de km ; c'est le chaînon de Galamus. Les eaux s'y infiltrent profondément et ressortent principalement à Font Estramar (Salses-le-Château, 66), au bord de l'étang de Leucate, à 50 km à l'est. Cette très grosse résurgence (> 2 m<sup>3</sup>/s) typiquement vauclusienne a été plongée jusqu'à -205 m.

Le Pech<sup>8</sup> de Bugarach apparaît comme une sorte d'île, un lambeau de calcaire gris jurassique et crétacé isolé à l'avant du front pyrénéen. C'est un lambeau témoin d'une extension du front pyrénéen quelques centaines ou petits milliers de mètres plus au nord qu'aujourd'hui. Il repose directement sur l'ensemble crétacé supérieur dans sa partie nord, par l'intermédiaire d'une écaille intermédiaire de marnes du Trias qui constituent une sorte d'isthme le reliant au front nord-pyrénéen.

Par suite de la rotation de la plaque ibérique qui ripe vers l'ouest<sup>9</sup>, la poussée a évolué vers SE-NO, ajoutant toute une série de nouvelles failles obliques par rapport à celles existant déjà. On voit que la Serre<sup>10</sup> de Pêchine qui relie de Pech de Bugarach au Roc Paradet (front nord-pyrénéen) est parallèle à cette direction. En fait, la nappe pyrénéenne est elle-même faillée et le compartiment est a été poussé contre et en partie sur celui ouest, avant de basculer à la verticale, d'où la surépaisseur et les strates redressées du massif. Ce plongement frontal correspond sans doute à l'ancienne avancée des calcaires pyrénéens.

Sous le pech, la surface de chevauchement du Jurassique sur le Crétacé est irrégulière mais se trouve généralement entre 700 et 900 m d'altitude. Le lit de la Blanque près du village étant à 450, l'érosion a donc enlevé plusieurs centaines de mètres de Crétacé. Naturellement, une certaine épaisseur de calcaires jurassiques a également été enlevée par l'érosion (100 à 200 m ?) et le paysage il y a 5 ou 6 MA était très différent de l'actuel et il a d'ailleurs fortement varié dans le temps. Sa reconstitution sommaire est un élément important pour comprendre les karstifications anciennes dont l'étude nous apporte réciproquement des informations sur les circulations extérieures de l'époque. Par exemple l'étude des sables nous a donné

---

<sup>5</sup> Gypse : sulfate de calcium provenant de l'évaporation incomplète de lagunes marines et dont la cuisson sert à produire le plâtre.

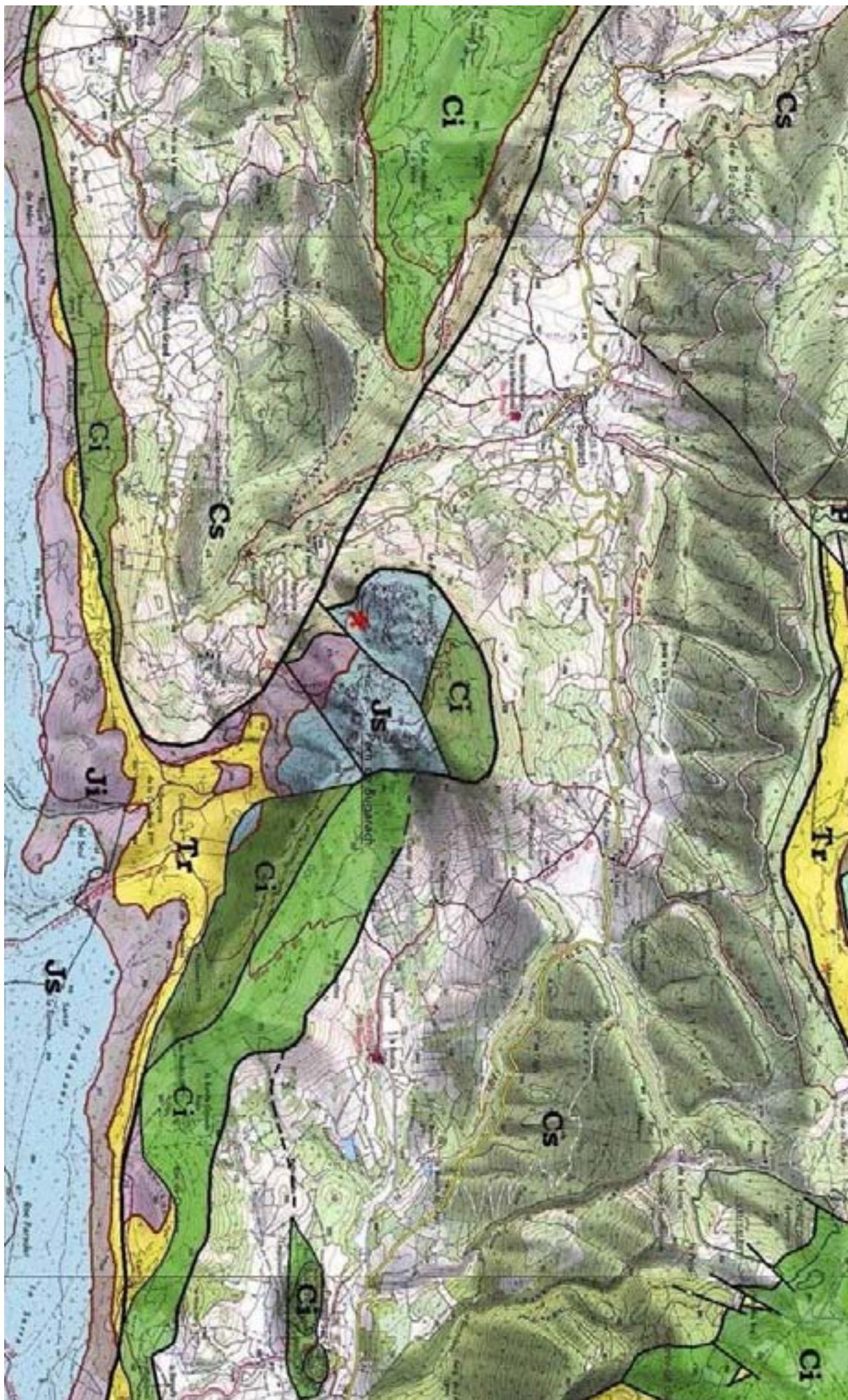
<sup>6</sup> D'où la présence de la Fontaine Salée de Sougraigne, 3 km au NE.

<sup>7</sup> Synclinal : couches plissées en forme de « U » (fond de bateau).

<sup>8</sup> Pech ou puech : en occitan (*puèg*), montagne ou sommet isolé, ne formant pas crête. Equivalent du français puy.

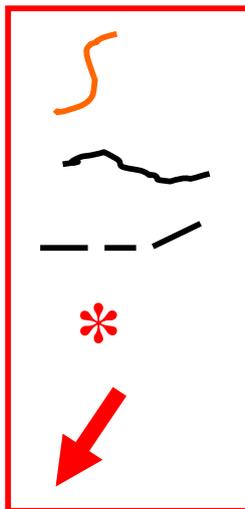
<sup>9</sup> La partie orientale de la chaîne des Pyrénées dérive, elle vers l'est en suivant la rotation de l'Italie pour donner la Sardaigne et la Corse.

<sup>10</sup> Serre : en oc, montagne allongée, formant crête (cf. espagnol *sierra*).



Légende de la carte :

Cs (pas de couleur) :	Crétacé supérieur
Ci <b>(vert)</b> :	Crétacé inférieur
Js <b>(bleu)</b> :	Jurassique supérieur
Ji <b>(violet)</b> :	Jurassique inf. et moyen
Tr <b>(jaune)</b> :	Trias
P <b>(brun)</b> :	Paléozoïque



Limite stratigraphique de terrains

Faille affleurante

Faille supposée

Bufo-fret (~)

Cthulhu démoniaque à 1 km

des graviers siliceux lustrés qui caractérisent ici le Coniacien<sup>11</sup> supérieur, prouvant que ce terrain a été présent à des niveaux beaucoup plus élevés qu'aujourd'hui.

Une question qui nous intéresse directement est celle de la spéléogénèse du réseau du Bufo-fret. Il n'est pas question ici d'entrer dans le détail des phases de creusement mais de poser une problématique de base : la cavité montre d'assez grandes sections et en particulier sous la forme de « tubes » à des altitudes (autour de 800 m). On sait que ces formes se sont creusées en régime noyé et avec des vitesses d'écoulement, donc des débits, relativement importants. Comme il n'est pas possible que les parties hautes du pech aient pu fournir de tels volumes, il faut penser à une alimentation extérieure et se rappeler qu'à l'époque :

- les vallées encadrant le pech (Blanque, A1gly et leurs affluents) n'étaient pas creusées et les terrains du Crétacé supérieur dépassaient sans doute largement 800 et même 900 m d'altitude.

- le pech n'était pas isolé en avant du chaînon calcaire de Galamus mais en formait une simple excroissance surélevée en direction du NO.

- le chaînon avait déjà subi une forte érosion se traduisant par la réalisation de surfaces d'aplanissement dont une de particulièrement visible autour de 900 m d'altitude dans le secteur des Pradasses, environ 2 km au SE du pech (attribuable à l'Oligocène supérieur autour de 25 à 30 M.A.?). Deux autres paliers d'aplanissement, plus récents et situés à des niveaux inférieurs, sont bien conservés autour de 760-780 (Bergerie de Malabrac) et de 650-700 (Malabrac).

Plusieurs solutions sont envisageables mais la plus probable me semble la perte d'un cours d'eau provenant globalement du nord ou du NE (Mouthoumet). Ces zones de la pénéplaine hercynienne surélevées et largement recouvertes par les écaillés sous-pyrénéennes constituent depuis longtemps une région haute ayant entraîné la mise en place de vallées rayonnantes autour d'un domaine central (ancien sommet ?) qui se situe actuellement autour du col de la Fage (chaînon reliant la Serre de Lauzadel au Pech de la Paille). Le drainage correspondant va du nord vers le sud, le niveau de base étant constitué par le sommet des marnes sombres de la « plaine » de Caudiès. L'existence d'écoulements extérieurs vers le sud est bien attesté par diverses vallées qui recoupent le chaînon calcaire et n'ont pu se mettre en place qu'avant que celui-ci n'ait été mis en relief par rapport à la zone en amont (ici, plus au nord) : il y a eu surimposition de la vallée. On pense tout de suite à l'Agly avec les gorges de Galamus (seule vallée de ce type restée active et dont le tracé actuel est tout à fait aberrant par rapport au relief régional) mais aussi à diverses vallées aujourd'hui sèches, la plus importante étant celle du col de Saint-Louis. Dans cette configuration, correspondant sans doute à une situation datant du Miocène, le Bufo-fret se prolongeait vers le sud au sein d'une couverture de calcaires aujourd'hui démantelée, alimentant une résurgence en bord sud du chaînon. Certaines parties hautes du vaste réseau du Cthulhu démoniaque, lié à la vallée sèche du col de Saint-Louis, situées à environ 3 km au SO, montrent de grandes formes noyées (tubes, coupoles...) pourraient avoir constitué jadis le drainage aval du B.F. et en avoir été séparés par l'érosion de la Blanqueau niveau du cirque de Lauzadel. Il ne sera sans doute jamais possible de prouver une telle liaison mais la découverte de gravillons du Crétacé supérieur dans les remplissages anciens du C.D. pourrait indiquer une ancienne alimentation extérieure de ce réseau et augmenter la probabilité de cette hypothèse.

---

<sup>11</sup> Coniacien : étage situé vers le milieu du Crétacé supérieur.

## Situation géographique

Les Corbières occupent une place importante dans le département de l'Aude. Elles en constituent en gros le quart de la superficie soit plus de 2 000 km<sup>2</sup>. Pour des raisons essentiellement climatiques et paysagères on distingue plusieurs Corbières ; les Corbières maritimes à l'Est, le long de la côte méditerranéenne aux paysages arides et aux vins réputés ; les Corbières occidentales au nord-ouest et les hautes-Corbières au sud-ouest, plus humides et aux paysages plus variés dans lesquelles se trouvent les karsts de Bugarach et de Sougraigne. Avec une densité de moins de 5 habitants/km<sup>2</sup>, cette région est une des plus défavorisées de l'Europe et en même temps une des mieux préservées. Les villages les plus importants ne comptent pas plus de 200 habitants, il n'y a presque plus d'écoles et de commerces et les communications restent encore difficiles.



## Historique des recherches

Dans cette région restée longtemps isolée (certains villages n'ont été dotés du confort moderne que dans les années 50-60) les recherches spéléologiques ont été entamées tardivement.

Même si dès 1897, l'instituteur du village de Bugarach, Mr Estève, signale la résurgence de la Font de Dotz suite à une enquête demandée par la préfecture de l'Aude, il faut attendre la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle pour voir les premières recherches sérieuses.

Elles sont entamées par l'Entente Spéléologique du Roussillon (ESR) du département voisin des Pyrénées-Orientales, elles n'ont laissé que peu de traces dans la bibliographie et quelques inscriptions pariétales.

En 1967, Henri Salvayre plonge la source de la Dotz à Bugarach sans succès.

En 1975, les catalans reprennent leurs études et découvrent une cavité intéressante sur le massif de Sougraigne. Il s'agit du trauc de la Mandra qu'ils explorent sur plus d'un kilomètre. Un des protagonistes n'est autre qu'André Lachambre, le découvreur du réseau des Ambullats (Villefranche-de-Conflent / 66), plus longue cavité de la région Languedoc-Roussillon avec plus de 25 km.

En 1977, un club local de Narbonne, le TAMS, prospecte le pic de Bugarach et découvre un petit aven mais ne continue pas ses travaux.

Les prospections s'intensifient à partir des années 80. Elles sont essentiellement menées par le Spéléo Club de l'Aude (SCA). La première cavité importante du pic est découverte en 1982, la caunhà del Pech, si bien nommée, développe 300m. D'importants trous souffleurs sont repérés sur le sommet indiquant un important potentiel en dénivelée.

Du côté de Sougraigne, ça bouge aussi et dans les années 1984 à 1989 d'importantes découvertes sont réalisées par le SCA. Le trauc de la Mandra est porté à 1520m, et surtout plusieurs cavités inédites sont mises à jour. Parmi elles, le trauc del Caucé développe 480m, le trou des mille feuilles 300m, le trauc de la Veirarià 1960m et le trou du Bournasset atteint 6142 m ce qui le place dans le peloton de tête des plus longues cavités audoises.

Après cette fièvre exploratrice, les spéléologues ne se calment pas et les investigations redoublent. Le massif de Bugarach est de nouveau sur la sellette.

Après une nouvelle plongée infructueuse de la Font de Dotz par des collègues catalans, le Spéléo Corbières Minervois (SCM) décide de tenter un pompage dans cette cavité pendant l'été 1990. De nombreuses péripéties ponctuent ces opérations, mais après avoir difficilement vidé trois siphons, le réseau se dévoile et livre plusieurs kilomètres de galeries. Après le creusement d'une entrée artificielle repérée à la suite d'une topographie de surface et d'autres sorties, la cavité atteint 3 077m fin 1991. La découverte d'euproctes, amphibiens endémiques des Pyrénées, va être à l'origine de campagnes de recensements régionales de ces étonnants animaux ce qui étendra considérablement leur aire de répartition. Les années suivantes sont plus calmes et les sorties s'espacent dans le temps.

C'est un coup du sort qui va relancer les explorations en 1998. Un historien et paléontologue amateur local, Christian Raynaud, prospecte assidûment les flancs du

pic de Bugarach à la recherche d'une présumée grotte préhistorique. Au fond d'un vallon escarpé, il découvre un fort trou souffleur entre des blocs et entreprend de l'agrandir. Après de nombreuses tentatives infructueuses, il décide de faire appel à des spéléologues et s'adresse au SCM. Des travaux délicats commencent, échelonnés sur plusieurs mois, jusqu'en juin 1999 date à laquelle le passage s'ouvre enfin et offre très rapidement plusieurs kilomètres de galeries remontantes de très belle facture. Après ces passages trop facilement explorés vient le temps des désobstructions, des escalades et de la topographie qui demandent beaucoup d'abnégation et de persévérance. Fin 2005, l'essentiel du développement (5500m) est acquis et il reste peu de points à poursuivre mais l'espoir demeure de trouver des prolongements substantiels et de relier un jour le réseau à un des puissants trous souffleurs situés en haut du pic. C'est un nouveau défi que devront se lancer les futurs explorateurs.

Parallèlement à cette découverte majeure, une autre exploration est réalisée sur Sougraigne par un interclub. Le trou de la Porte des Etoiles livre peu à peu quelques centaines de mètres de conduits souvent très étroits et âpres (750 m) confirmant le potentiel de ce secteur.

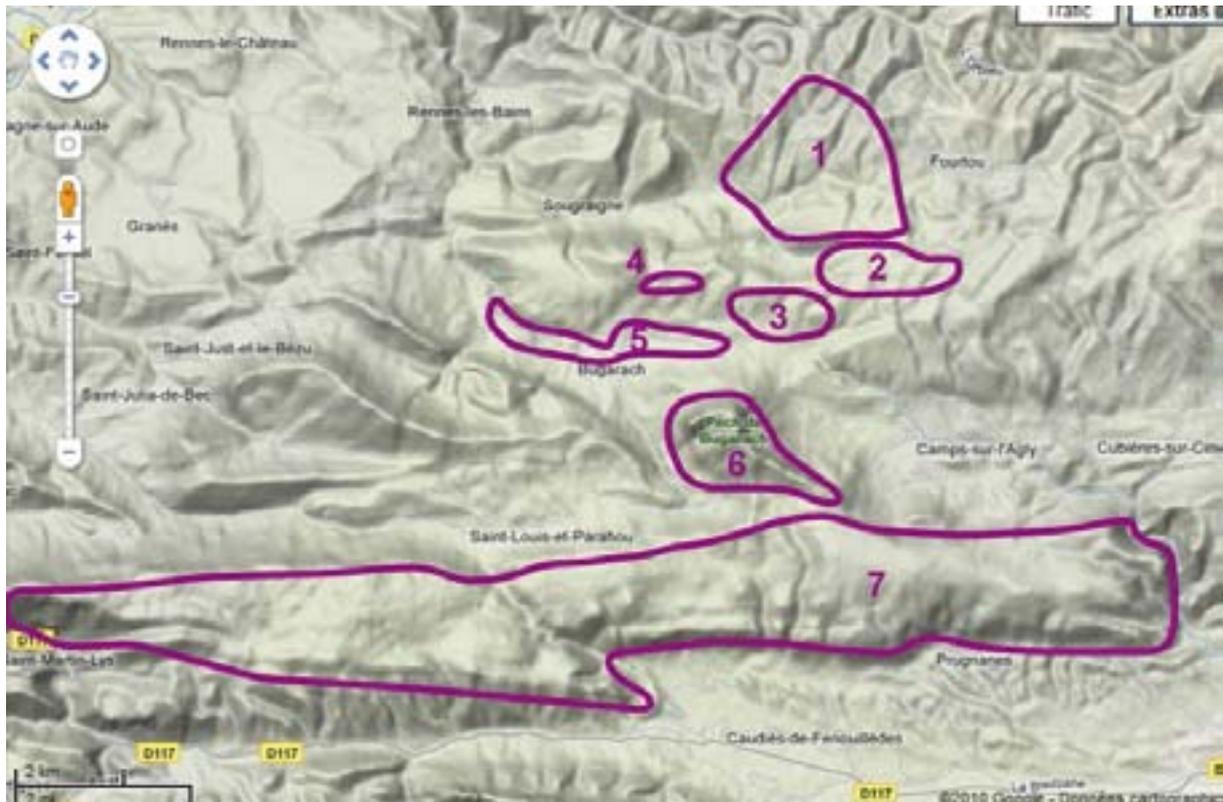
### **Une grande variété de karsts**

Si l'on se cantonne à la partie extrême des hautes-Corbières, celle dont fait partie le massif de Bugarach, on a la chance d'y observer une grande variété de karsts dans un périmètre très limité.

Le karst couvert de Sougraigne/Fourtou est le plus développé et possède plusieurs cavités de développement pluri-kilométrique. Il affecte des formations calcaires du Turonien enchâssées dans des formations gréseuses.

Il est suivi par un karst très différent qui se développe dans les formations gypsifères du Trias. On ne connaît pas de cavités pénétrables mais de grosses dolines de soutirage existent et les eaux ressortent à la source de la Sals, source salée dont les teneurs en sels peuvent atteindre 60g/l !

Dans le synclinal de Bugarach qui relaie l'anticlinal de la fontaine salée, on retrouve un karst en partie couvert dans les formations coniaciennes dans lesquelles se développe l'important réseau de la Font de Dotz (3 077m). Il s'agit d'un réseau relativement jeune, toujours fonctionnel et en cours de creusement.



**Légende :** 1- karst couvert de Sougraigne ; 2- karst du gypse de la fontaine salée ; 3- karst de contact du Linas ; 4- cavités des grès ; 5- karst couvert de Bugarach ; 6- karst du Pech de Bugarach ; 7- karst des Fanges/Paradet.

Dans ce même synclinal se trouvent également quelques petites cavités creusées dans des grès azoïques du Turonien et des cavités de contact grès/calcaires qui sont très intéressantes.

Enfin, le pic de Bugarach constitue également un karst particulier, témoin d'un massif plus important drainé par des cours d'eaux souterrains et que l'érosion est en train de complètement démanteler. Les galeries-tubes en montagnes russes du Bufo Fret sont la marque d'un ancien niveau de base situé 300m au-dessus du niveau actuel.

N'oublions pas pour clore ce paragraphe qu'à quelques kilomètres au sud se trouve le magnifique karst des Fanges/Paradet dans lequel se développe le réseau du Cthulhu Démoniaque qui atteint 18 km à ce jour pour 300m de dénivellation.

### **Le réseau du Bufo Fret**

Nous ne reviendrons pas en détail sur les explorations de ce réseau de plus de 5 km.

Il mérite tout de même une description un peu plus circonstanciée.

L'entrée s'ouvre au fond du vallon du riu fret, au pied de pentes abruptes. Il s'agit d'un trop-plein temporaire d'un petit actif qui coule au début de la cavité. L'aval siphonne rapidement à -10m. L'amont donne sur la suite majeure après le lac des lutins. Cet axe principal orienté N 30° est guidé par une fracture majeure de même

direction qui traverse le massif du Pech de Bugarach. On peut le suivre sur plus de 700m d'extension et c'est sur lui que se greffent toutes les branches adjacentes du réseau.

La première partie est fortement remontante et présente plusieurs parties annexes qui doublent ou triple son développement par endroits. On citera notamment les quadrupèdes aux conduits intimistes qui boucle avec la branche du disque après une série d'étranglements délicates. Après une échelle artificielle fixée à +53m, on pénètre dans le méandre du couennu, plus étroit et vertical. On arrive ensuite à la trémie Pearl Harbor, franchie à coups redoublés de percuteur lors de la première. Derrière, on retrouve les galeries en tube au sol sableux si accueillant et on arrive dans un endroit clé du réseau : le carrefour à +58 m.

A gauche, vers l'ouest, après un ressaut vertical équipé à remonter, débute la galerie du sable. Elle développe au total avec ses annexes plus de 1 000 m. Après un début spacieux orné de belles concrétions, on se heurte à une série de laminoirs plus ou moins hauts que l'on doit suivre sur plus de cent mètres. Une grande partie a du être agrandie par les explorateurs. La suite est une succession de beaux conduits entrecoupés de parties plus étroites et de quelques ressauts. Après le tube de la galerie des carottes on arrive à +63m au siphon de sable « Hamster jovial ». Tout droit, un étroit méandre annonce les réjouissances du boyau des louveteaux qui s'achève à +95m, à l'aplomb de la suite de la galerie du sable (point +114m). A gauche, un passage bas désensablé donne sur une suite importante et complexe. Une première partie est constituée d'un gros conduit remontant, la galerie des moustiques qui s'achève à +104m sur un remplissage de graviers et de terre proche de la surface (moustiques et dolichopodes l'attestent ainsi que le bruit du vent extérieur perceptible dans une petite poche au plafond de la galerie). De nombreux ossements, de bouquetins notamment, prouvent aussi une ancienne relation directe avec l'extérieur. Au début de la galerie des moustiques, une série de passages remontants amènent dans une grande diaclase. Elle se poursuit vers le nord jusqu'au point +114m. Une autre escalade de 16m puis un boyau malcommode débouche dans une haute diaclase parallèle à la première. Plusieurs points hauts ont été atteints à +142m et +160m sans atteindre le terminus de ces fractures qui se développent à l'intérieur d'une grande paroi de 300m de haut et ont une origine en partie tectonique.

Revenus au carrefour nous pouvons remonter un gros tube très incliné. A mi-hauteur vers le sud, démarre la branche du disque, fortement remontante jusqu'à +117m. Elle développe 250m et rejoint les quadrupèdes par des passages très sélectifs.

En remontant jusqu'en haut (corde) le tube on prend pied sur le grand balcon à +78m. Un des endroits emblématiques de la cavité avec son rideau de concrétions. C'est le début de la grande suite par la galerie des grosses piques. Succession de grands tubes spacieux et bien concrétionnés.

A +80m une zone très complexe se présente, des tubes secondaires doublent, triplent même par endroits le conduit principal, ceci jusqu'au fenestrou. C'est également à cet endroit qu'arrive la vallée blanche. Il s'agit d'une magnifique galerie dans laquelle alternent des gros conduits, de belles formations carbonatées, des

oppositions, des escalades, des passages arrosés. Arrêt sur remplissage à +122m et point haut à +126m pour un développement de 400m.

Après le fenestrou, on retrouve les gros tubes qui étaient allés musarder ( de +102m à +92m). C'est la galerie des intraterrestres. Il faut franchir une vire sur la gauche et continuer sur 30 mètres pour arriver au pied d'une petite remontée équipée (+81m). A gauche se trouve l'accès qui mène à l'actif, le riu fret dont on entend le murmure de cet endroit. On le rejoint après 50m de progression dans un beau méandre et après avoir franchi la caractéristique « arche blanche ». A l'aval, l'actif s'encaisse dans des fissures étroites rapidement impénétrables, mais en amont on peut le remonter sur 300 m environ jusqu'à un siphon. Le débit du riu fret est de 5 l/s à l'étiage. La suite de la galerie des intraterrestres est au-dessus de la remontée de + 81m (e 6). Une fois ce passage franchi, on atteint un autre embranchement. A droite, un beau tube remonte à + 97m au pied d'une petite escalade. En-dessous, une descente de 25 m rejoint des galeries qui jonctionnent sous le passage de la vire. L'escalade de 6 m est la voie d'accès au réseau boubou, une des branches principales du réseau puisque c'est par elle que l'on atteint le point haut actuel de la cavité à + 172 m. C'est une branche dans laquelle la progression est difficile. On commence par la remontée d'un boyau exigü fortement ventilé qui se poursuit par une série de passages malcommodes jusque dans une petite salle qui n'est autre que le bas d'une cheminée remontée sur 25 m (+ 149 m) sans succès. C'est la cheminée du lézard, en fait un bout de loir aperçu par un des protagonistes très fatigué ce jour là. Une série d'étroitures amène au sommet d'un puits humide. Il s'agit en fait d'une série de puits qui descendent sur près de 60m, fond impénétrable à + 84m. Au-dessus, une escalade de 5m à travers une trémie débouche dans une grande diaclase ébouluse (+ 146m). Elle est suivie par des conduits moins spacieux (+ 138 m) puis carrément petits et surtout englués par une boue terrible qui a donné son nom à cette branche et à ce boyau (boyau de la grasse attitude), entièrement désobstrué par notre équipe jusqu'à + 150 m. Après ce morceau d'anthologie fort désagréable se présente une nouvelle série de puits sur 40 m qui ne donne rien. Un peu plus loin, les dimensions redeviennent très confortables et plusieurs possibilités se présentent. A gauche, galerie descendante qui devient très boueuse elle aussi (+ 139m) ; en face, entre des blocs, départ d'un beau puits (30 m ?) à ouvrir ; à droite, escalade de 15m qui donne sur le point haut (+ 172 m), arrêt sur étroiture à ouvrir.

Si on revient au carrefour de + 92, on peut continuer les intraterrestres par une série de beaux tubes avec un point haut à + 102 m. On arrive au sommet d'un petit ressaut qui domine un bel élargissement. C'est le petit balcon (r 4). Dimensions plus importantes, concrétions moins nombreuses imposent un changement de nom, on est maintenant dans la galerie des petits gris (les initiés comprendront). 20 m après sur la gauche, un départ amène sur un superbe miroir de faille suivi par des conduits étroits (le culbut) qui rejoignent le riu fret avant le siphon et les petits gris après le puits broyé. 40 m plus loin, une rupture de pente se présente. Juste avant sur la gauche se trouve l'accès à la « peste brune ». Elle débute par une remontée de 23 m dans un puits en partie effondré. Il est suivi par deux beaux méandres puis une chatière bien ventilée annonce une zone plus étroite jusqu'à une petite salle ébouluse à + 126 m. La suite a été entièrement agrandie pour essayer de suivre le courant d'air prometteur qui parcourt ces conduits. Le premier tronçon, horizontalement, sur plus de 30m jusqu'à une nouvelle zone très étroite (+ 121 m). Le deuxième tronçon démarre latéralement au premier et donne rapidement au bas

d'une cheminée verticale de 15m très étroite et arrosée. On a pu progresser au-dessus jusqu'à + 150m pour aboutir sur de minuscules fissures impénétrables.

Revenus dans la galerie des petits gris, une rupture de pente se présente ; c'est le puits broyé (P 7) qui mène sur le riu fret retrouvé. La galerie se prolonge par de beaux tubes spacieux sur plus de 150m. A son début sur la gauche, deux regards permettent de prendre pied dans l'amont de l'actif que l'on peut suivre sur 150m dans des conduits de petites dimensions. Plus loin, au pied d'un toboggan argileux, deux autres conduits aboutissent à une galerie inférieure (+ 89m) qui double la galerie supérieure. Au sommet du toboggan, la galerie redescend et effectue une boucle complète sur elle-même, ainsi que la galerie inférieure. Après un passage ébouleux, on pénètre dans un méandre imposant accusant par endroits 20m de hauteur. Dénommé méandre du beau jeune homme (MBJH), il présente plusieurs passages en opposition exposés. Après une centaine de mètres, la suite est plus étroite et on entend le bruit de l'actif retrouvé. On va remonter celui-ci sur 150m environ dans un méandre à l'égyptienne puis on traverse une nouvelle ébouleuse en la remontant jusqu'au pied d'une belle cheminée (+ 90m). Cette cheminée (20m) est l'accès à la galerie chicanna composée de plusieurs conduits superposés à l'actif. Fond à + 124m sur une étroiture ventilée.

Après avoir traversé une coulée barrant la galerie, on rejoint l'actif dans une galerie ébouleuse. Elle se dédouble et sur la gauche arrive l'actif qui reste dans une galerie inférieure (+ 100m). Après un ressaut à escalader et une belle zone de gours et de concrétions (+ 100m), le méandre reprend ses droits et amène au fond à la cote + 100m.

Développement total : 5 534 m  
Dénivellation : 182 m (- 10 ; + 172)





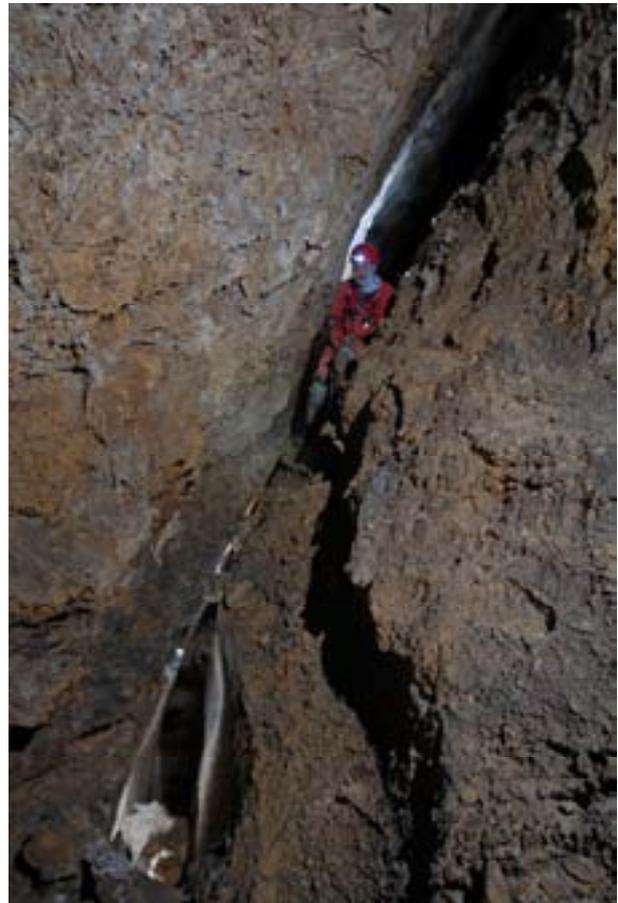
1

2

3

Photographies de :

- 1 : CAZES G.
- 2 : JAILLET S.
- 3 : JAILLET S.



# DOSSIERS STAGIAIRES

# APPROCHE GEOMORPHOLOGIQUE DE LA PERTE DE LA RIVIERE DU BUFO FRET

SCHERK G. & DURAUD S.

L'équipe s'est intéressée à l'environnement géomorphologique d'une portion de la rivière de la cavité du Bufo Fret car elle voit son cours s'infléchir brusquement vers le bas dans une zone fracturée. Juste à proximité, la présence d'une portion de cours d'eau fossile interroge sur la chronologie des événements qui ont conduit au tracé actuel du réseau.

La partie étudiée se situe vers le milieu du réseau complexe du Bufo Fret, dans le prolongement de l'axe principal de la grande diaclase. La perte de la rivière souterraine, le Riu Fret, se trouve dans un petit réseau annexe après un couloir d'une cinquantaine de mètres. Nous nous trouvons dans les dolomies du Jurassique.

## **Problématique :**

La portion étudiée présente de nombreuses et diverses formes de creusement : méandre fossile classique, éboulis, conduits tubulaires, érosion régressive classique par écoulement d'eau. De plus, cette zone présente des signes de fracturation intense, au sol, sur les parois, ainsi que des zones de broyages, des traces de rejet, des miroirs de failles.

La problématique principale est d'établir une chronologie de ces différentes phases de creusement, et d'essayer de déterminer l'influence des mouvements tectoniques sur le creusement karstique. Elaborer des hypothèses sur l'érosion régressive de l'actif actuel et l'influence de la néo-tectonique sur la perte actuelle.

obtenir une vue en plan qui permet de placer nos stations sur le plan déjà établi par le SCM et donc d'y reporter nos observations. D'autre part pour obtenir une coupe développée

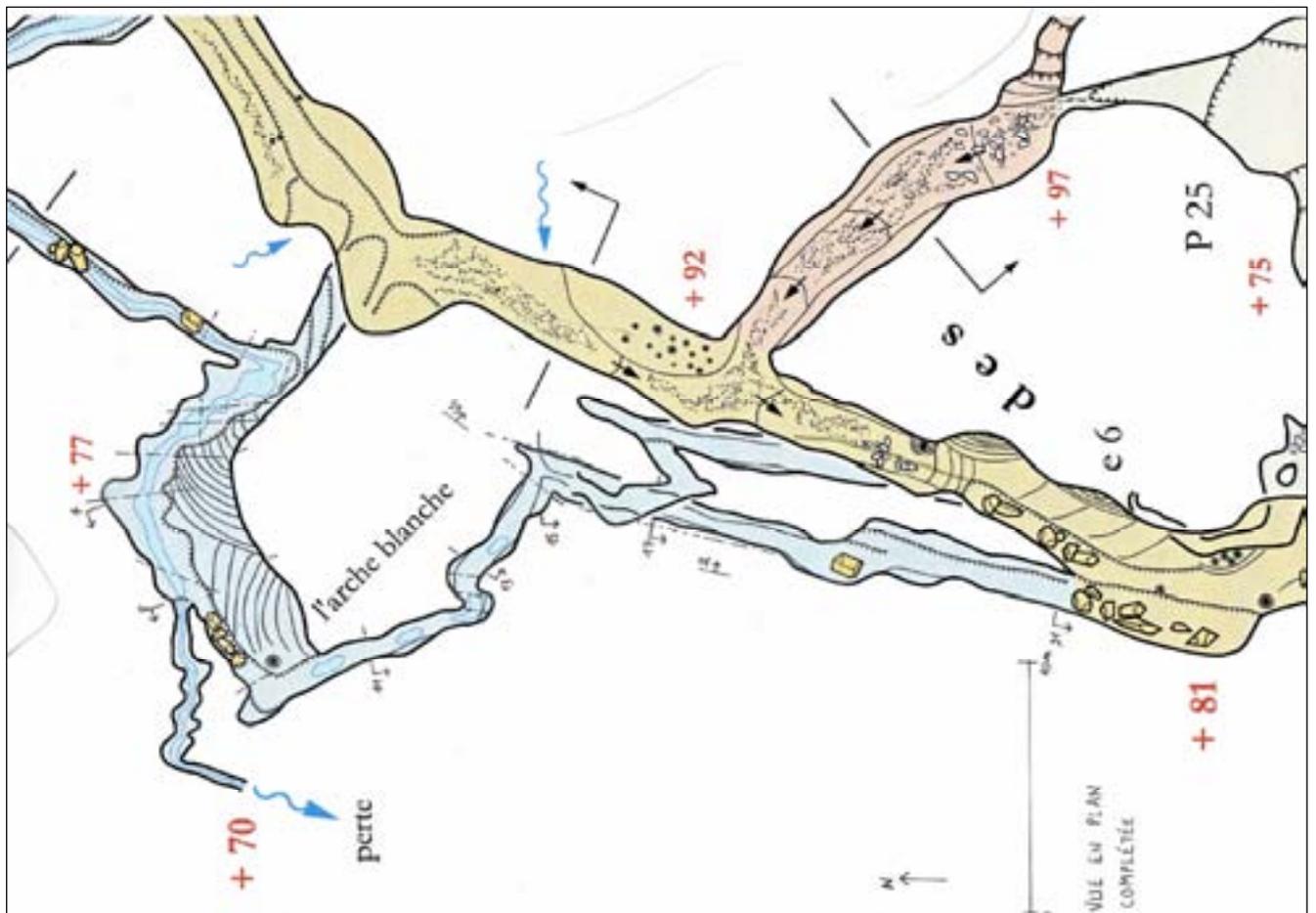
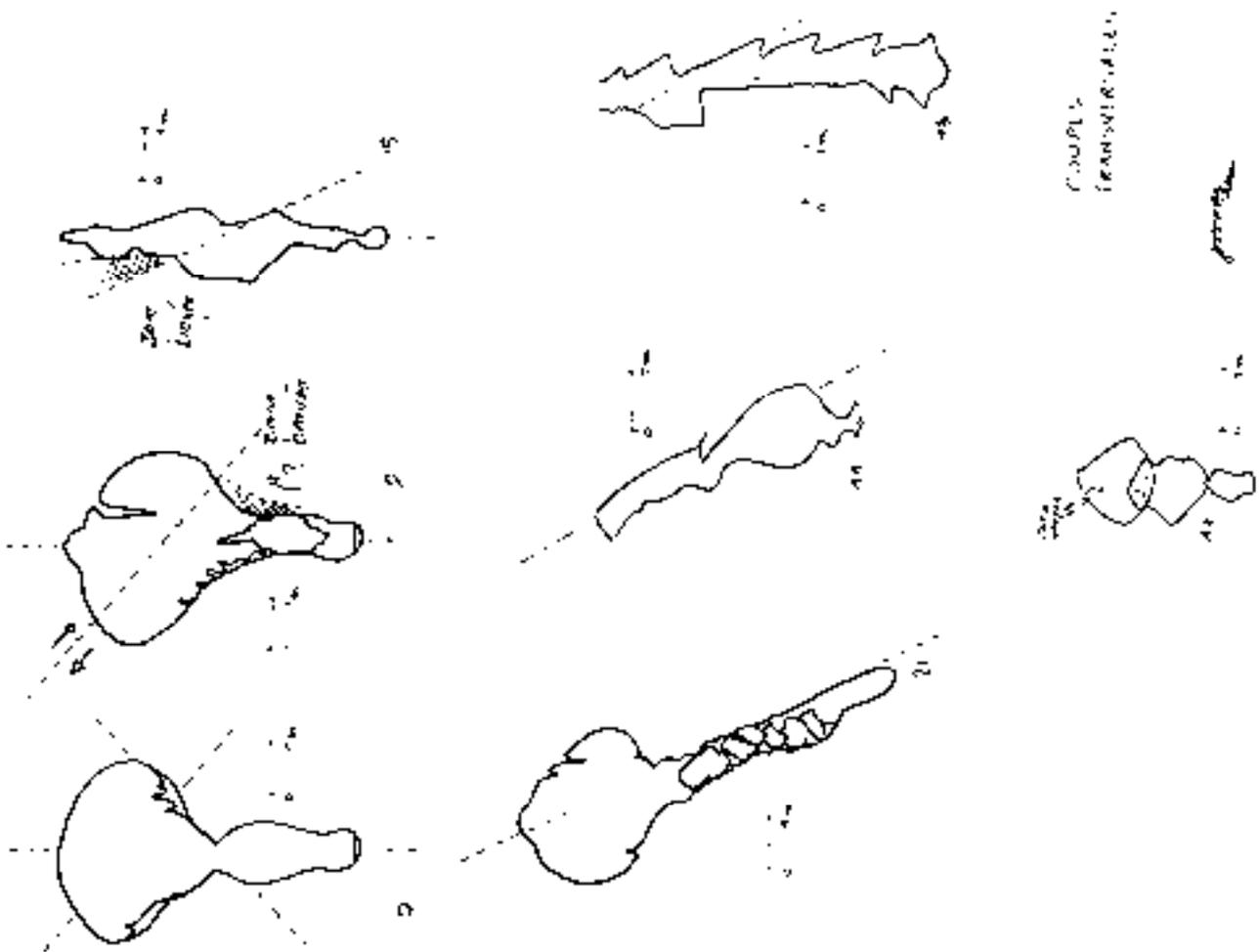
Enfin un relevé cartographique d'une portion de l'actif jusqu'à la perte actuelle, et du réseau fossile le prolongeant, et des différentes fractures et failles ponctuant le parcours de la rivière à été effectué. Ainsi qu'un relevé de sections de galerie.

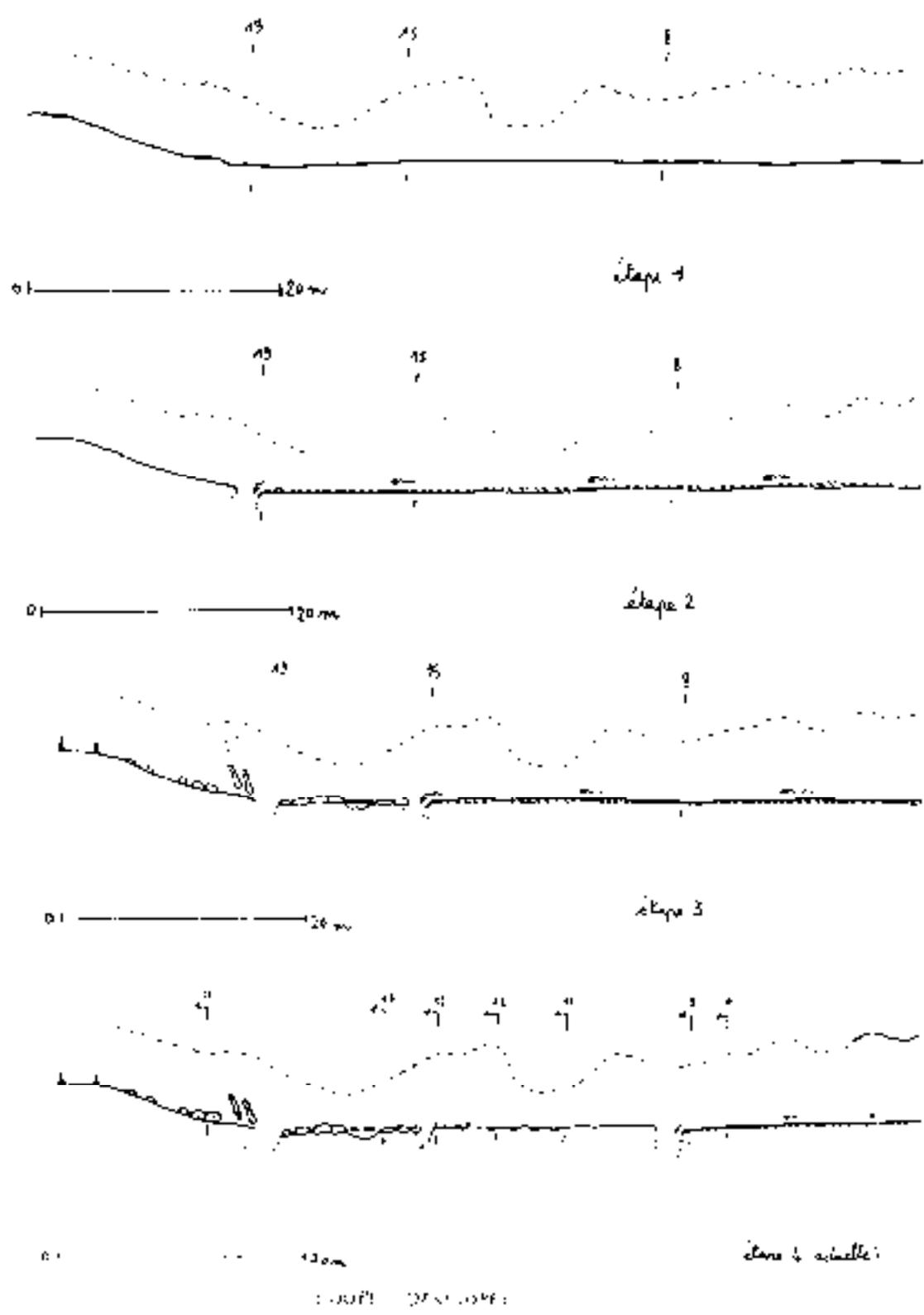
Nous avons utilisé pour cela un lasermètre Hilti d'une précision égale au millième de mètre, un compas-clino Suunto d'une précision au degré et un mètre métallique d'une précision au cm.

## **Méthodologie & matériels :**

Notre première approche fut l'observation visuelle et un relevé photographique.

Puis nous avons utilisé le logiciel Visual Topo d'une part pour





## **Observations :**

Sur la partie active de la rivière, on observe de nombreuses failles, dans de nombreuses directions. Certaines de ces failles ont clairement influencé le trajet de l'actif, jusqu'à imposer des changements brutaux de direction dans le tracé de la rivière.

La fracturation est également très présente dans les alentours de l'« Arche Blanche », où se trouve la perte actuelle de l'actif. On y trouve par ailleurs une faille avec de légères traces de rejet, ainsi qu'une autre faille plongeante en direction de la perte.

Dans cette zone apparaît également un conduit tubulaire assez large, quelques mètres au dessus de l'actif actuel. Ce conduit présente des formes caractéristiques d'un creusement en régime noyé (formes circulaires, coupoles de dissolution au plafond)

Plus loin en aval, la zone de « rivière fossile » est assez complexe : zones de broyage, miroir de faille...

En outre, une deuxième zone de décrochement brusque vers le bas apparaît, puis une troisième une dizaine de mètres plus loin, avec des traces d'écoulement qui évoquent d'anciennes pertes.

Le relevé de l'orientation des principales failles indique N190° à plusieurs reprises, comme le long du couloir fossile. De nombreux blocs restent coincés en travers de cette galerie. Des concrétions cassées ou des spéléothèmes penchés sont présents également dans ce secteur.

Ces observations conduisent à imaginer plusieurs accidents tectoniques successifs qui auraient modifié à la fois l'environnement

rocheux et le cours de l'eau souterraine.

## **Interprétations & hypothèses :**

### Première étape :

Le niveau de base de l'eau est bien supérieur au niveau actuel, favorisant un creusement en régime noyé ( per ascensum ?, comme semblerait l'indiquer certaines traces observées dans les galeries d'entrée du Bufo Fret), notamment celui du conduit supérieur observé au-dessus de la perte actuelle. Naturellement, l'eau emprunte la fracturation déjà établie dans le massif : l'observation des conduits tubulaires permet de retrouver les axes sur lesquels ils se sont formés.

### Deuxième étape :

Le massif externe subit une érosion poussée. Le niveau de base s'abaisse, l'eau quitte les conduits tubulaires, y favorisant une phase de concrétionnement.

Un creusement classique perte-résurgence s'établit : l'eau, en provenance de la surface du Bugarach emprunte les conduits et failles pré-existantes ou des petits conduits annexes sous-jacents.

Une érosion régressive se met en place, avec des reculs successifs des pertes de la rivière.

### Troisième étape :

Des mouvements tectoniques auraient favorisé l'enfouissement des eaux par la perte qu'on observe actuellement. Ces mouvements expliquent d'une part la destruction du concrétionnement existant, mais également la reprise de celui-ci à d'autres endroits, notamment au niveau de « l'Arche Blanche » : la calcite blanche réapparaît au profit d'une fissure probablement réouverte par la néo-tectonique.



# OBSERVATIONS HYDROGEOLOGIQUES ET AEROLOGIQUES DANS LE RESEAU DU BUFO FRET.

SUAREZ E. & ARNAUD M.

## **Problématique :**

Le but de notre étude est de comprendre les écoulements du Réseau du Bufo Fret.

## **Protocole :**

Nous avons réalisé différentes mesures le long de l'actif (débits, aérologie, vitesses, températures et conductivité) ainsi qu'un traçage et une topographie en amont qui participent à la compréhension de notre étude.

Le site étudié le Bufo Fret se situe dans les Pyrénées, à Bugarach. Les couches géologiques sont principalement des dolomies du jurassique supérieur.

## **Méthodologies & matériels :**

### Topographie :

Nous avons topographié une des zones de travail, située dans la partie aval du Riu Fret.

### Traçage :

Nous avons injecté une quantité de fluorescéine, ici 250g à +90m de l'entrée soit une altitude de 781m. Le relevé des valeurs du fluorimètre qui nous intéresse s'est fait au niveau de la source à 540m d'altitude et à 1030m du point d'injection.

Il s'agit de mesurer la spectrophotométrie du cours d'eau, durant un pas de temps déterminé, jusqu'à obtention d'un pic du passage

de la fluorescéine.

Les mesures obtenues ont permis d'établir plusieurs données :

Calcul de la vitesse de l'actif en amont du profil étudié :

$$\text{Vitesse (m/s)} = 8 / 51 = 0.15$$

Calcul de la vitesse du profil étudié :  
 $V=0.33 \text{ m/s}$

Calcul de la vitesse d'écoulement de l'actif grâce au fluorimètre :  $V= 1030\text{m}/19\text{h}= 0.015\text{m/s}$

### Les mesures quantitatives

- Jaugeage par objet flottant :

Il a été réalisé à la rivière du Riu Fret sur une portion à écoulement régulier, peu turbulent et un lit bien calibré.

Le calcul des paramètres :

Le calcul de la section mouillée ( $\text{m}^2$ ) se fait en mesurant la largeur de la section (m) à partir de laquelle on mesure à distance régulière les hauteurs (m) d'eau du profil.

Nous appliquons également un coefficient de correction, de 0,4 du au frottement du lit

Afin d'obtenir la section mouillée on fait la somme des hauteurs d'eau que l'on multiplie par la largeur de la section mouillée:

$$S (\text{m}^2) = \text{moyenne des sommes } HE (\text{m}) \times \text{Largeur (m)}$$

Pour mesurer la vitesse du courant, nous avons lâché un flotteur

en amont du cours d'eau, sur une Longueur (m) prédéfinie de 2m. Nous avons ensuite mesuré le temps (s) que le flotteur a mis pour parcourir cette distance, ce qui nous a permis d'obtenir une vitesse (m/s):

$$V (m/s) = \text{Longueur (m)} / t (s)$$

Nous avons répété l'opération plusieurs fois afin d'obtenir une vitesse moyenne, à partir de laquelle nous avons calculé le débit.

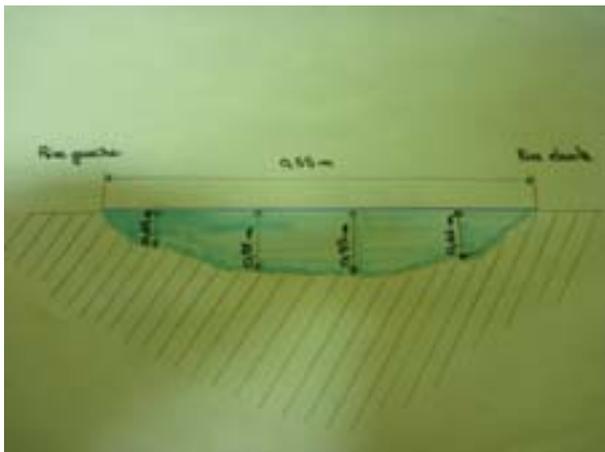
$$Q (l/s) = S (m^2) \times V (m/s) \times 0,4$$

Résultat :

$$V (m/s) = 2 / 6.02 = 0.33$$

$$S (m^2) = 0.0840 \times 0.55 = 0.462$$

$$Q (l/s) = 0.462 \times 0.33 \times 0.4 = 6$$



Section mouillée relevé le 7 juillet 2010

- Le jaugeage direct :

Il a été réalisé au même endroit au niveau de la chute d'eau, le seuil étant assez haut pour pouvoir y glisser le seau, et étroit pour canaliser la veine d'eau. La chute se divise en deux à cet endroit, nous avons ainsi calculé la somme des deux débits.

Le principe a été de chronométrer le temps (s) de remplissage du seau, ce dernier ayant un volume connu de 24 L.

Le calcul du paramètre :

Nous avons déterminé le débit (l/s) par la formule suivante:

$$Q (l/s) = V (l) / t (s)$$

Il s'agit de répéter l'opération plusieurs fois afin de faire une moyenne des débits obtenus et de rapporter le tout à 1 seconde.

$$\text{Debit 1 (l/s)} : 24/20,5 = 1.15$$

$$\text{Debit 2 (l/s)} : 24/5,6 = 4.28$$

$$\text{Debit total (l/s)} : 1,15 + 4,28 = 5.43$$

- Le débit de l'air :

Afin d'obtenir la section on fait le produit de la hauteur de la section par la largeur de la section :

$$S (m^2) = \text{Hauteur (m)} \times \text{Largeur (m)}$$

Les vitesses ont été obtenues grâce à l'anémomètre.

L'anémomètre donne les vitesses de l'air à partir de laquelle on peut déterminer le débit d'air, en intégrant la section de tuyau.

Il suffit ensuite de calculer le débit :

$$Q (l/s) = S (m^2) \times V (m/s)$$

### Les mesures qualitatives :

Température et conductivité

La conductivité :

Elle indique la teneur en ions dissous dans l'eau, tels que les nitrates ou les carbonates, c'est-à-dire la minéralisation totale de l'eau. Plus il y a d'ions dissous, plus la conductivité est élevée.

La sonde mesure la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. L'unité de conductivité électrique est le micro-siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

La température :

Les valeurs des différents paramètres mesurés sont dépendantes de la température qui change au cours de la journée, mais aussi lors d'évènements météorologiques.

Les températures ont été mesurées en continu à intervalle de 900 secondes par des sondes multi-paramètres de type reefnet.

Heure de pose et de relevé des sondes

Sonde	Heure de pose	Heure de relevé
8010	11H43	15H16
8000	12H10	15h10
8009	13H39	14H32
8007	14H51	13H47

Mesures de conductivité et de température

Localisation	Température (C°)	Conductivité ( $\mu\text{s}$ )
Base e13	9,4(eau)	430
Pied de e2	9	450
1ere résurgence	10	251
Rivière du Riu Fret	8,2	220
La source	10	340

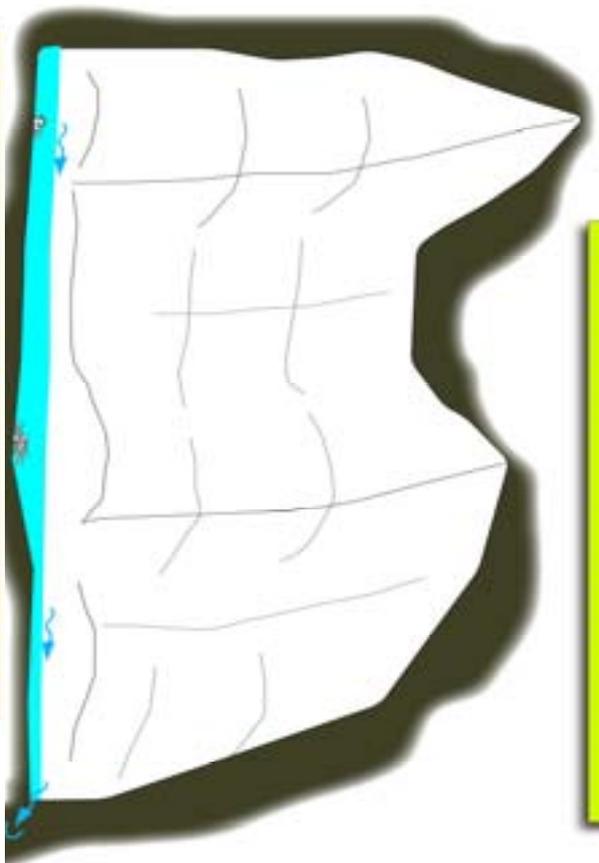
Mesures du débit d'air

	Vitesse (m/s)	Hauteur(m)	Largeur(m)	Section (m <sup>2</sup> )	Débit d'air(m <sup>3</sup> /s)
Section1	15	0,887	0,905	0,8	12
Section2	15,3	0,762	1,089	0,82	12,54
Section3	0,47	1,713	1,378	2,36	1,10
Section4	0,8(estimation)	0,733	1,538	1,12	0,89
Section5	0,55	0,221	2,369	0,52	0,28

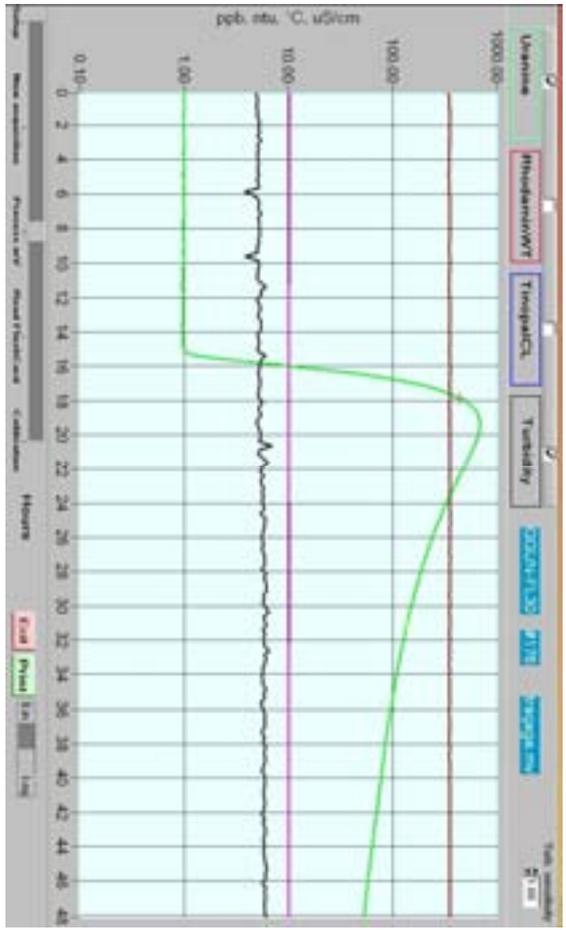
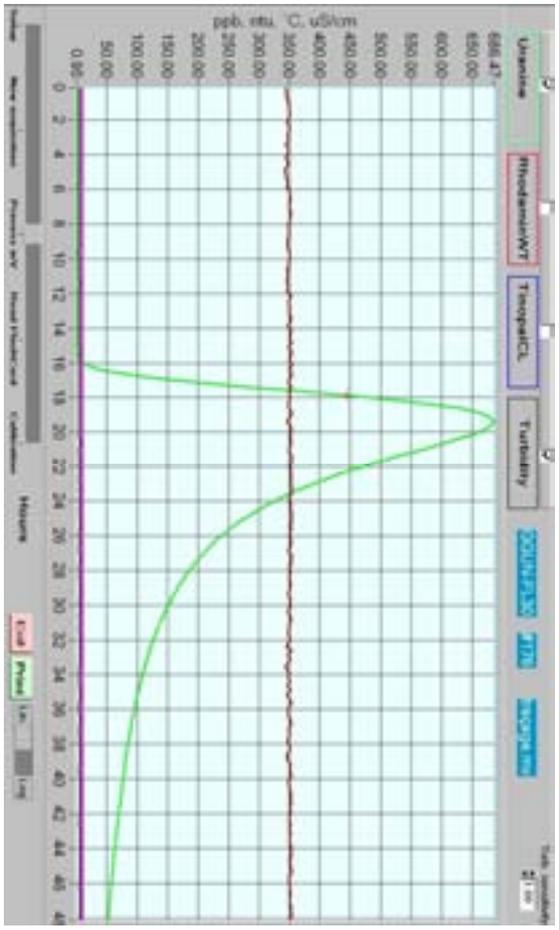
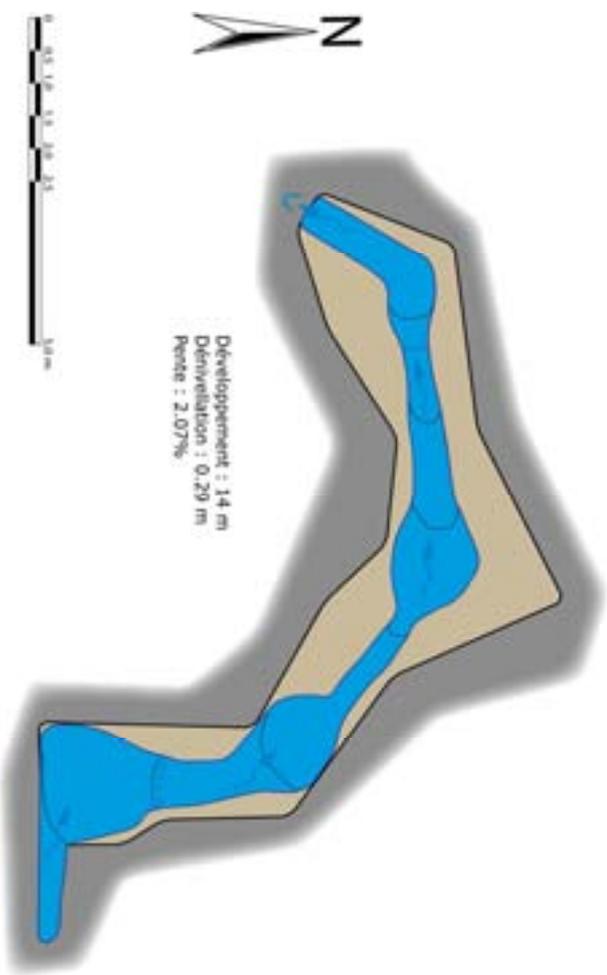
plan du réseau du Bufo Fret



Portion en coupe de la partie aval du Riu Fret

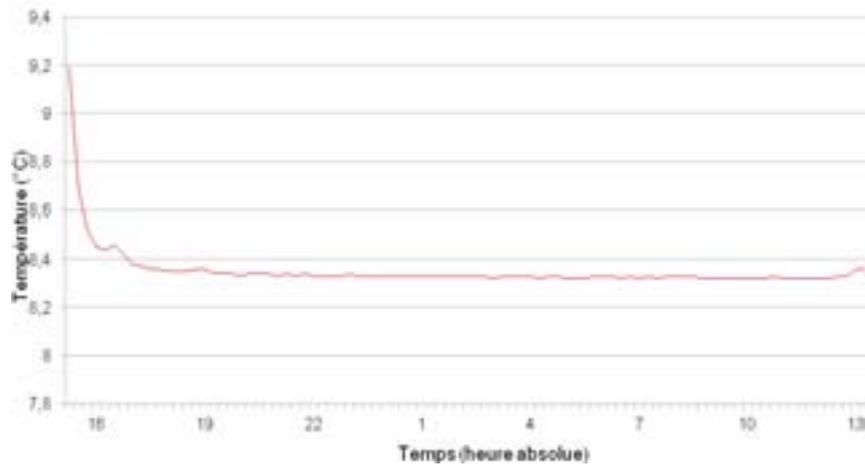


Portion en plan de la partie aval du Riu Fret



Graphique normalisé et logarithmique des données du fluorimètre.

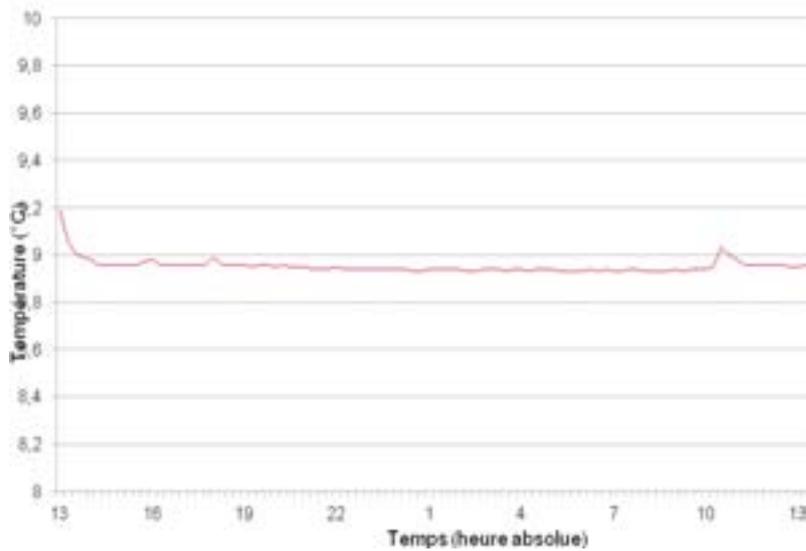
Température=f(temps) SONDE 8007



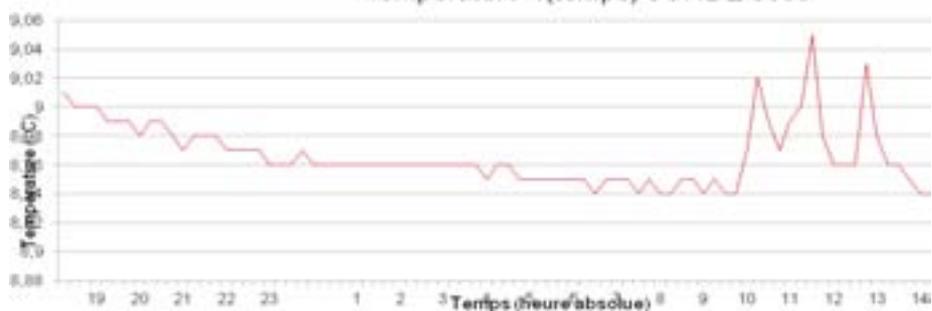
Température=f(temps) SONDE 8010



Température=f(temps) SONDE 8000



Température=f(temps) SONDE 8009



## **Description des résultats :**

### Résultats des paramètres quantitatifs :

#### Débit de l'eau :

Nous observons de faibles quantités de débit correspondant à une période d'étiage. Le débit du Riu Fret et celui de la source montre la présence d'un réseau de drainage.

#### Volume d'air :

Les débits et les valeurs de vitesse de l'air s'expliquent par des entrées d'air chaud au sommet du massif qui poussent l'air froid de la cavité. Ces volumes d'air se refroidissent et s'alourdissent à leur tour et sont expulsés à l'entrée de la cavité. Ces débits et vitesses importants mettent en évidence un grand volume de galerie et un dénivelé important des courants d'air.

### Interprétation des résultats :

- Température et conductivité :

Les résultats sont variables suivant les endroits de prise de mesures.

La conductivité a permis de différencier l'origine ainsi que la qualité et les différentes arrivées d'eau. La température a servi de traceur naturel, elle a permis de donner des informations sur l'origine de l'eau, des mélanges éventuels ainsi que le temps de transit.

Nous avons ainsi pu constater qu'au niveau des eaux pseudo-stagnantes provenant des fissures, les conductivités variaient de  $430\mu\text{S}/\text{cm}$  à  $450\mu\text{S}/\text{cm}$  pour des températures allant de  $9,2^\circ\text{C}$  à  $9^\circ\text{C}$ .

A la rivière du Riu Fret nous avons obtenus des résultats de

conductivités similaires avec la première résurgence, soit  $221\mu\text{S}/\text{cm}$  et  $251\mu\text{S}/\text{cm}$ , pour des températures de  $8,2^\circ\text{C}$  et  $10^\circ\text{C}$ .

Cela permet de dire que les eaux de la rivière et de la première résurgence sont les mêmes. Les deux degrés de différence s'expliquent sans doute par la présence d'autre(s) arrivée(s) d'eau.

Au niveau de la source (la deuxième résurgence), nous avons obtenu une conductivité de  $340\mu\text{S}$  pour une température de  $10^\circ\text{C}$ .

Nous pouvons ainsi dire que les eaux provenant du réseau de fissures et celles provenant du Riu fret se rejoignent dans le réseau pour ressortir à la source (hypothèse en aval de la première résurgence).

- Température des sondes multi métriques :

Les relevés de la sonde 8010, se situant à l'entrée, présentent des variations de températures, de  $8,68^\circ\text{C}$  à  $8,79^\circ\text{C}$ , correspondant aux activités spéléologiques. En effet, nous pouvons observer que ces variations correspondent aux heures de passage. Entre ces périodes, la température reste constante à  $8,69^\circ\text{C}$ .

Les températures, obtenues par la sonde 8000 placée à la première montée, sont constantes, soit  $8,87^\circ\text{C}$ . On note un pic à 10h qui correspond à l'activité spéléologique (bio spéléo).

Au niveau du carrefour, sonde 8009, nous observons d'importantes variations de températures correspondant aux heures d'activité spéléologique. Les autres variations étant du aux mélanges d'air provenant de la galerie du sable.

Enfin, nous n'observons pas de variations de température à la source, sonde 8007, celles-ci restant à  $8,3^\circ\text{C}$ .

- Le traçage :

Nous observons 4 courbes sur le diagramme :

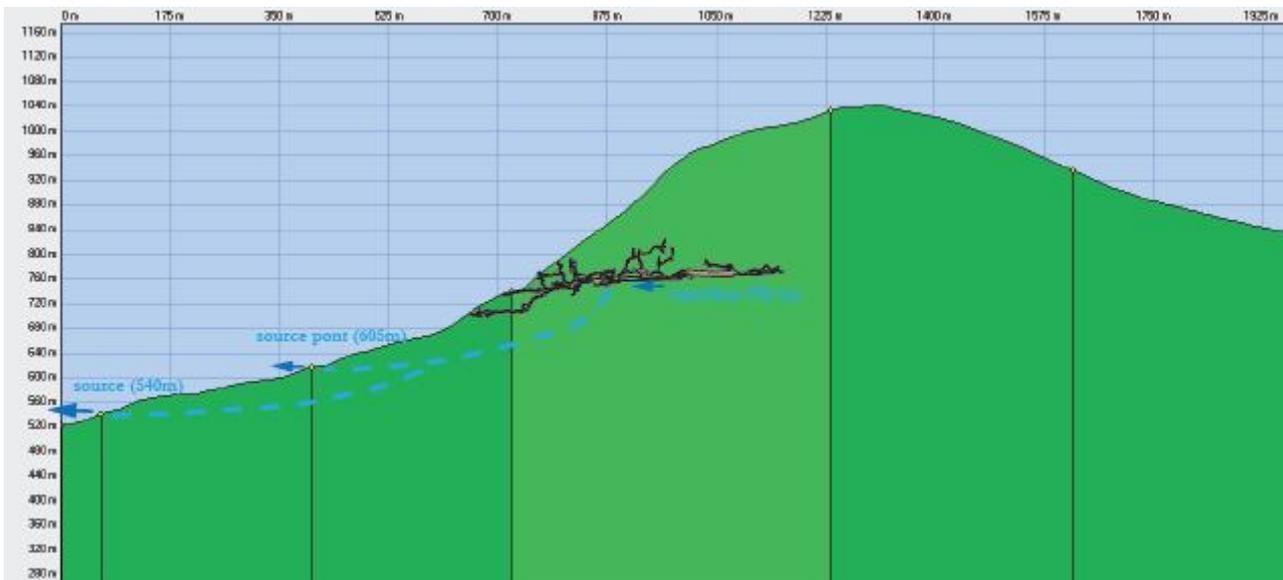
La conductivité (en rouge) qui est d'environ  $350\mu\text{S}/\text{cm}$ . Elle permet de quantifier une faible minéralisation et une faible présence en carbonate. On en déduit que l'eau à une grande capacité de corosion.

La fluorescéine (en vert) présente 19h après l'injection. Ceci nous a permis de déterminer une

vitesse d'écoulement qui est de  $0,015\text{m}/\text{s}$ , ce qui est faible car nous sommes en période d'étiage et donc le profil d'écoulement est en pente douce.

La turbidité se situe entre 7 et 8 NTU, ce qui indique qu'il y a peu de matière en suspension avec quelques argiles. Cette turbidité corrobore que nous sommes en débit d'étiage. A la restitution le débit d'étiage est estimé à  $20\text{l}/\text{s}$ .

La température est de  $10^\circ\text{C}$



Coupe du traçage

# INTERPRETATION GEOMORPHOLOGIQUE D'UNE PARTIE DE LA GALERIE DU SABLE DANS LE RESEAU DU BUFO FRET

MAINDRON D. ; FIALON P. & WEHRLE L.

Nous avons mené une étude géomorphologique dans la première partie de la galerie du sable, depuis le haut du R4 jusqu'à l'étranglement du laminoir de sable. C'est une zone située à environ 400 mètres de l'entrée.

## **Problématique :**

Nous avons cherché à comprendre la genèse de cette partie de la galerie du sable et son fonctionnement. Quel est le type de creusement ? Dans quel sens l'eau s'est-elle écoulée dans ce secteur de la cavité ? Y a-t-il eu inversion du sens des écoulements ?

## **Méthodologie et matériels :**

### Relevés topographiques :

Un plan topographique, très détaillé et soigné, a été réalisé par Christophe Bès. Il couvre l'ensemble du réseau.

Pour étudier la galerie du sable, nous avons réalisé une coupe détaillée (à l'échelle 1/100) de notre secteur d'étude. Différentes coupes ont également été relevées sur les secteurs de la galerie qui nous paraissaient intéressants. Nous avons également mesuré deux plans de fracturation.

### Matériels :

Lasermètre Leica avec  
clinomètre laser  
Compas suunto  
Boussole de géomètre  
Cordelette

### Mesures de la fracturation :

Nous avons mesuré la fracture principale, accident le long duquel s'est établie la galerie du sable. Nous avons matérialisé le plan de fracture à l'aide d'une cordelette avant de prendre les mesures. Les mesures ont été faites à la boussole de géomètre.

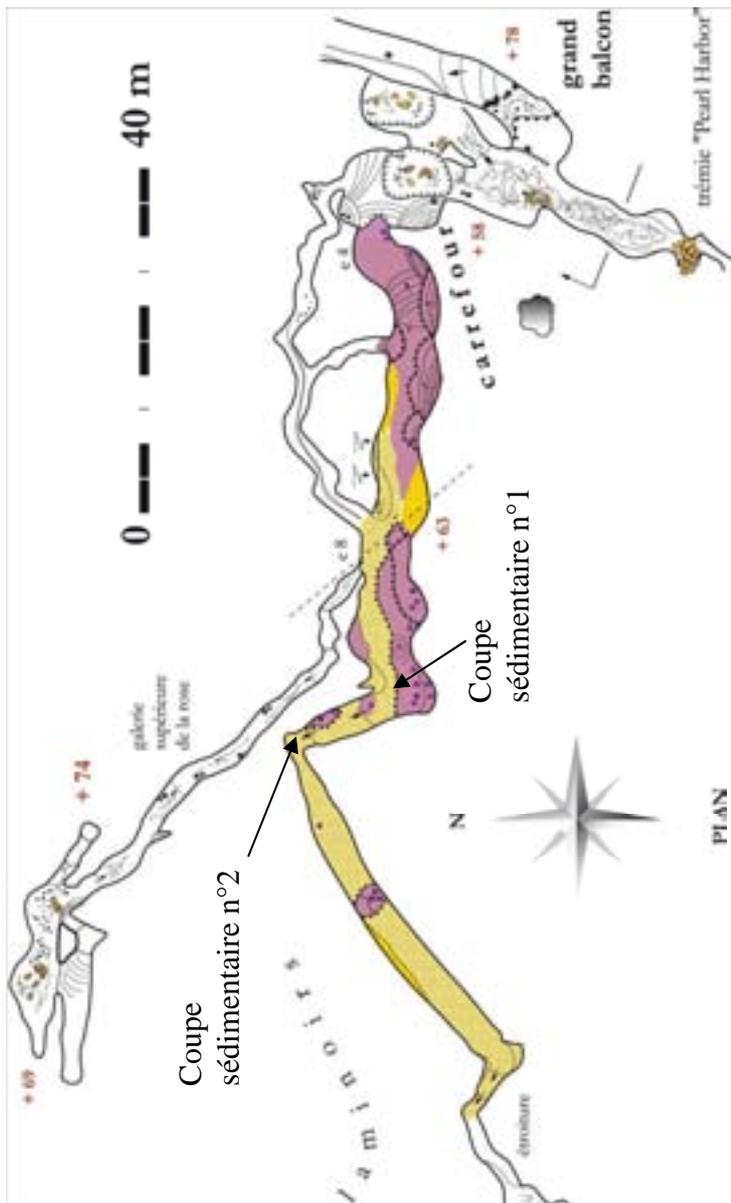
Nous avons également mesuré une fracture secondaire, celle à la faveur de laquelle la galerie supérieure de la rose s'est creusée. Les mesures ont été réalisées au clinomètre et à la boussole.



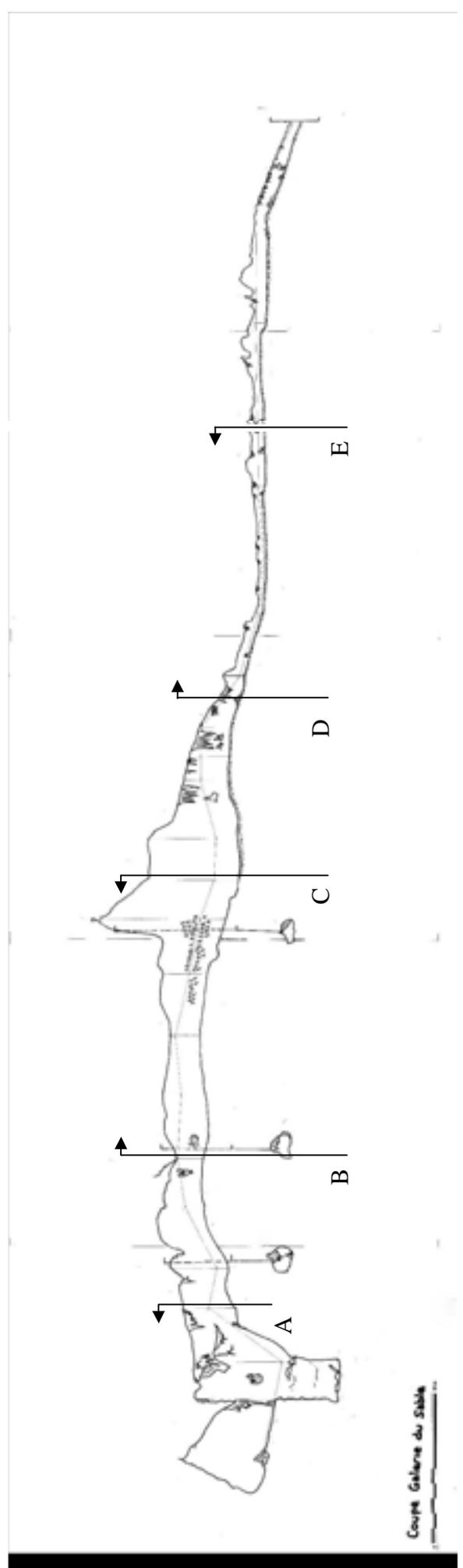
### Etude des sédiments :

Le sable ainsi que des éléments détritiques étant très présents dans la galerie du sable, nous avons pensé utile de faire une étude des sédiments.

Nous avons choisi de faire des coupes sédimentaires sur deux sites différents.



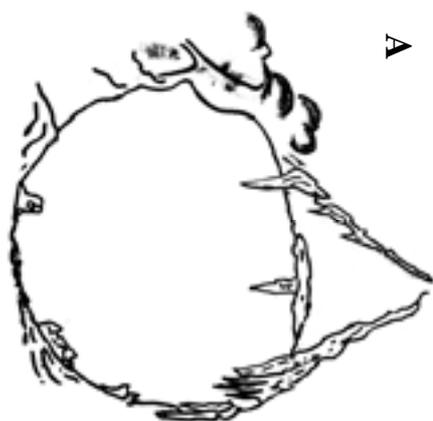
Extrait de la topographie de Christophe Bès complétée pour montrer la nature du sol de la galerie.  
 En violet tout ce qui est de la calcite,  
 En jaune avec des points tout ce qui est sable,  
 En jaune orangé avec des tirets dépôt d'argile.  
 On note un remplissage important en sable de la galerie descendante.





D

E



A

B



C



Coupe sédimentaire n°1 :

Un premier site situé sous une stalagmite remarquable, touchant presque les sédiments, a été choisi. Cette concrétion porte des traces de sable accrochées sur de petits planchers stalagmitiques fixés à la concrétion.

Coupe sédimentaire n°2 :

Ce deuxième site, situé plus bas à une dizaine de mètres du premier, nous a paru intéressant car de petits galets roulés étaient très bien visibles en surface.

Méthodes :

Prélèvement de sédiments sur site, sur une profondeur totale de 77 cm pour la coupe sédimentaire n°1 et sur 50 cm pour la n°2; ensuite observations à la loupe binoculaire. Pour la coupe sédimentaire n°2, les échantillons récoltés ont été observés bruts puis après traitement à l'acide chlorhydrique pour éliminer les éléments carbonatés.

Matériels :

Pelle pliante  
Couteau  
Mètre  
Loupe binoculaire

**Observations :**

Mesure de la fracturation :

La fracture principale a pour mesure :

Direction : Est/Ouest

Pendage : 37 °

Sens : N 70 ° W

Les fractures secondaires ont pour mesures générales :

Direction : N 147 °

Pendage : 82 °

Sens : N110°W

Etude des sédiments :

Coupe sédimentaire n°1 :

Sur ce front, nous avons déterminé 7 niveaux sédimentaires. On peut aussi observer que les strates qui délimitent les niveaux ne sont pas horizontales ; cela traduit certainement le sens de l'écoulement.

Chaque échantillon a été observé à la loupe binoculaire.

Coupe sédimentaire n°2 :

Globalement on peut observer que la granulométrie diminue avec la profondeur : cela traduit certainement des régimes et des débits d'eau différents.

Les petits graviers de calcaire proviennent a priori du creusement du réseau. Leur surface est très lisse ce qui traduit un transport avec des éléments beaucoup plus petits qui ont contribué au polissage.

Les billes ferreuses proviennent probablement aussi du calcaire.

La présence d'argile, en profondeur, traduit peut-être une phase d'écoulement lent et de décantation. Cette phase est sans doute liée à la présence du siphon (voir la partie commentaires).

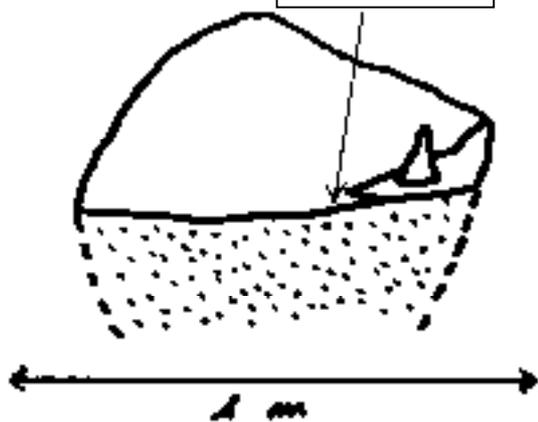
**Interprétations & hypothèses :**

La morphologie générale de la cavité présente des galeries en tubes, caractéristiques d'un creusement initial en régime noyé.

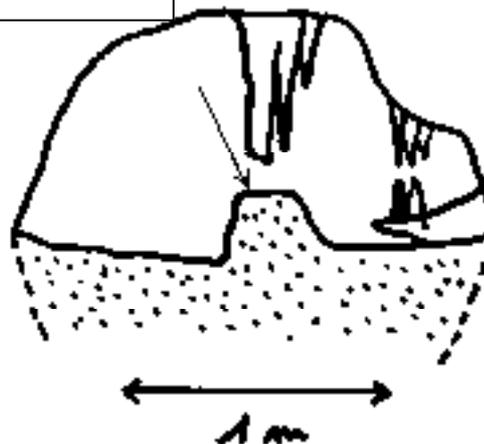
L'axe principal du réseau se développe le long d'une fracture N/S.

Le point situé à l'extrême amont correspond à une ancienne perte et le point d'émergence principal était sans doute situé à l'extrémité actuelle de la galerie des sables.

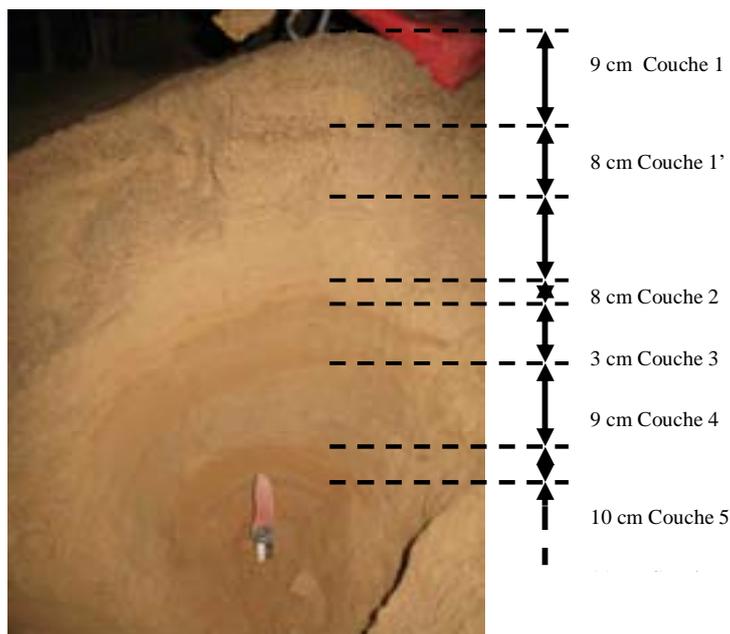
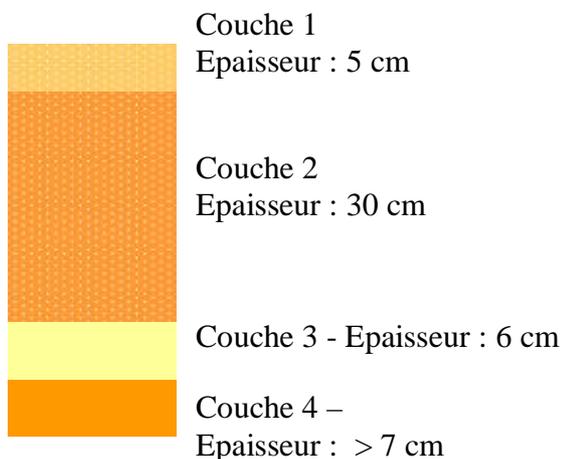
Coupe n°2



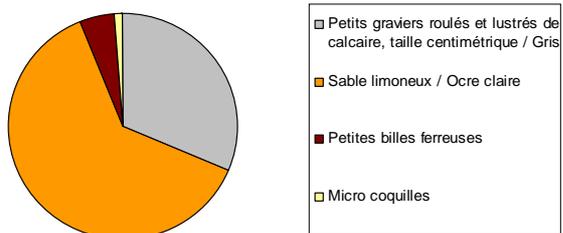
Coupe n°1



**Coupes sédimentaires n°1 & 2 avec leurs contextes de dépôts.**

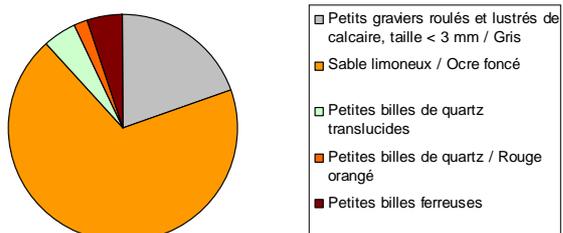


**Analyse de la couche 1**

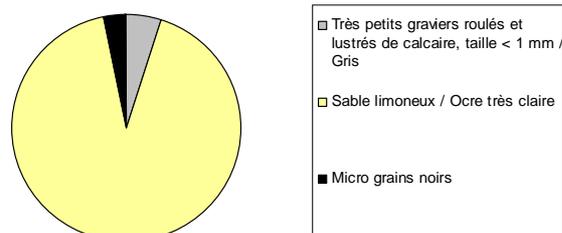


**Analyse quantitative approximative des éléments composant la coupe sédimentaire n°2**

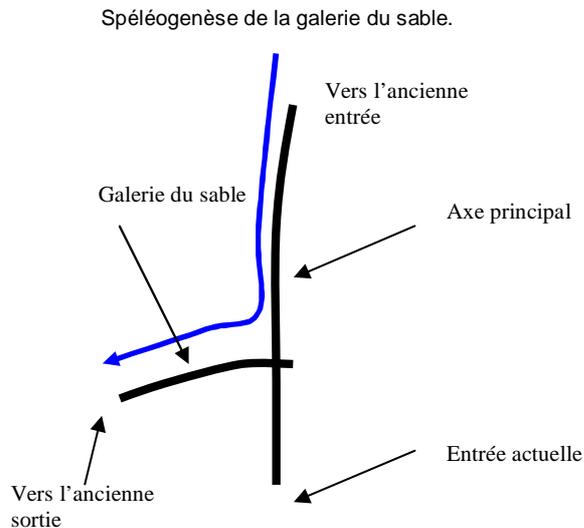
**Analyse de la couche 2**



**Analyse de la couche 3**



Avec l'enfoncement du niveau de base, cette configuration n'est plus vraie aujourd'hui.



Le creusement de la galerie du sable se fait à la faveur d'une fracture, dont la direction est plus ou moins perpendiculaire à la direction de la fracture principale. Les mesures de cette fracture ont donné une direction Est/Ouest, un pendage de 37° et un sens Nord 70° Ouest. Cette mesure unique reste indicative.

Les formes de dissolution des parois de ce tube initial sont caractéristiques d'un creusement en régime noyé ou semi noyé.

En période d'étiage, un siphon occupe une partie de la galerie du sable. L'ancien niveau de surface est bien visible sur les parois ; un niveau de corrosion témoigne de cette paléo surface.

Une eau suffisamment agressive a été nécessaire pour laisser ces traces (entaille d'un à deux centimètres de hauteur et d'un à deux centimètres de profondeur).

Un deuxième niveau atteste d'un abaissement du niveau du siphon 1,85m en dessous du niveau supérieur. Cette empreinte est moins marquée que la première, ce qui laisse supposer que ce second siphon est resté moins longtemps en place.

L'abaissement du niveau du siphon peut-être du, à une modification du seuil ou peut être de la mise en place d'un soutirage, lié lui-même à la descente progressive du niveau de base.

Un ensablement partiel du siphon a dû se produire. Les sédiments ont été entraînés depuis l'entrée et proviennent sans doute d'un massif métamorphique ; nous avons pu retrouver de petits cristaux de quartz dans les sables. Mais la taille de ce quartz ne permet pas de conclure définitivement.

Après enfoncement du niveau de base, la galerie du sable a été abandonnée au profit d'une sortie d'eau vers l'entrée actuelle du réseau. Une phase de concrétionnement a mis en place un plancher stalagmitique sur les dépôts sableux ainsi que d'autres type de concrétions (stalactites, coulées de calcites, stalagmites, sapins d'argiles et argiles peignées couverts de calcite)

Une reprise d'érosion très visible en certains points de la galerie, a en partie détruit les planchers stalagmitiques et emporté une partie du sable situé initialement sous ces planchers.

Les concrétions observées dans le laminoir laissent supposer qu'il y a eu une alternance de phases de concrétionnement et de circulation d'eau (restes de différents niveaux de planchers dans le laminoir).

Enfin des cassures récentes ont joué ; elles sont certainement liées à la détente du massif mais elles sont situées proches des fractures qui constituent déjà des points de faiblesse.

#### Bibliographie :

SpéléAude n°13 – 2004

Observations karstologiques dans quelques cavités de l'Aude – Bufo Fret – page 14 par Jean Yves Bigot

# APERCU DE LA FAUNE SOUTERRAINE DU RESEAU DE BUFO FRET

BACHE D. & BEGUE S.

## Problématique :

Aucun recensement n'est connu à propos de la faune du réseau. Nous proposons donc d'effectuer un échantillonnage non exhaustif sur différentes parties du réseau (zone d'entrée, zone de pénombre et zone profonde).

D'autre part il n'existe pas de publications sur la faune de ce réseau, les seules informations étant orales.

## Méthodologie & matériels :

### Méthodologie :

Des appâts avaient été préalablement déposés le 04/07/2010 par la section spéléo de la MJC Narbonne.

- Le **06/07/2010**, une première visite nous permettait de compléter les appâts et pièges.
- Le **07/07/2010**, nous effectuons en opérant par le fond les premiers relevés d'appâts et de pièges, ainsi que des ramassages, des chasses et recherches à vue.
- Le **08/07/2010**, nous complétons et finalisons nos investigations sur la zone d'entrée.
- Les **08** et **09/07/2010**, étude des échantillons et réalisation du compte rendu.

Les espèces animales rencontrées ont été observées ou prélevées de différentes manières.

- Observation in situ
- Chasse a vue
- Ramassage

- Appâts (viande et fromage)
- Pièges aquatiques (fabrication artisanale)
- Pêche à l'épuisette (maille 200 microns)

Nous avons complété l'ensemble de nos observations par des photos numériques sur le terrain et en laboratoire.

Les espèces animales prélevées ont été conservées dans des flacons d'alcool à 96°, les différents ramassages, ont eux, été conservés au sec dans des boîtes hermétiques, Chaque flacon a été numéroté selon l'ordre des points. Ces mêmes points ont été reportés sur la topographie du réseau. Des mesures de températures Air- Eau ont également été effectués.

Les contenus des flacons ont été examinés avec des loupes binoculaires puis identifiés à l'aide d'ouvrages de références (voir bibliographie). Les spécimens et échantillons analysés ont été conservés dans des tubes à échantillon étiquetés de manière conventionnelle.

Nos travaux ont ainsi été archivés à des fins d'études plus précises par des spécialistes.

### Matériel utilisé :

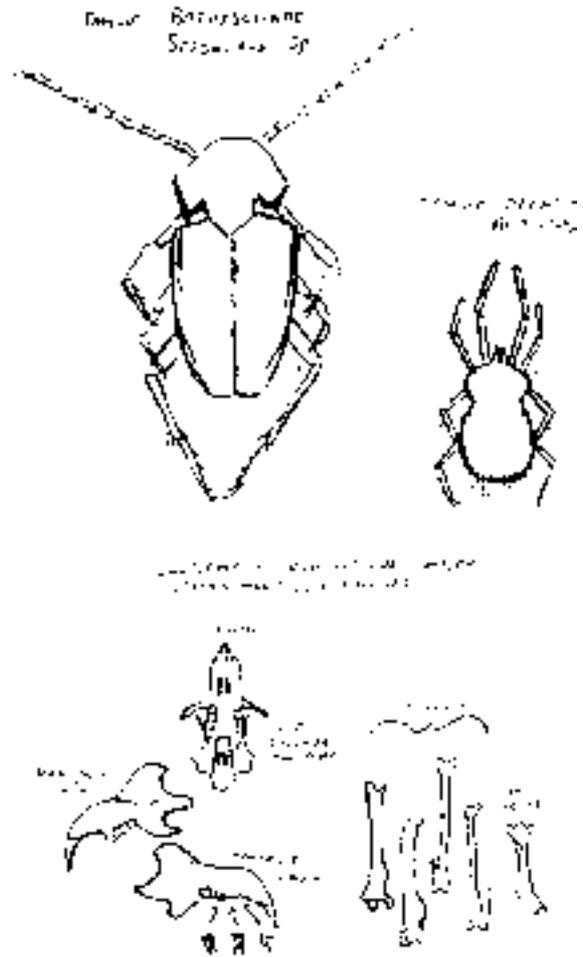
Pour les prélèvements nous avons utilisé le matériel suivant :

- Filets et tamis avec mailles de 200 microns.
- Sac étanche pour tri et brassage.
- Boîtes et flacons étanches.
- Pièges aquatiques (bouteille plastique coupée en deux et emboîtée en entonnoir avec appât).
- Flacons remplis d'alcool à 96°.

- Petits pinceaux.
- Thermomètres
- Loupe
- Topographie
- Carnet d'annotations
- Appareil photo numérique.

Pour l'analyse nous avons utilisé le matériel d'élu triage suivant :

- Loupe binoculaire grossissement 4X10.
- Boîte de « pétri » et verres de montre.
- Alcool à 96°, et eau.
- Brucelles et petits matériel de tri
- Papier millimétré pour l'échelle de comparaison.
- Tubes à échantillon.
- Appareil photo numérique.
- Papier pour reproduction par dessin.
- Ouvrages de référence.



### Observations :

#### Inventaire faunistique provisoire

Taxons	Troglobie	Observation - récolte lors du stage	Présence signalée en Corbières
Annélidés-Oligochètes	Non	1 lumbricidé (Lombric-ver de terre)	
Mollusques-Gastéropodes	Oui ?	1 coquille (Zospeum sp ?)	
Mollusques-Gastéropodes	Non	Fragments de coquilles d'escargots (Cepea sp ?)	
Arthropodes-crustacés-copépodes	Oui	2 Copépodes (Cyclops sp)	
Arthropodes-crustacés-Amphipodes	Oui	2 Niphargus sp	
Arthropodes-arachnides-araneides	Non	1 araignée	
Arthropodes-arachnides-acariens	Oui	3 individus	
Arthropodes-Diploures	Oui	1 Campodé	
Insectes-Collemboles	Oui	5 Arthropleones avec furca	
Insectes-Coléoptères	Oui	Nombreux Speonomus sp (41 relevés)	
Insectes-Diptères	Non	Nombreux nématocères (moustics)	
Insectes-Lépidoptères	Non	Nombreuses noctuelles (~30) : Impopestes sp accouplés	
Insectes-Trichoptères	Non	Très nombreux, accouplés	
Vertébrés-Mammifères-Rongeur	Non	Restes osseux de Loir (Glis glis) Dont 1 individus en place et 1	

		individu observé	
Vertébrés- Mammifères- Chiroptères	Non	Traces de Guanno	
Vertébrés-Amphibien- Urodeles	Non	Euproctus aster (Euprocte) observés dans la font de Dotz – BUGARACH (11)	

Dolichopodes observés au fond de la galerie du sable par Christophe BES. Gros Carabe jusque dans la zone du « carrefour » également par Christophe.

Observations de chiroptères (petits et grands rhinolophes).

Prélèvement négatif dans le filet posé à la résurgence dans le lit du ruisseau.

Nous avons réalisé des prélèvements dans trois zones réparties en zone d'entrée, zone de pénombre et zone profonde.

Il semblerait que la zone d'entrée ventée (souffle 17 m/s ou aspiration) soit peu propice à la présence de troglaxènes. Nos observations se sont révélées pauvres dans cette première zone.

Constatations tout de même en zone d'entrée et de pénombre de la présence importante de troglophile (phryganes) qui selon R. JEANNEL viennent se reproduire en sous sol attirés par l'humidité et qui couramment se perdent à l'intérieur ce qui justifie le nombre de déchets retrouvés loin dans le réseau.

Nous n'avons pas vu de miriapodes (troglaphyles ou troglaxène), qui pourraient être prédateur de phryganes. Il semblerait au vu des excréments, que les chauves souris s'invitent principalement au repas.

Source Publications du museum national d'histoire naturelle N° 14 Notes bio spéléologie fascicule VI. Pages 72-73

Dans la zone dite de pénombre, nous avons constaté la présence de vers de terre, d'une araignée et de papillons en reproduction, et de nombreux moustiques (diptères).

Nous avons pu constater que les animaux se mettent à l'abri des courants d'air, nichés dans les anfractuosités de la roche.

La zone profonde livre quant à elle une faune plus présente. En effet nous avons pu découvrir des Nyphargus, Colembolles et acariens.

Il est intéressant de constater la découverte de diverses parties de squelettes de loir, en différents lieux du réseau.

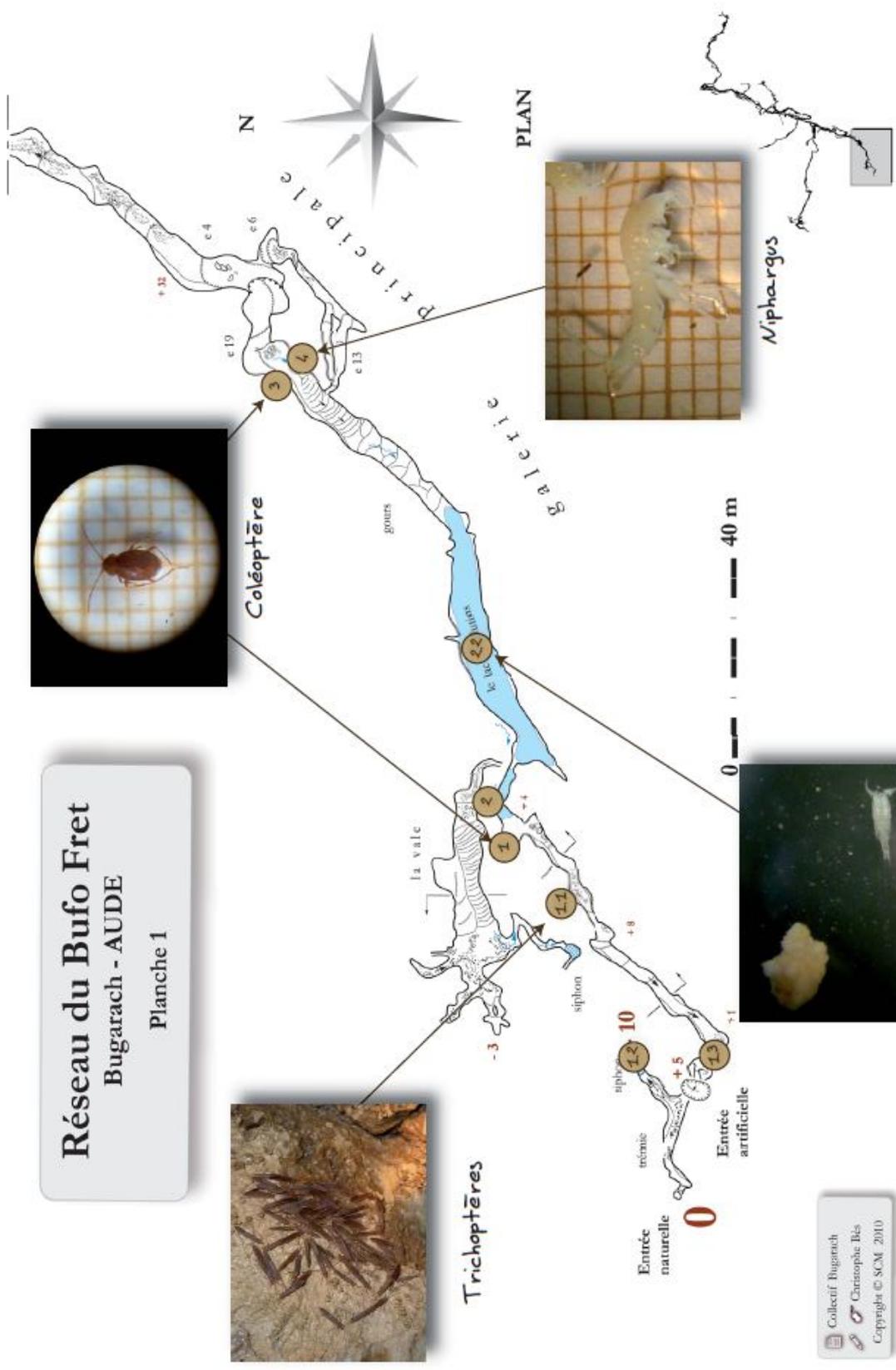
## Conclusion

Des questions subsistent quant à la biodiversité du réseau. Notre étude fait ressortir une faune principalement troglobie.

Il sera donc intéressant d'effectuer des études complémentaires à chaque saison afin de déterminer si le peu de faune troglaxène observée est dû aux méthodes de travail et, ou aux particularités de la cavité.

Initialement néophytes nous avons fait la découverte qu'une grosse bête pouvait faire moins de 1 millimètre !!!!

**Réseau du Bufo Fret**  
Bugarach - AUDE  
Planche 1



Trichoptères



Coléoptère

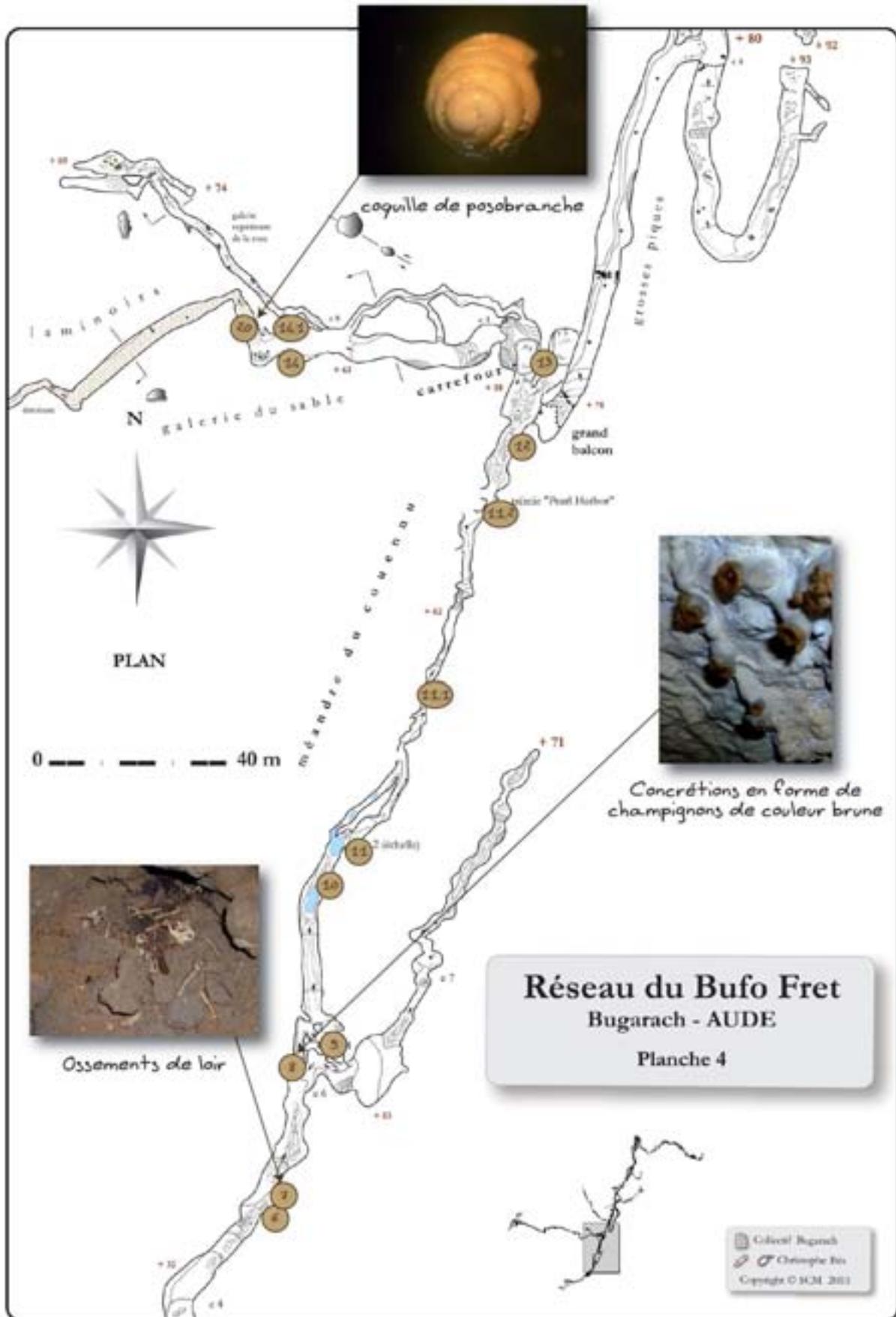


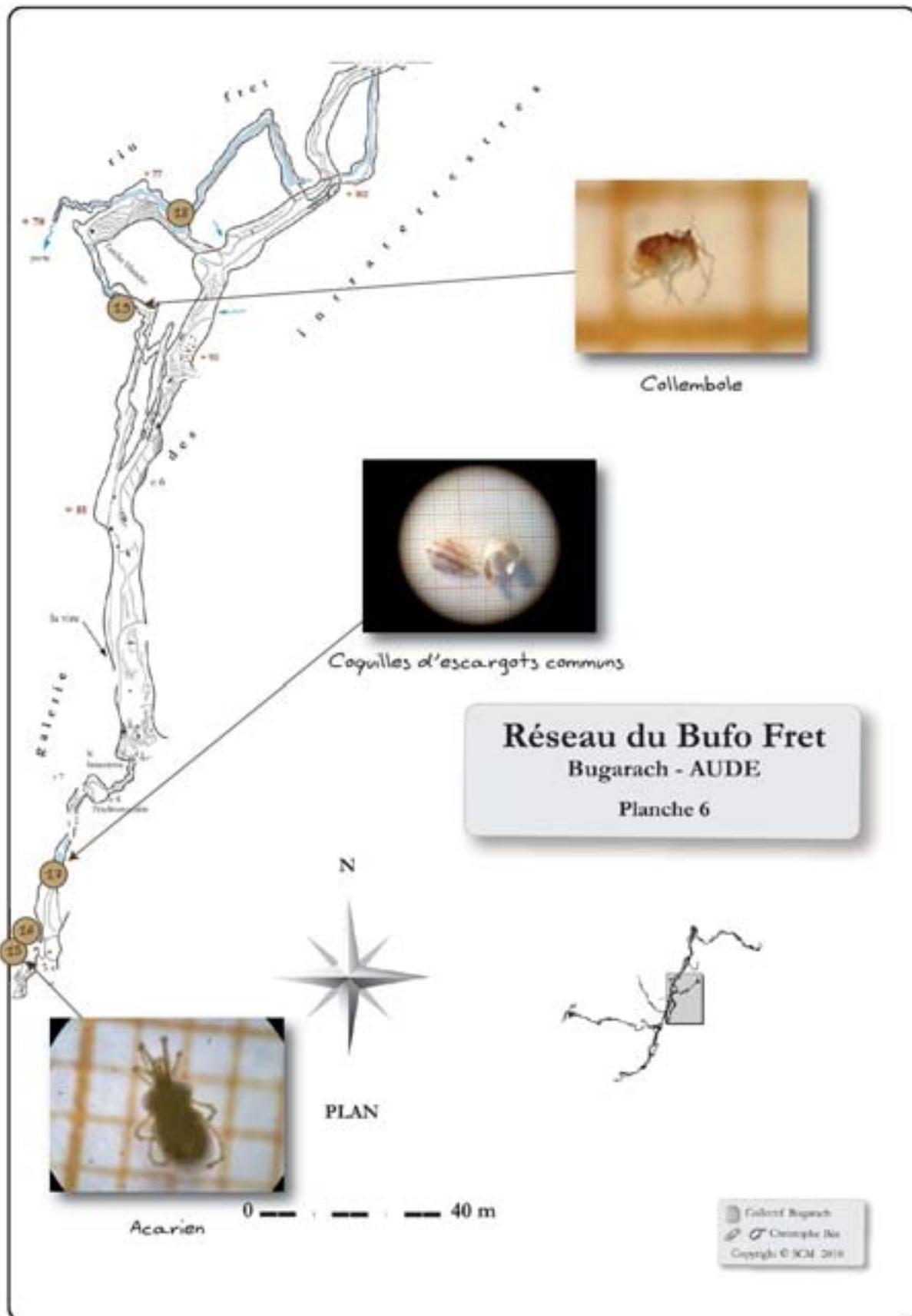
Niphargus



Copépode (Cyclops)

Collectif Bugarach  
Christophe Bès  
Copyright © SCM 2010





## Bibliographie :

BES C. & TOSATTO S. – 1993  
La Font de Dotz (Bugarach, Aude)  
In Spélé Aude n°2, février 1993, pp.  
14-48

CLERGUE-GAZEAU M. – 1969  
Métamorphose chez les Euproctes  
épigés placés à l'obscurité de la grotte  
de Moulis.  
In Annales de spéléologie, tome 24,  
fascicule 2, 1969, pp. 349-364

CLERGUE-GAZEAU M. – 1971  
L'Euprocte pyrénéen. Conséquences  
de la vie cavernicole sur son  
développement et sa reproduction.  
In Annales de spéléologie, tome 26,  
fascicule 4, 1971

COLLIGNON B. – 1988  
Spéléologie. Approches scientifiques.  
Edisud, 238p. (chap. 11 la faune  
cavernicole, pp. 195-210)

DARNE F. – 1997  
Approche de la biospéologie.  
U.V. Instructeur 1986, Dossier  
instruction de l'Ecole Française de  
Spéléologie, 1<sup>er</sup> ed., 14p.

DATRY T. – 2002  
Clef succincte d'aide au tri et à la  
détermination des principaux  
organismes terrestres susceptibles  
d'être rencontrés dans nos régions.  
Spéléo-Dossiers, n°32, Activités 2001,  
pp. 58-67

FERREIRA D. ; DOLE-OLIVIER M.-J. ;  
MALARD F. ; DAHARVENG L. & GIBERT  
J. – 2003  
Faune aquatique souterraine de  
France : base de données et éléments  
de biogéographie.  
Karstologia, n°42, pp.15-22

FERREIRA D. & BICHAIN J.-M. – 2010  
Les organismes souterrains.  
In Grottes et karst de France,  
Karstologia Mémoires n°19, pp. 108-  
109

FERREIRA D. ; PRIE V. & BICHAIN J.-M.  
– 2010  
Biodiversité souterraine des karsts de  
France.  
In Grottes et karst de France,  
Karstologia Mémoires n°19, pp. 106-  
107

GINET R. – 1975  
Règles de base de l'écriture et de la  
systématique zoologique. Note  
d'initiation biologique  
Spelunca, FFS, n°4, pp.19-21 (reprise  
dans le Spéléo-dossiers, n°31, 2002,  
pp. 45-57)

GINET R. & DECOU V. – 1977  
Initiation à la biologie et à l'écologie  
souterraines.  
J.-P. DELARGE éd., Paris, 345p.

GUERARD M. – 2003  
Un spéléologue méconnu, le loir...  
In Spéléo Aude n°12, février 2003, pp.  
28-75

JUBERTHIE C. & GINET R. – 1994  
France (99. 666-672.  
In JUBERTHIE C. & DECU V. – 1994  
Encyclopaedia biospeologica, tome I,  
Société de Biospéologie, Moulis,  
Bucarest, 834p.

TACHET H. ; BOURNAUD M. & RICHOUX  
P. – 1991  
Introduction à l'étude des  
macroinvertébrés des eaux douces.  
Univ. Lyon I, 165p.

TACHET H. & coll. – 2000  
Invertébrés d'eau douce. Systémique,  
biologie, écologie.  
CNRS ed., 590p.

# BIBLIOGRAPHIE

## *BIBLIOGRAPHIE.*

---

BES C. – 1991

Echo des profondeurs : France – Aude

Spelunca n° 44 : 6. Réseau de la Font de Dotz.

BES C. – 1992

L'aven du Picou (Vérasa, Aude)

Spélé Aude n°1: p.10-18 (8 fig.). : p.10-18 Fiche de cavité, dév. total 920m/ -106m, topo, morphologie, spéléogénèse, hydrologie.

BES C. – 1993

Les grandes cavités audoises. Mise à jour 1992

Spélé Aude n°2: p.102-118 (6 fig., 4 photo. nb).

Inventaire départemental de 77 cavités dont 50 dépassent 100 m de dénivellation et 53 la barre des 500 m de développement parmi lesquelles 24 ont plus de 1000 m de développement. Liste alphabétique, présentation par ordre décroissant des avens et des grotte. Historique de chaque cavité, localisation, informations géologiques, bibliographie, statistiques: densité par région géographique, par terrains encaissants, par année, évolution exponentielle de 1930 à 1992, dans le département de l'Aude.

BES C. – 1994

Fracturation et karstification dans les Hautes – Corbières

Spélé Aude, n°3 : 28-52 (7 plans, 1 carte, 5 plans de situation, 2 tableaux, 4 schémas et coupes géologiques, diagrammes polaires, ill.).

Etude de karsts de l'Aude : plateau de Lacamp, massif de Missègre, synclinal de Sougraigne / Fourtou et synclinal de Bugarach. Les directions des fractures (failles, diaclases, etc) sont comparées aux directions des galeries. La méthode utilisée est expliquée. Des cavités sont spécifiquement présentées : la Caunha de Rouairoux (Labastide en Val), la grotte du Cinquantenaire, l'aven Picou, l'aven du Plan d'Arnaud, le trou du Bournasset (Sougraigne) et la Font de Dotz. L'auteur conclut sur une bonne concordance des directions et envisage l'utilisation de cette relation dans les investigations spéléologiques futures.

BES C. – 2001

Les grandes cavités audoises

Spélé Aude, 10 (février 2001) : 6-21. Carte, graphiques, photos.

Mise à jour de juin 2000 de la liste des grandes cavités audoises (Aude, Languedoc-Roussillon). 85 cavités recensées. Les critères retenus pour le classement sont les cavités supérieures à 100 m de dénivellation et 500 m de développement. Dessins, carte, tableau, graphiques. Listes annexes. Pour chaque cavité, sont renseignés: localisation, bassin versant, étage géologique, historique et bibliographie.

BES C. – 2004

Spéléologie de Rennes-le-Château.

Spélé Aude, n° 13 (2004) : 84-97. 2 cartes, 14 photos, 11 topographies, 1 tab.

Présentation de 13 cavités modestes situées autour de ce village (département de l'Aude), à la réputation sulfureuse. Historique, géologie, description détaillée.

BÈS C. – 2005

Echo des Profondeurs – France – Aude.

Spelunca, no 100 (Décembre 2005) : 8-9. 5 photos.

Présentation d'une importante cavité des Corbières découverte assez récemment. Ce réseau du Bufo Fret (Bugarach) dépasse les 5 km et atteint 182 m de dénivelé. Cette cavité présente des tubes intéressants et des phénomènes de néotectonique remarquables.

BÈS C. – 2005

Découvertes d'euproctes dans les grottes des Corbières (Aude).

Spelunca Mémoires – Spéléologie et société, n° 29 : 188-189. 3 fig., 1 photo, 2 ill.

Grands apports de la spéléologie à la société. Thème: Biologie souterraine. Espèce vieille de 65 millions d'années, historique. Présentation sommaire concernant sa morphologie, la biologie liée à cette espèce apparentée à des salamandridés. Une vingtaine de sites ont été répertoriés sur le département de l'Aude (avec des stations très basses en altitude dont la plus basse de France: 300 m). Constat

BES C.; GUILHEM H. & MONTOYA F. – 2002

Le réseau des Bernous.

Spélé Aude, 11 (février 2002) : 34-45. Photos.

Etude complète d'un important ensemble (Sougraigne-Aude) de trois cavités totalisant près de 3 km de développement cumulé. Trauc de la Mandra (1520 m; 139 m de dén.), Trauc del Caucé (480 m; – 51 m) et la Porte des Etoiles (750 m; 48 m de dén.). Topos, cartes, géologie.

BES C. & TIXIER G. – 2004

Inventaire des siphons audois.

Spélé Aude, n° 13 (2004) : 28-44. 6 tab., 1 carte, 7 topographies, 4 photos.

Article très documenté et novateur pour le département qui recense tous les siphons et cavités noyées connus à l'heure actuelle. 70 phénomènes présentés.

BES C. & TOSATTO S. – 1993

La Font de Dotz (Bugarach, Aude)

Spélé Aude n°2: p.14-48 (35 fig., 8 photos.).

Etude d'une percée hydrogéologique entre la perte des Caoussanels celle des Bringots, le Pas del Roc (entrée sup.) et la Font de Dotz. Approche spéléologique (topographie 3077 m : plan et coupe de galeries; report en surface, toponymie, pompage endokarstique) mais aussi hydrogéologique (lithologie, stratigraphie, étude de la fracturation, des précipitations, synthèse des tracés, hydrologie endokarstique et carte hydrogéologique) et biospéléologique (euproctes : aires d'existence, localisation dans la cavité).

BES C. & TOSATTO S. – 1995

Les cavités du Parégot (Fourtou, Aude).

Spélé-Aude, n°4 : 30-43 (15 fig., 1 tableau, 4 photos).

Présentation du cavernement dans la région des Hautes-Corbières (Aude) près du lieu dit «Le Parégot». Les relations entre les structures géologiques : synclinal de Fourtou et la karstification sont envisagées ainsi qu'une approche hydroclimatique de la région. Températures et valeurs de conductivité mesurées sur des eaux souterraines.

BES C. & TOSATTO S. – 1996

La Font de Dotz (Bugarach, Aude)

Spelunca, n°62: 31-38 (5 fig., 7 ph.).

Description de ce complexe spéléologique situé dans le massif des Corbières, topo; contexte hydrogéologique, cartes. Découverte par pompage d'un batracien euprocte (photo), amphibien qui pourrait avoir un caractère endémique à travers le contexte hydrogéomorphologique.

BIGOT J.-Y. – 2004

Observations karstologiques dans quelques cavités de l'Aude.

Spélé Aude, n° 13 (2004) : 6-19. 1 carte, 15 croquis, 5 photos, 1 plan.

L'auteur examine quatre sites caractéristiques des karsts audois. Le barrenc de Saint Clément (Roquefort-des-Corbières) qui est un puits/cheminée caractéristique des réseaux noyés remontants. Des cavités du plateau de Lacamp (Labastide-en-Val) creusées dans les marnes de l'Eocène, aux formes typiques. La grotte du TM 71 (Fontanès-de-Sault) dans laquelle un examen détaillé des coups de gouge a permis de préciser le sens de creusement de certaines galeries et une tentative de chronologie des creusements. Le réseau du Bufo Fret (Bugarach) est examiné sur le plan de ses tubes phréatiques et sur celui de la néotectonique.

DEBACKRE P. – 1990

Rapport spéléo-plongée du WE du 1.11 au 3.11.1990.

Gratton 108, p. 13-16, 1 croquis.

Rapport de plongée dans le réseau des Quatre (Aude), Le Dourgas (Missègre-Corbières), la Bastide en Val (Corbières) et la grotte des Mitounes (Montjoi Hautes Corbières).

DEIT C. – 1992

Le réseau Gourg de l'Antre - Las Doux (Soulatge et Cubières sur Cinoble, Aude)

Spélé - Or, année 1992 : p.59-69 (3 topo, 1 plan de situation).

Description de 3 cavités partiellement noyées (t=13°C, problème de gaz) : - Du Gourg de l'Antre amont; 368 m dont 3 siphons reconnus = 173m, point bas S3 à -12m; - Du Gourg de l'Antre aval, 363 m et 4 siphons; - De Las Doux ou source du Verdoble, 428 m dont 193 m noyés, point bas -10m.

GEA P. – 1995

Le trou du Bournasset (Sougraigne, Aude).

Spélé-Aude, n°4 :44-55 (4 fig., 1 tableau, 6 photos).

Description de la 4ème cavité du département de l'Aude par son importance (6142 m). Le réseau sub-horizontal est en forme de labyrinthe (plan) mais avec une direction préférentielle NNE-SSW pour les galeries. La cavité semble être la partie amont d'un drainage souterrain du volet nord du synclinal de Sougraigne. L'orientation principale des galeries est celle de l'orientation majeure des fractures qui affectent le synclinal.

GOMPEL G. – 1990

Première au Réseau des Quatre.

Gratton 108, p. 5-8.

Suite des explos. Récit anecdotique, département de l'Aude.

GOMPEL G. – 1990

Travaux du GS „La Cordée“ Mouscron dans l'Aude.

UBS Info 58, p. 6-7, 2 topos

A propos de l'exploration en Hautes-Corbières du réseau des Quatre (Vignevieille) et de l'aven des Trois Gros (Monthoumet) ainsi que des plongées au Dourgas (massif de Missègre), à la grotte des Mitounes (Montjoi).

GOMPEL G. – 1993

Compte- rendu des explorations menées sur le massif de Peyre- Fouillère (Aude)

Gratton 119: 7-9.

Travaux à l'aven du Bourdon et à l'aven de la Vipère, coupes.

GOMPEL G. – 1994

Pompage à l'évent de Vignevieille (réseau des Quatre) Aude, Vignevieille, Hautes Corbières

Gratton 123 / 1994: (1)p.

Rapport d'activité (sept.'94).

GOMPEL G. – 2004

Le réseau des Quatre; Dernières nouvelles de l'Aude

Gratton, 156 : 2-3

6 Rapport littéraire d'activité à l'évent de Vignevieille (ou Réseau des Quatre) dans l'Aude: tournage vidéo et explo. Page 6 de la même revue, info courte: dernières nouvelles de l'Aude (du neuf à la perte de la Parcade).

GOMPEL G. & ISEMBAERT J.-L. – 1990

Quelque part dans l'Aude...

Gratton 108, p. 2-6, Coupe et plan partiels

Historique, description du réseau, perspectives d'avenir, Pas de situation.

GRAMMONT D. – 2004

Echo des profondeurs: France – Aude

Spelunca, n° 95 (3e trimestre 2004) : 3-4. Plan, coupe, 4 photos.

Récit de l'exploration en plongée de la résurgence du Bosc (Rouffiac-des-Corbières, Aude), un des plus importants réseaux noyés de ce département. Quatre siphons dont un de 250 m de long pour un développement total de 700 m environ. Arrêt sur S 5.

HERMAND L. & HERMAND C. – 2004

Opération de pompage au trou du Coinq.

Spélé Aude, n° 13 (2004) : 70-75. 2 cartes, 5 photos, 1 topographie.

Etude de cette cavité (120 m) découverte récemment par le Spéléo-club de l'Aude, et qui a été prolongée par pompage. Description, déroulement, géologie, perspectives.

HERMAND L. & HERMAND C. – 2004

L'aven de la Parcade, massif de Mouthoumet (Aude). Synthèse des travaux 1990-2003

Gratton, 162 : [12] p.. Coupe et plan

Introduction et contexte spéléologique, historique, accès, description, fiche d'équipement, géologie et karstologie dans le contexte local, conclusion. Cette cavité de la commune de Vignevieille atteint la profondeur de 140 m pour 443 m de développement (1er janvier 2004).

HERMAND L. & C. – 2005

L'aven de la Parcade (Vignevieille – Aude)

Spélé Aude n° 14 (2005):14-23.5 photos, 2 cartes, 1 plan, 1 coupe, 1 schéma.

Synthèse des travaux 1990-2003. Description, géologie et perspectives.

HERMAND L. – 1989

Approche scientifique du fonctionnement du réseau des Quatre.

Gratton 105, p. 7-10

Contexte géologique, géomorphologie, hydrogéologie, météo, département de l'Aude.

HERMAND L. – 1989

Le massif du Roc de Nitable dans l'Aude.

Gratton 106, p. 8-21, topos, carte géologique.

Présentation et situation du massif; fiches descriptives des cavités suivantes : doline-aven du Souleilla (L2), aven des Trabanets, aven L5, aven de la Piste; aperçus karstologique et hydrologique.

HERMAND L. – 1990

Mise en évidence d'un système de perte-résurgence dans les gorges de l'Orbieu.

Gratton 107, 3p. Plan grotte des Mitounes (Montjoi, Aude).

Présentation, situation, découverte de la résurgence, découverte de la perte, conséquences.

HERMAND L. – 1990

Premières dans l'Aude; l'aven des Trois Gros (BZ1; la grotte-aven du Crayon (BZ2); l'aven BZ3, les grottes de Pech Lagardie.

Gratton 107, 11p., coupe; plan.

Situation, historique des explorations par le GS La Cordée de Mouscron, description, dépôts et concrétionnement, hydrologie, perspectives... de 4 petites cavités des communes de Mouthoumet, Termes de Montjoi.

HERMAND L. – 1993

Etude du karst de la source de l'Agly (Camps-sur-l'Agly, Aude)

Lo Bramavenc, n°14 : 43-69 (topos, ill.).

Travail bibliographique de synthèse sur ce karst des hautes Corbières; tableau sur la minéralisation des eaux de la source de l'Agly; bassin versant probable de cette source. Inventaire des cavités explorées. De nombreuses observations.

HERMAND L. – 2002

Coloration de la perte de Saint-Andrieu

Spélé Aude, 11 (février 2002) : 94-102. Graphiques, cartes, tableaux, photos.

Etude complète d'un important traçage effectué en 2001 dans la région de Missègre (Aude). Résultats complets (percée de 12 km pour 415 m de dén.), cartes, graphiques.

HERMAND L. & GOMPEL G. – 1990

Quelque part dans l'Aude... le réseau des Quatre (suite)

Gratton 106, p. 26-27.

Désobstruction à l'explosif. Bilan des découvertes.

KUHFHUSS A. – 1981

Géologie et hydrogéologie des Corbières méridionales. Région de Bugarach/Rouffiac-des-Corbières.

Thèse 3<sup>ème</sup> cycle. Université Paul Sabatier de Toulouse.

MAS D. & S. C. AUDE – 1993

Le synclinal de Sougraigne (Aude), réseau des Tourtes: inventaire des cavités

Lo Bramavenc, n°14: p.29-83. (topos)

Inventaire, 19 fiches de cavité, topos. Les plus importantes sont: le Trauc del Caucé, dév. 480m; la grotte du Bournasset, dév. 6150m/ dén. -77m; le Trauc de la Mandra, dév.1560m,/ dén. -122m; le Trauc de la Veirarià, dév.1960m/ dén.-48m.

MAS D.; S. C. AUDE – 1993

Le synclinal de Sougraigne (Aude), réseau des Tourtes  
Lo Bramavenc, n°14, p.5-26, 6 fig., 3cartes.

Données physiques sur le milieu, géologie, hydrogéologie, karstologie, spéléogénèse : présentation générale.

OURNIE B. – 1987

Le massif des Fanges, chaînon du Roc Paradet - Fenouillèdes, Aude et Pyrénées Orientales.

Nécronomicon no 1 : 7-21 (topos, tab.).

Présentation géographique, potentiel des systèmes hydrogéologiques, hydrochimie, historique des explorations, topométrie des cavités de plus de 50 m, bibliographie du massif.

OURNIE B. – 1987

Présentation spéléologique du Massif des Fanges et du Chaînon du Roc Paradet (Fenouillèdes, Aude et Pyrénées-Orientales)

Karstologia, n°10, p. 1-6, 5 fig., cartes ou topos, 3ph.

Le massif des Corbières renferme entre autre le complexe souterrain : réseau des Fanges-Paradet, dév. 13 km et diverses formes karstiques superficielles et souterraines, description, hydrogéologie, évolution morphologique, inventaire cavités.

OURNIE B. – 1987

Le massif des Fanges, chaînon du Roc Paradet - Fenouillèdes, Aude et Pyrénées Orientales.

Nécronomicon no 1 : 7-21 (topos, tab.).

Présentation géographique, potentiel des systèmes hydrogéologiques, hydrochimie, historique des explorations, topométrie des cavités de plus de 50 m, bibliographie du massif.

OURNIE B. – 1998

Messes noires au Puits de l'Ours (Caudiès-de-Fenouillèdes, Pyrénées Orientales)

Spélé Aude, n°7: 42-53 (plan, 3 coupes, 10 photos, 2 tableaux).

Récit. Situation, toponymie, hydrogéologie, essai sur les phases de creusement, climatologie (courants d'air et variation du taux d'oxygène: 19,35 % à -285m.), données sur la topographie, historique des explorations, bibliographie, lexique.

OURNIE B. – 2002

Anomalies des teneurs en O<sub>2</sub> du réseau Fanges-Paradet

Spélé Aude, 11 (février 2002) : 84-92. Tableaux, photos.

Etude préliminaire sur des mesures de gaz dans un échantillon de cavités régionales (Aude, Hérault, Pyrénées-Orientales). Applications en recherches spéléologiques locales.

PULIGA J.-C. & GUERARD M. – 1987

Contribution à l'inventaire de la Forêt des Fanges, Aude et Pyrénées Orientales.

Nécronomicon no 1 : 33-45 (7 pl. topos).

Monographie sur les découvertes, situation, description sommaire, topo.

S. C. ARKHAM – 1987

Nouvelles brèves et explos nouvelles dans l'Aude et les Pyrénées Orientales.

Nécronomicon no 1 : 23-31, 55-65 (7 pl. topos).

Avancement des travaux, mise au point concernant la découverte du Barrenc de la Vache, cavités inédites, topo.

SALVAYRE H. – 1977

Spéléologie et hydrogéologie des massifs calcaires des Pyrénées orientales. Conflent.

SICARD G. – 1897

Essai sur la spéléologie de l'Aude. Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude.

SOETENS P. & GOMPEL G. – 1993

Activités dans l'Aude.

Gratton 120: 6-8, 10-11, 15.

Rapport littéraire d'activités de prospection. Topo de l'aven du Mathon- Gratton (La Bruguière), et de l'aven PF12 (ou aven des "Pères Fouilleurs ») (Mouthoumet).

TIXIER G. – 2005

La source du Bosc (Rouffiac-des-Corbières-Aude)

Spélé Aude n° 14 (2005) :36-44.8 photos,3 cartes, 4 figures.

Description d'une nouvelle cavité noyée de 1614m de développement et comptant 11 siphons, géologie.

TOSSATO S. & coll. – 1992

Explos dans les Fanges (Aude)

Spélé Aude n°1: p.46-91 (topos, cartes, fig.). : p.46-91.

Monographie sur ce secteur: Forêt des Fanges - Chaînon du Roc Paradet, hydrogéologie, traçages, résultats des prospections, fiches cavités. Principales cavités: J5, dériv. -175m; J6 ou Trou Marâou - 117m; J19 ou Trou du Mauvais sang -100m; BR5 ou La Pipelette -75m.

YVROUX Michel – 1989

Mise en évidence d'un aquifère karstique sous couverture dans le massif de Mouthoumet, Aude

Quatrième Coll. Hydro. en pays calcaire, Besançon 29 sept. - 1 oct. 1988 - Ann. Sc. Univ. Besançon, géologie, Mémoire h. s., n°6, t. 1, p. 205-210, 2 fig.

Etude hydrogéologique de cette région qui a subi la tectogenèse pyrénéenne et qui présente des restes de surface d'érosion. Mise en valeur des ressources hydrauliques.

YVROUX M. – 1992

Le forage thermal de Roquetaillade (Aude)

Ann. sci. Univ. Besançon: géologie, Mémoire hs n°11: Actes du 5° coll. hydrologie en pays calcaire, t.1: Neuchâtel 1992: 57-63 (2 fig., 1 tb.). : 57-63.

Un forage de recherche d'eau a atteint les calcaires karstifiés du Thanétien à -168m. Les venues d'eau sont caractérisées par une température élevée 26,5°C et de fortes teneurs en CO2. Hypothèses.

YVROUX M. – 1996

Forage de Rennes- les- Bains (Aude, France)

Hydrogéologie, bull. B.R.G.M., 1996, n°1

80.Forage de 1460 m atteignant l'aquifère thermal des calcaires dévonien. Rabattement de 15 m pour un débit de 40 m<sup>3</sup>/h.

## DESTINATAIRES DU RAPPORT.

---

<b>Réalisation du rapport</b> : Stagiaires et intervenants
<b>Syntèse</b> : Matthieu THOMAS Commission Scientifique FFS
<b>Reprographie</b> : Fédération Française de Spéléologie 28 rue Delandine 69002 Lyon

### Liste des destinataires

Stagiaires	9
Cadres et intervenants	10

#### Fédération Française de Spéléologie

Bureau Fédéral	10
DTN	2
Centre National de Documentation Spéléologique	2
Direction commission scientifique	2
Direction EFS	4
Direction commission environnement	2
Commission publication	2
CSR Languedoc-Roussillon	1
CDS 11	1

#### Structures partenaires ou en collaboration

Association Française de Karstologie	1
DIREN Languedoc-Roussillon	1
Conseil Générale Aude	1
Mairie de Bugarach	1
Université de Savoie - Edytem	1
Centre National de la Préhistoire	1
Fédération Aude Claire	1

# ANNEXES

Statut de l'Euprocte des Pyrénées  
*Calotriton asper* (Dugès 1852), (Amphibia, Salamandridae)  
dans le département de l'Aude  
(Bruno Le Roux, directeur de la Fédération Aude Claire)

#### Résumé

En 1987, une première station d'euprocte des Pyrénées *Calotriton asper*, anciennement *Euproctus asper* est découverte dans l'Aude. En 1991, alors que le nombre de sites de présence connus est de 5, j'entreprends une prospection systématique de l'ensemble de la zone de présence potentielle de l'espèce dans les Corbières et sur le piémont pyrénéen de l'Aude. A ce jour, avril 2006, 28 sites ont ainsi pu être identifiés. En parallèle, des travaux réalisés avec le laboratoire souterrain du CNRS de Moulis (09), ont permis d'obtenir quelques informations sur l'écologie de l'espèce en milieu naturel et en sites de basse altitude.

#### Introduction

L'aire de répartition de l'euprocte des Pyrénées est située sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne ainsi que sur son piémont dans ses parties karstiques. A la fin du XIX<sup>ième</sup> siècle et au début du XX<sup>ième</sup> siècle, de nombreux chercheurs et naturalistes se sont penchés sur cette espèce, identifiant plusieurs sous espèces selon des critères de taille ou de couleurs. Ces distinctions ont été par la suite abandonnées et il a fallu attendre le début des années soixante pour qu'à nouveau un chercheur, Mme Clergue-Gazeau, se penche sur la biologie et l'écologie de l'espèce. Enfin tout récemment, Carranza et Amat (2005) ont montré, sur la base de données moléculaires et morphologiques, que le genre *Euproctus* est en fait polyphénique, que ce nom générique doit être réservé aux euproctes de Corse *Euproctus montanus* et de Sardaigne *Euproctus platycephalus*, que l'euprocte des Pyrénées appartient à un genre distinct, *Calotriton* Gray, 1858, lequel genre contient deux espèces dont l'une, nouvelle, est endémique à la Sierra de Montseny en Espagne : *Calotriton arnoldi* Carranza et Amat 2005. A la lecture du peu d'information disponible sur l'Aude et des travaux de Clergue-Gazeau (voir bibliographie), il m'a semblé important d'approfondir la connaissance de l'espèce dans l'Aude, notamment sur sa répartition. Ce travail, débuté en 1991, même s'il n'est pas encore achevé, permet d'avoir une idée relativement précise de la répartition de l'euprocte sur cette partie du piémont pyrénéen et sur les Corbières. Il permet également d'apporter quelques éléments quant à l'écologie de l'espèce à basse altitude.

#### Présentation de l'espèce

L'euprocte des Pyrénées est un vertébré inférieur de la classe des amphibiens, de l'ordre des urodèles et de la famille des salamandridés. Il mesure de dix à quatorze centimètres en moyenne, avec une forme allongée. La tête est plutôt aplatie et arrondie au niveau du museau. Les yeux sont petits et relativement proéminents. Les pattes postérieures et antérieures sont égales, dépourvues de palmes. L'euprocte des Pyrénées, comme la plupart des urodèles, possède 5 orteils aux pattes postérieures et 4

doigts aux antérieures. Ses doigts et orteils se terminent par des griffes cornées noires, nettement visibles chez l'adulte, qui sont une des particularités morphologiques de notre urodèle. Il n'a pas de crête dorsale ; sa queue est épaisse et ovale, très musclée surtout chez le mâle. En effet, celle-ci lui sert à l'enlacement de sa partenaire pour la reproduction. La peau granuleuse, rugueuse au toucher, est à l'origine de son appellation : *asper*. Sa couleur varie du marron très clair au brun très foncé. Au travers de l'observation de nombreux individus, j'ai constaté plusieurs fois un certain mimétisme face au milieu : des individus clairs dans l'eau devenaient foncés après quelques minutes passées au niveau terrestre. La face ventrale est orangée, sans tache.

Le dimorphisme sexuel est facile à reconnaître, il se situe au niveau du mamelon cloacal très proéminent pour cette espèce (d'où son nom courant : EUPROCTE vient du grec, EU signifiant bon et PROCTOS croupion). Le mamelon cloacal est plus proéminent chez la femelle, formant un espèce de cône pointu tourné vers l'arrière. Le mamelon cloacal du mâle est bondé, la fente est plus ouverte. Avec un peu d'habitude la différenciation de deux sexes est plutôt aisée, mais elle nécessite d'attraper les individus.

### Particularités de l'espèce dans les sites de basses altitudes des Corbières

#### Caractère amphibien :

Bien que dépendant des ruisseaux ou des lacs, l'espèce n'est pas exclusivement aquatique. Toutefois dans les Corbières, l'euprocte est, à ma connaissance, totalement aquatique : cette hypothèse s'explique par la très basse altitude des stations (de 230 m à 600 m). De plus, la quasi totalité des stations se trouve en milieu karstique, donc, bien souvent, associée à des parties cavernicoles plus ou moins importantes.

La seule observation d'individus hors de l'eau, que j'ai pu faire en 8 ans de prospection aussi bien le jour que la nuit, a consisté en deux jeunes euproctes à proximité l'un de l'autre et perchés dans la mousse de cailloux dépassant de l'eau.

#### Caractère sténotherme :

L'euprocte supporte mal des températures élevées. Dans notre région, il a pu subsister en se réfugiant soit dans le milieu cavernicole, soit dans des ruisseaux où la température de l'eau subit de faibles variations. On dit ainsi de l'espèce qu'elle est sténotherme. Une campagne de relevés m'a confirmé ce fait durant l'année 1993. La période de reproduction, par rapport aux individus montagnards, est également modifiée : pendant l'été à haute altitude, au printemps et à l'automne à basse altitude.

#### Caractère sténophote :

On dit de l'euprocte qu'il est sténophote car il fuit la lumière directe du soleil. Dans la journée, il se cache d'une lumière trop vive en se réfugiant sous les pierres du ruisseau. Il est également rhéophile, c'est-à-dire qu'il aime le courant. L'euprocte affectionne des eaux très oxygénées - plus l'eau est courante plus le taux d'oxygène dissous sera élevé -

.

#### Caractère hypogé :

Les individus découverts dans le milieu cavernicole (données comité départemental de spéléologie et Le Roux 2002) ne présentent, a priori, aucun particularisme à l'état adulte. Pour les larves, leur croissance se déroulerait entre trois et cinq ans, au lieu d'une année dans les sites de basse altitude.

L'absence de lumière a apparemment, chez les adultes, peu d'effets sur la couleur ou encore sur le mode de vie. Pour la longévité des individus, on peut penser que celle-ci s'accroît en milieu souterrain à l'instar des individus en captivité. Au laboratoire de

Moulis, des spécimens ont ainsi atteint l'âge respectable de vingt ans, alors qu'en milieu épigé la longévité est estimée à sept ans.

Nous sommes ici (le milieu hypogé) dans des habitats, a priori, dépourvus de prédateurs et dans des conditions d'alimentation spécifiques. Ce qui ne peut qu'accroître la durée de vie

Estivation et hivernage :

L'activité de l'euprocte des Pyrénées est ralentie lorsque les conditions climatiques lui sont défavorables.

Dans les Corbières, j'ai aperçu des individus en pleine activité au mois de janvier. Des amplexus ont été observés en décembre ou en janvier (Le Roux 2002) avec une température d'eau ne dépassant pas les 5°C.

Le stéréotactisme positif :

Ce caractère désigne l'accoutumance du contact entre le corps et son environnement. Nous parlons, pour l'euprocte de stéréotactisme positif et non de stéréotropisme. Ce dernier terme laisserait penser que l'euprocte recherche le contact de son corps avec son environnement afin d'être dans une direction déterminée. Despax (1923) pense que le caractère sténophote de l'euprocte le pousse à rechercher, dans la nature, les points faiblement éclairés qu'il rencontre dans les petites cavités. Avec son mode de reproduction, et à la différence des tritons, on peut parler de stéréotactisme positif. Cette particularité accentue la spécificité de l'espèce, face aux autres urodèles.

La reconnaissance du partenaire lors de la reproduction, hypothèse :

Chez les tritons, la phase préparatoire à la reproduction est très nette et primordiale. Le mâle commence d'abord par dresser la queue et la faire vibrer à l'approche d'un partenaire. Il va ensuite tourner autour de sa partenaire afin de la reconnaître. Après toute cette parade la phase de reproduction pourra commencer. A l'inverse chez l'euprocte, si le mâle se tient avec la queue dressée, il n'y aurait aucune phase de reconnaissance du partenaire. Même Despax, en 1923, a constaté ce phénomène, découvrant ainsi que près de 50% des accouplements s'effectuaient entre mâles. L'hypothèse suivant laquelle aucune parade ne précéderait l'accouplement chez l'euprocte des Pyrénées est encore rejetée par certains chercheurs. Il n'en demeure pas moins que depuis de très nombreuses années, j'ai pu constater très souvent des amplexus entre mâles et tout aussi régulièrement des accouplements entre euprocte mâle et triton palmé. Il m'est arrivé également d'observer des amplexus regroupant jusqu'à quatre individus dont un triton palmé.

La reproduction à basse altitude

La maturité sexuelle de l'euprocte n'intervient pas avant l'âge de trois ans. En milieu cavernicole ou en haute montagne, celle-ci peut être retardée jusqu'à cinq ans et même plus. La reproduction s'effectue uniquement dans l'eau. Le mâle attend en se tenant dressé sur ses membres, la queue levée verticalement. Si une femelle passe à sa portée, il rabat sa queue vers elle et la saisie sans ménagement au niveau de sa région pelvienne. L'action est violente et non sans conséquences pour les individus.

Lors de la campagne de suivi, de 1998 à 1999, nous avons pu constater que les femelles, et même aussi quelques mâles, après une période de reproduction, portaient bien souvent des plaies sur leur corps ou des amputations de doigts. Je dois à nouveau préciser que l'euprocte régénère ses membres.

L'euprocte n'est pas regardant quant au sexe de l'individu qu'il saisit. Ainsi, il n'est pas rare de trouver deux mâles enlacés. J'ai pu également assister à des amplexus avec des tritons palmés, bien sûr sans résultats, ainsi qu'à d'autres pouvant regrouper jusqu'à quatre individus.

Malgré l'enlacement pratiqué (amplexus), il n'y a pas de pénétration lors de l'accouplement. Le mâle dépose son spermatophore à proximité du cloaque de la femelle qui l'absorbera. La fécondation est donc interne. Il arrive que le mâle aide l'absorption du spermatophore par le cloaque de la femelle avec ses pattes postérieures, ce qui est le cas également pour d'autres espèces d'amphibiens, notamment chez les anoues. D'après Despax (1923) la femelle peut conserver les spermatozoïdes jusqu'à trente jours dans la spermathèque. Si cela peut paraître beaucoup, il est bon de rappeler ici que la salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*) peut, quant à elle, conserver le spermatophore jusqu'à deux ans. Ce phénomène se retrouve également chez certains reptiles comme les tortues.

L'euprocte est ovipare. La femelle pond des oeufs qui, en fonction de la température de l'eau, peuvent éclore au bout d'un mois en moyenne. Les larves mesurent un centimètre et demi à la naissance et mettront entre un à deux ans pour se métamorphoser, dans des conditions normales de lumière et de température. Dans les Corbières, la confusion avec les larves de triton palmé est très possible, surtout au tout début de l'été où les deux larves peuvent être présentes dans les rivières. En ce qui concerne la larve de salamandre, la présence de taches claires à la base de chaque patte rend toute confusion impossible.

Hypothèses sur les conditions de la reproduction, dans les sites de basse altitude de l'Aude :

L'étude d'un biotope et des différentes périodes de reproduction (voir figure 1) m'a amené à penser que la température de l'eau et la luminosité représentent des facteurs déterminants pour le déclenchement d'une période d'accouplement chez l'euprocte des Pyrénées. Pendant de très nombreuses années, on a limité la période de reproduction de l'euprocte à la période estivale. Pour les sites de basse altitude, comme les sites audois, il est très difficile de cerner les facteurs influant sur la reproduction.

Dans les Corbières, nous avons toutefois identifié deux périodes principales et tout à fait distinctes : le printemps et l'automne. Mais il faut définir également des sous périodes dépendantes de facteurs climatiques, à l'intérieur des deux saisons citées plus haut. A la fin de l'hiver, la luminosité est encore relativement faible. La température de l'eau, encore assez basse, atteint parfois de douze à treize degrés grâce aux rayons du soleil si le débit n'est pas trop élevé. Ces conditions semblent, après plusieurs années de repérages et d'analyses, les meilleures pour que débutent les copulations. Il me faut souligner ici que pour la majorité des observations de copulations, la température de l'eau variait entre 10°5 et 12°. Il peut arriver toutefois de rencontrer des amplexus à des températures de l'eau inférieures à 6 °.

Après la sous période précédente, aux alentours de fin mars à mi-avril, la luminosité va devenir trop importante, gênant notre euprocte. Mais un peu plus tard, dès que les arbres auront leurs feuilles, celui-ci retrouve des conditions optimales pour se reproduire. En effet, l'ombrage crée une stabilisation de la température de l'eau de nouveau vers 11°. Cette autre sous période se situe vers le mois de mai, variant de quelques jours en fonction de l'année. En automne, il lui faudra attendre les premières pluies et une baisse sensible de la température pour qu'il puisse de nouveau se reproduire. En général,

l'euprocte attendra le mois d'octobre. Les conditions optimales dureront alors jusqu'à la mi-novembre.

En 1993, les accouplements débutèrent en avril ; à cause d'un refroidissement, ils s'arrêtèrent net en mai pour reprendre quelques jours en juin. En 1994, c'est en mars que j'ai observé les premiers enlacements. Avril fut très froid et pluvieux, ils s'arrêtèrent donc, pour reprendre au début du mois de mai, une fois que la température fut stabilisée vers 11°5 grâce au couvert végétal. Une précision, l'accouplement chez l'euprocte peut durer jusqu'à 48 heures. Cela explique en partie la nécessité pour l'espèce de rencontrer de bonnes conditions climatiques, de débit, de température sous peine de mortalité importante. Les euproctes résistent mal à un débit trop fort.

Comme je l'ai dit, j'ai pu rencontrer des amplexus à pratiquement toutes les périodes de l'année. Ce qui a été défini plus haut représente les périodes essentielles de la reproduction. Il serait utile d'approfondir les connaissances sur les accouplements observés hors de ces périodes principales, afin de savoir quelle est la proportion d'amplexus entre individus du même sexe, et celle entre mâle et femelle.

#### Généralités sur les sites audois à basses altitudes

A ce jour, ce sont donc 28 sites de présence de l'espèce qui sont recensés dans le département de l'Aude (voir tableau 1). Sur l'ensemble de la chaîne pyrénéenne 78,2 % des sites se situe entre 1000 et 2500 m d'altitude (Clergue-Gazeau et Martinez Rica 1977). Pour le département de l'Aude, c'est 89,2 % des sites qui se situe au dessous de 1000 m d'altitude. L'Aude recèle même un des sites les plus bas de France avec 320 m dans les Corbières.

L'eau des ruisseaux, où l'espèce est présente, doit être d'une limpidité et d'une clarté absolue, en régime hydraulique normal. La moindre modification durable (les coupes forestières à blanc, les créations de piste favorisent trop souvent l'érosion et donc amènent une quantité de fines importantes dans les cours d'eau) peut être irréversible quant à la survie du biotope.

A part le milieu cavernicole (site hypogé), les ruisseaux (sites épigés) où l'euprocte est connu dans les Corbières possèdent de nombreuses cascades qui permettent à l'eau de s'oxygéner fortement. Sous ces cascades, des trous d'eau maintiennent une température assez fraîche en été et favorisent le développement de nombreux insectes essentiels à la nourriture des amphibiens (voir figure 2). Une constante de ces ruisseaux est la formation de conglomérats calcaires, du tuf, à partir des feuilles mortes ou des racines sur lesquelles se précipite le calcaire formant ainsi des concrétions qui peuvent, au cours des ans, atteindre plusieurs mètres de haut. Cet habitat naturel, intitulé cratoneurion en phytosociologie, représente l'habitat prioritaire de la directive européenne de 1992 dite directive « Habitats ».

Je n'ai pas trouvé, à ce jour, de présence d'euprocte dans les ruisseaux des Corbières qui n'ont pas cette particularité. Il me semble que ces barrières de calcaire jouent un rôle non négligeable d'épuration des cours d'eau, en piégeant dans leurs fines alvéoles un bon nombre d'éléments indésirables contenus dans l'eau. La présence des euproctes, dans ce type de rivière, peut aussi s'expliquer par l'existence de cavité où il peut se réfugier lorsque les conditions climatiques ne lui sont pas favorables.

Il me paraît important, également, de relever, au niveau des précipitations, une relative importance de celles-ci sur l'ensemble des biotopes où l'on rencontre notre euprocte. D'après les cartes de précipitations que j'ai pu consulter, la pluviométrie se situe aux alentours de 950 à 1020 mm par an en moyenne inter-annuelle. Sur ces sites les précipitations sont relativement bien réparties tout au long de l'année, avec un minimum de 60 mm pour le mois d'août, et un maximum de 130 mm en décembre. L'influence du climat méditerranéen y est fortement ressentie, avec toutefois quelques influences de types océaniques, voire même montagnardes pour les sites les plus élevés. Cette

pluviométrie importante joue un rôle déterminant quant à la survie de l'euprocte, mais aussi au maintien d'une certaine forme d'écosystème lié à ce climat, assez particulier. La végétation y est de type supra-méditerranéen, avec une présence dominante de chênes blancs et de hêtres pour certains sites.

Il me faut également préciser que les écarts de température sont peu importants, avec une moyenne annuelle de 11°2, le mois le plus chaud étant juillet, le plus froid janvier. La durée de retour des hivers rigoureux est d'en moyenne dix ans.

## Conclusion

Les recherches sur l'euprocte des Pyrénées dans l'Aude ont permis d'avoir une idée plus complète de sa répartition dans ce département. Elles ont également permis d'apporter quelques constations sur le mode de vie de l'espèce en milieu naturel et à basse altitude. Ce travail, remis aux différents responsables de la police de l'eau, devrait permettre une meilleure prise en compte de cet d'amphibien dans tous les projets d'aménagement des cours d'eau concernés. Suite à la mise en évidence d'une espèce distincte, *Calotriton arnoldi*, pour la population de la Sierra de Montseny, il apparaît important d'entreprendre le même type de travail sur les euproctes des Corbières. En effet, ces populations, qui concernent des individus plus petits que ceux des Pyrénées proprement dites, paraissent déconnectées de celle de la chaîne centrale.

## Bibliographie

- Atlas de répartition des reptiles et amphibiens du Languedoc-Roussillon -1987- Geniez-Cheylan, USTL Montpellier, GRIVE
- Carranza S. & Amat F. (2005). Taxonomy, biogeography and evolution of *Euproctus* (Amphibia : Salamandridae), with description of a new endemic species from the Iberian Peninsula. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 145 : 555-582.
- Clergue-Gazeau -1965- Etude comparative de l'euprocte des lacs et de l'euprocte cavernicole, *Annales de spéléologie*, 20 : 2 : 301-306
- Clergue-Gazeau et Beetschen -1966- Contribution à l'étude de la reproduction de l'urodèle *Euproctus asper* (Dugès) dans les pyrénées centrales et ariégeoises, *Annales de limnologie*, 2 : 2 : 217-226
- Clergue-Gazeau -1968- *Euproctus asper*, limite occidentale de l'espèce dans les Pyrénées françaises, *Annales de limnologie*, 4 : 265-269
- Clergue-Gazeau -1969- Alimentation de l'euprocte dans les grottes, *Annales de spéléologie*, 24 : 2 : 361-364
- Clergue-Gazeau -1971- L'euprocte des Pyrénées, conséquences de la vie cavernicole sur son développement et sa reproduction, *Annales de spéléologie*, 26 : 4 : 821-959
- Clergue-Gazeau et Martinez-Rica -1977- Données nouvelles sur la répartition géographique de l'espèce *Euproctus asper* Dugès, *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 113 : 3 et 4
- Despax -1923- Contribution à l'étude anatomique et biologique des Batraciens Urodèles du groupe des euproctes et spécialement de l'euprocte des Pyrénées *Triton (Euproctus) asper* Dugès, *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 51 : 185-440
- Le Roux B. -2002- L'Euprocte des Pyrénées dans le département de l'Aude, Fédération Aude Claire

## De la spéléo à l'archéo... il n'y a qu'un pas.

Elisa BOCHE



Il est fréquent de rencontrer des traces d'activités humaines ou animales dans les grottes. Cela tient à une raison majeure : le karst est un formidable milieu pour conserver ces vestiges du passé. Rien qu'en France, environ 150 grottes sont connues pour avoir conservé des témoignages dessinés ou peints sur les parois des grottes, à la période paléolithique.



*Exemple de peintures du néolithique sur une falaise en plein air : l'érosion naturelle ainsi que les dégradations liées à l'homme ont considérablement altéré ces témoignages (Las Batuecas, Espagne, cl. E. Boche).*

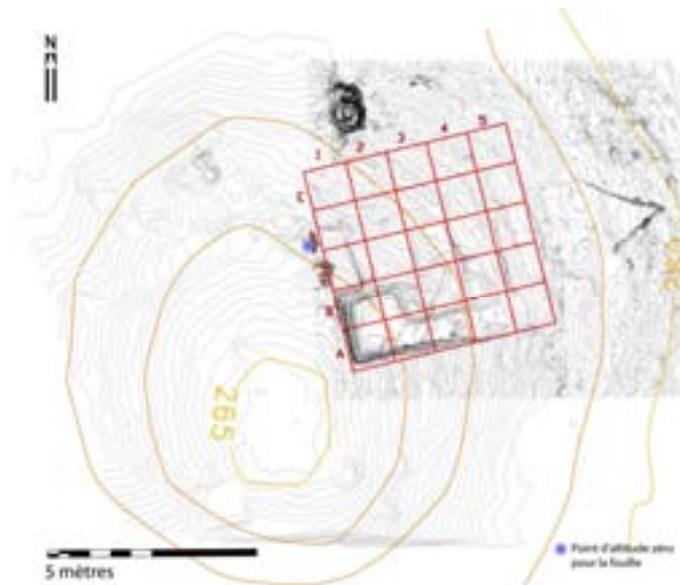
Il y a des vestiges presque évidents à reconnaître : les peintures ou dessins monumentaux sur les parois, les vestiges de construction, des ossements au sol... Mais certaines traces sont tellement fugaces que l'on peut passer à côté sans les voir... ou pire en les détruisant, seulement par méconnaissance. Si les grottes ont permis de conserver parfois plusieurs milliers d'année ces traces, tachons de ne pas gâcher cet héritage. Voici donc une introduction générale dont le but est de fournir quelques éléments d'information et des pistes à garder à l'esprit.

## A QUOI S'INTÉRESSENT LES ARCHÉOLOGUES ET QUELS SONT LEURS OUTILS ?

L'archéologue s'intéresse à comprendre les sociétés humaines du passé (leurs relations entre elles, leurs cultures, les relations avec le milieu naturel...) avec ou sans écriture, des plus anciennes (les paléanthropologues étudient les premiers hominidés actuellement connus dès 7 millions d'années) aux plus récentes (périodes modernes).

La fouille est une étape nécessitant l'enregistrement précis de tout ce qui est observé (photographies, relevés, scan 3D...) : en fouillant, l'archéologue détruit son objet d'étude. C'est pour cette raison que dans des grottes récemment découvertes, l'archéologue évite de fouiller et laisse chaque objet à sa place.

Comme une topographie spéléologique, la **topographie** est la base en archéologie pour délimiter le site et repérer les vestiges. On enregistre les coordonnées de chaque objet dans un repère orthonormé x, y et z, à l'aide d'un carroyage.



*Exemple de carroyage en rouge (axes X et Y) utilisé pour repérer les vestiges dans l'espace (avenue d'Ornac, fouille L. Gamberi et fonds topographique cabinet G. Perazio).*

Mais en plus de se repérer dans l'espace, l'archéologue doit évidemment se repérer dans le temps : on utilise pour cela la **stratigraphie**, une sorte de frise chronologique verticale qui représente la superposition des occupations, du plus ancien (en bas) au plus récent (en haut).





*Réseau karstique recoupé par d'anciennes carrières, réutilisées au XXe s comme champignonnières (grottes de Jovelle, cl. S. Jaillet)*

- L'utilisation des grottes comme **défense, abri, ou pour l'habitat** :
  - grottes fortifiées (associées à de l'architecture, chateau...)
  - habitat troglodyte, etc.



*Spoulga de Bouan (Ariège), grotte fortifiée (fin XIIe s. – XVe s.) avec son mur et l'enceinte (cl. : F. Guillot in Guillot 2010).*

- L'utilisation **religieuse ou symbolique** des grottes :
  - chapelles et églises troglodytes, ermitages,



*Grotte artificielle creusée en un bloc et utilisée comme église et cimetière dès le Xe s (église monolithe d'Aubeterre, cl. E. Boche).*

- utilisation funéraire des grottes (sépultures collectives, urnes à incinérations...)
- art pariétal
- graffitis pour les périodes historiques, etc.



*Les peintures préhistoriques dans les grottes, si elles peuvent être associées à l'idée de "sanctuaires", n'ont pas fini de faire parler d'elles (grotte de Lascaux, cl. N. Aujoulat, Ministère de la Culture)*

Si l'on sort un peu du cadre de l'archéologie, la fréquentation des grottes par l'homme est aujourd'hui étudiée sous l'angle des ressources touristiques et sportives. En extrapolant, les archéologues du futur s'attarderont peut-être, qui sait, à

comprendre à quoi pouvaient bien servir ces pièces métalliques plantées dans les parois des grottes, nos spits et plaquettes divers !

### **L'animal**

L'homme n'est pas le seul à avoir fréquenté les grottes : de nombreuses espèces ont séjourné sous terre, certaines disparues, comme l'*Ursus spelaeus*, le fameux ours des cavernes. Il laisse une trace de son passage grâce aux ossements que l'on retrouve, mais aussi bien d'autres signes : les bauges (le lit le temps de l'hibernation), des griffades en paroi et dans l'argile, des traces de son déplacement (polis de la roche, traces de glissades dans l'argiles, etc.). *Ursus* et bien d'autres espèces souvent moins imposantes laissent également leurs empreintes au sol, dans le cas de cavités très bien conservées.



*Bauge à ours (grotte Chauvet, cl. J-M. Geneste)*



*Crâne d'ours (grotte Chauvet, cl. J-M. Geneste)*

### **L'environnement**

Une des autres préoccupation des archéologues est de comprendre l'interaction de l'homme avec le paysage, et donc de reconstituer les environnements passés. Pour cela encore les grottes sont une précieuse mine d'informations : les spéléothèmes (grande famille des concrétions) peuvent être datés précisément grâce à des méthodes radiométriques (uranium-thorium). En piégeant de la matière organique au fur et à mesure de leur croissance, elles permettent d'enregistrer les variations du climat et du couvert végétal (grâce aux pollens), et parfois même des activités humaines.



*Une stalagmite, une fois sciée afin d'obtenir une section verticale, révèle sa structure interne formée de lamines (qui représentent les différentes étapes de sa croissance) : l'analyse permet d'identifier les périodes de concrétionnement et ses interruptions (liées au climat, à la géomorphologie...), et des échantillons prélevés le long de cette section permettent de dater ces différentes phases (document Edytem).*

## **FOCUS SUR LA PALÉOSPÉLÉOLOGIE**

La paléospéléologie, approche fondée par F. Rouzard dans les années 1990, aborde "l'ensemble des traces laissées par les hommes et les animaux dans le monde souterrain profond, en tentant de répondre aux questions : Quand ? Comment ? Pourquoi ? sont-ils venus sous terre.", et donc s'intéresse à toutes les périodes et à tous les types de vestiges qui témoignent d'un passage de l'homme, traces parfois presque imperceptibles au premier abord (une trace de couleur au sol, une empreinte de doigts dans l'argile, un foyer ou un témoin d'une source d'éclairage, etc.).



*Empreinte (grotte Chauvet, cl. E. Boche)*



*Foyer (grotte Chauvet, cl. J-M. Geneste)*



*Trace charbonneuse, essuyage de torche pour raviver une flamme ? (grotte Chauvet, cl. J. Monney)*



*Trace de pigment rouge près du sol, témoignage de la progression dans la grotte (grotte Chauvet, cl. E. Boche)*

La paléospéléologie s'intéresse aussi : aux techniques de progression dans le monde souterrain pour découvrir des témoignages, assurer leur sécurité et permettre leur observation ; à la connaissance du milieu karstique, à la valorisation, la conservation et la protection de ce patrimoine à la fois naturel et culturel.



*Assemblage de concrétions par les hommes préhistoriques dans la grotte de Bruniquel (cl. F. Rouzaud in Rouzaud 1997).*

## **DE LA DÉCOUVERTE À LA CONSERVATION ET À LA PROTECTION DES GROTTES**

La majorité des découvertes archéologiques en grottes sont faites par des spéléologues. Le meilleur moyen d'en assurer la protection est d'entretenir un dialogue entre spéléologues et archéologues, et bien sûr d'acquérir un minimum de connaissances sur ces sujets.

En résumé, voici ce qu'il faut faire en cas de découverte archéologique (transposable à l'étranger pour les deux premiers points, les aspects législatifs variant selon les pays) :

- **Dans la grotte** : le cas de la découverte de la grotte de Cussac en 2000 par le spéléologue M. Delluc est un bon exemple pour illustrer le comportement à avoir en cas de découverte archéologique en grotte. Parcourant sur une centaine de mètres la cavité enfin accessible, M. Delluc repéra les premières gravures en paroi. Devant la multiplication de ces témoignages, il balisa son cheminement afin de ne pas recouvrir de ses empreintes les sols argileux, et interrompis sa progression.
- **Dès la sortie** : L'inventeur des vestiges et le propriétaire du terrain doivent avertir le maire de la commune concernée, celui-ci prévient le préfet qui saisit le service régional de l'archéologie, lequel en appréciera l'intérêt archéologique.  
Si tous les services de l'archéologie n'ont pas une personne ressource pour ce type de patrimoine (P. Galant en Languedoc-Roussillon, B. Gély en Rhône-Alpes), il convient de contacter le service, une structure locale pouvant parfois servir de "relais" (comme par exemple F. Prud'homme au musée d'Ornac en Ardèche).
- **Propriété** : Pour ce qui est de la propriété des vestiges, elle dépend du contexte de la découverte. En cas de découverte "fortuite" comme c'est souvent le cas pour les grottes, le propriétaire du fonds (c'est-à-dire du terrain) et l'inventeur possèdent des droits égaux sur celle-ci (article 716 du code civil).
- **Protection** : Les grottes étant considérées comme patrimoine immobilier dans la législation, le plus souvent une procédure d'inscription ou de classement par les Monuments Historiques fait suite à la découverte, ainsi que la mise en place d'une protection physique (porte, grille, passerelles pour la protection des sols, etc.). Pour l'accès par la suite, les cas sont variables, mais la plupart du temps l'inventeur garde un droit d'accès, ou bien les clés sont déposées au CDS en cas de litige.
- **Etude et conservation** : Pour la fouille dite «programmée» (qui s'inscrit dans le cadre strict de la recherche scientifique), l'État délivre des autorisations d'opérations archéologiques après examen du dossier par le conseil national de la recherche archéologique (CNRA). C'est le préfet de la région concernée (direction régionale des affaires culturelles, service régional de l'archéologie) qui délivre les autorisations de fouilles. En cas de menace sur la conservation des vestiges, une opération de sauvetage peut être mise en oeuvre.

## **EN CONCLUSION**

La mise en oeuvre de protections physiques (portes, passerelles...), juridiques (classement Monument Historique...) ou réglementaires pour les grottes n'est que la face la plus apparente ou se retrouvent les spéléologues et les archéologues, parfois non sans conflits.

L'archéologie est intimement liée à l'activité des spéléologues, et vice-versa. Elles doivent continuer à construire des relations privilégiées, par la sensibilisation au patrimoine, la formation, la valorisation des découvertes et la participation aux recherches.

## **QUELQUES PISTES BIBLIOGRAPHIQUES POUR ALLER PLUS LOIN**

### **Spéléologie et archéologie**

Baritaud T. *et alii* (2010), Colloque Archéologie souterraine et spéléologie - Périgueux, mai 2006, Spelunca mémoires n° 34.

Gratte L. Et al (1984), Spéléos-archéos: la fin d'une "superbe indifférence"?  
Spelunca Explorations  
Souterraines Angoulême no16, pp. 19-22.

Guillot F. (1994), Spéléologie et Archéologie, Les cahiers de l'EFS n°6.

### **Sur les périodes récentes et l'utilisation religieuse des grottes**

Gauchon C. (2007), Des cavernes et des hommes, Karstologia Mémoire n°

Guillot F. (2007), Des hommes et des grottes, réflexions et questionnements pour une histoire médiévale du troglodytisme en France.

<http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/52/98/98/PDF/Guillotspelunca34.pdf>

1.1 Nicod J. (1998), *Les grottes : rétrospective historique et insertion des grottes-aménagées dans l'espace géographique*

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geo\\_00034010\\_1998\\_num\\_107\\_603\\_20872](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geo_00034010_1998_num_107_603_20872)

### **Protohistoire**

1.2 Boulestin B. Et al (2002), *La grotte sépulcrale du Néolithique récent de la Maison Blanche à Saint-Projet (Charente) : premières observations*

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf\\_0249-7638\\_2002\\_num\\_99\\_1\\_12605](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf_0249-7638_2002_num_99_1_12605)

Carozza L. *et al* (2009), L'horizontal et le vertical - L'âge du Bronze de la grotte des Fraux (Saint-Martin-de-Fressengeas - Dordogne)

[http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/43/18/77/PDF/carozza\\_et\\_al.pdf](http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/43/18/77/PDF/carozza_et_al.pdf)

1.3 Treffort J.M. (2005), *La fréquentation des cavités naturelles du Jura méridional au Bronze final : état de la question, nouvelles données et perspectives*

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf\\_0249-7638\\_2005\\_num\\_102\\_2\\_13116](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf_0249-7638_2005_num_102_2_13116)

## **Sur le paléolithique et les grottes ornées**

Aujoulat N. et al (2001), La grotte ornée de Cussac (Dordogne). Observation liminaires, Paléo n°13

<http://paleo.revues.org/index919.html>

Clottes J. (1992), La Grotte Cosquer (Cap Morgiou, Marseille)

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf\\_0249-7638\\_1992\\_num\\_89\\_4\\_10536](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf_0249-7638_1992_num_89_4_10536)

Collectif (1984), L'art des cavernes, Ed. Ministère de la Culture.

Lorblanchet M. (2010), Art pariétal. Grottes ornées du Quercy, Ed. Du Rouergue.

## **Paléontologie**

1.4 *Philippe M., Fosse P. (2005), La faune de la grotte Chauvet : paléobiologie et anthropozoologie*

1.5 [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf\\_0249-7638\\_2005\\_num\\_102\\_1\\_13340](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf_0249-7638_2005_num_102_1_13340)

## **Sur les paléoenvironnements et la géomorphologie**

1.6 *Delannoy J.-J. et al (2001), La cartographie morphologique souterraine : apports aux reconstitutions paléogéographiques et paléoenvironnementales. Application à la grotte Chauvet (Ardèche - France)*

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate\\_1142-2904\\_2001\\_num\\_12\\_4\\_1696](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate_1142-2904_2001_num_12_4_1696)

1.7 *Genty D. et al (1997), Exemples de particules d'origine anthropique piégées dans les lamines de croissance de stalagmites - Intérêt pour la reconstitution des environnements humains anciens*

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate\\_1142-2904\\_1997\\_num\\_8\\_2\\_1569#](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate_1142-2904_1997_num_8_2_1569#)

1.8 *Jaillet S. et al (2006), Paléo-mises en charge holocènes dans deux stalagmites du réseau du Rupt-du-puits*

<http://popups.ulg.ac.be/Geol/docannexe.php?id=1319>

## **Sur la paléospéléologie**

1.9 *Ambert P. et al (2001), Incursions spéléologiques mésolithiques dans la grotte d'Aldène (Cesseras, Hérault)*

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf\\_0249-7638\\_2001\\_num\\_98\\_3\\_12535](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf_0249-7638_2001_num_98_3_12535)

Montelle Y.-P. (2010), Index des traces et des modifications anthropiques en milieu karstique profond, Congrès de l'IFRAO, septembre 2010 – (Pré-Actes)  
<http://www.ifraoariege2010.fr/docs/Articles/Montelle-Forensics.pdf>

Rouzaud F. (1997), La paléospéléologie ou : l'approche globale des documents anthropiques et paléontologiques conservés dans le karst profond, Quaternaire n°8 (2-3)  
[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate\\_1142-2904\\_1997\\_num\\_8\\_2\\_1578](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate_1142-2904_1997_num_8_2_1578)

### **Sur la protection du milieu souterrain et sa conservation**

Brunet J. *et al* (1996), La conservation des grottes ornées, Ed. CNRS.

Vidal P. (2001), L'art rupestre en péril : un patrimoine mondial à sauver, Ed. Pilot 24.

### **LIENS UTILES**

Pour ceux qui souhaitent participer à une fouille archéologique, la liste des chantiers archéo bénévoles se trouve à cette adresse :

<http://www.culture.gouv.fr/culture/fouilles/>

Le contact des DRAC pour joindre les services régionaux d'archéologie :

<http://www.culture.gouv.fr/culture/regions/index.html>



Fédération Française de Spéléologie  
28 rue Delandine  
69002 LYON

Tel : 04.72.56.09.63.

Fax : 04.78.42.15.98.

Courriel : [secretariat@ffspeleo.fr](mailto:secretariat@ffspeleo.fr)

Site internet : <http://ffspeleo.fr>