Compte-rendu

« Foussoubie – Juillet 2009 »

13 – 19 juillet 2009

Le présent document est un compte-rendu interne des travaux réalisés lors de la semaine « Foussoubie – Juillet 2009 » et présente un certain nombre d'observations et de réflexions autour du système de Foussoubie (Goule et Event).

Participants :

Elisa BOCHE (Spéléo-Club de Périgueux, Centre Nat. de Préhistoire et labo EDYTEM) – elisa.boche@laposte.net
Didier CAILHOL (Gr. spéléo Spiteurs Fous et Co. Scient. de la Féd. Fr. de Spéléologie) - didier.cailhol@wanadoo.fr
Sylvie CAILHOL (Gr. spéléo Spiteurs Fous) - sylvie.cailhol@wanadoo.fr
Théophile CAILHOL (Gr. spéléo Spiteurs Fous) - theophile.cailhol@laposte.net
Xavier CAILHOL (Gr. spéléo Spiteurs Fous) - x.cailhol@laposte.net
Marco FILIPPONI (Société Suisse de Spéléologie – Ecole Polytechnique de Lausanne) - marco.filipponi@epfl.ch
Stéphane JAILLET (Club Los Fouyants et laboratoire EDYTEM) – stephane.jaillet@univ-savoie.fr
Benjamin SADIER (Groupe Action Spéléo d'Orgnac et laboratoire EDYTEM) – benjamin.sadier@univ-savoie.fr

Remerciements :

Cette mission « Foussoubie – Juillet 2009 » a été rendu possible grâce la gentillesse et au soutien d'un certain nombre de personne et de structures que nous souhaitons remercier :

- la mairie et le site d'Orgnac pour l'accueil à la maison des stagiaires ;
- Le Comité départemental de Spéléologie de l'Ardèche, et en particulier Judi Arnaud, pour l'équipement de la goule et le prêt de corde ;
- Françoise Prud'homme pour son accueil toujours aussi chaleureux sur son terrain.
- Stéphane Tocino pour le prêt de matériel (corde…)
- Le club CESAME pour son accompagnement dans la goule lors de la sortie n°3.

Photographie de couverture : Dans la galerie SCUCL peu avant la zone du Camp de Base. Photo SJ

Foussoubie, la « Font Subite », compte parmi les grands systèmes spéléologiques français. Réseau majeur de la rive droite de l'Ardèche, Foussoubie semble délaissé depuis les grandes explorations des années 50, 60, 70 et début 80. Depuis les dernières plongées et surtout la grande synthèse topographique de Le Roux en 1981, personne ne semble avoir repris d'étude ou d'exploration importante sur un des systèmes des plus intéressants qui soit, en particulier du coté de la goule.
Déjà les travaux du stage « équipier scientifique 2000 » avait permis de faire quelques observations autant dans la zone de la goule que du coté de l'évent. Mais il semblait opportun de relancer quelques observations sur ce système et pourquoi pas à terme lancer une véritable campagne de recherche à la fois karstologique et spéléologique.

Coté spéléologique, les questions en suspens sont l'existence de quelques cheminées clairement indiquées sur la topographique synthétisée par Le Roux (1981). Ces cheminées dont le sommet n'a pas encore été atteint semblent constituer un objectif alléchant pour envisager un jour une jonction directement avec le plateau sus-jacent, notamment au droit du vallon sec qui se développe au dessus du réseau. Cependant, des différences subsistent entre la topographie « papier » et le modèle 3D reconstitué[1].

Coté karstologique, les questions que soulèvent le système de Foussoubie sont de plusieurs ordres et notamment :

- Quelle signification porte l'étagement des galeries et quelles sont les relations de ces différents étages de galeries avec le creusement des gorges de l'Ardèche et les autres grands réseaux de la rive droite (réseau d'Orgnac) ou de la rive gauche ?
- Quelles relations existent, ou ont existées, entre les conduits du système de Foussoubie et les structures karstiques sèche ou semi-actives qui le surmontent (vallon sec, Combe de Virac, Rieusset)[2] ?
- Quel crédit, ou validité temporelle, apporter à l'étagement des galeries alors que l'ensembles des conduits (même les plus hauts conduits fossiles) s'ennoient régulièrement ?
- Comment mieux comprendre le fonctionnement hydrologique du système, ses crues spectaculaires ? Y-a-t'il une géographie des mises en charges dans le réseau. Celles-ci sont elles synchrones dans le réseau ?
- Quelle part accorder aux effets locaux dans la répartition de ces différentes zones de mises en charges, notamment comment appréhender le rôle des rétrécissements locaux ou des remplissages dynamiques de fond de galerie ?
- Quelle peut être la part des remplissages sédimentaires (notamment détritique) dans la genèse et la géométrie des conduits ?
- Comment décrypter les relations qui existent entre sédimentation chimique, érosion mécanique et sédimentation détritique grossière ? Sur quelle échelle de temps ces évènements se succèdent t'ils ?

[1] Le modèle 3D a été entièrement réalisé par Patrick Le Roux et Benjamin Sadier, à partir des données topographiques brutes synthétisées par Le Roux.
[2] Lire à ce sujet les travaux de Callot, 1976.

Enfin, coté histoire, malgré les difficultés d'accès au milieu souterrain, les deux cotés du système, la goule comme l'évent, ont été utilisés pour des aménagements liés à l'eau. Au-delà de l'intérêt historique de ces aménagements, la toponymie (goule de Foussoubie d'un coté, évent de Foussoubie de l'autre coté), si elle ne choque personne aujourd'hui ne parait pas évidente de prime abords avec une percée hydrogéologique de plusieurs kilomètres à vol d'oiseau. De ce coté de l'Ardèche, l'exploration spéléologique a finalement entérinée la toponymie. De l'autre coté, en rive gauche, les choses ne semblent pas si claires et l'évent d'Ibie ne semble pas en communication évidente avec les pertes de l'Ibie[3]. Cette simple remarque pose la question de la perception de l'hydrologie des systèmes karstiques dans le passé et en quoi la toponymie peut constituer un indicateur de cette perception.

Tous ces champs, toutes ces questions, montrent combien le système de Foussoubie porte bien en lui les potentialités d'une véritable étude spéléologique et karstologique complète, d'un karst majeur de la rive droite de l'Ardèche.

Après une reconnaissance de la cavité en juillet 2008 (jusqu'au camp de Base), nous avons choisi de bloquer une semaine complète pour travailler dans de bonnes conditions. En effet, il faut du temps pour se réapproprier la goule et il est toujours étonnant de constater le peu de personne qui connaissent les réseaux au-delà des fameux lacs. Concernant les conditions de progression, il faut noter que le niveau d'eau était suffisamment bas pour autoriser la progression aisée dans les réseaux. Cependant plusieurs nappes de CO2 subsistaient en plusieurs points bas de la galerie SCUCL et en particulier au droit du canyon vers la zone du Camp de base. Ceci fut quelques peu rédhibitoire pour trouver d'abord, puis refaire l'escalade qui a permis d'atteindre le camp de base. En effet, stagner trop longtemps dans le secteur est assez fatiguant, même si dans les parties supérieures un courant d'air semble perceptible.

Les choix qui ont été finalement retenus pour cette première étude furent les suivant :

- Analyse 3D de la géométrie du réseau, en particulier grâce au travail de mise en 3D de Benjamin Sadier au développement informatique de Marco Filipponi ;
- Analyse détaillée de certains secteurs clefs du réseau (zone de carrefour, étagement de galeries, etc…)
- Mise en place de sondes de pression et de température dans l'ensemble du système (et système alentours type Orgnac) pour comprendre le fonctionnement hydrologique du système.

Ces trois axes de recherches sont diversement avancés et devraient se dérouler sur au moins 3 ou 4 ans avec une mission annuelle en moyenne. Nous présentons ci après quelques éléments qui ont pu être réalisés au cours de la semaine du 13 au 19 juillet 2009.

[3] Thierry Marchand, communication personnelle. Une série de traçages est d'ailleurs prévue dans la vallée de l'Ibie et devrait apporter quelques compléments de ce coté.

Calendrier de la semaine :

Lundi 13 juillet : Arrivée des participants, préparation du matériel, barbecue chez Françoise

Mardi 14 juillet : Descente dans la goule à 11h (EB, DC, MF, SJ), franchissement des lacs, couverture photographique, recherche dans la zone du camp de base et repérage des accès, repérage petite galerie fossile et galerie SCIS. TPST : 7h30. Soir : Soirée saucisse.

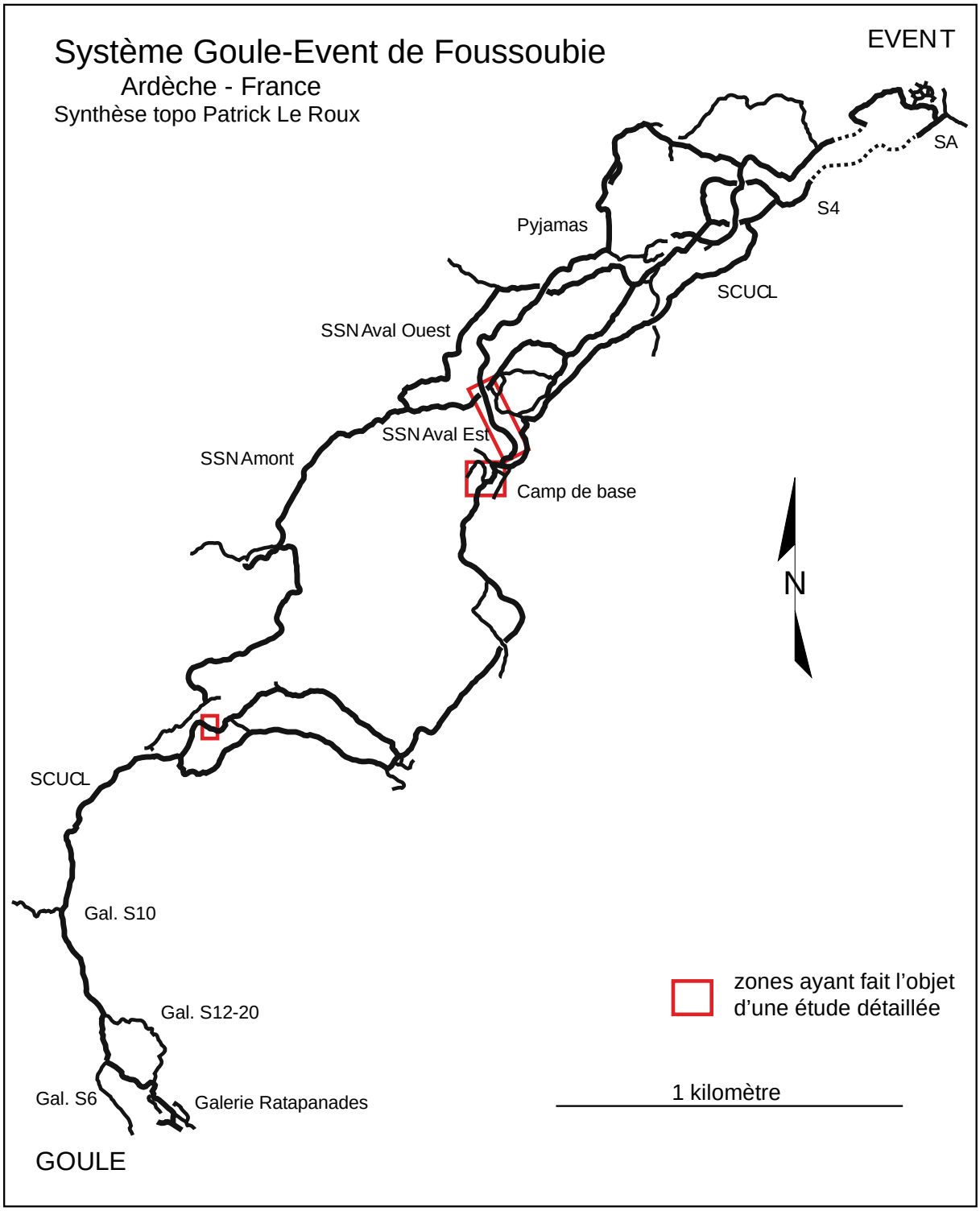
Mercredi 15 juillet : Mise au propre le matin, départ pour l'évent de Foussoubie l'après midi (EB, DC, SD, TC, XD, MF, SJ), photo, repérage pour pose de sondes. Soir : Théâtre sur Orgnac.

Jeudi 16 juillet : Descente dans la goule à 9h (EB, DC, MF, SJ, BS + deux membres Cesame, Fabien et Jean-François). Pose d'une sonde Reefnet à la base des puits, relevé morpho zone carrefour du 14 juin, accès camp de base, équipement de l'escalade pour accès au zone supérieur. TPST : 9h45. Soir : barbecue à la base à Salavas.

Vendredi 17 juillet : Repos, rangement et mise au propre. Départ DC, SC, TC, XC, MF.

Samedi 18 juillet : Descente dans la goule à 9h15 (SJ, BS). Accès zone Camp de base en 1h45. Rééquipement vire + puits d'accès aux pyjamas. Visite des pyjamas quasi jusqu'au siphon 7A. Topographie détaillée (1/200) de la partie amont des Pyjamas. TPST 9h40.

Dimanche 19 juillet : Repos, rangement et mise au propre



Topographie simplifiée du système de Foussoubie et localisation des secteurs étudiés

Une analyse 3D du réseau :

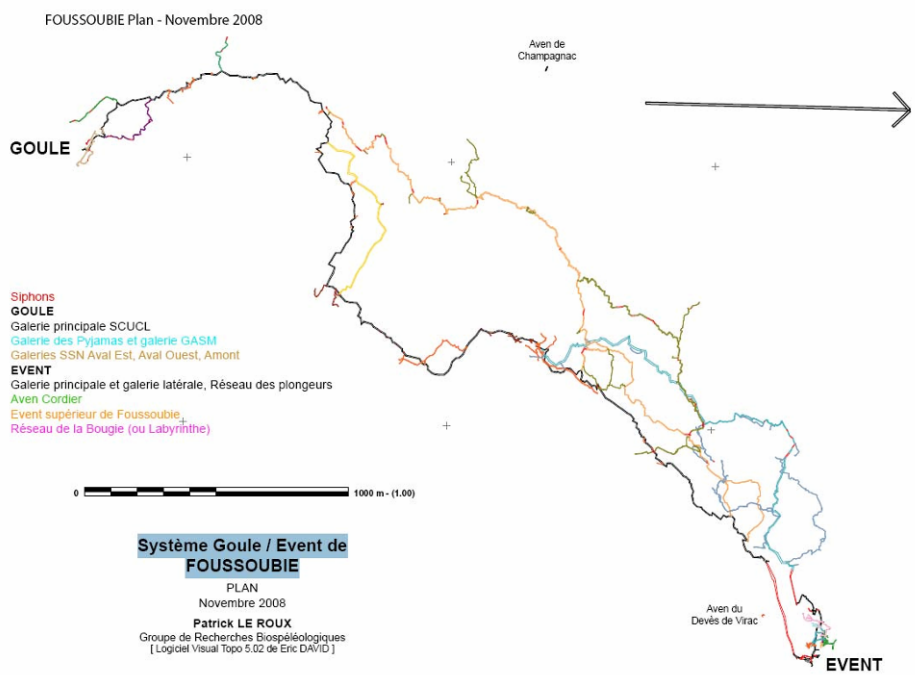
La 3D apparait comme une solution intéressante pour travailler sur la géométrie des réseaux. Dans la suite, une analyse préliminaire est présentée à l'échelle de tout le réseau. A terme, nous espérons descendre le niveau de finesse de l'analyse à l'échelle des drains et des carrefours complexes.

Vue 3D de la zone du « camp de base » (MeshLab v1.2.1). D'après les données synthétisées par Le Roux. Mise sous Visual Topo Le Roux et Sadier puis exportées sous 3DSMax.

"Quick" 3D Analysis of Cave System Geometry

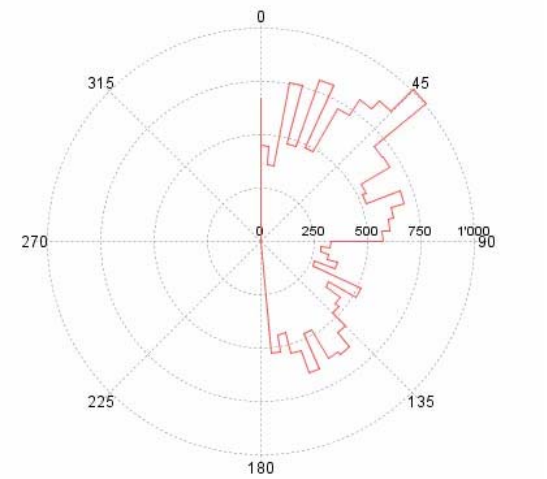
(par MF - marco.filipponi@epfl.ch)

1. Conduit direction

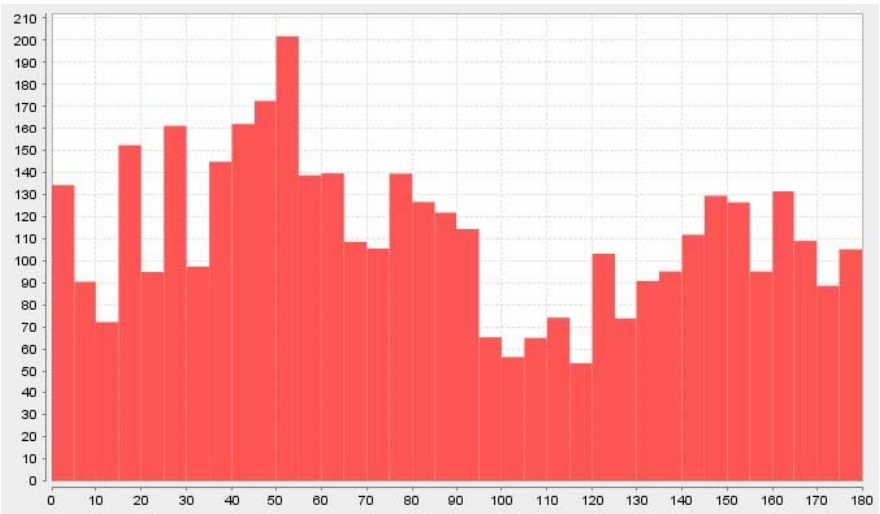


Plan view map of the cave system -from the web

Already the plan view indicates a strong NW-SE tendency of the conduits direction. The detailed analysis shows that this NW-SE direction is composed of conduits following two mayor fracture sets (NNW-SSE and NE-SW)

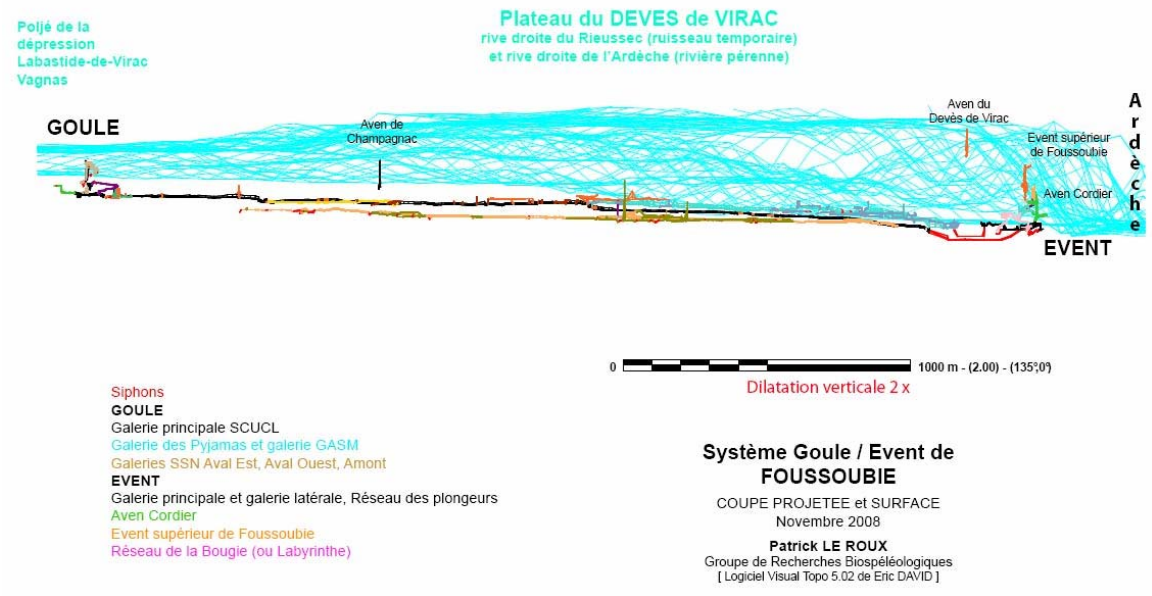


Rosediagram of conduit direction



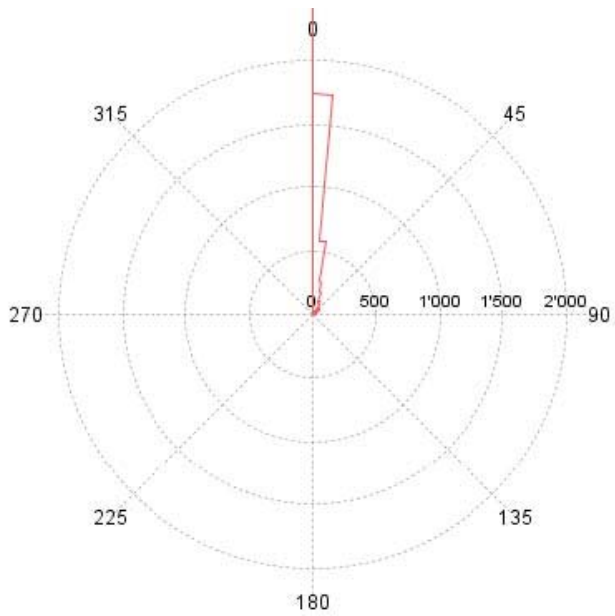
Histogram of conduit direction. Please notice that the y-axes value of the histogram should be multiplied by the factor 5!

2. Conduit dip

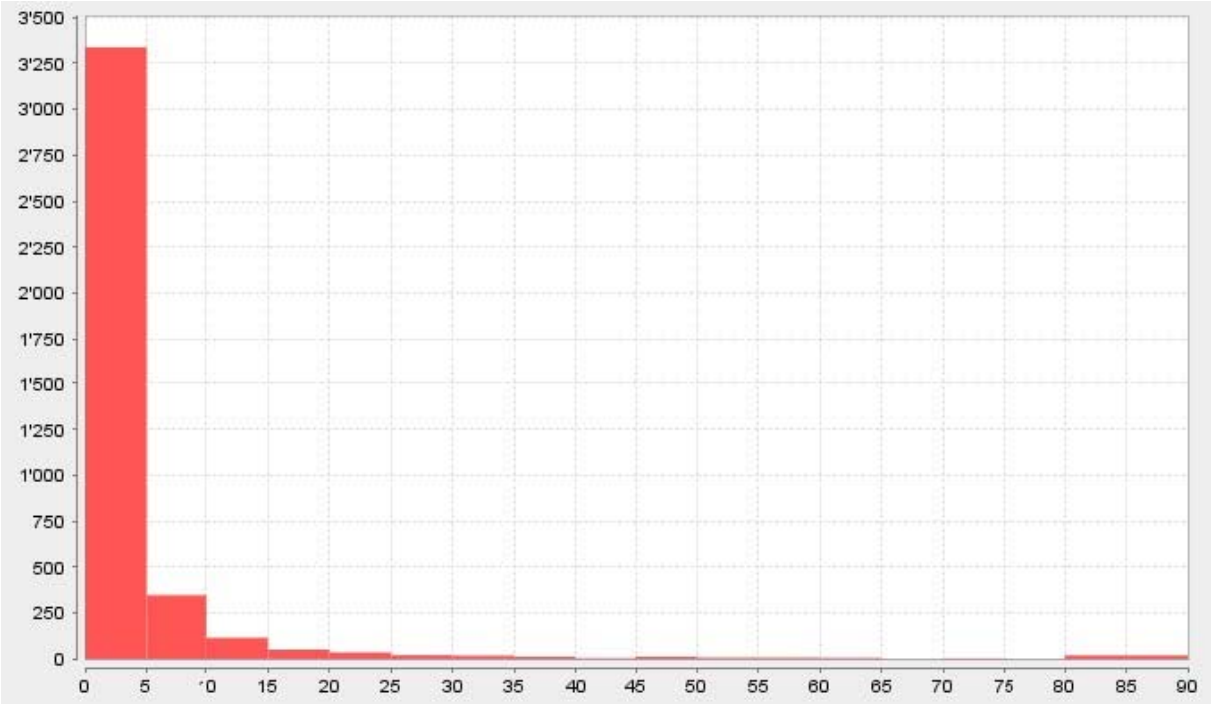


Lateral view map of the cave system - from the web

Already the lateral view indicates that the conduits dip is slightly and more or less regular. This was also confirmed by the detailed analysis. However, a bit strange is the significant amount of conduits with a dip of 0°. Nevertheless, the slightly dipping of a few degrees is characteristic for mature cave

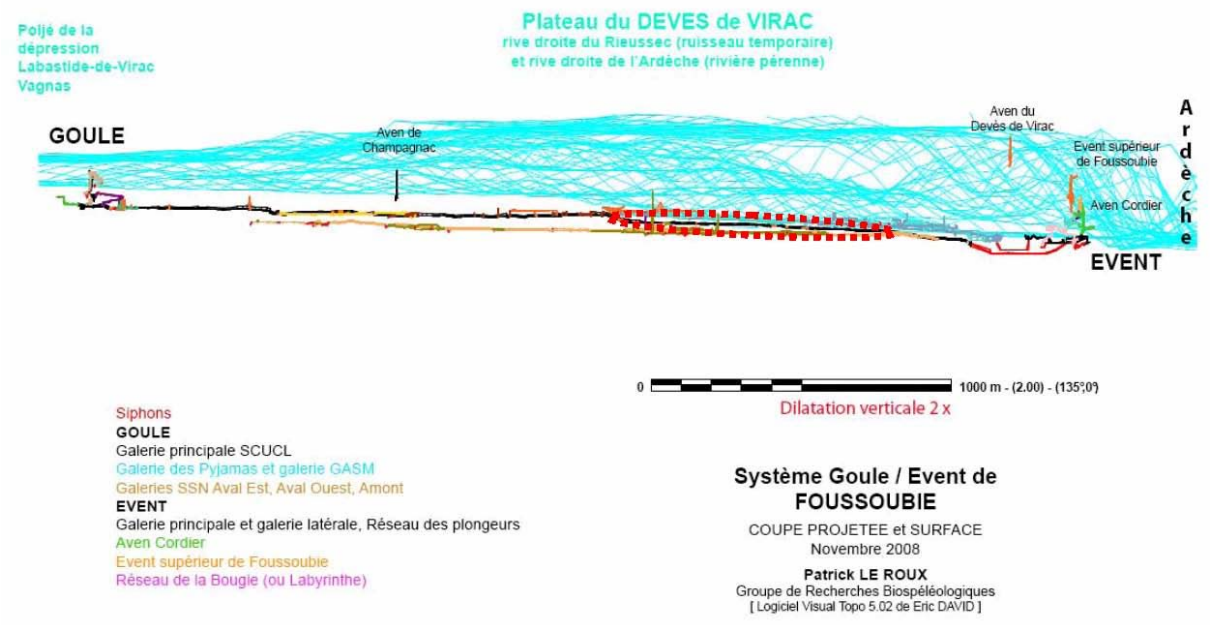


Rosediagram of conduit direction



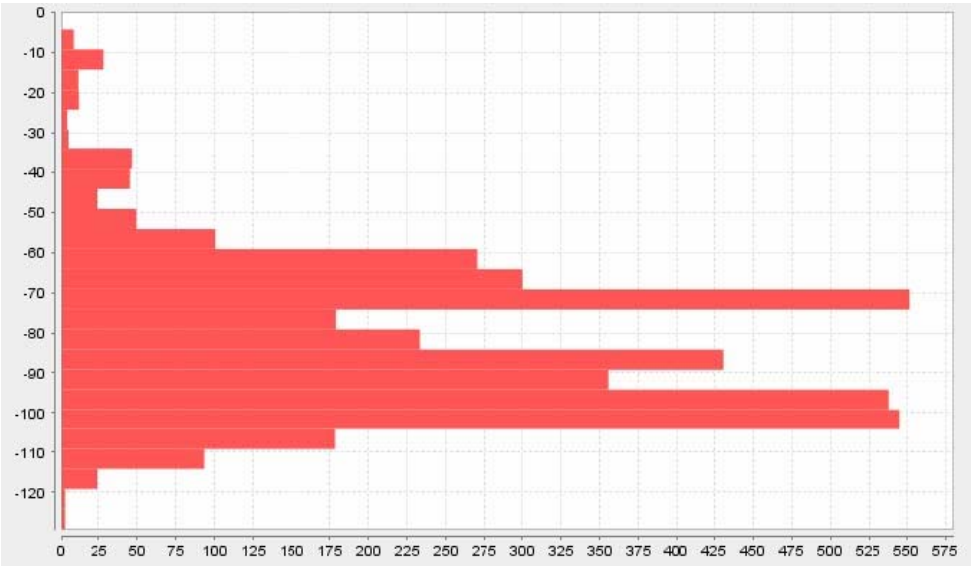
Histogram of conduit dip. Please notice that the y-axes value of the histogram should be multiplied by the factor 5!

3. Vertical distribution of the conduits



Lateral view map of the cave system - from the web

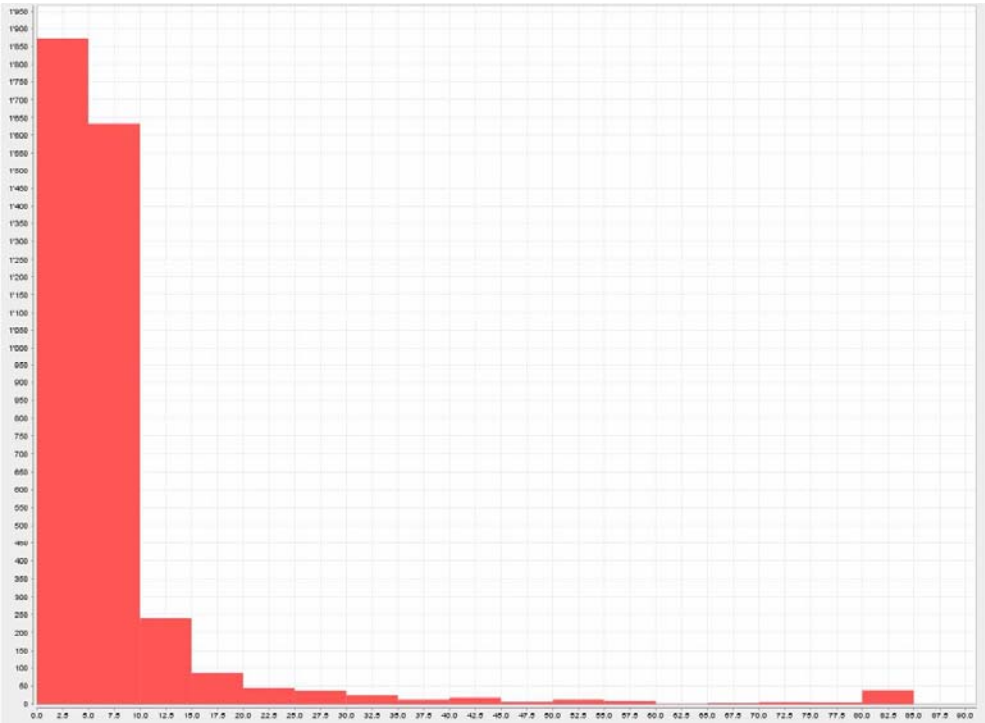
The lateral view indicates that the conduits developed at two to three altitudes, the detailed analysis confirmed two of them. The third level (intermediary level, see circle) seems to be a kind of “soutirrage”. (?)



Histogram of conduit altitudes. Please notice that the x-axes value of the histogram should be multiplied by the factor 5!

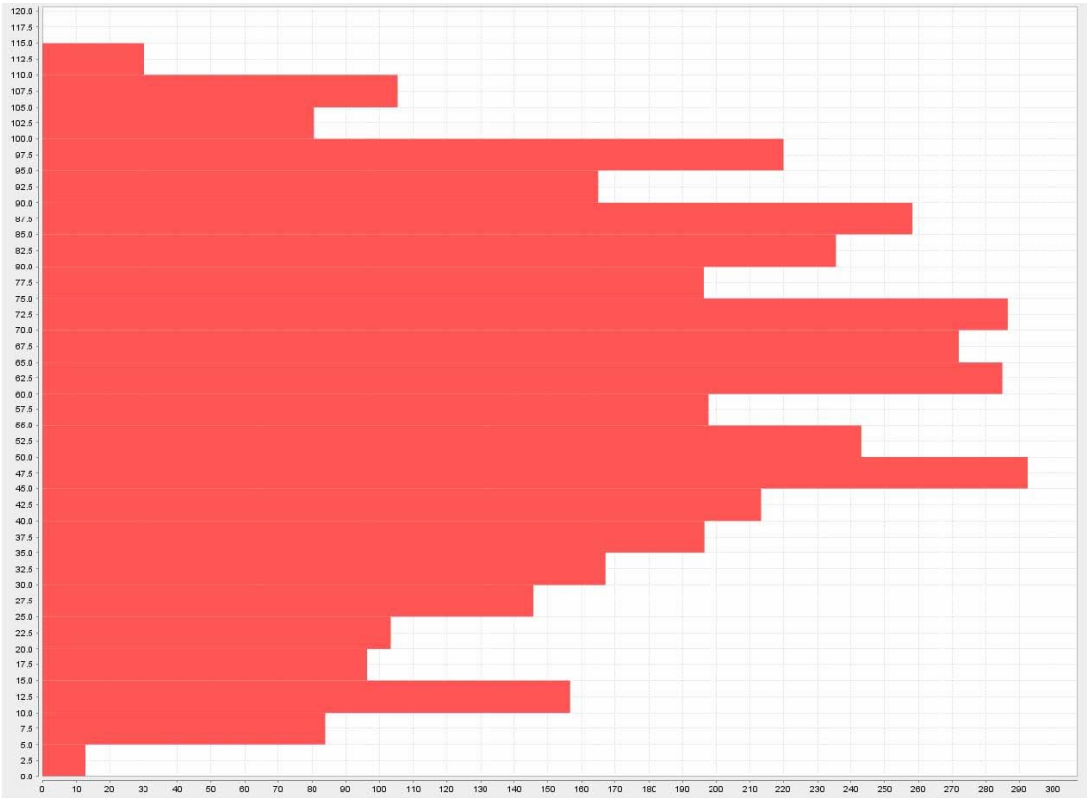
4. Relation between conduit orientation and bed orientation

I assumed an orientation of the bedding of 320/09 (dip direction /dip). With this bedding orientation a majority of the conduits are parallel and or sub?parallel to them.



Histogram of the angle between conduit orientation and bedding orientation. Please notice that the y-axes value of the histogram should be multiplied by the factor 5!

Histogram of the distance between conduit and reference bedding plane shows no clear distinguishable peaks. This is probably due to a too simplistic geological model not considering changes in dip orientation and occurrence of faults. Furthermore the cave survey data have not been corrected relative to the position of the cave initiation (but only used the survey station).



Histogram of the distance between conduit and reference bedding plane. Please notice that the x-axes value of the histogram should be multiplied by the factor 5!

5. Conclusion and Suggestion for further work

The quick analysis shows that the cave probably developed probably at the intersection of fractures with beds. However, the actual data do not evidence the occurrence of some preferential beds (inception horizons), although the field observations suggested the existence of them. Therefore, it would be nice to improve the geological model and recalculate the part 4.

The analysis suggests that it is possible to distinguish two cave levels and therefore also two development phases. Assuming this, I would expect to have more soutirrages from the upper cave level, what is not the case. Why?

I think it would be interesting to make the same kind of analysis also for other cave systems on the Ardeche valley.

Pose d'une sonde Reefnet :

Une sonde Reefnet a été posée dans la goule de Foussoubie :
Démarrée le 15 juillet 2009 à 20h30 (heure d'été) – pression de déclanchement 930 mb
Pas de temps : 5 mn (300 s). Posée à la base des puits (rive gauche, dans la première grande vasque) le 16 juillet 2009 à 9h55 (heure d'été) par DC.

Pose de la sonde, ancrée sur cornière et spit. Photo SJ.

Il est prévu de poser d'autres sondes complémentaires, probablement au cours de l'automne 2009, en particulier dans la goule et au niveau de l'évent.

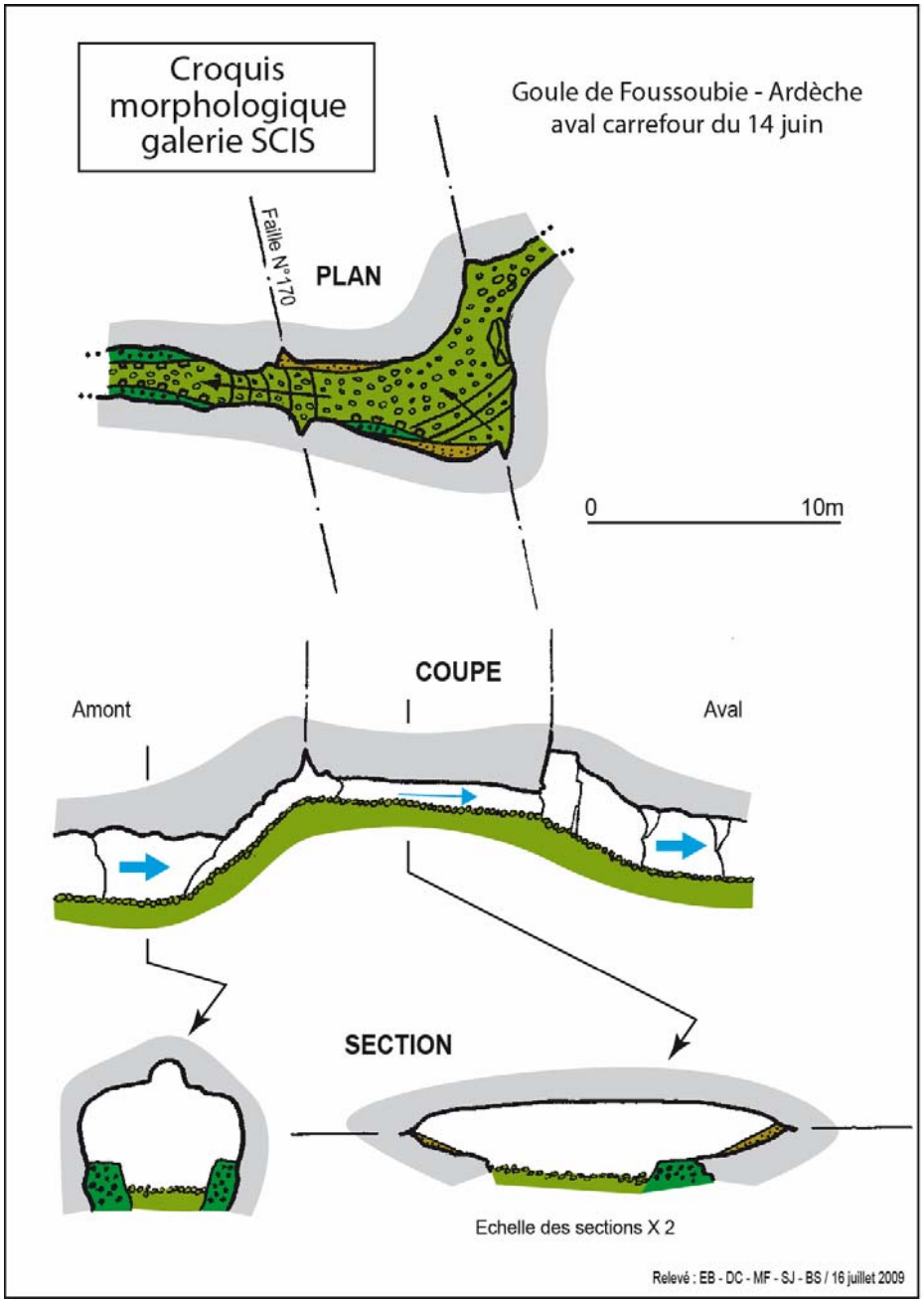
Le siphon de l'évent de Foussoubie. Photo SJ.

Dans les vasques et les ex-siphons de l'Event de Foussoubie. Photos SJ.

Une observation morphologique de la galerie SCIS :

En aval du carrefour du 14 juin, débute la galerie SCIS. Le parcours est aisé durant 150 mètres environ dans un conduit circulaire de 3 m de diamètre et comportant un chenal de voute caractéristique, puis, au passage d'une faille orientée N°170, le niveau du conduit s'élève de quelques mètres et la section devient large et aplati. Une quinzaine de mètres plus loin, un nouvel accident tectonique, de même orientation est franchi et le conduit reprend des dimensions et des proportions similaires à celles qui étaient les siennes auparavant.

Le croquis ci-dessous et les photos qui suivent illustrent ce propos.



Croquis morphologique simplifié de la zone aval du carrefour du 14 juin, dans la galerie SCIS.

En haut, la galerie SCIS et sa section circulaire. Notez le chenal de voute. Au milieu et en bas, la même galerie encadrée par les deux accidents tectonique. Notez le profil en laminoir et le plafond lisse. Photos SJ.

Une telle observation pose la question des relations entre contrôle tectonique, sédimentation et morphogenèse. Il semble raisonnable de supposer que les deux failles ont décalés le compartiment central vers le haut (soit par un jeu normal, soit par un jeu décrochant, la série calcaire étant ici affectée d'un pendage de 5° vers le WNW. (S0 : Nm°70°E, 5°NW).

De fait l'écoulement de l'eau a cherché à conserver le même joint de stratification pour réaliser puis agrandir le conduit SCIS. Mais la remontée locale du niveau du joint génère localement le dépôt important d'une charge alluviale qui ne parvient pas à franchir l'obstacle. Localement donc, cette charge alluviale stagne et repousse l'érosion au plafond du conduit. De fait la section tend à s'aplatir par corrosion des parois et du plafond qui aborde une morphologie lisse. Il ne s'agit pas pour autant d'un paragènese, le phénomène étant limité au contexte épinoyée.

Il s'agit donc probablement d'un cas local d'adaptation morphologique à la fois à un contexte tectonique (cas classique) mais aussi à la migration et à la mobilité d'une charge alluviale détritique qui dans le contexte environnemental actuelle impose cette genèse. S'il est aisé de le comprendre ici dans un contexte de morphogénèse actuelle, le serait-il aussi dans un contexte fossile ? Là encore les conduits épinoyées de Foussoubie livrent les clefs d'une morphogénèse ou érosion et sédimentation sont intimement liées.

La galerie SSF, la galerie des Pyjamas et la zone du bivouac :

L'accès à la zone du Camp de base ne pose pas de problème particulier hormis la présence de CO2 dans la partie surcreusée du canyon et dans certains conduits fossiles. L'accès à la zone de bivouac se fait par une escalade latérale. Lorsque le conduit principal fait un coude net vers la gauche et s'enfonce plus profondément, il faut chercher à monter dans une galerie sèche sur la droite, en escaladant une coulée stalagmitique blanche. De là, passer une lucarne à droite et franchir la vire que nous avons rééquipée (5 spits, corde 15 m).
Pour accéder à la galerie des pyjamas, dépasser le bivouac et s'enfiler dans un boyau descendant à gauche. Un ressaut de 4 m (MC + 2 spits, corde 8 m) permet de prendre de pied dans la confortable galerie des Pyjamas.

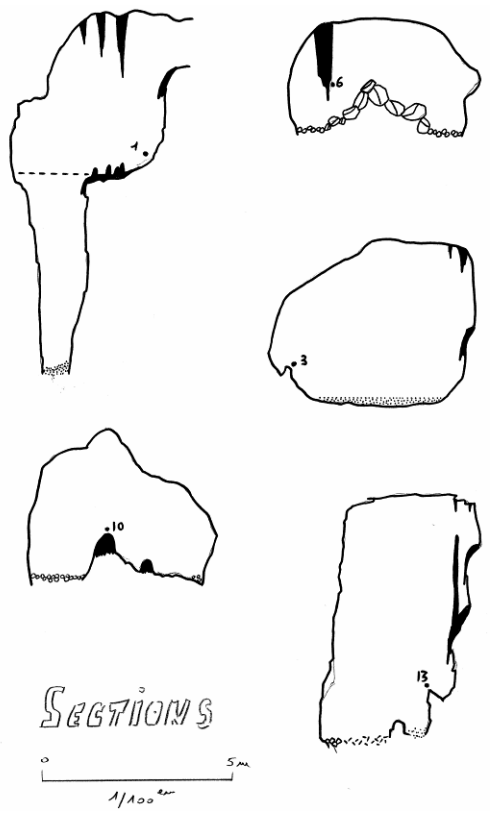
Quelques observations simples méritent d'être signalées ici. Au niveau du camp de base (comme pour la galerie des Pyjamas), l'ennoiement est total. Des brindilles de bois ont été retrouvées jusque dans les plus hauts plafonds et sur les ficelles du bivouac. Une sédimentation détritique fine occupe tout le fond de la galerie (avec figure sédimentaire de ressuyage post-ennoiement). Les poubelles du bivouac constituent un marqueur intéressant. Elles sont en partie recouvertes d'une fine couche sédimentaire et une dune latérale à la galerie s'y accumule. Un sondage rapide a été réalisé et n'a pas permis de retrouver une strate nette d'occupation liée au bivouac (fin des années 70, début 80). Il semble fécond d'envisager une vrai coupe sédimentaire de cette dune pour chercher à reconnaitre assez finement les taux de sédimentation actuelle dans ce secteur située une quinzaine de mètres en contre-haut du cours actif. Les photos ci après illustrent ce propos.

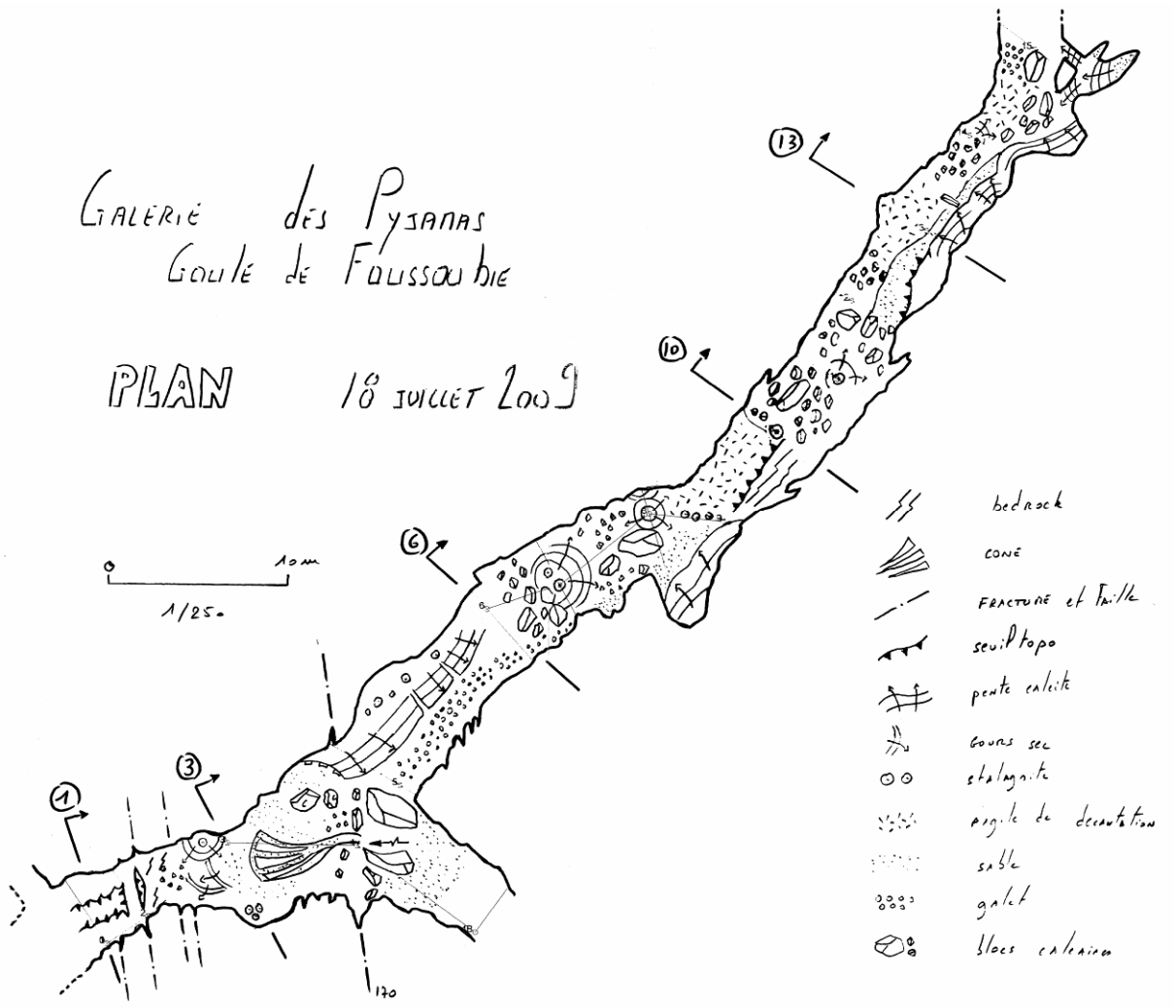
La zone du bivouac et ses dépôts sédimentaires actuels. Notez les poubelles en partie recouvertes et qui offrent un calage chronologique et donc la possibilité d'apprécier localement, mais finement, un taux de sédimentation dans la galerie. Photos SJ.

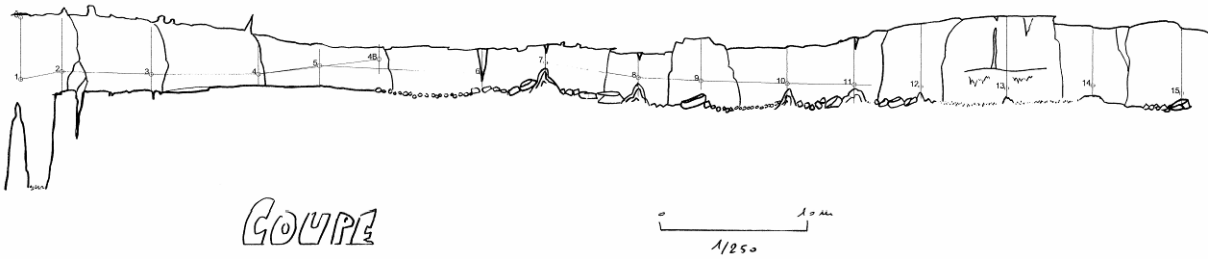
Concernant la galerie de Pyjamas, son parcours ne pose pas de problème particulier. Si dans le bivouac, le CO2 semblait important, il semble que l'on retrouve de l'air dans les Pyjamas. Par contre une fois franchi la zone de cheminées, à nouveau, le taux de CO2 augmente et la progression s'en trouve quelques peu plus pénibles. Cela milite en faveur d'une ventilation depuis la goule vers ces cheminées, au moins dans la période où nous avons fréquenté le site.

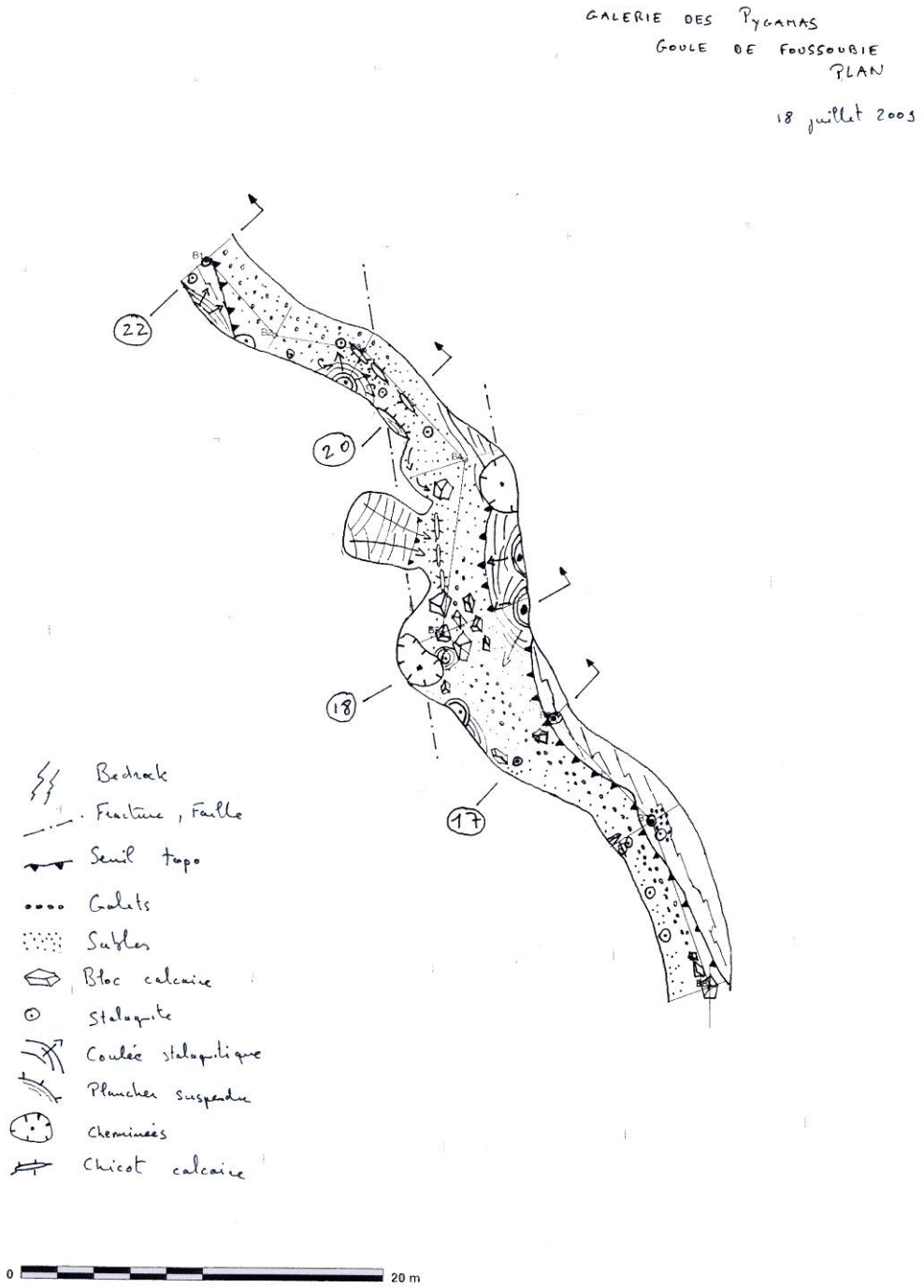
Le projet principal de ce travail et de comprendre particulièrement le carrefour complexe que constitue la zone du Camp de base. Entre galerie SSF, galerie des Pyjamas, et galerie SCUCL, il s'agit d'une succession diachronique de conduits étagés avec migration généralisé vers l'Ouest. Cependant, si la succession des captures semble aisée à reconstituer, il faut noter une multitude de conduits connexes, de rattrapages qui vient se réajuster à chaque moment à la nouvelle dynamique fonctionnelle lié à chaque phase de capture. La topographie actuelle si elle est très satisfaisante pour travailler à l'échelle du réseau doit donc être complétée dans ce secteur avec un niveau de détail bien supérieur.

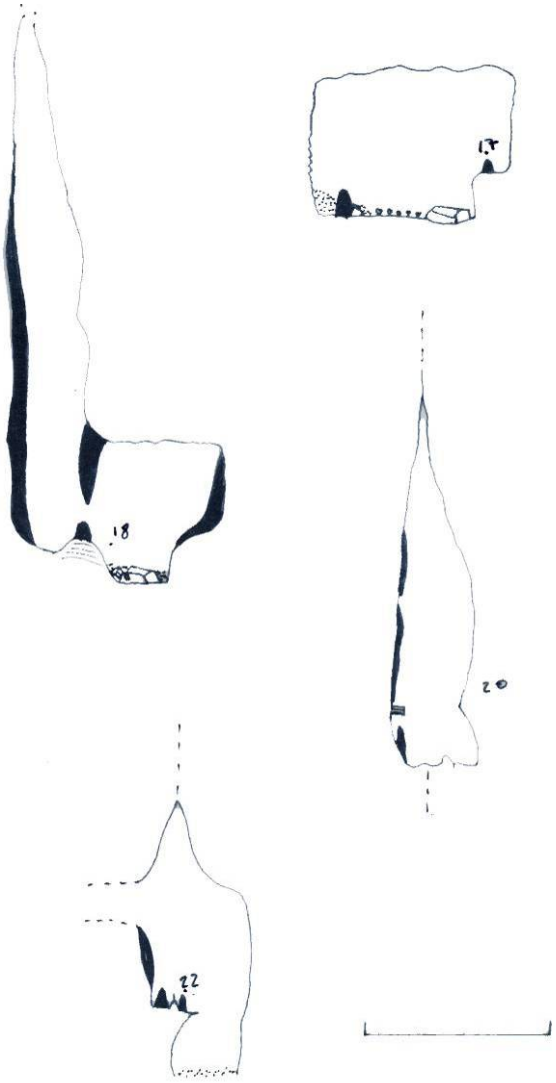
Aussi avons-nous débuté cette topographie dans la partie amont de la galerie des Pyjamas. Il s'agit d'un magnifique tube syn-génétique surcreusé en canyon et aujourd'hui remprunté, malgré son abandon, par les mises en charges totales du réseau. Le levé a été réalisé sur le terrain à l'échelle du 1/200 et redessiné à l'échelle du 1/250 (plan et coupe longitudinale). Les sections, nombreuses, ont été réalisées à l'échelle du 1/100. Vu les difficultés d'accès au réseau et vu la taille de la zone à cartographie, nous estimons qu'il faudra environ 5 à 6 séances (à 2) pour couvrir la totalité du projet. Nous présentons ci-dessous les scans bruts de ces levés.




Galerie des Paysans
Goule de Foussoubie
PLAN 18 juillet 2009
1/250
bedrock
cone
fracture et faille
seuil topo
pente calcite
cours sec
stalagmite
argile de decalcification
sable
galet
blocs calcaires


COUPE
1/250


GALERIE DES PYGMAS
GOULE DE FOUSSOUBIE
PLAN
18 juillet 2009
22
20
18
17
Bedrock
Fracture, Faille
Seuil topo
Galets
Sables
Bloc calcaire
Stalagmite
Coulée stalagmitique
Plancher suspendu
Cheminées
Chicot calcaire
0
20 m



Dépôts sédimentaires actifs dans une galerie « fossile » au dessus de la galerie SCUCL. Noter à gauche les rides transverses et à droite les dépôts pro-gradants type mini-gilbert deltas. Photos SJ.

Galerie des Pyjamas - Début du fossile

DE	VERS	DISTANCE	DIRECTION	PENTE	GAUCHE	DROITE	HAUT	BAS	OBSERVATION
0	0				2.6	0	0	4.2	spit vieux
0	1	4.2	0	-90	4.2	0.9	4.2	0.1	base corde
1	2	2.8	56	11	3.2	0	3.6	1.6	
2	3	6.0	47	-2	0.4	4.9	3.2	1.2	
3	4	7.2	91	0	5.8	0	2.3	0.8	
4	4B	8.2	126	7	3	0	1	1	
4	5	4.15	35	8	4.6	1.2	1.1	1.5	
5	6	10.97	26	-3	1.44	3.8	1.6	0.9	
6	7	4.32	71	10	2.7	1.9	1.16	1.1	stalagmite
7	8	6.47	51	-9	1.4	5.3	1.6	1.3	stalagmite
8	9	4.2	96	-3	3.2	0.7	2.8	0.6	
9	10	5.8	30	-2	2.2	2.9	2.6	1	
10	11	4.5	49	-1	2.6	1.95	3.1	1.26	
11	12	4.4	10	-3	1.1	2.7	4.3	0.8	
12	13	5.7	47	-1	3.1	1.7	4.9	0.7	
13	14	5.8	24	2	0.8	2.5	3.8	0.6	
14	15	6	37	-5	2.3	1.13	4.5	0.9	jonction benj
22	22				1.78	1.76	5.79	1.45	
22	21	5.76	138.00	-6.00	1.85	0.82	5.43	1.12	
21	20	4.98	99.00	4.00	1.04	2.10	8.30	1.25	
20	19	8.31	137.00	0.00	1.91	3.09	7.26	2.22	
19	18	9.70	187.00	-1.00	5.11	1.42	2.51	1.51	
18	17	7.78	127.00	-4.00	1.10	3.95	2.37	1.33	
17	16	7.89	136.00	0.00	1.86	2.67	2.80	1.97	
16	15	9.80	160.00	-8.00	1.00	2.50	4.60	0.75	
15	15	0.00	0.00	0.00	2.30	1.13	4.50	0.90	jonction steph

Plan et coupe dessiné au 1/200 **Sections dessinées au 1/100**

La galerie SCUCL entre le carrefour aval et le Camp de Base. Noter les fractures transversales à l'axe général du conduit. Photo SJ.

Conclusion

L'objectif du présent compte-rendu était de coucher l'ensemble des observations et questions apparus au cours de cette semaine. Il ne présente pas le degré de formalisation attendu d'un rapport mais il nous permettra dès la prochaine campagne de démarrer au mieux dans ce fabuleux système souterrain.