

Compte-rendu du stage

« Stage scientifique pluridisciplinaire Karstologie – Hydrologie – Biospéléologie »

6-13 juillet 2019

Combe aux Prêtres – réseau de Francheville (21)



Photographie Vincent Schneider



Francheville - Prairay



1 CONTEXTE DU STAGE

Ce stage est organisé par le CDS93, le CoSIF et la Commission Scientifique, dans le prolongement de l'étude hydrologique menée sur le réseau depuis 2013. L'objectif est de proposer de la formation dans les trois domaines complémentaires de la karstologie, l'hydrologie et la biospéléologie, avec une formule « à la carte » pour les stagiaires.

De plus, à l'approche du Congrès international UIS 2021, ce stage constitue un essai de ce qui pourrait être proposé en stage pré-congrès ou post-congrès.

L'organisation été possible grâce au concours du CDS21 qui a toujours répondu favorablement aux sollicitations pour mener des actions sur ce réseau, et la Mairie de Francheville qui nous a gracieusement mis à disposition la salle communale.

L'hébergement et la restauration ont été assurés par le Gîte de la Clairière qui a été réservé en intégralité pour l'occasion. (<http://www.restogitelaclairiere.com/>, <https://www.facebook.com/restogitelaclairiere>).

2 PARTICIPANTS

Stagiaires/cadres	Licence	e-mail	Spécialité	Statut
Etienne Brulebois	B21-008-031	etienne.brulebois@gmail.com	hydro-hydro-karsto	Stagiaire
Thomas Pagnon	C01-002-116	tompagnon@yahoo.fr	karsto-hydro-bio	Stagiaire
Yves Singlas	A92-009-009	yves.singlas@speleologie.org	hydro-hydro-karsto	Stagiaire
Christophe Duverneuil	D06-018-017	ch.duverneuil@gmail.com	karsto-karsto-hydro	Stagiaire
Catherine Paul	D83-027-001	paulcatherine83@gmail.com	karsto-hydro-bio	Stagiaire
Christophe Babé	A92-009-017	christophe-babe@orange.fr	karsto-hydro-bio	Stagiaire
Véronique Babé-Hautin	A92-012-091	veronique.hautin@sia-partners.com	bio-bio-karsto	Stagiaire
Romain Deleu	-	romain.deleu@unamur.be	hydro	Cadre
Sophie Front	N45-003-018	sophie.front@aliceadsl.fr	bio	Cadre
Benedict Humbel	B21-005-273	humbel.benedict@bbox.fr	karsto	Cadre
Eglantine Husson	N45-006-042	eglantine.husson@gmail.com	karsto	Cadre
Stéphane Jaillet	C73-011-003	stephane.jaillet@univ-savoie.fr	karsto	Cadre
Josiane Lips	C69-001-025	josiane.lips@free.fr	bio	Cadre
Amael Poulain	-	amael.poulain@unamur.be	hydro	Cadre
Vincent Schneider	D13-036-014	vince-schneider@orange.fr	hydro	Cadre
Michel Wienin	O30-018-003	wienin.michel@orange.fr	karsto	Cadre
Alexandre Zappelli	A93-007-064	alexandre.zappelli@free.fr	hydro	Cadre

3 PROGRAMME GLOBAL ET ORGANISATION DES SESSIONS

	MATIN	APRES-MIDI	SOIREE	Karsto	Hydro	Bio
samedi 6 juillet 2019		Accueil (13h à 14h), 14h : Présentation du massif (Ben)	Pot d'accueil avec locaux, Soirée plénière : Présentation des modules			
dimanche 7 juillet 2019	Session 1 - Sujets d'étude par groupe		Séance plénière - éléments de Karstologie (S. Jaillet)	3	3	1
lundi 8 juillet 2019	Session 1 - Sujets d'étude par groupe					
mardi 9 juillet 2019	Session 2 - Sujets d'étude par groupe			3	2	2
mercredi 10 juillet 2019						
jeudi 11 juillet 2019	Session 3 - Sujets d'étude par groupe			2	3	2
vendredi 12 juillet 2019	Session 3 - Sujets d'étude par groupe	Restitutions	Restitutions			
samedi 13 juillet 2019	Rangement, nettoyage matériel, débriefing	Rangement, nettoyage matériel, débriefing (fin), Retour				

Stagiaire -->	CP	YS	TP	CD	EB	CB	VH
Spécialités -->	3	HHK	3	KKH	HHK	3	BBK
Sam. aprem	présentation du massif (Ben)						
	Soirée plénière : Présentation des modules & matériels (30 min/module)						
Session 1 dim. + lun.	K	H	H	K	H	K	B
Session 2 mar. + mer.	B	H	K	K	H	B	K
Session 3 jeu. + ven. matin	H	K	B	H	K	H	B
Ven. ap&soir	restitutions						
Sam. matin	Fin des restitutions si besoin. Rangement, nettoyage matériel, débriefing						
Sam. aprem	Rangement, nettoyage matériel, débriefing (fin), Retour						

Karsto
Hydro
Bio

K H B

3 3 1

3 2 2

2 3 2

Cadres		
K	H	B
Benedict Humbel (+ tous)		
Eglantine, Michel, Stéphane Ben (Lundi aprem+soir)	Alexandre, Vincent Amaël (jusque dimanche)	Josiane, Sophie
Eglantine, Michel Ben (mer. aprem+soir)	Alexandre, Vincent	Josiane, Sophie
Eglantine, Michel Ben (ven. aprem+soir)	Alexandre, Vincent	Josiane, Sophie
tous		
tous		
tous		

K	1	1	1	2	1	1	1
H	1	2	1	1	2	1	0
B	1	0	1	0	0	1	2

4 KARSTOLOGIE

4.1 Session 1 : Dimanche 07 juillet 2019

a) Equipe karstologie

- Cadres : Eglantine HUSSON, Michel WIENIN, Stéphane JAILLET
- Stagiaires : Catherine PAUL, Christophe DUVERNEUIL, Christophe BABE

TPST : Entrée 10h15 Sortie 17h18 – 17h30

b) Objectif de la journée

Traversée Gouffre de la Combe aux Prêtres – Gouffre de la Rochotte et observations géomorphologiques de la cavité en lien l'évolution de la rivière.

c) Résumé

Dès la base de la zone des puits atteinte, nous faisons les premières observations sur la couche de l'Oolithe blanche.

A l'arrivée à la rivière, le groupe observe le sol, les parois et le plafond.

Le niveau de la rivière est très bas. Les parois sont formées de strates horizontales, parsemées de chailles (nodules siliceux) caractéristique du calcaire de Premeux, dit calcaire à chailles. La rivière présente de la dentelle et des marmites au-dessus du niveau d'eau et des choux fleurs en dessous. Un gros bloc, tombé du plafond au milieu de la rivière présente des cupules (coups de gouge) témoins du sens du courant et de son intensité. On note que les cupules sont au-dessus de l'eau et qu'il y a des choux fleurs en dessous. On peut donc constater qu'actuellement la rivière ne se creuse pas mais s'élargit durant les crues par érosion d'eau pauvre en carbonate. Le dépôt de concrétion du fond de la rivière se produit à l'étiage. Au plafond, la fissure forme un angle avec le sens de la rivière. L'eau ne suit pas forcément le sens de la fissure. Nous observons également la présence d'un remplissage tout au long du réseau Nord et de la galerie des Merveilles.



Figure 1 Calcaire à chailles

Descente de la rivière jusqu'à la Chatière d'où nous avons poursuivi l'exploration par celle-ci.

Visite d'un bout de la galerie Nord où nous trouvons rapidement les restes de remplissages formant une arche au-dessus de celle-ci.

La formation de ce remplissage est l'œuvre de différentes phases :

- Un premier dépôt d'un remplissage qui a maintenant disparu dans cette zone
- Une phase chaude ayant permis de déposer un planché de calcite sur le remplissage
- Une phase froide ayant permis le dépôt de cryoclaste sur le planché
- Une phase chaude ayant formée un nouveau planché de calcite sur le deuxième remplissage

Et enfin une phase ayant surcreusée le tout. Au niveau de l'arche, la zone de cryoclaste s'est trouvée protégée de l'érosion.

⇒ Une coupe sera réalisée à cet endroit.

Plus loin dans la galerie des Merveilles et en aval du lac de glaise, on constate des murs de remplissage de différents types. Plusieurs histoires de remplissage, creusement ce la aussi succédés.

- ⇒ Des coupes seront réalisées juste avant la vire pour tenter de faire le rapprochement entre les différentes zones

Poursuite de la visite jusqu'à la faille de Rochotte :

- ⇒ Découverte d'un miroir de faille où l'on voit les stries de faille.
- ⇒ En face présence de la brèche de faille constituée de morceaux de roche brouillées et cimentées par de la calcite.
- ⇒ Escalade de la cascade quasiment à sec. Plus loin on trouve une zone constituée de marmites et de plan d'eau. Certaines marmites ont au fond des cupules très nettes indiquant le sens du tourbillon de creusement.

4.2 Session 1 : Lundi 08 juillet 2019

a) Equipe karstologie :

- Cadres : Eglantine HUSSON, Stéphane JAILLET
- Stagiaires : Catherine PAUL, Christophe DUVERNEUIL, Christophe BABE

TPST : Entrée 9h15 Sortie 13h30

b) Objectif de la journée :

Entrée par Gouffre de la Combe aux Prêtres et relevé de différentes coupes en amont de la Vire dans la galerie des Merveilles et dans le début du réseau Nord.

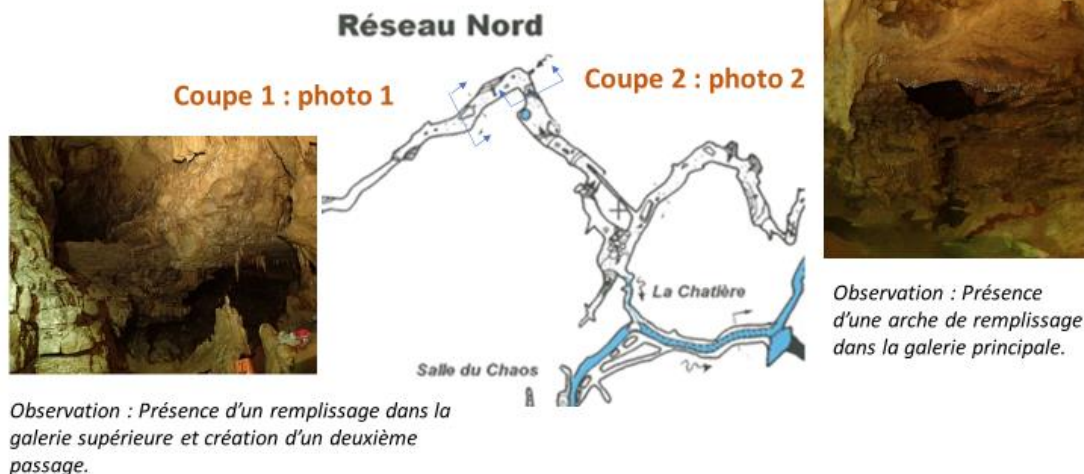
c) Résumé :

L'équipe se scinde en deux groupes pour faire les coupes, une équipe dans le réseau Nord (Stéphane et Catherine) et une deuxième dans la Galerie des Merveilles (Eglantine et les deux Christophe)

Dans le réseau Nord, deux coupes sont réalisées.

La première coupe, est réalisée dans le réseau de la Galerie Nord, juste après le coude à 90°, et la deuxième coupe, toujours dans le réseau de la Galerie Nord, avant le coude direction Sud Est, après la flaque, dans la petite salle.

Karstologie : Réseau Nord



Contexte de la coupe 1 : Au plafond de la galerie supérieure, on observe une belle fissure direction Est.

Contexte de la coupe 2 : Au plafond, on observe plusieurs fissures au plafond, au sommet du milieu de la galerie une fissure Nord 132° et une deuxième au plafond de la paroi Nord Est 168°.

Au niveau de la galerie, les strates ont une légère pente de 6°, de calcaire d'Oolithe blanche. La galerie se situe légèrement au-dessus du calcaire à chailles (qui seront observés un peu plus loin).

L'observation de la coupe 2 en évidence que cette galerie s'est formée en plusieurs étapes, la formation de la galerie principale, suivi de trois périodes de remplissage, puis d'un creusement avec création d'une nouvelle galerie et d'une nouvelle période de remplissage par le concrétionnement.

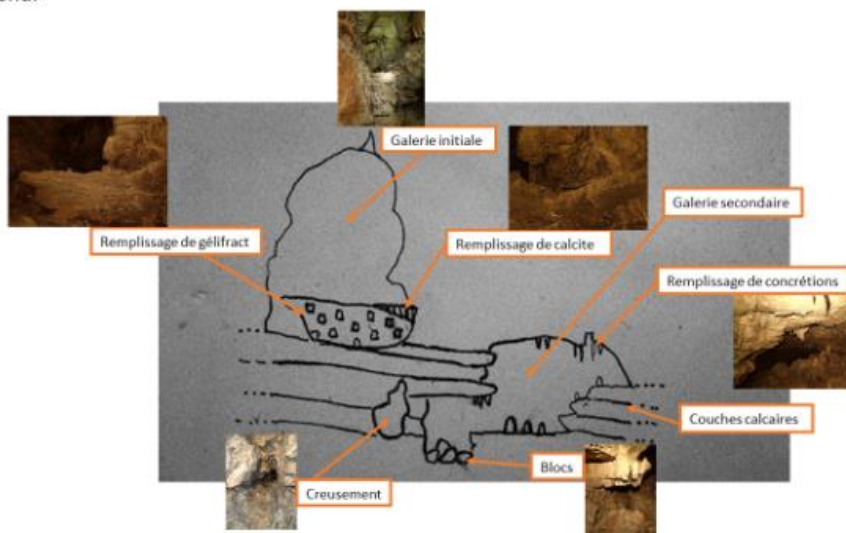
L'histoire de la formation de la galerie pourrait s'interpréter comme suit :

La galerie principale de 7mètres environ se forme au départ par les fissures observables au plafond, dans un calcaire d'Oolithe blanche, par un mouvement tectonique.

Puis le plancher de la galerie connaît trois étapes de remplissage liés à l'environnement climatique extérieur. Un premier remplissage recouvre le plancher initial d'une couche de calcite qui suit la strate d'un demi-mètre de hauteur. Cette couche s'est probablement formée en période chaude car l'eau est plus chargée en carbonate ce qui favorise le concrétionnement en période interglaciaire. Juste au-dessus de ce premier remplissage, une couche de gélifract (conglomérat de pierres angulaires qui ne connaissent pas de déplacement majeur comme les galets) témoigne d'une deuxième étape de remplissage de la cavité. Les gélifracts apparaissent en période de grands froids au quaternaire. Puis une troisième étape de remplissage est une couche de calcite qui recouvre la couche de gélifract qui s'est produite au cours d'une autre période chaude.

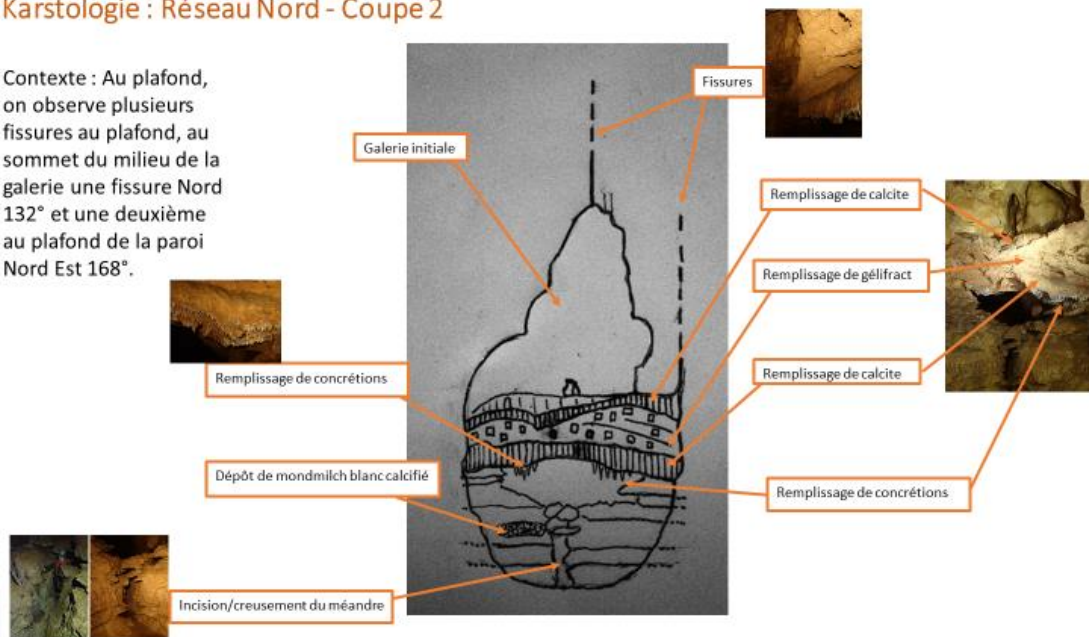
Karstologie : Réseau Nord - Coupe 1

Contexte : Au plafond, on observe une fissure au plafond, au sommet du milieu de la galerie une fissure Est Nord au plafond.



Karstologie : Réseau Nord - Coupe 2

Contexte : Au plafond, on observe plusieurs fissures au plafond, au sommet du milieu de la galerie une fissure Nord 132° et une deuxième au plafond de la paroi Nord Est 168°.



Après la période de creusement initiale, les trois périodes de remplissage, s'ensuit une troisième étape de creusement ou d'incision justifiée par la présence du petit méandre (qui pénètre dans la couche j2a Calcaire de Premeaux avec présence de chailles) où circule un petit ru provenant d'un petit affluent en amont en rive gauche. Ce troisième creusement se retrouve dans la coupe 1 par la présence de la deuxième galerie et du petit conduit.

Dans une période plus contemporaine, la présence de concrétionnement justifie une quatrième étape de remplissage sous forme de stalactites au plafond de la première couche de concrétion de l'arche dans la coupe 2 ou dans la deuxième galerie de la coupe 1 où on aperçoit des stalactites et stalagmites.

Il n'y a pas de remplissage de galets.

Dans la galerie des Merveilles deux coupes seront réalisées :

Suite à la traversée de la veille nous prenons la coupe de la section de la galerie où se situent des dépôts de couches sédimentaires pouvant être interprétés.

Grâce à ce travail les différentes phases d'érosion et de dépôt qui se sont produits dans ce réseau peuvent être avancées.

L'après-midi a été consacré à l'élaboration des plans de coupe relevés le matin et à leur interprétation.

4.3 Session 2 : Mardi 09 juillet 2019 (Groupe 1)

a) Equipe karstologie :

- Cadres : Eglantine HUSSON
- Stagiaires : Christophe DUVERNEUIL

TPST : Entrée 9h30 Sortie 18h00

b) Objectif de la journée :

Traversée Gouffre de la Combe aux Prêtres – Gouffre de la Rochotte et observations des différentes failles observées dans celle-ci.

c) Résumé :

Nous avons reporté sur une topo les failles observées depuis la Chatière jusqu'à la salle Castin.

Différentes zones plus ou moins fracturées on put être observées. Une concentration importante de failles assez condensées sont regroupées dans la galerie des Gours ainsi que dans la rivière des Gours. Cette dernière présente également une faille avec un rejet (observé par la présence de Chaille sur la paroi Est et une absence sur la paroi Ouest). Cette faille est observée avec une épaisseur non négligeable de brèche d'environ 40-50cm.

Par la suite nous avons fait un détour dans la salle du Laminoir pour observer les abords de la faille de la Rochotte. Une grande présence de blocs constitués d'huîtres démontre un rejet majeur de cette faille.

Nous continuons notre progression dans la salle Castin avec un aller-retour dans la salle Sup. Dans le début de cette salle nous observons une faille avec sur un côté un banc de calcaire et une strate de marne sur l'autre. Un rejet peut donc être conclu sur celle-ci. Dans la partie supérieure de la salle, une faille majeure peut être observée présentant une épaisseur importante de brèche ainsi que plusieurs crochons sur plusieurs strates concluant que la partie Ouest de la faille est descendue.

4.4 Session 2 : Mardi 09 juillet 2019 (Groupe 2)

a) Equipe karstologie :

- Cadres : Michel Wienin
- Stagiaires : Véronique Hautin-Babé, Thomas Pagnon

b) Objectif de la journée :

Rechercher d'où proviennent les galets que l'on retrouve à l'aval du lac de Glaise afin de définir l'histoire hydrologique de la partie actuellement non saturée du réseau.

Encadrés par Michel, nous sommes descendus par le gouffre de la Combe aux prêtres et avons parcouru le réseau Nord en passant par la Chatière, ainsi qu'une partie de la galerie des merveilles à l'amont du lac de Glaise. Michel nous a expliqué les bases de la karstologie, puis nous avons effectué cinq plans de coupe tout en cherchant la présence (ou non) de galets.

c) Sortie de la Chatière

Présence de galets d'une longueur max de 13.5 cm. D'après le sens de tuilage de ces galets, on déduit qu'ils proviennent de l'amont de la chatière. D'ailleurs, nous en retrouvons d'autres à l'intérieur. Celle-ci forme une structure piège qui retient une partie des galets. Nous notons qu'aucuns galets n'arrivent de la rivière (du siphon amont).



d) Cul de sac à gauche en sortant de la Chatière

La zone de coupe se situe à hauteur d'une rupture de pente à l'entrée d'une galerie de 3.20 m de haut et 1.70 m de large. Présence de galets et de gélifracts dans le bas, et de galets mélangés à des gélifracts dans de l'argile sur les bords. La partie sans argile au centre est surcreusée par rapport à celles des bords. Au-dessus de cette zone, il n'y a que des gélifracts, de l'argile et des sables visibles. Il est probable qu'il y ait des galets sous cette couche, mais nous ne pouvons le vérifier.



e) Salle de jonction entre le réseau Nord et la galerie des merveilles

Grande salle remplie d'éboulis où seulement quelques galets sont visibles sous les blocs. Les gros blocs au sol et le plafond plat indiquent des effondrements passés et la présence d'une grande cheminée laisse penser à un soutirage du plafond. La découverte de nombreuses hématites (nodule d'oxyde de fer) confirme cette interprétation.

Une coupe réalisée un peu plus loin dans une zone creusée en dessous des éboulis montre une couche de calcaire massif recouvert d'une couche de mélange de galets/gélifracfs petits et moyens avec peu d'argile, puis d'une couche similaire contenant beaucoup d'argile sous un plancher stalagmitique. Galets et éboulis trouvés précédemment reposent sur ce plancher.

f) Dune de refoulement au début du réseau Nord (environ 20 m en amont de la salle de jonction)

Au niveau d'une grosse diaclase, on observe une dune de refoulement contenant galets, gélifracfs, hématites et argile. Ceci nous indique la présence passée d'une rivière provenant de la galerie nord bloquée par des éboulis, puis soumise à un soutirage qui a creusé la dune. L'orientation des bords d'attaque et de fuite de piliers et des coups de gouge confirment le sens du courant.

Une prospection plus en amont dans la galerie Nord n'a pas mise en évidence de présence de galets. Le point de départ de leur occurrence se trouve au niveau de la dune de refoulement.



g) Mi chemin entre la salle de jonction et le lac de Glaise

Présence abondante de gros galets (longueur max environ 30 cm) et de gros blocs de gélifracts. On note également les formes d'anciens gours sous une couche d'argile et d'accumulation de mix argile/cailloux sur les abords.

Durant notre progression, nous avons noté les traces/témoignages de présence/activité de la rivière : ruissellement, coupole, marmites... ainsi que des formations de diaclases, failles.

TPST : 6h30

4.5 Session 2 : Mercredi 10 juillet 2019

a) Equipe karstologie :

- Cadres : Eglantine Husson
- Stagiaires : Véronique Hautin-Babé, Thomas Pagnon

b) Objectif :

Poursuivre la recherche de galets en aval du lac de Glaise.

c) Observations

Visite de la salle supérieure avec Eglantine afin d'observer et de comprendre les systèmes de faille. Cette visite nous a permis de savoir repérer une faille à partir de différents indices (miroir de faille, décalage de couches, brèche, crochon,...).



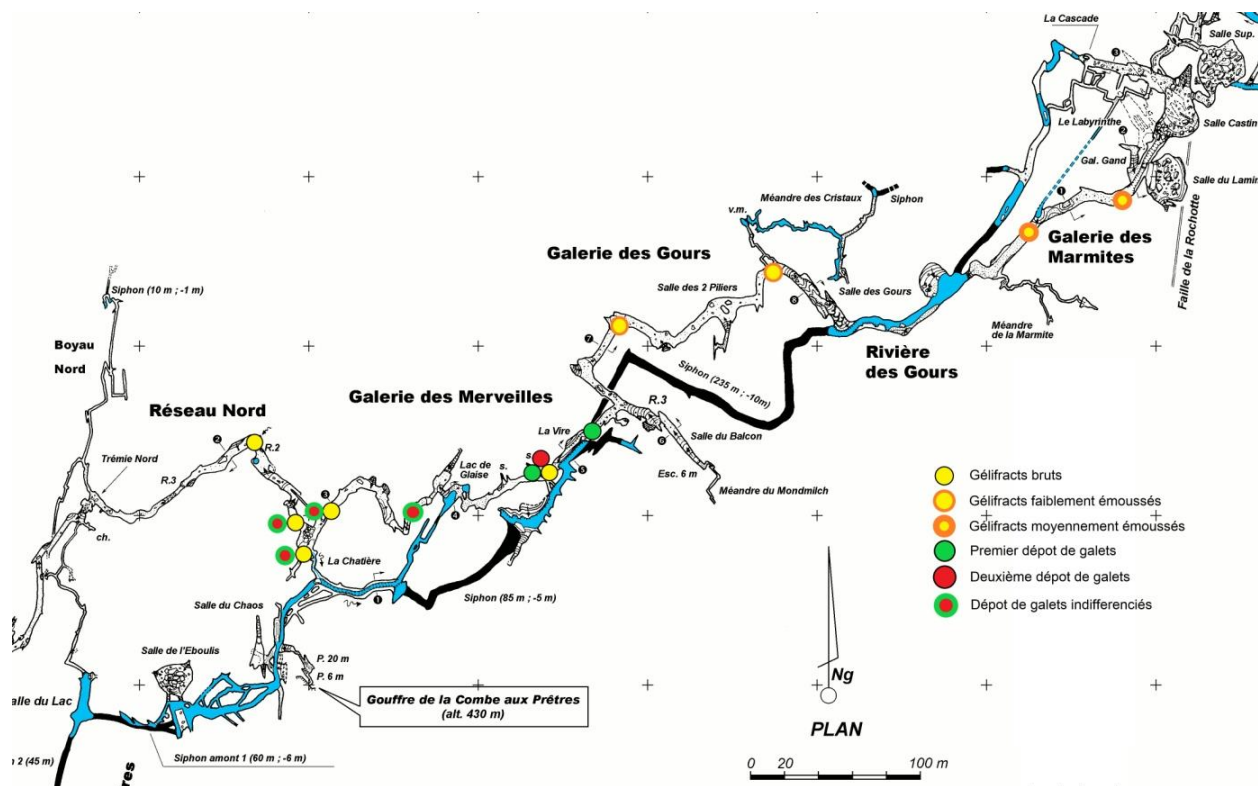
Nous avons poursuivi avec une traversée de Rochotte à la Combe aux prêtres dans le but de noter la présence/absence de galets et des différentes couches successives de remplissage/soutirage.

Le but était de compléter les recherches effectuées la veille et de définir des hypothèses sur les anciens tracés de la rivière. Nous nous sommes arrêtés à différents points tout le long et nous avons reporté sur une carte nos observations. Eglantine nous a fourni toutes les explications nécessaires sur la présence des formations.

→Rétrospectivement, nous nous sommes rendus compte le soir que nous n'avions pas assez consigné nos observations...

Ainsi, nous avons observé des galets seulement entre la salle au-dessus de la chatière et le début de la galerie des gours. Au-delà vers l'aval, se trouve semble-t-il uniquement des gélifracts plus ou moins émoussés (bien qu'il pourrait potentiellement s'agir de galets anguleux). Nous notons la présence d'un premier dépôt de galets par-dessus une épaisse couche de petits éléments de gélifracts et de débris de calcaire de part et d'autre de la vire, et d'un deuxième dépôt postérieur de galets (accumulé après une phase d'érosion du premier dépôt) uniquement en amont de la vire. Les galets vus entre la salle au-dessus de la chatière et le Lac de Glaise ne peuvent être définis de façon sûre comme appartenant au premier ou au deuxième dépôt.

De retour au gîte, nous avons établi une carte de synthèse de nos observations et proposé une hypothèse « du fonctionnement hydrologique » passé du réseau (toute proportion gardée !!) .



D’après nos observations, nous proposons « l’histoire » suivante.

Nous supposons qu’au début la rivière arrivait du Réseau Nord et coulait au moins jusqu’à la galerie des Marmites en charriant des principalement des gélifraacts provenant de la surface, probablement mélangés à des morceaux de calcaires arrachés aux parois de la galerie. Dans la dernière partie du réseau les gélifraacts sont plus émousés car ils ont été transportés (et donc roulés) plus loin et plus longtemps.

Plus tard, la rivière s’est engouffrée dans une perte au niveau du carrefour après la vire (début de la galerie des Gours). Plus ou moins à ce moment, il semble que la rivière coulait plus bas dans le réseau et ressortait par l’actuelle galerie borgne à gauche en sortant de la chatière (en descendant par la combe). La présence d’un premier dépôt de galet tout le long de ce trajet nous aiguille vers cette hypothèse. Par la suite, un nouveau changement hydrologique s’est traduit par la descente de la rivière dans un réseau inférieur avant la vire en redescendant vers la Rochotte. Ce phénomène a entraîné un soutirage de la couche de galets et d’une partie de la couche de gélifraacts/débris calcaire accumulés, suivi d’un nouveau remplissage de galets moins importants figé en surface par la formation un plancher stalagmitique. Le débit de l’eau était donc faible durant cette période.

Puis, une autre phase d’érosion a décapé ce remplissage. Les galets trouvés dans l’amont de la Galerie des Merveilles ne peuvent être datés. Cependant, on suppose qu’ils proviennent du deuxième remplissage. La rivière actuelle coule encore plus bas. Une autre perte a du se former encore plus en amont de la zone étudiée et créer le lit actuel. La chatière pourrait avoir joué un rôle de drainage. Les galets que l’on y trouve maintenant peuvent provenir de l’ancien lit, notamment lorsque l’eau traverse les couches anciennes de dépôts de galets et les charrie.

TPST : 4h

4.6 Session 3 : Jeudi 11 juillet 2019

a) Equipe karstologie :

- Cadres : Michel Wienin
- Stagiaires : Etienne Brulebois, Yves Singlas



b) Objectif

Traversée Rochotte/Combe aux Prêtres

Entrée par le puits de la Rochotte 10h20

Sortie par les puits de la Combe à 16h30

Les participants en ont été Michel, Etienne, Yves, accompagnés de Bernard, chargé par sa femme de relever les pièges à faune posés la veille dans la grotte. Nous n'avons qu'un seul cadre, Michel, Eglantine ayant déclaré forfait suite à quelques problèmes musculaires.



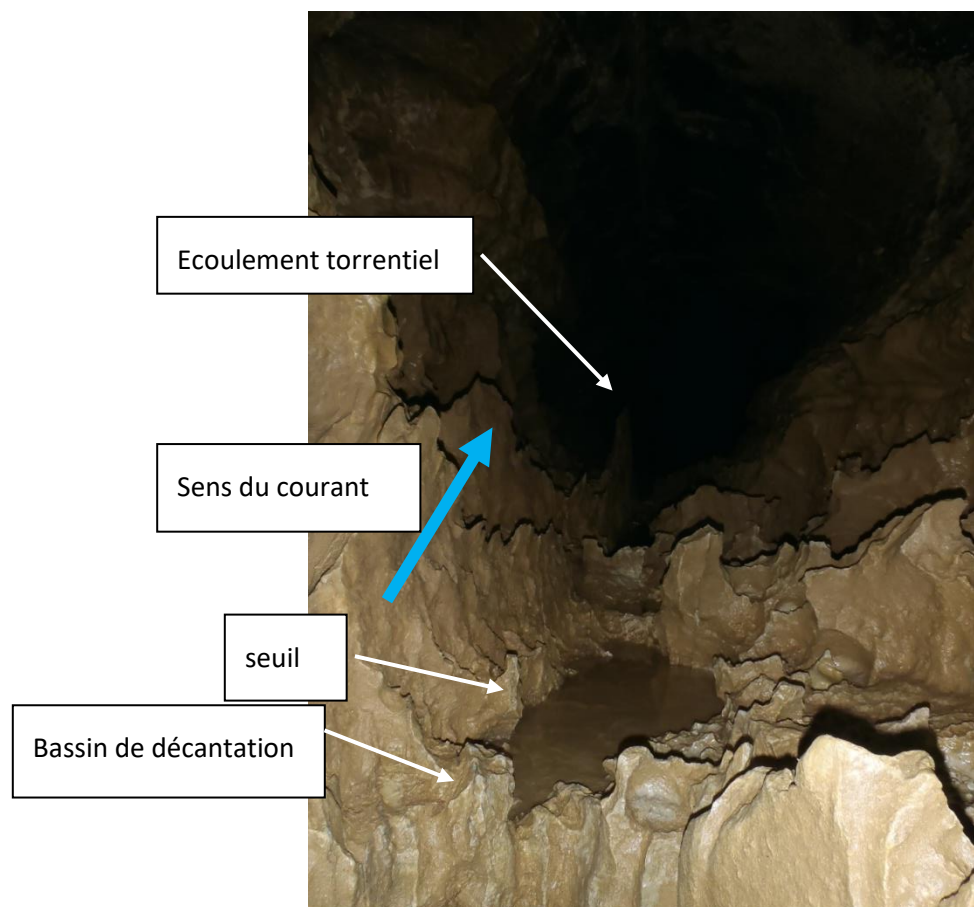
c) Analyse du labyrinthe

Michel nous fait découvrir à l'entrée du labyrinthe les indices permettant de déterminer le sens du courant (ici, de la rivière de la cascade vers l'éboulis) :

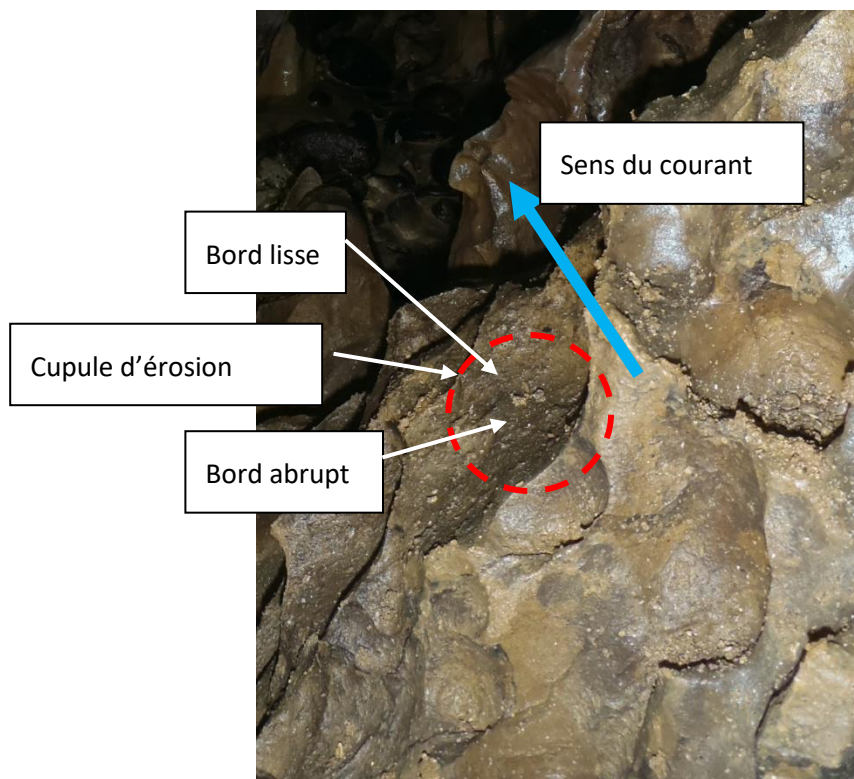
- Orientation des cupules d'érosion (les fameux « coups de gouges »)
- Présence de relief de fond de galeries (« sous-marins ») ;
- Présence de zones de décantation suivies de seuil et passage d'un régime laminaire à un régime torrentiel (creusement de marmite)

Les indices présents dans l'ensemble des galeries du labyrinthe indiquent tous une circulation depuis la rivière en amont de la cascade vers la sortie du labyrinthe.

Cependant, cet écoulement n'est probablement plus actif en raison du faible remplissage des zones de décantation, et surtout en raison de l'absence de reprise d'érosion de l'éboulis en sortie du labyrinthe.

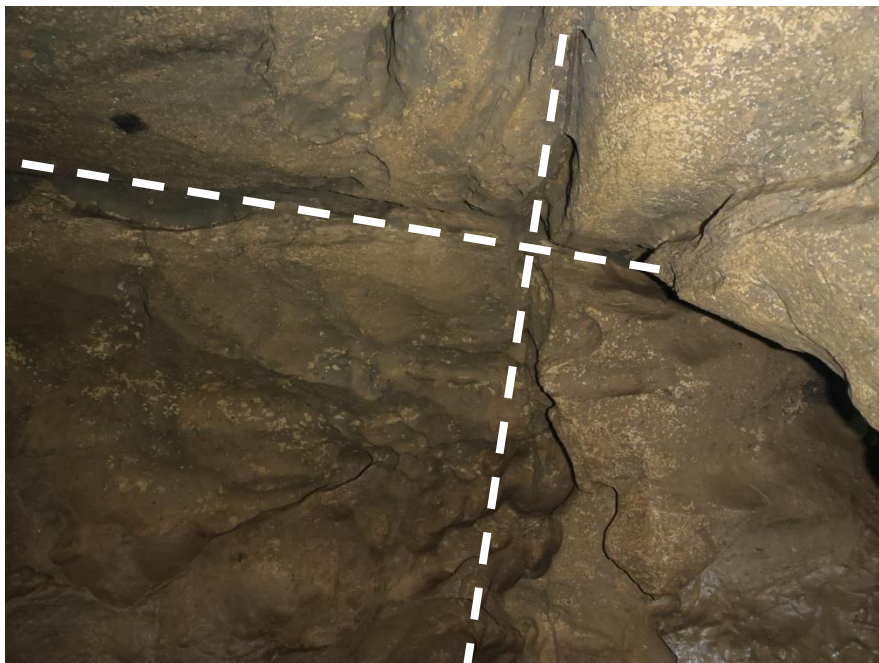


Vue d'un seuil depuis le bassin de décantation



Cupule d'érosion

La forme très particulière des galeries du labyrinthe s'explique par la présence de nombreuses diaclases à angle presque droit qui orientent les écoulements. Dans les changements de direction, on peut remarquer une amorce de galerie dû au courant.



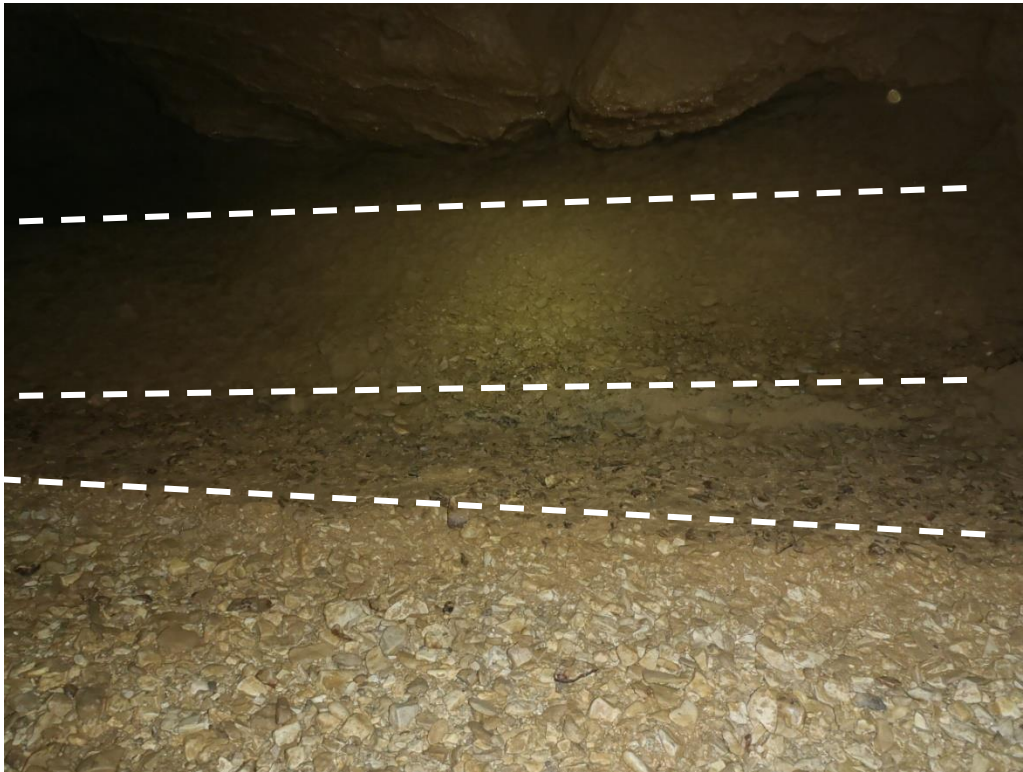
Fracturation et diaclases dans le labyrinthe

La forme de la galerie renseigne sur le type de régime dans lequel elle a été creusée. En régime libre, le creusement est plutôt vertical et peut s'élargir horizontalement à la faveur d'un joint de strate, aboutissant à une galerie en forme de croix. Dans le labyrinthe, on constate plusieurs galeries de formes tubulaires. Ces dernières ont pu être creusées soit en régime noyé, soit en alternance crue/régime libre.



Galerie tubulaire et reprise d'érosion à la base de la galerie

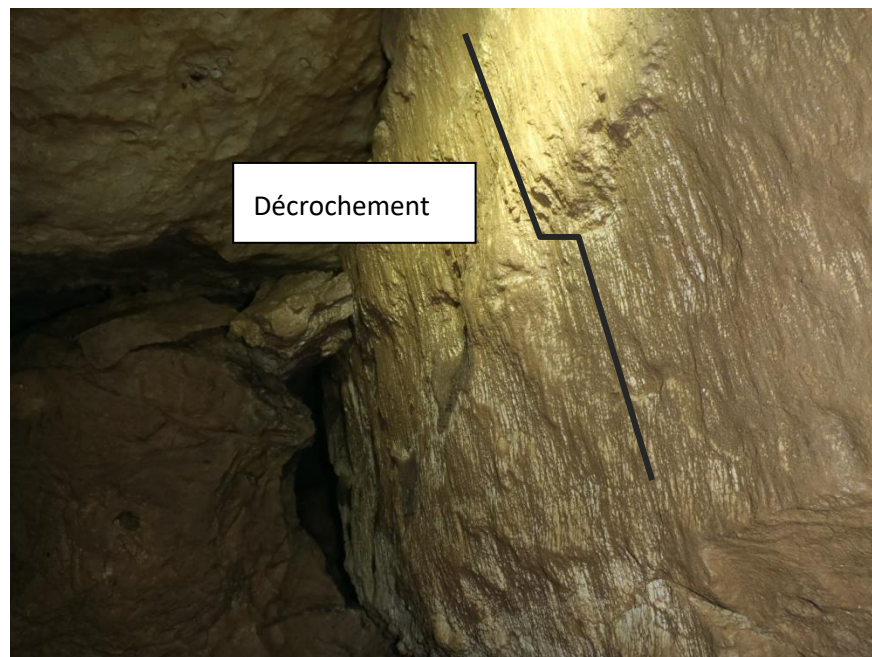
Au niveau du siphon, à l'amont de la cascade, on observe une succession de couches de dépôts de galets qui peuvent remaniés à une fréquence différente selon les niveaux de circulation : au plus haut, les galets sont dans une gangue d'argile tandis que dans le lit, ils sont bien lavés.



Succession de dépôts au siphon à l'amont de la cascade

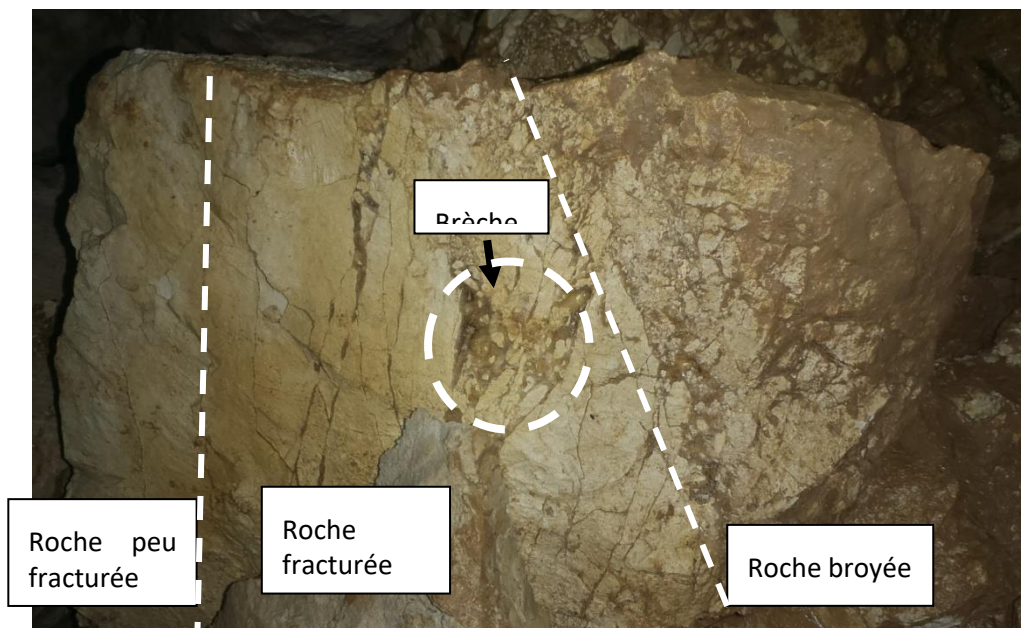
d) Retour à la galerie principale

Un des premiers points mis en évidence est la zone de la faille de la Rochotte, qui se traduit par des miroirs de failles sur lesquels on observe des stries. Pour peu que le miroir soit en place, ces stries indiquent l'orientation et la direction du déplacement. Nous avons observé un miroir de faille dont le plan était orienté N190, avec une surrection du bloc en place.



Bloc supérieur du miroir de faille

A proximité de la faille, les roches subissent un broyage, qui aboutit à la création de conglomérat bréchantique, cimenté par de la calcite. Les roches plus éloignées de la faille présentent une cicatrisation de calcite dans les zones de cisaillement.



Impact de la faille sur les roches

Les différents régimes hydrauliques de la rivière ont déposé ou recreusé différents remplissages. Fistuleuses, souvent sous des planchers calcités de brèche



*Succession de dépôts d'argiles, sables et gélifract avec recalcification de certaines couches
En bas de la série : présence d'oolithes oxydées*



Dissolution de ressuyage

Ces figures d'érosion peuvent être générées soit par une arrivée d'eau soit par le ressuyage après une baisse de niveau de l'eau, ce qui est le cas de la photo précédente.

La présence ou l'absence de concrétionnement dans la chatière a été vérifiée durant cette sortie. Conclusion : dans la chatière, on constate quelques concrétionnements (anciens et actuels) : chou-fleur à l'amont et ancien plancher stalagmitique à l'aval.

D'une façon générale, on remarque un tri granulométrique des galets (arrondis) et des gélifrats (anguleux) depuis l'effondrement du réseau Nord (correspondant vraisemblablement à une ancienne arrivée depuis la surface) vers l'aval.

e) Poème de Michel Wienin

Comme un vol de ptéros au Crétacé final,
Fatigués de porter leurs cerveaux minuscules,
Les lourds dinosauriens, reptiles majuscules,
Disparaissent un jour du monde animal.

Ils s'en sont retrouver au règne minéral,
Pour des millions d'années changés en apatite,
Les poissons cuirassés et les grands trilobites
Qui peuplèrent jadis l'océan primordial.

Chaque étage attendant un sursaut génétique,
L'éclair éblouissant d'une étoile erratique
Etouffa leur soleil d'un nuage doré,

Et sautés dans le fond de marais délétères,
Ils regardaient courir sur le sol désolé
Des vastes continents de petits mammifères.

4.7 Présentations

a) Session 1 & 2

Stage pluridisciplinaire scientifiques
Stage FFS 2019



Fédération Française
de Spéléologie

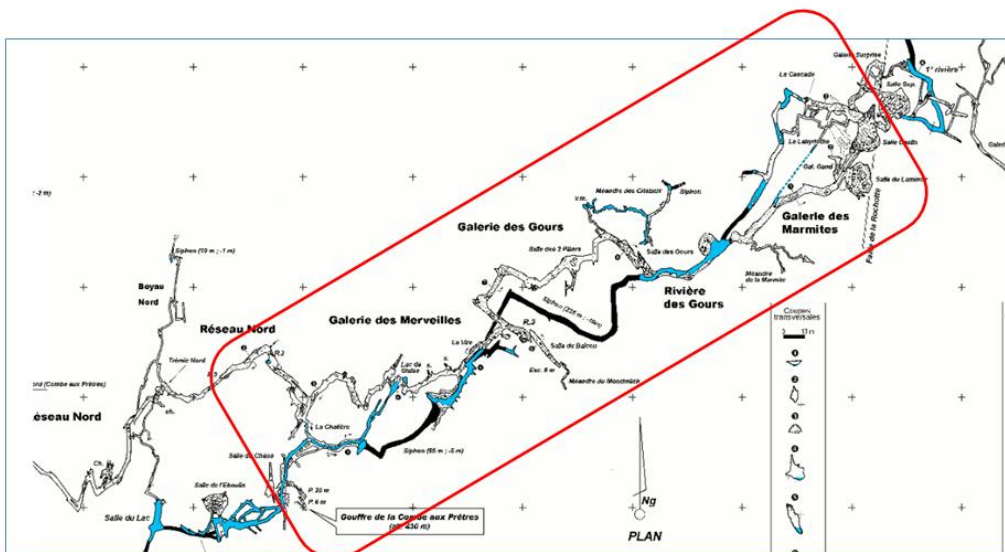
Karstologie



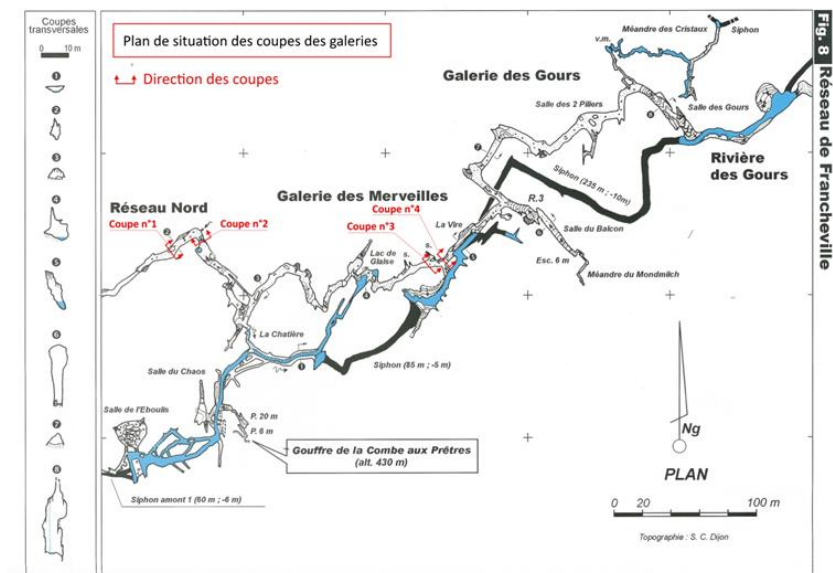
Francheville - Prairay



Réseau de Francheville




Relevé de coupe de galeries



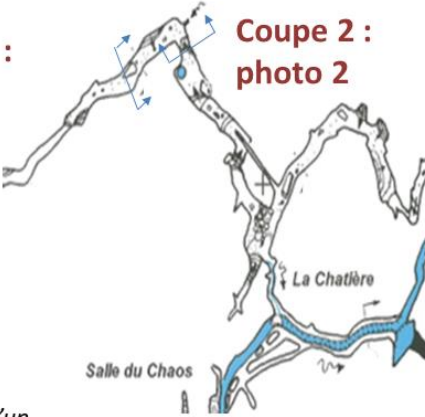

Karstologie : Réseau Nord

Réseau Nord

Coupe 1 : photo 1



Coupe 2 : photo 2

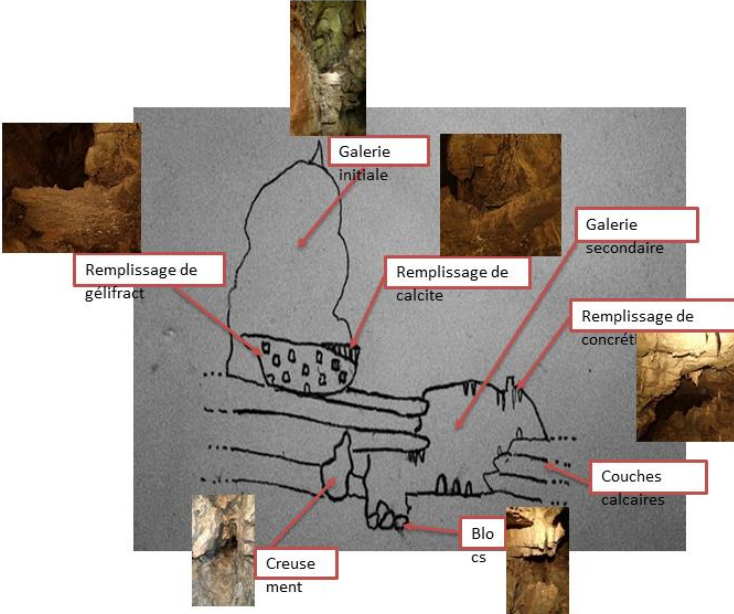


Observation : Présence d'un remplissage dans la galerie supérieure et création d'un deuxième passage.

Observation : Présence d'une arche de remplissage dans la galerie principale.

Karstologie : Réseau Nord - Coupe 1

Contexte : Au plafond, on observe une fissure au plafond, au sommet du milieu de la galerie une fissure Est Nord au plafond.



Galerie initiale

Galerie secondaire

Remplissage de gélifract

Remplissage de calcite

Remplissage de concrét

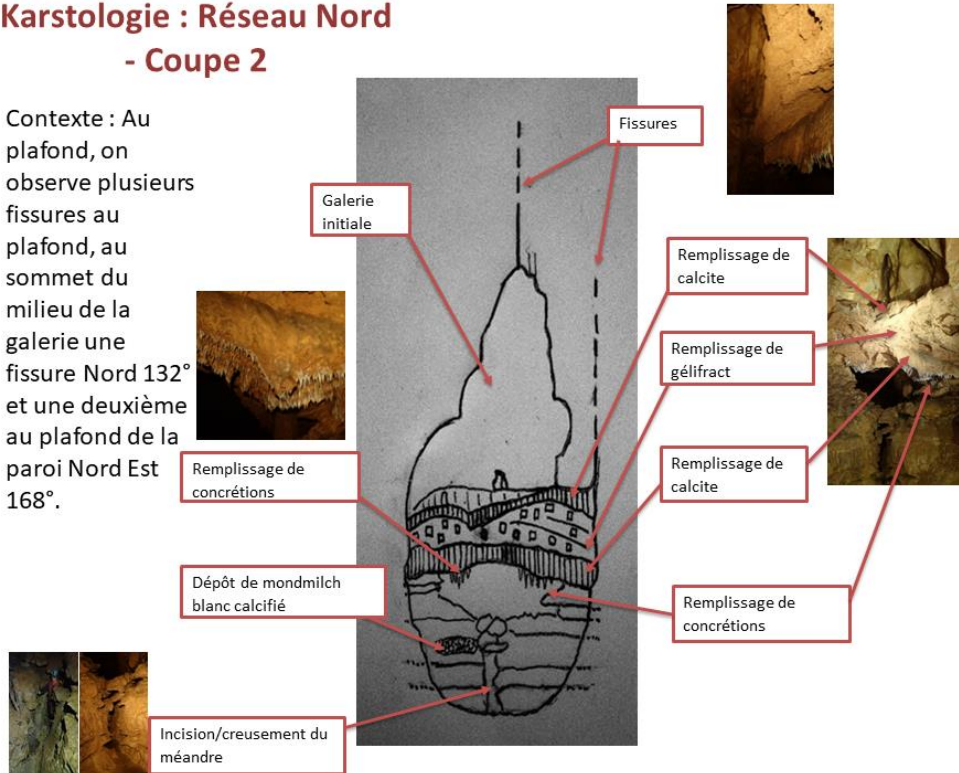
Couches calcaires

Blo cs

Creusement

Karstologie : Réseau Nord - Coupe 2

Contexte : Au plafond, on observe plusieurs fissures au plafond, au sommet du milieu de la galerie une fissure Nord 132° et une deuxième au plafond de la paroi Nord Est 168°.



Karstologie : Réseau Nord - conclusion

4 étapes :

1 - formation de la galerie principale probablement tectonique par la présence de fissures au plafond et par creusement par l'eau dans zone d'Oolithe blanche.

2 - un remplissage en trois temps :

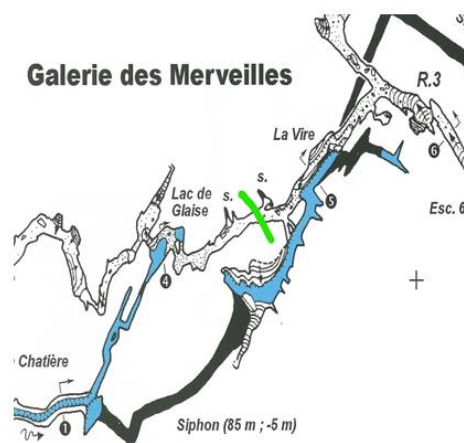
- plancher stalagmitique en période de chaud
- une couche de gélifract au quaternaire (période de froid)
- plancher stalagmitique en période de chaud (inter glaciation).

3 - creusement par eau formation de la galerie et incision par le méandre (formé dans du calcaire à chailles).

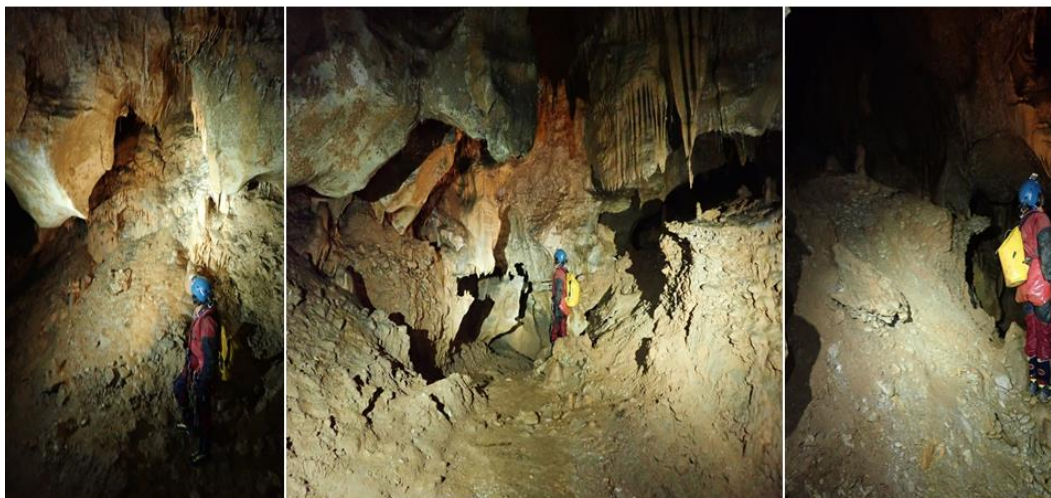
4 – de nouveau remplissage par les concrétions (stalactites et stalagmites) en période contemporaine.

Pas de présence de galets.

Résultat coupe 3 remplissage proche vire



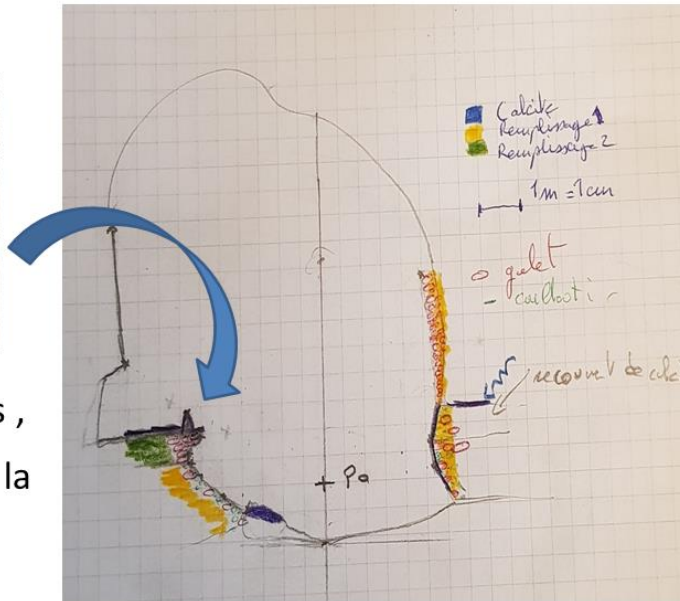
Rive droite Remplissage C3 , galerie des merveilles rive gauche



Coupe C3



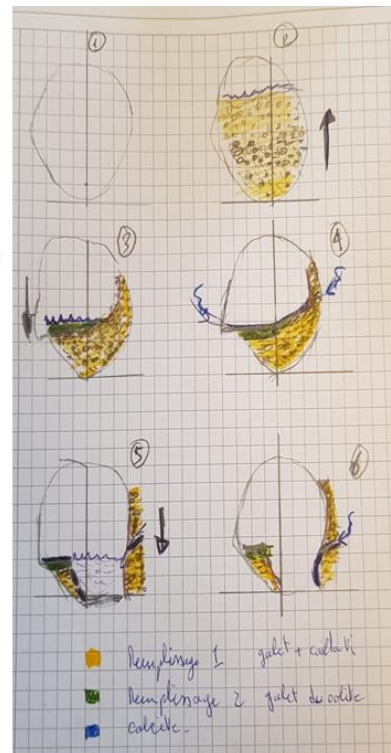
Tuilage des galets ,
confirme le sens
d'écoulement de la
rivière

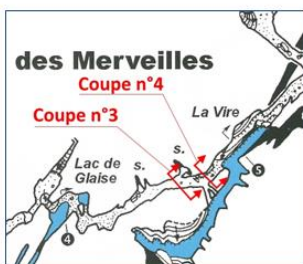


Histoire de la rivière en C3

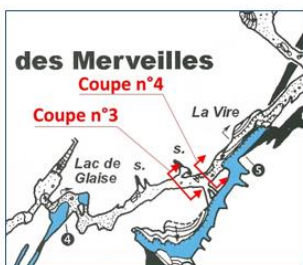
- 1 : la galerie après son creusement
- 2 : Remplissage, d'abord avec des cryoclastes ,
puis avec des galets de plus en plus gros
- 3 : érosion du remplissage par un cour d'eau agité
(coté gauche plus érodé car dans le coude de la
rivière)
- 4 : période de formation du planché
stalagmitique, eau calme , chargée en carbonate
- 5 : Surcreusement du planché et de la couche de
remplissage au dessous
- 6 : période actuelle , formation de calcite rive
droite par un apport d'eau carbonaté .

Prélèvement de galet : comblanchien J2b-c
prélèvement de cryoclaste : mélange
principalement comblanchien , oolite et calcaire
à Chailles => tous des matériaux « locaux » .

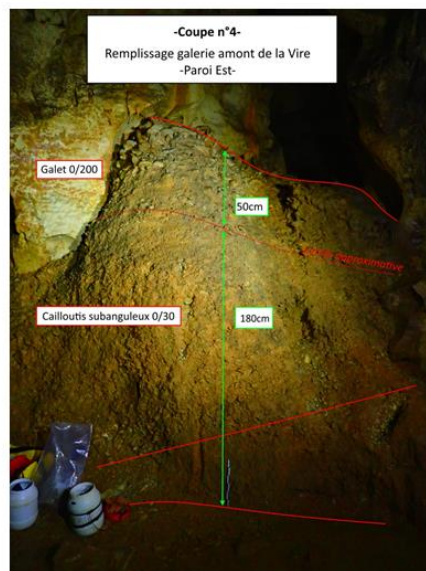
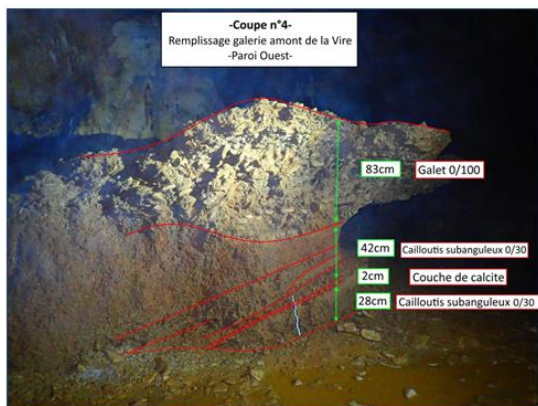




-Coupe N°4-

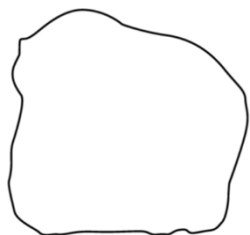


-Coupe N°4-



-Coupe N°4-

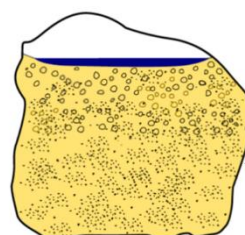
Chronologie



1m

-Coupe N°4-

Chronologie

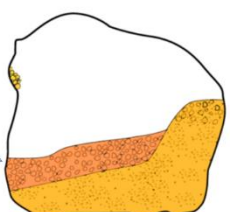


Gélifract

1m

-Coupe N°4-

Chronologie

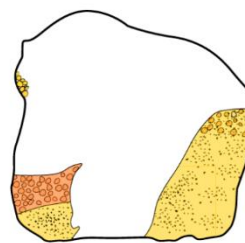


calcaire oolithique blanc j2b

1m

-Coupe N°4-

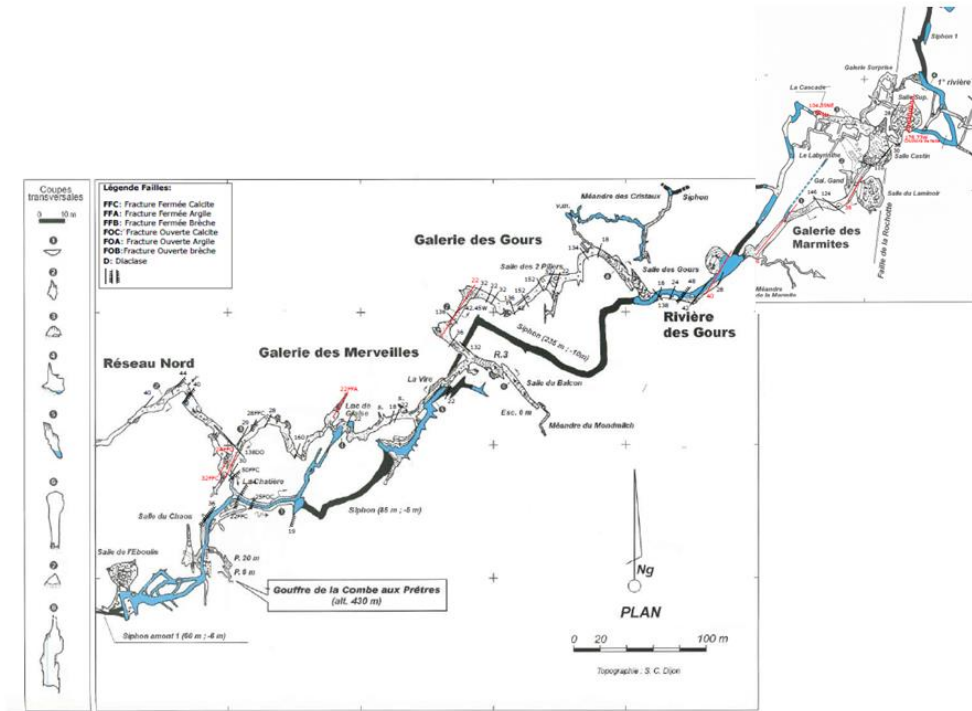
Chronologie



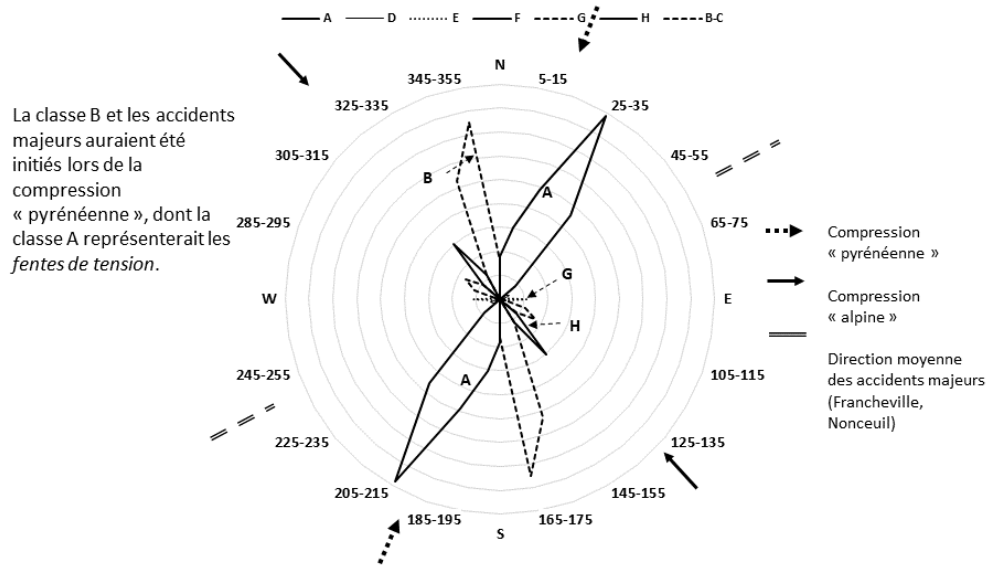
1m

Observation des failles





Lecture de vue aérienne (secteur NO de Francheville) : classes de fractures.



Stage pluridisciplinaire scientifique, Francheville (21), 6-13/07/19, Géologie.

Faille de la salle Sup.



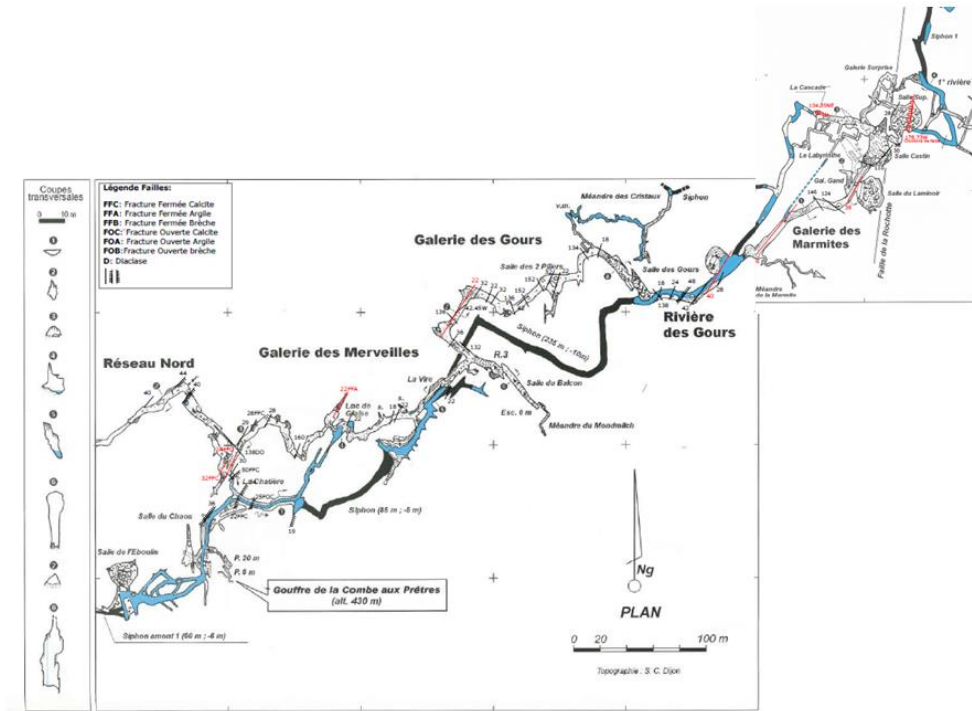
Brèche de faille

Miroir de faille

Crochons de faille



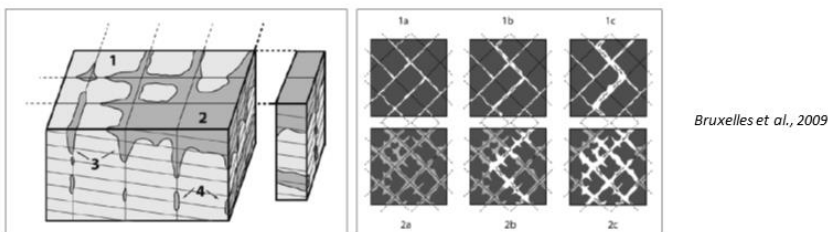
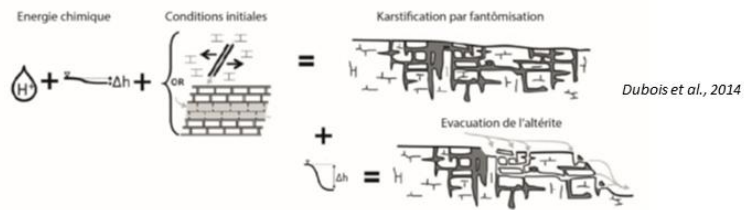
Brèche de faille



Le triptyque de la Karstification

La fantômisation : fantômes de roche et pseudo-endokarsts

Processus d'altération profonde. Les produits de l'altération (solubles) sont évacués en solution, par circulation lente des eaux ou diffusion ionique. Les résidus (insolubles) restés sur place constitue des altérites conservant la structure et la texture initiale de la roche. Processus associé aux crypto-altérations en surface ou des remontées de fluides hypogènes. Echelle de temps géologique : Plusieurs millions d'années

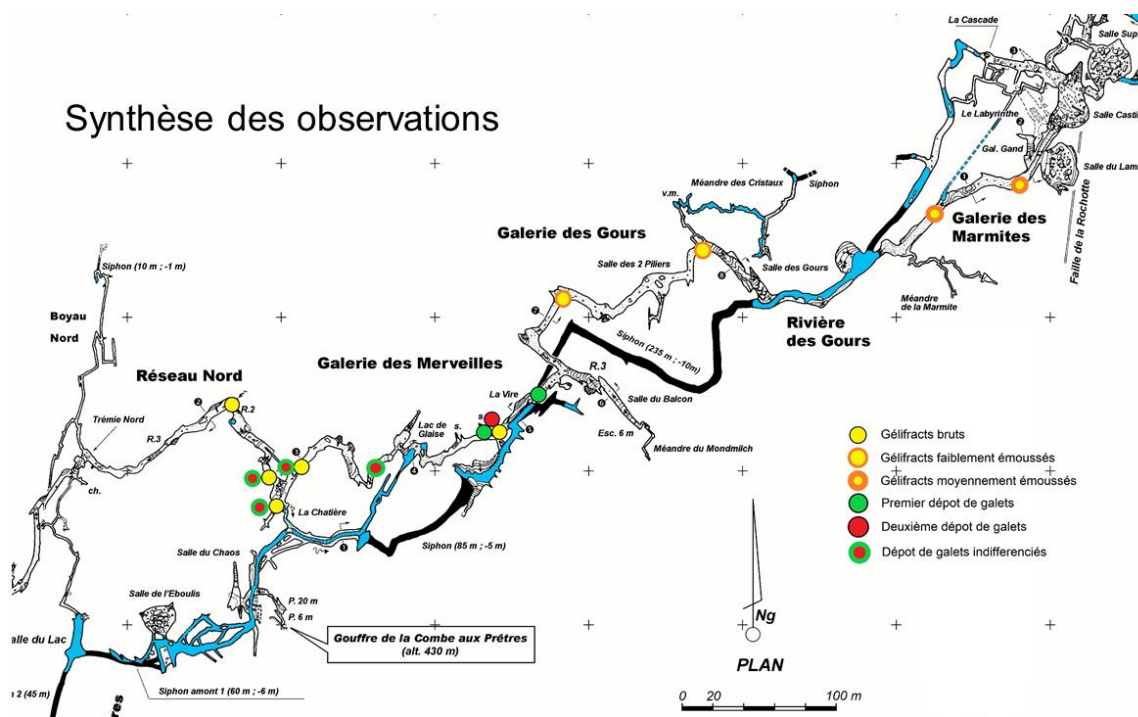


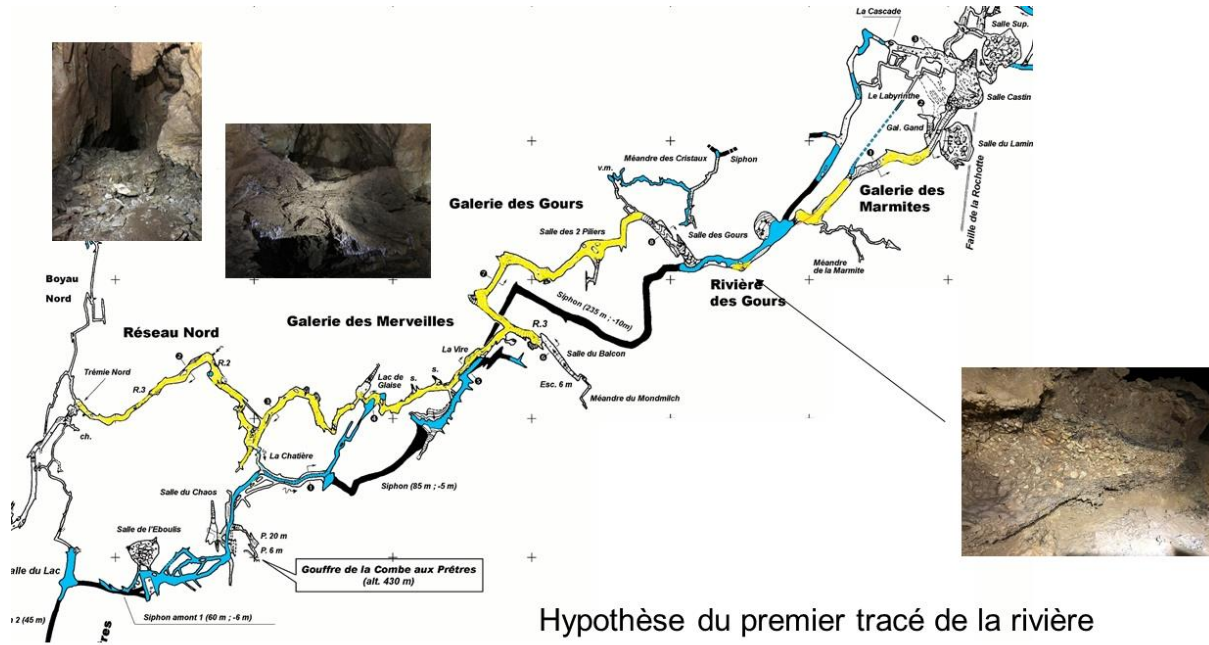
b) Session 2

Sortie karsto

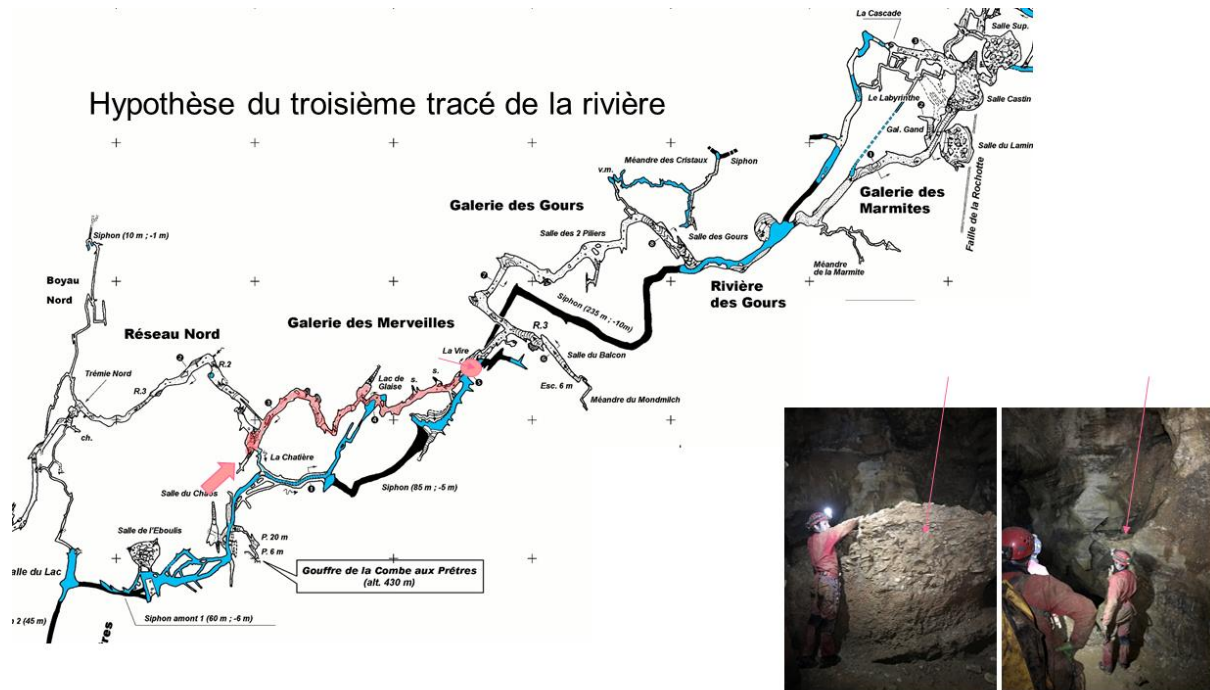
« Histoire de galets (anguleux ou pas...) »

Eglantine, Michel, Christophe, Véronique, Thomas





Hypothèse du troisième tracé de la rivière

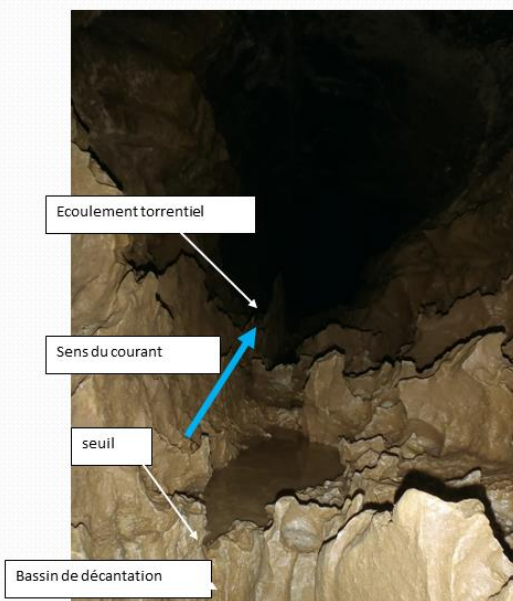


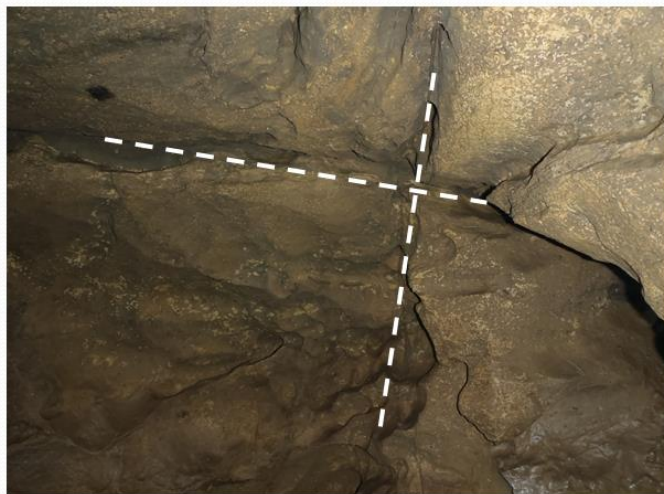
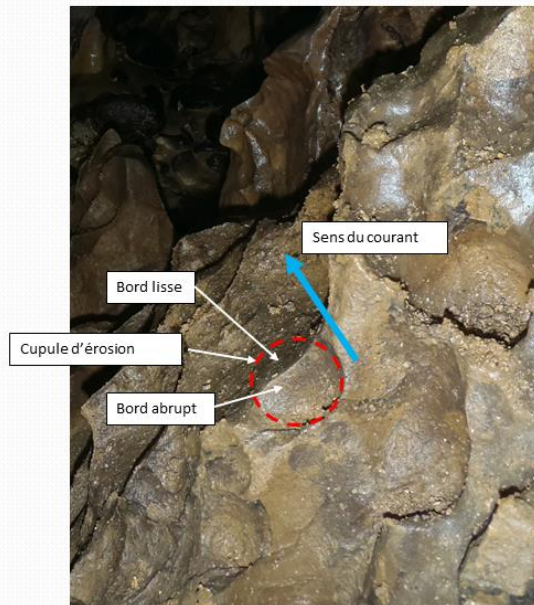
c) **Session 3**

**Stage « Equipier scientifique pluri-disciplinaire :
Géologie/Karstologie, Biospéléologie, Hydrologie »**

Groupe karsto n°3 Etienne/Yves

Quelques observations dans le labyrinthe





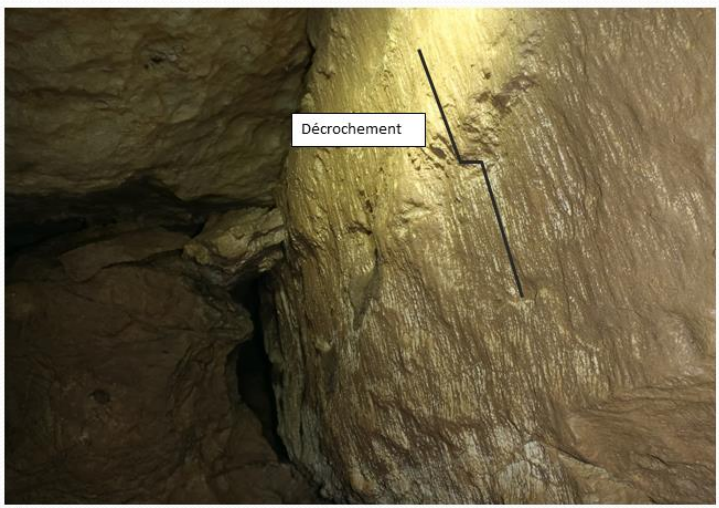
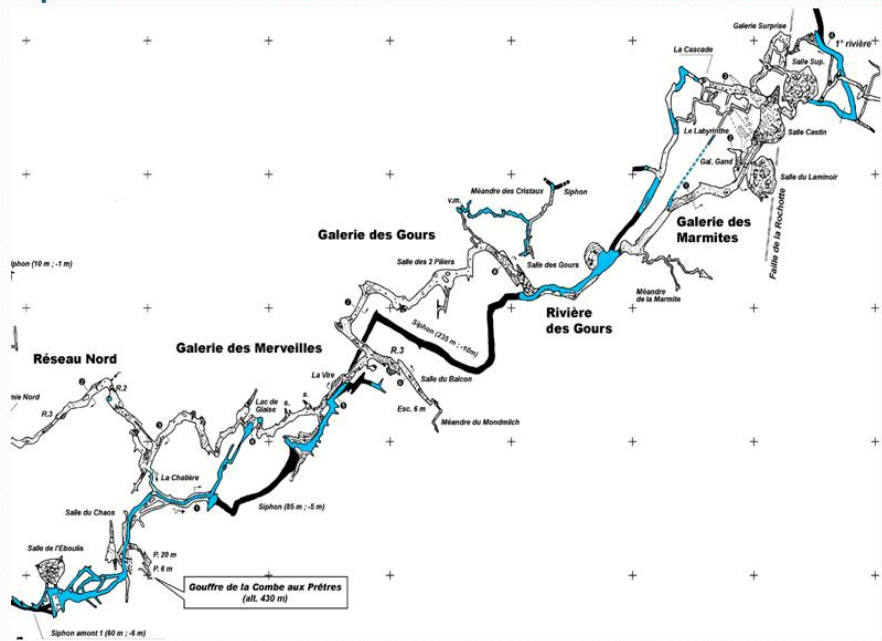
- Diaclases de plafond

- Tube

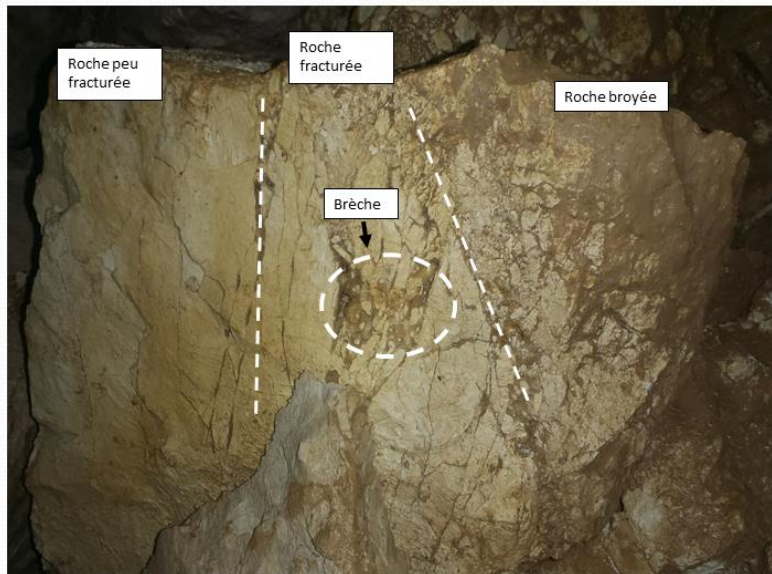


- Dépôts plus ou moins remaniés/lavés

Quelques observations dans le reste du réseau



• Miroir



- Fracturation



- Dissolution de réessuyage



- Successions de dépôts

- Et encore :
 - Présence de concrétionnements anciens et actuels dans la chatière (choux-fleur en amont, ancien plancher)
 - Tri granulométrique des gélifrats et galets de l'amont vers l'aval avec apport important issu d'un ancien effondrement (lien avec la sortie) dans le réseau Nord

4.8 Bilan de l'activité géologie – karstologie (par Michel Wienin)

Le stage était d'abord destiné à donner une initiation en géologie-karstologie aux participants mais le travail effectué par les trois équipes ayant choisi cette option apporte de nouveaux éléments de compréhension de l'histoire du réseau de la Combe aux Prêtres.

A noter tout de suite que même si les préoccupations semblaient assez différentes, c'est le croisement du travail de toutes les équipes qui apporte le résultat le plus riche.

4.8.1 Géologie stratigraphique

a) Quelques fossiles ont été récoltés ou observés en divers points de la cavité, en particulier au bas du puits de la Rochotte, autour du lac de la cascade.

Identifiables ou, du moins, attribuables à un taxon au moins inférieur à l'ordre et si possible à la famille :

1) calcaires au-dessus des niveaux à chailles

- - *Garantiana sp. cf. garantiana* : ammonite, un fragment de tour isolé
- - *Stegoconcha cf. ampla* : lamellibranche en coupe dans la paroi au-dessus de la cascade.
- lamellibranches divers (*Cardinia, Chlamys, Lima...*)

2) banc de marnes calcaires à petites valves de *Praexogyra acuminata*

3) articles de crinoïdes (*Pentacrinus bajocensis...*), radioles, plaques ou sphéridies d'oursins, bryozoaires, foraminifères et autres micro-fossiles ex-situ dans des récoltes de sables. L'ensemble de ces éléments est compatible avec l'attribution au Jurassique moyen (Bajocien-Bathonien) des calcaires de Francheville.

4) postérieurement au stage un demi oursin irrégulier a été récolté près de la cascade. Les caractères visibles permettent une détermination comme *Clypeus aff. Plotii*, espèce abondante dans les calcaires marneux du Bajocien supérieur et de la première moitié du Bathonien de l'est de la France au point qu'elle sert à désigner une formation de calcaires oolithiques marneux de Lorraine dits à *Clypeus plotii*.

b) Les chailles sont des silex de mauvaise qualité (mêlés de calcaire, de matière organique...), généralement gris et non translucides. Ils proviennent de la même façon de silice d'origine continentale (altération des silicates de roches du socle) en solution dans de l'eau de fleuves tièdes ayant précipité au sein d'une boue calcaire encore très fluide.

c) Des pisolithes ferrugineuses apparaissent dans au moins 3 contextes différents :

1) des remplissages fluviatiles anciens, relativement fins (sables, graviers) : près de la vire

2) des soutirages argilo-clastiques de cheminées (salle de la chatière), indiquant une origine *per descensum* (depuis le haut).

3) des dépôts fluviatiles actuels, pouvant remanier les précédents : lac de la cascade, interprétables comme des remaniements récents des précédents.

Dans un premier temps, ces pisolithes, associées localement à des fragments de limonite anguleux, ont été interprétés comme les vestiges d'une cuirasse superficielle de type fercrête avec stockage intermédiaire dans des pièges karstiques. Nous avons toutefois noté :

- L'absence totale de tout vestige à aspect « sidérolithique » en surface dans la région du seuil de Bourgogne,
- L'absence de mention PUBLIÈ de structure karstique ayant piégé des sols rouges tant en surface (escarpements, talus, carrière...) qu'en profondeur (recoupement ou soutirage). Même si c'est théoriquement possible, admettre qu'une formation superficielle a pu être assez abondante au Pléistocène pour alimenter les remplissages de la cavité sur près d'un kilomètre (au moins) et disparaître depuis sans laisser de trace demande de fournir des arguments justificatifs.
- Inversement, la présence en au moins deux points de pisolithes ferrugineuses en place dans un niveau de calcaire marneux proche du grumeleux supérieur, c.a.d. au voisinage de la limite entre Bajocien et Bathonien (salle de la chatière, un peu en amont et en aval de la vire).

En conséquence, je pense plutôt qu'il s'agit d'abord d'un niveau lenticulaire (de développement limité) ou en limite d'extension et peu épais (10-20 cm), situé au voisinage de la limite Bajocien/Bathonien et relativement riche en pisolithes ferrugineuses. On connaît de tels niveaux qui correspondent à des hauts fonds parcourus par des courants tout autour du Bassin parisien, de l'Aalénien de Lorraine (la minette = minéral de fer oolithique) au Callovien du Jura en passant par le Bajocien de Normandie. En Bourgogne, les niveaux calcaires grumeleux et marneux à petites huîtres du Bajocien supérieur passent progressivement à des marno-calcaires à oolithes ferrugineuses vers l'ouest (carrière de Sermizelles près d'Avallon, Yonne). Un haut-fond bajocien localisé et non identifié en surface est donc possible. Les fragments de limonite anguleux associés aux pisolithes peuvent s'interpréter comme le démantèlement d'une croûte ferrugineuse témoignant d'un épisode d'émersion de courte durée. Au Quaternaire, un double processus de dégagement par érosion karstique (dissolution de la calcite, entraînement des particules argileuses fines...) et de concentration par les courants est à l'origine de la distribution actuelle.

4.8.2 Tectonique

a) Quelques notions et autres définitions autour d'une faille :

- accident (tectonique) : déformation de la croûte terrestre affectant la continuité (failles...) ou la régularité (plis...) des couches ou autres ensembles de roches.
- décrochement : faille dont l'une des lèvres s'est déplacée plus ou moins horizontalement par rapport à l'autre.
- diaclase (en géologie) : fissure d'une masse rocheuse sans déplacement d'une lèvre par rapport à l'autre. Ne pas confondre avec l'usage spéléo désignant une galerie « en coup de sabre », en fait parfois un canyon.
- diaclase cicatrisée : diaclase dont l'ouverture a été remplie par un minéral d'apport hydrothermal (souvent de la calcite dans les karsts, du quartz de filon en mines...) que l'érosion par dissolution différentielle peut mettre en relief.
- boxwork : (angl. : coffrage) réseau de diaclases cicatrisées laissées en relief par l'érosion.
- faille : cassure d'une masse rocheuse selon une surface proche d'un plan avec déplacement d'une lèvre par rapport à l'autre (jeu ou décalage).

Le plan de faille n'est jamais vraiment plan mais comporte en général une succession de zones ouvertes (fentes pouvant fonctionner en drain et être à l'origine de galeries

- karstiques) et de zones de compression imperméables mais souvent associées à des zones broyées dans lesquelles se localise la karstification.
- miroir : partie du plan de faille polie et souvent striée par le mouvement.
 - crochon : torsion des couches vers l'arrière du mouvement le long du plan de faille. (parfois non visible : dans toute faille il y a un crochon qui s'ignore !)
 - stries : traces de frottement sur un miroir de faille. La direction des stries indique celle du mouvement relatif des lèvres, leur asymétrie en donne le sens (les « nez » sont à l'arrière).
 - pitch : pente des stries (et donc du mouvement) par rapport à l'horizontale.
Pitch < 45° : « décrochement » = mouvement à dominante horizontale
Pitch > 45° : « faille » au sens strict = mouvement à dominante verticale
 - faille directe : faille oblique avec extension : la lèvre supérieure est abaissée
 - faille inverse : faille oblique avec compression : la lèvre supérieure vient chevaucher partiellement la lèvre inférieure
 - failles conjuguées : failles secondaires, souvent reliées à 60/120° à une faille principale dont elles compensent les déformations. Leur amplitude diminue rapidement en s'en éloignant.
 - glissement : déplacement d'un bloc supérieur sur un bloc inférieur, souvent en profitant d'un joint de strates (glissement banc sur banc). Phénomène fréquent en zone plissée.
 - zone broyée : dans certaines zones, une faille importante ne se réduit pas à son miroir mais se traduit par une bande de roche broyée parfois importante et qui constitue un drain important pour les circulations karstiques.
 - brèche : si une circulation d'eau cimente par un dépôt de calcite les blocs de la zone broyée, on obtient une brèche, c'est-à-dire un conglomérat à éléments anguleux. A ne pas confondre avec un poudingue qui est un conglomérat à éléments arrondis correspondant à d'anciens galets caractéristiques d'un dépôt fluviatile ou côtier.
 - salle d'éboulis : en particulier dans les niveaux bien stratifiés, les zones broyées et les crochons induisent une grande fragilité du massif. Lorsque les galeries atteignent une certaine taille, des blocs de taille très variable se détachent des parois et surtout de la voûte produisant une salle d'éboulis. En zone fossile, le foisonnement de la roche (~14-15 %) conduit au comblement de la salle et le processus s'arrête ; par contre, une circulation d'eau à la base des blocs les érode progressivement, soutirant l'accumulation, et la salle d'éboulis peut atteindre des dimensions importantes (*salle Castin*). Dans des calcaires fragiles en bancs minces, le même phénomène de remontée par effondrement progressif de la voûte peut se produire dans de simples galeries.

b) Localisation tectonique des galeries :

Le réseau de la CAP vérifie largement une double détermination géographico-géologique :

1) Le drainage long est concentré vers le Creux bleu de Villecomte où l'important faisceau de failles d'Is-sur-Tille est recoupé par la vallée de l'Ignon. Des diffusions vers d'autres exutoires connus ou inconnus en amont ou en aval sont toutefois possibles, en particulier en période de crue.

2) dans l'ensemble, la partie accessible du réseau apparaît comme contrainte par la surface de contact entre les calcaires bien lités à entroques (articles de crinoïdes) ou à chailles (silex impurs) et les calcaires blancs massifs (« oolithe blanche et Comblanchien). La différence de comportement mécanique

en réponse aux compressions tectoniques du cycle alpin : pyrénéo-provençale (Eocène moyen, vers – 45 Ma) et (alpino)-jurassienne (Miocène supérieur, -10 à -5 Ma) est à l'origine de décollements (joints de strates) et de réajustements (failles secondaires et diaclases) qui ont permis la mise en place du réseau. Dans un second temps, la rivière s'est enfoncée dans les calcaires bajociens.

3) la grande majorité des conduits suivent des diaclases proches de la verticale, pas toujours les plus importantes, à l'origine de leur creusement et se recoupent par des angles nets. Quelques contre-exemples peuvent s'expliquer par un développement à partir de joints de strates (formes en laminoir) ou de diaclases à développement vertical limité (affectant une strate mais pas ses voisines : torsion, décalage par suite de glissement banc sur banc).

A noter que ces diaclases qui hachent littéralement la masse calcaire se traduisent en surface par des zones linéaires où la roche a été altérée, d'où un sol plus profond dans lequel les racines pénètrent plus facilement et les cultures, en particulier les fourrages, se développent mieux. En cette année relativement sèche, les bandes vertes limitant des quadrilatères secs, visibles d'avion mais aussi du sol dans les champs trahissent les structures tectoniques profondes et parfois se superposent avec les galeries. La présence de vides à faible profondeur favorise la circulation d'eau dans ces diaclases, donc l'altération de la roche et, par contrecoup, leur visibilité en surface. Les zones riches en diaclases bien visibles en surface correspondent souvent aux zones à forte karstification en profondeur. C'est le cas sur le plateau entre la carrière et la Rochotte ou le champ au SE du village (Creux de Soucy) ; le plateau très fracturé ~700 m à l'est du village alimente probablement le réseau nord tandis que le secteur au sud de la route de Prairay (1 km OSO de Francheville) correspond sans doute à des amonts non accédés pour le moment. En résumé, ces réseaux de fractures :

- Constituent un indice intéressant de prospection,
- Fonctionnent comme de véritables nappes verticales qui s'écoulent lentement en direction du drainage karstique dont elles assurent le débit pérenne en saison sèche.

4.8.3 Formes de creusement

Lexique un peu mieux connu des spéléos que le précédent mais avec souvent des utilisations à contresens :

- Marmite (de géant) : cavité métrique ou décimétrique, d'axe vertical, souvent nettement plus profonde que large et creusée au sol d'un écoulement torrentiel à la fois par dissolution et abrasion tourbillonnaire. Les parois sont généralement lisses, plus rarement marquées de « coups de gouge » et le fond contient du sable et des galets piégés qui évoluent vers une forme presque parfaitement sphérique (« œufs »). Quand ce remplissage est peu abondant, le fond comporte exceptionnellement un noyau central en relief. En zone d'écoulement (au moins temporairement) libre, beaucoup de marmites possèdent un déversoir, c'est à dire une encoche dirigée vers l'aval. (*Haut de la Cascade, galerie des marmites*). Les « demi-marmites » de parois témoignent de niveaux d'écoulement anciens, parfois très élevés.

Remarque : Ne pas confondre avec les Coupoles de voûte ou de plafond : cavités généralement plus larges que profondes et dont l'origine est liée à des effets de pression en zone épi-noyée (noyée en période de crue). C'est un indicateur de mises en charges (souvent fossiles) importantes mais pas du sens du courant. Dans les zones de forte abondance (plafonds à coupoles) et elles peuvent être emboîtées sur deux voire trois niveaux et on appelle « en verre de montre » des coupoles à fond supérieur plat par suite de mises en charge à niveau maximum constant par suite de la présence d'un déversoir. . Le mode de creusement est assez complexe ; voir LISMONDE Baudoin, Corrosion des coupoles de plafond par les fluctuations de pression de l'air emprisonné, *KARSTOLOGIA* N° 35 - 1/2000, p.39-46. https://www.persee.fr/docAsPDF/karst_0751-7688_2000_num_35_1_2457.pdf

- Coups de gouge : dits aussi vagues ou cupules d'érosion (*scallops* = coquilles pour les anglais). Ce sont des formes généralement d'ordre décimétriques d'érosion de paroi liées à un écoulement rapide en régime libre (y compris en extérieur) aussi bien que noyé. Leur forme permet de déterminer le sens du courant à leur origine et la formule simplifiée de Curl relie leur longueur à sa vitesse : $L * V \# 250$ (en cm et cm/s vers 10-12°). Si la section mouillée est mesurable, en particulier en régime noyé, on en tire une estimation du (paléo)débit de crue.
- Blocs pisciformes (« sous-marins ») : Des blocs dépassant de la voûte ou de la paroi évoluent vers une forme hydrodynamique, plus effilée vers l'arrière (aval) qu'à l'avant (amont).
- Surcreusement périphérique : l'accélération du courant autour d'un obstacle produit un surcreusement de forme caractéristique (connu sous le nom de « renard » autour des piles de ponts). C'est en général un demi-cercle bien marqué et à bord anguleux côté amont, s'élargissant et s'effaçant progressivement vers l'aval. (*Très fréquent autour des chailles*).
- Baume de courbe ou de méandre : au niveau d'un angle bien marqué (carrefour de diaclases), l'eau tend à surcreuser par inertie dans le prolongement de son axe d'arrivée conduisant parfois à la réalisation d'une véritable petite salle tourbillonnaire.
- Passages « en escalier » : si une galerie descendante comporte un « seuil » (court tronçon remontant fréquent dans des sections initialement noyées) on trouve en amont une zone d'alluvionnement et de décantation (dépôt argileux important) suivie vers l'aval d'une zone rocheuse percée de marmites et souvent surcreusée par un canyon ou méandre très étroit. (*Plusieurs en série dans le réseau Nord.*)
- Tube : portion de couloir de section presque circulaire, souvent rectiligne et dont les parois sont souvent sculptées de coups de gouge. Liés à des écoulements à débit rapide (crues violentes), les tubes se développent en général au voisinage de la surface de la zone noyée, souvent légèrement au-dessus (zone épinoyée). Les spéléos parlent parfois de « conduite forcée », terme emprunté aux installations hydro-électriques où il désigne un tuyau sous haute pression alimentant une turbine, ce qui est nettement différent.
- Trou de serrure (galerie en) : si un tube est occupé par un écoulement libre que ce soit de façon temporaire (les deux modes de fonctionnement alternent) ou par suite d'une modification du fonctionnement du réseau, sa base est surcreusée par un petit canyon ou méandre souvent profond et étroit qui donne à la galerie un aspect caractéristique.

4.8.4 La rivière : dépôts et érosion

En coupe, la galerie de la rivière présente le plus souvent 3 zones superposées. De bas en haut :

- Le lit permanent, recouvert à l'étiage, de section d'autant plus limitée que le débit est rapide (zones d'écoulement turbulent),
- le lit de crue recouvert par les eaux de lus en plus rarement au fur et à mesure qu'on s'élève, de hauteur variable en fonction des conditions d'écoulement (dimensions de la galerie, pente, obstacles...). Dans les portions temporairement noyées, il inclut la voûte.
- les parties hautes totalement abandonnées par la rivière par suite de l'enfoncement progressif de son lit.

Une opposition bien visible oppose la partie amont (secteur carrière) et la partie aval (secteur Rochotte, réseau Ben) : dans la seconde partie, on distingue facilement des zones avec une pente bien visible et où les formes d'érosion torrentielle dominant : roche encaissante visible et marmites plus ou moins bien

formées... et d'autres plus horizontales où c'est l'alluvionnement qui l'emporte : cailloux de taille et de forme diverses, sable... tandis que dans la première, l'ensemble des fonds (roche en place comme blocs transportés) à l'exception des matériaux les plus légers et mobiles est recouvert de dépôts calcitiques en « chou-fleur émoussé ».

Cet encroûtement est strictement limité à la partie recouverte par l'écoulement d'étiage. Il est absent des parois recouvertes seulement lors des crues, y compris de leur base qui montre des formes de creusement torrentiel : micro-marmites, coups de gouge... On peut en conclure deux fonctionnements hydrologiques et chimiques différents :

= en période humide, les eaux s'infiltrent rapidement par des fissures ouvertes et conservent de l'acide carbonique libre quand elles atteignent le réseau, donc leur agressivité chimique et leur potentiel érosif. La rapidité de l'écoulement souterrain permet à ce processus d'être efficace sur une distance importante (plusieurs kilomètres).

= en période sèche, ce sont les eaux de percolation qui assurent seules le débit. Ayant traversé lentement (par les pores ou les diaclases fines de la roche) plusieurs dizaines de mètres de calcaire, elles sont saturées en $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ qu'elles déposent une fois à l'air « libre » de la galerie. Ce processus est assez rapide et la lenteur du courant le limite à quelques centaines de mètres au maximum. De plus le gaz carbonique libéré lors du dépôt (une molécule pour une de calcite) reste au moins en partie dissout dans l'eau à laquelle il donne une certaine capacité érosive pour l'aval.

4.8.5 Evolution du réseau

Dans l'ensemble, le réseau de la CaP apparaît comme relativement simple et nous n'apporterons pas grand-chose de nouveau quant à la connaissance de son fonctionnement actuel ou ancien qui déjà été largement étudié. Nous sommes dans un cas classique de réseau arborescent avec un drain principal facilement identifiable et des affluents.

- Le premier correspond à la rivière qui alterne sections en écoulement libre et parties noyées,
- Des couloirs fossiles de dimensions nettement plus grandes, sub-parallèles à la rivière active, de morphologies voisines et dont la base n'est en général que quelques mètres au-dessus. La présence conservée de formes de creusement devenues fossiles (marmites, coups de gouge) indique un abandon relativement récent (quaternaire). La faible dénivellation correspond à la relative stabilité du relief régional où la surrection alpine de la seconde partie du Miocène a été limitée (300-400 m) et l'érosion lente ; l'abaissement du niveau de base hydrostatique lié à celui de l'Ignon et donc de la Saône n'a pas dépassé une vingtaine de mètres depuis le début du Quaternaire et la structuration actuelle. L'abondance des éléments cryoclastiques dans divers remplissages indique toutefois l'absence de drainage lors de la dernière période glaciaire.
- Le réseau nord montre un ensemble de morphologies compatibles avec un écoulement NO-SE, du moins pour la partie visitée entre la salle de la chatière et la trémie. De niveau plus élevé par rapport à la rivière et de dimensions inférieures à celles de l'axe Merveilles-Marmites, il s'agit probablement d'un tracé antérieur et d'une durée de fonctionnement plus courte.
- Des cheminées de plusieurs dizaines de mètres jalonnent le couloir principal ; elles correspondent en général à des intersections de cassures tectoniques. La présence de matériaux d'origine superficielle accumulés au voisinage de leur base indique une communication impénétrable ou colmatée avec l'extérieur :
 - o Cailloutis anguleux à faces concaves d'origine cryoclastique (éclatement de la roche sous l'effet du gel : gélifracts ou cryoclasts). Ce type de matériau a été produit en grande

- quantité aux époques froides du quaternaire mais est entièrement « fossile » actuellement.
- Fossiles (petites huîtres : *Exogyra acuminata* du Callovien) qui n'affleurent au-dessus des calcaires bathoniens qu'à l'est de la faille de Francheville,
 - Argile plus sombre, chargée en matière organique...
 - Sous la carrière, des encroûtements d'excréments de chauves-souris tapissant des « cloches » de la voûte indiquent une présence ancienne de colonie de chiroptères et donc l'existence d'un passage anciennement ouvert, peut-être une communication depuis le creux du Soucy.
- Aucun creusement de type par altération isovolumique préalable à l'ouverture des conduits karstiques (fantômisations) n'a été mis en évidence. Dans le secteur du labyrinthe, près de la cascade, les formes sont caractéristiques d'un écoulement en régime noyé surcreusé par un écoulement libre ; une bande de roche peu consistante n'est que l'altération en milieu ouvert d'une couche marno-grumeleuse sous l'effet de la condensation et surtout des microgouttelettes en suspension dans l'air.
- Ce labyrinthe est ancien mais a bien conservé ses formes. Il se prolonge de l'autre côté de la salle Cachin et a été sectionné par la remontée de la salle Cachin (éboulement progressif de la voûte). Le début du réseau Ben en est la suite naturelle. Il a fonctionné originellement en régime noyé puis en trop plein temporaire du réseau plus profond actuel et paraît entièrement fossile actuellement à l'exception de ses parties les plus basses qui se remplissent occasionnellement.
- Aucune forme témoignant d'un creusement de bas en haut sur accumulation d'alluvions (de type paragénétique) comme banquettes limites ou chenal de voûte n'a non plus été identifiée.

4.8.6 Concrétionnement

Dans l'ensemble, le concrétionnement du réseau de la CaP est de type classique avec large dominante des 4 types classiques : stalactites, stalagmites, coulées et gours. Les « petites formes », fistuleuses, excentriques, perles... sont toujours localisées et peu abondantes. On note assez souvent sous les plafonds plats des alignements de stalactites qui suivent les diaclases transversales à la galerie.

A signaler toutefois une stalagmite en « volcan » vers le milieu de la galerie des merveilles, presque en face le départ d'un petit couloir menant à la rivière. C'est un type assez rare de stalagmite basse (une dizaine de centimètres) dont le sommet est un disque de 15 cm de diamètre dont la partie centrale est creuse : une sorte de micro-gour sur piédestal. On le rencontre dans des gours de faible profondeur, parfois, comme ici, sur substrat argileux. Ce type peu commun était passé inaperçu et sans doute souvent piétiné par les visiteurs. Après le stage, il a été nettoyé et protégé par un balisage.



Photo YS

4.8.7 Conclusions

Le réseau de la Combe aux Prêtres, du moins pour la partie qui a été visitée, peut être considéré comme un excellent exemple pédagogique à la fois riche de formes variées, simple de structure de drainage et d'accès facile. Les observations de l'équipe de stagiaires confirment largement ce qui était déjà connu, les détails relevés s'insérant sans problème dans la vision déjà décrite.

5 HYDROLOGIE

5.1 Session 1 : Dimanche 07 et lundi 08 juillet 2019

a) Equipe

Stagiaires : Etienne Brulebois/Thomas Pagnon/Yves Singlas

Encadrants : Amaël Poulain / Vincent Schneider / Alexandre Zapelli



b) Introduction

Lors de jaugeages réalisés précédemment dans le réseau, il a été mis en évidence que les débits estimés en amont du réseau (base des puits) et en aval (réseau BEN) étaient similaires, tandis qu'une forte diminution du débit s'observait au droit de la rivière des Gours. Deux hypothèses ont alors été proposées pour expliquer ce fonctionnement :

- Hypothèse n°1 : Une circulation s'effectue en parallèle du réseau, diminuant fortement le débit dans la rivière des Gours, et rejoignant le cours d'eau principal en amont du réseau BEN.
- Hypothèse n°2 : Des exports interviendraient vers l'extérieur du réseau (en amont de la rivière des Gours) et seraient compensés par des apports équivalents en amont du réseau BEN.

Afin de statuer sur laquelle de ces hypothèses est la plus plausible, une expérience de traçage a été menée en conditions de « moyennes eaux », en 2018. Le protocole de l'expérience a été le suivant :

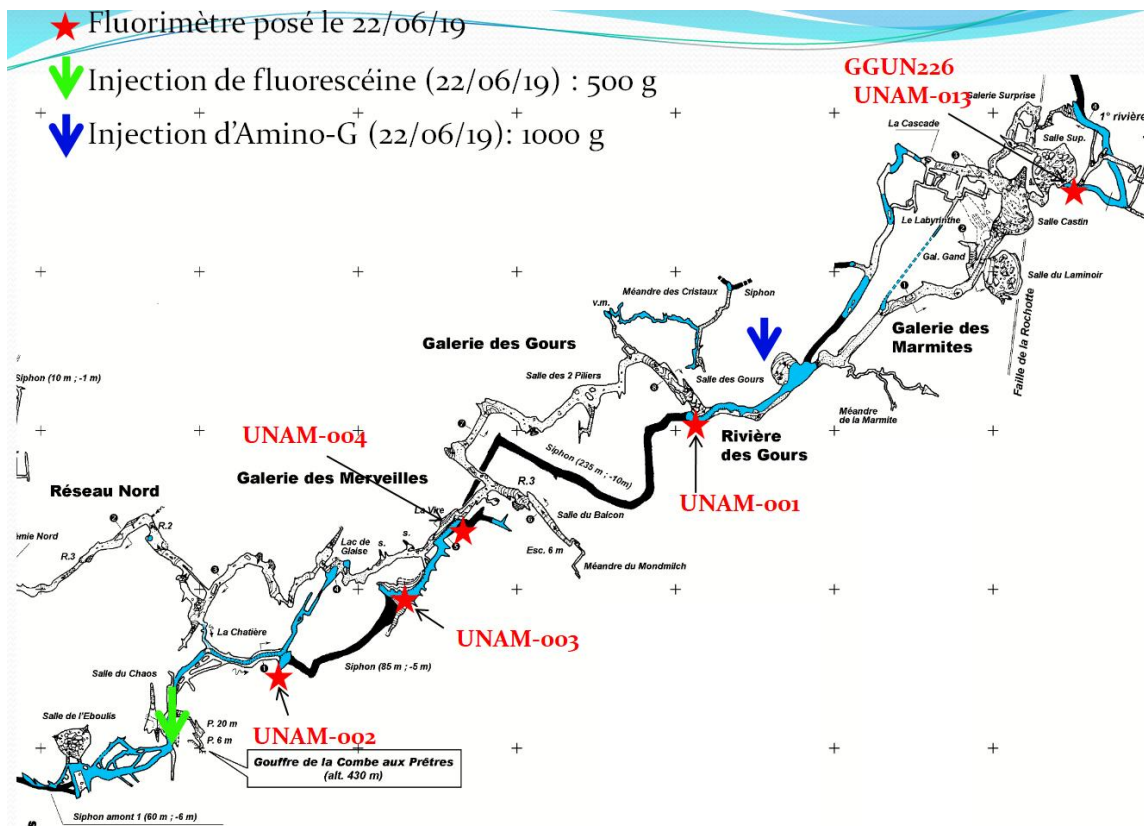
- 1 kg de fluorescéine a été injecté en amont du réseau (base des puits)
- 2 kg d'amino-G a été injecté au droit de la rivière des Gours (en amont du siphon qui s'amorce à proximité du pont de singe).
- Divers fluorimètres ont été installés le long du réseau, afin de déterminer la restitution des traceurs en fonction de la localisation dans le réseau.

Le dépouillement des données issues des fluorimètres a montré que seulement 50% du traceur injecté en amont (fluorescéine) est retrouvé en aval du réseau, tandis que le traceur injecté dans la rivière des Gours a été retrouvé en totalité. Ces résultats tendent à valider la deuxième hypothèse à savoir que des pertes vers l'extérieur du réseau interviennent, empêchant ainsi de retrouver l'intégralité de la fluorescéine.

La problématique proposée dans ce module n°1 était de confirmer cette hypothèse en reproduisant cette expérience, dans des conditions hydrologiques différentes (conditions de « basses eaux »). Pour cela, en amont du stage, 6 fluorimètres ont été installés entre la base des puits et le premier Siphon du réseau BEN, et deux injections ont été réalisées :

- 0.5 kg de fluorescéine injecté à la base des puits (amont du réseau) ;
- 1 kg d'amino-G injecté dans la rivière des Gours.

La figure suivante présente le plan d'expérience.



c) Travaux réalisés le 1^{er} jour (Dimanche 7 Juillet)

La première étape fut l'équipement des deux accès au réseau (Gouffre de la Combe aux Prêtres et Gouffre de la Rochotte). Nous avons ensuite procédé à la relève des différents fluorimètres installés le 22/06/19. Les fluorimètres ont été relevés aux emplacements et heures ci-dessous.

Récupération de 6 fluorimètres (5 Fluog et 1 GGun)

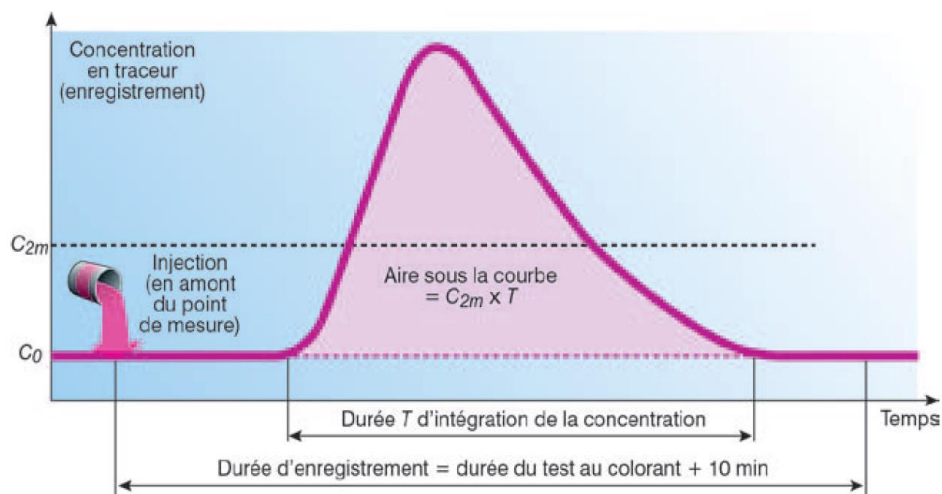
Localisation	Appareil	Pas de temps	Date	Heure (UTC+2)
Amont Siphon Ben n°1	FLUOG UNAM013	5 min	07/07/19	11h35
	GGUN226	15 min		11h35
Rivière des Gours	FLUOG UNAM001	5 min		14h25
Salle de la Vire aval	FLUOG UNAM004	5 min		14h40
Salle de la Vire amont	FLUOG UNAM003	5 min		14h50
Siphon Base des Puits	FLUOG UNAM002	5 min		15h10

Estimation des débits par dilution de traceur

Il existe un grand nombre de méthodes possibles pour estimer un débit : méthode capacitive, méthode hydraulique, exploitation du champ de vitesses par la méthode du flotteur, du micro-moulinet, ou de la méthode Doppler, et enfin, dilution de traceur. C'est cette dernière méthode qui a été retenue ici en raison de sa facilité d'exécution et de sa précision.

Cette méthode consiste à injecter en amont de la station de jaugeage un traceur dont la restitution est enregistrée par une sonde capable de mesurer la concentration du traceur.

Par intégration de la courbe de restitution (en concentration) et en faisant une hypothèse de conservation de la masse de traceur entre le point d'injection et celui de restitution, on est en mesure d'estimer le volume d'eau écoulé durant le passage du nuage de traceur, et donc de calculer le débit associé.



Principe du jaugeage par dilution (Source :ONEMA, Septembre 2011, Contrôle des débits règlementaires)

Afin d'interpréter les données issues des fluorimètres (et notamment calculer les masses restituées de traceur), il convient d'avoir une estimation des débits au droit du fluorimètre. Pour cela, nous avons réalisé plusieurs jaugeages par dilution de traceur. Le traceur employé a été la fluorescéine. A chaque fois, le protocole a été le suivant :

- Installation d'une sonde fluorimètre data-logger au pas de temps 2s est mise en place en aval du point de jaugeage, à la distance de bon mélange.
- 0.99 g de fluorescéine est injectée.
- La restitution est suivie jusqu'à revenir à la valeur de fluorescence naturelle (bruit de fond »).
- En présence d'une sonde d'enregistrement des niveaux (ou d'une échelle limnimétrique), une mesure a été faite pour raccrocher le débit estimé à une hauteur d'eau.

Notons que pour le premier jaugeage, la sonde a été calibrée avec deux concentrations de fluorescéine (0 ppb et 145 ppb). Les résultats des jaugeages sont les suivants :

Localisation	Date	Niveau eau/tube ou échelle	masse (g)	distance (m)	débit obtenu (l/s)
Siphon BEN n°1	07/07/2019	55,5	0,99	27	Pas de données
Rivières des gours		-		21,5	Abandonné (estimé < 1l/s)
Base des puits		2		-	37.4

Au retour du terrain, au moment de décharger la sonde fluorimétrique, il apparaît que toutes les données du jaugeage n’ont pas été correctement enregistrées : le jaugeage n’est pas exploitable.

Au droit de la rivière des Gours, en raison d’un débit trop faible (estimé à moins de 1 L/s), le passage entier du nuage n’a pas pu être enregistré.

Enfin, à la base des puits, le jaugeage s’est bien déroulé et un débit d’environ 37 l/s a été estimé.

Pose de 2 Fluog (siphon ben n°1 et rivière des Gours)

En prévision d’une nouvelle injection, deux fluorimètres (autres que ceux relevés précédemment) ont été installés, pour enregistrer le passage du traceur entre la rivière des Gours (amont du siphon du pont de singe) et le siphon n°1 du réseau BEN.

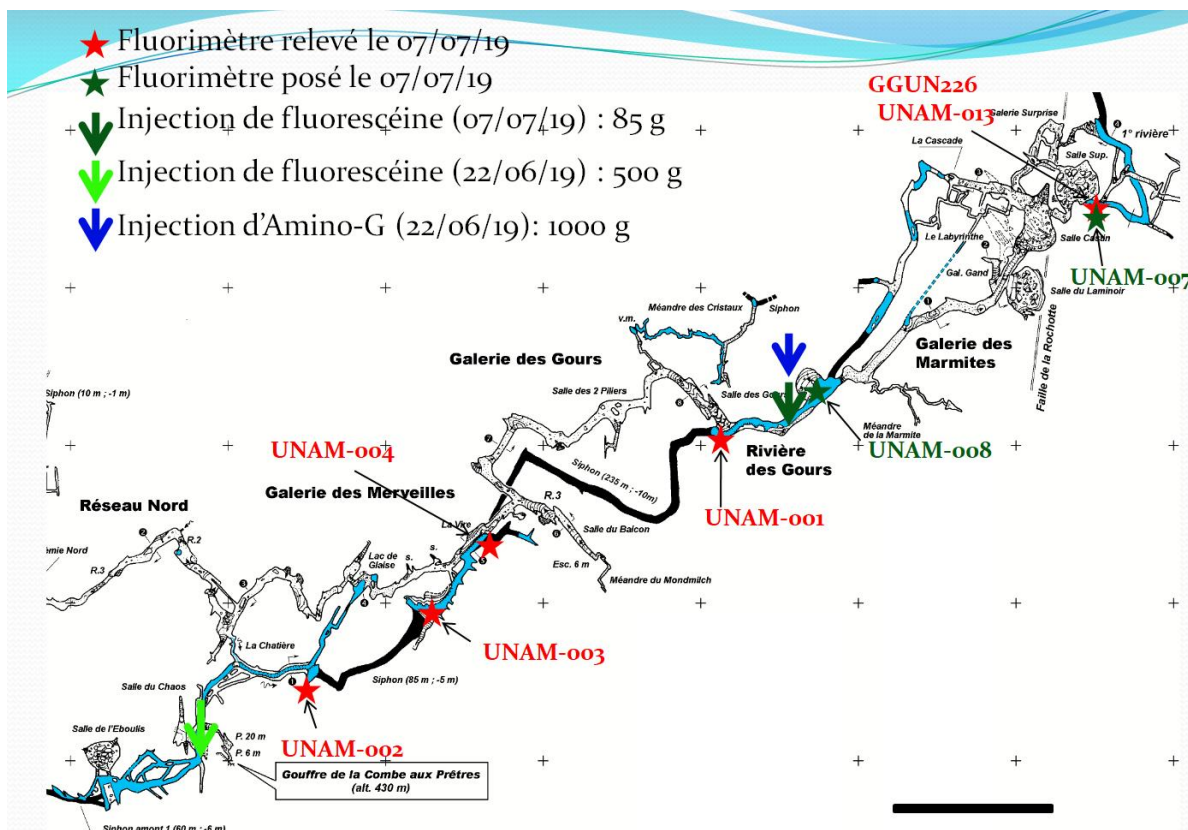
Localisation	Appareil	Pas de temps	Date	Heure (UTC+2)	T°C	Conductivité (µS/cm)
Amont Siphon Ben n°1	FLUOG UNAM007	1 min	07/07/19	11h46	11.5	585
Amont Siphon Pont de singe	FLUOG UNAM008	5 min		13h30	11.0	610

- Injection

Une injection d’environ 85 g de fluorescéine a été réalisée en amont du siphon du Pont de singe (rivière des Gours).

En raison de l’absence d’un débit suffisant, la masse de traceur injectée est restée piégée à l’entrée du siphon (transfert de seulement 30 m en plus de 48h).

La figure suivante reprend les éléments décrits précédemment.



d) Travaux réalisés le 2^{ème} jour (Lundi 8 Juillet)

Jaugeages

Afin de pouvoir exploiter les données issues des fluorimètres, nous sommes retournés dans le réseau Ben afin de recommencer un jaugeage par dilution. Cette fois-ci, deux traceurs différents ont été employés (sel et fluorescéine) afin de palier un éventuel problème lié à la sonde du fluorimètre.

De plus, afin de s'assurer que notre jaugeage respecte une distance de bon mélange, deux injections à deux distances différentes des sondes d'enregistrement, ont été effectuées.

La distance de bon mélange est la distance à partir de laquelle la concentration en traceur est considérée comme homogène sur toute la section mouillée du cours d'eau, ce qui permet d'estimer correctement le débit.

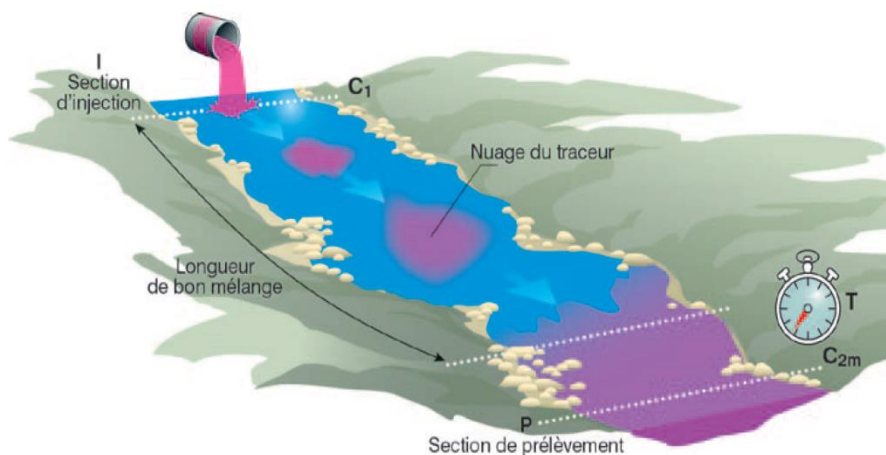


Illustration de la distance de bon mélange (Source :ONEMA, Septembre 2011, Contrôle des débits réglementaires)

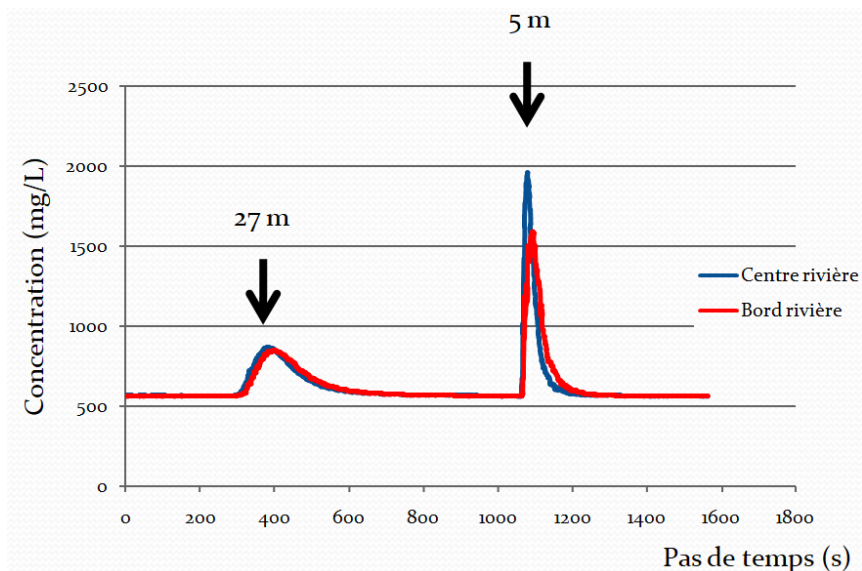
Le protocole a été le suivant :

Le premier jaugeage a été effectué à une distance jugée suffisante pour un mélange homogène (27 m) :

- Injection de 1 kg de sel dissous et mesure de la restitution par deux sondes conductimétriques, dont une placée au centre du cours d'eau, et une au bord du cours d'eau
- Injection de 0.99 g de fluorescéine

Le deuxième jaugeage a été effectué à une distance jugée insuffisante pour un mélange homogène (5 m entre injection et sondes d'enregistrement) :

Les courbes de restitution des jaugeages sont présentées ci-dessous :



On constate que pour le premier essai (distance de 27m), les deux sondes conductimétriques (bord de la rivière et centre de la rivière), enregistre des concentrations similaires. L'exploitation des courbes de restitutions donne un débit très proche (environ 40 l/s pour les deux sondes).

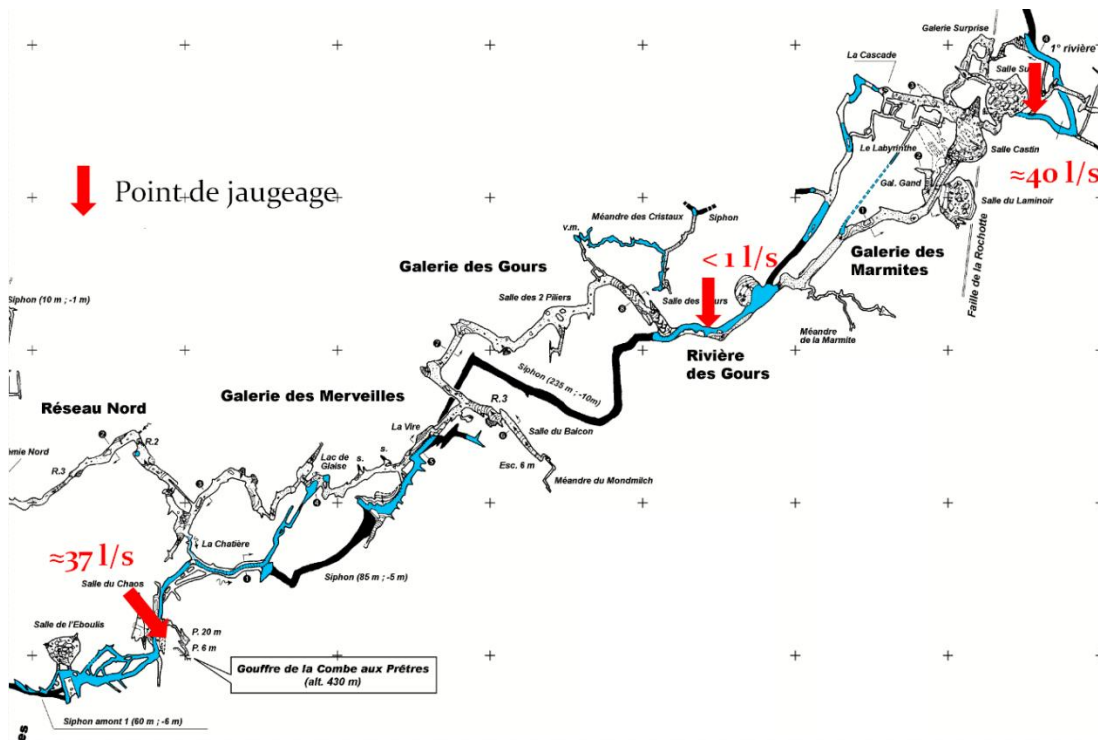
En revanche, lors du deuxième jaugeage (5m de distance), la sonde présente au centre de la rivière donne un pic de concentration plus fort que la deuxième sonde. Ce qui est logique, puisqu'on imagine bien que

le traceur n'étant pas assez brassé, la sonde située au bord de la rivière ne voit pas passer l'intégralité du traceur.

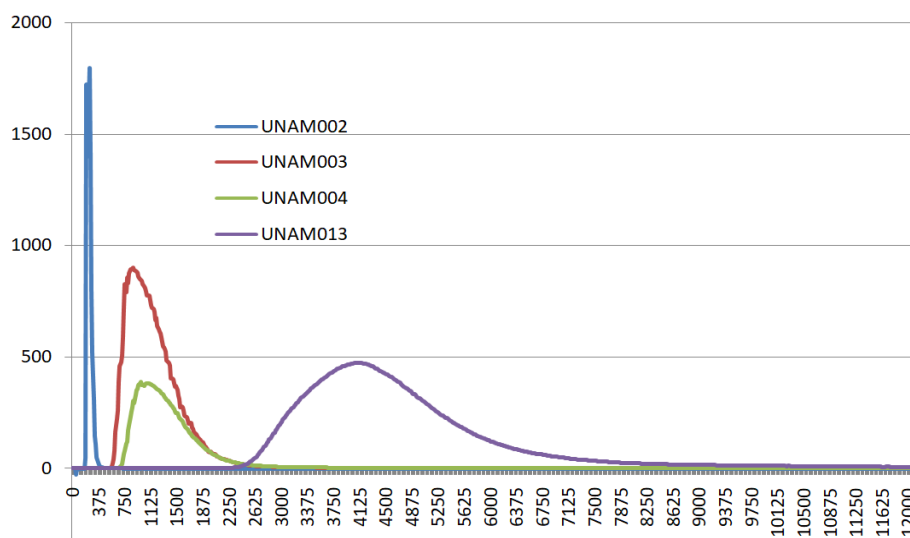
L'exploitation des courbes donne deux débits différents, tous deux inférieurs aux débits précédemment calculés. Le débit calculé pour la sonde au centre de la rivière est supérieur à celui calculé au bord de la rivière (cohérent avec l'allure des courbes de restitution). Les débits calculés sont repris dans le tableau suivant :

Localisation	27m	5 m
Bord rivière	40.3 l/s	34.6 l/s
Centre rivière	40.6 l/s	37.6 l/s

L'emplacement et le résultat de nos jaugeages est repris dans la figure suivante :



e) Exploitations des données des fluorimètres:



On constate logiquement un étalement du pic de restitution d’amont vers l’aval (entre UNAM002 et UNAM013), associée à une diminution du pic de concentration. Toutefois, en l’absence de calibration, il faut rester prudent sur les valeurs absolues de concentrations.

Localisation	Apparition (mn depuis injection)	Distance depuis l’injection (m)	Vitesse de transit (m/h)	Pic (min depuis injection)
Siphon aval (base des puits)	65	120	111	85
Amont salle de la Vire (Sapins)	180	220	73	295
Aval salle de la Vire	220	281	77	330
Amont rivière des Gours	Pas de données	505	Pas de données	
Siphon n°1 BEN	735	860 (basé sur écoulements connus)	70 (vitesse « minimale »)	1375
Nonceuil	8040	5645	42	10642
Creux-Bleu	-	Minimum 14000	-	-

On constate une vitesse relativement élevée du transit du traceur jusqu’au premier fluorimètre (UNAM002), à mettre en relation avec le flux direct de la rivière (absence de zones d’eau stagnante). Après le premier siphon, on constate une nette diminution de la vitesse de transfert, (environ 70 m/h) et qui reste relativement stable jusqu’au siphon BEN. A noter que la vitesse de transfert pour cette zone est jugée « minimale » car le cheminement emprunté par l’eau entre l’amont de la rivière des Gours et la sortie du siphon BEN n’est pas connu. La distance a été estimée d’après les écoulements connus (passage de l’eau via la cascade puis sous la salle Castin, en direction du réseau BEN). Pour le gouffre de Nonceuil, la vitesse de transit est d’environ 42 m/h, la encore, le cheminement exact des écoulements n’est pas connu.

Masses de traceur restituées (données issues du GGUN226)

Grâce à une courbe de calibration (réalisée entre 0 et 1000 ppb pour la fluorescéine et entre 0 et 100 ppb pour l' amino-G), les masses de traceurs restituées ont pu être estimées avec les données issues du GGUN226.

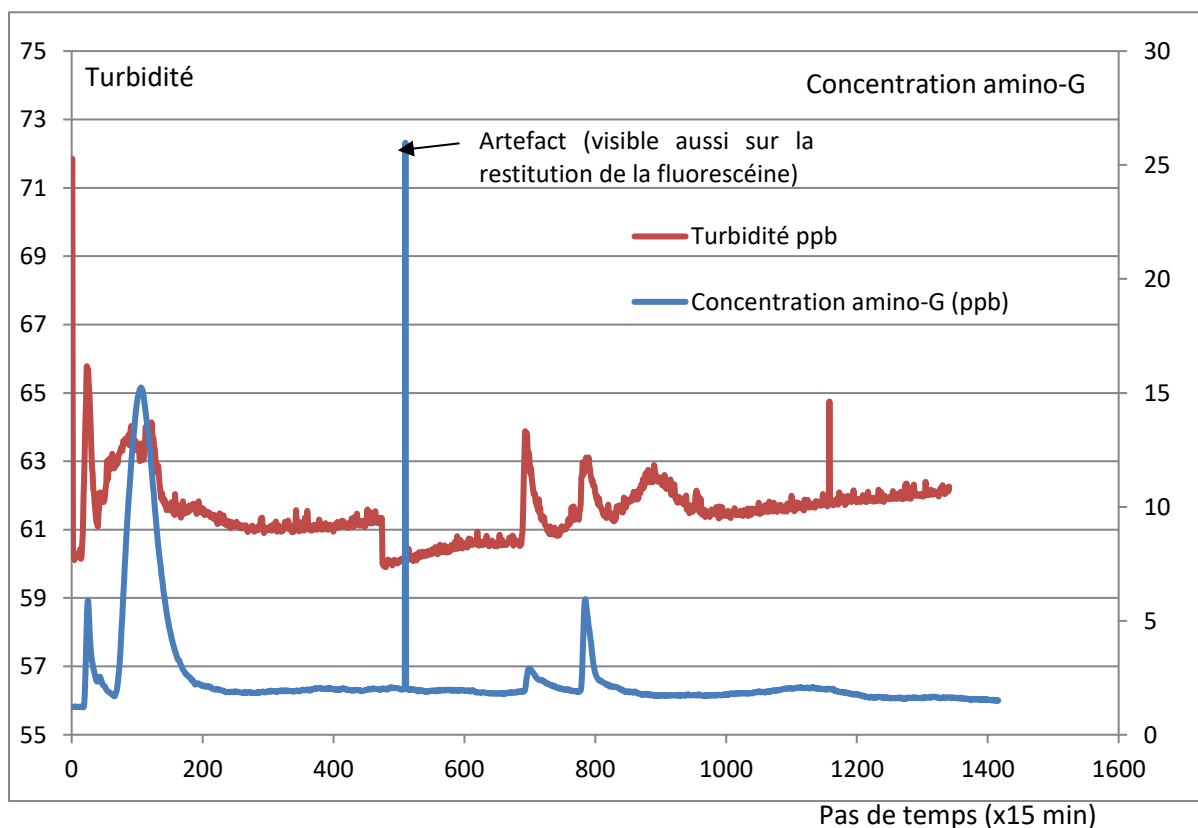
- Fluorescéine

Le calcul donne une masse d'environ 650 g de fluorescéine restituée soit un taux de restitution de 130%. Cela peut s'expliquer par les incertitudes liées aux mesures des appareils (fluorimètres), ou aux estimations des débits. En tout cas, cela implique un taux de restitution d'environ 100 %, et va à l'encontre de ce qui a été observé précédemment.

- Amino-G

Une courbe de restitution a été observée, mais les faibles concentrations et la masse de traceur restituée (environ 9g pour 1 kg injecté) nous ont poussé à reconsidérer la nature de la restitution.

En effet, les temps d'apparition des pics correspondent à des variations d'autres paramètres tels que la turbidité, paramètre qui influe directement sur la mesure de fluorescence de l'appareil.

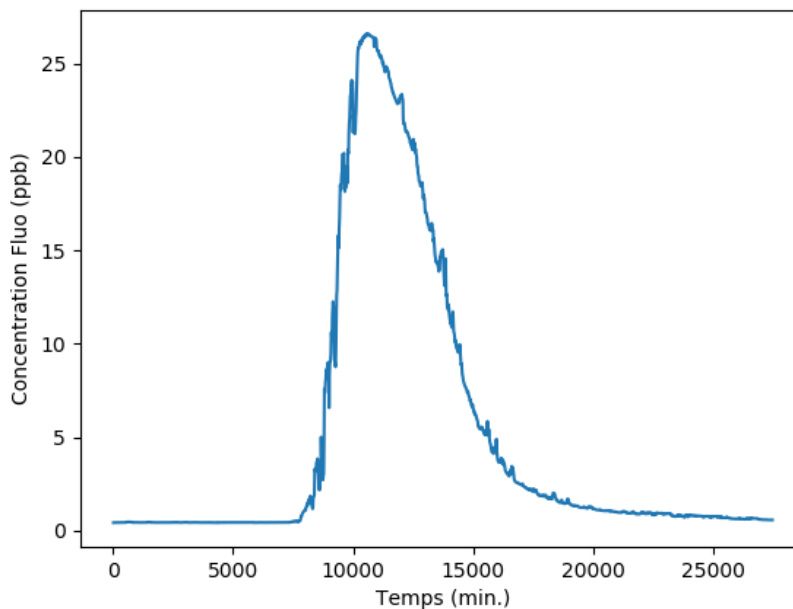


Par conséquent, on peut conclure en l'absence de restitution, à la date de la relève du fluorimètre, du traceur amino-G, au droit du siphon BEN (soit 16 jours après l'injection). Le traceur est vraisemblablement toujours piégé dans le réseau.

L'analyse pourra être complétée lors de la réception des valeurs de calibration des autres fluorimètres (UNAM002, 003, 004 et 013) et si les données du FluoG UNAM001 qui était placé à l'aval de la vire peuvent être extraites.

Relevé du fluorimètre GGUN situé au gouffre de Nonceuil

Le fluorimètre placé au gouffre de Nonceuil a été relevé le 11/07/19. Il a également été calibré et permet par conséquent de calculer une masse de traceur restituée. En revanche, aucun jaugeage n'a été effectué au sein du gouffre de Nonceuil, le débit utilisé pour le calcul est donc ici considéré comme équivalent à celui estimé au siphon BEN (soit environ 40 l/s).



L'exploitation des données issues du fluorimètre, basée sur les hypothèses précédentes, donne une masse restituée d'environ 300 g de traceur.

Relevé du fluorimètre GGUN situé à la résurgence (Creux-Bleu, Villecomte)

L'exploitation des données issues du fluorimètre GGUN du Creux-Bleu (résurgence principale du réseau de Francheville), à Villecomte montre une absence de restitution des deux traceurs injectés, 16 jours après l'injection. Concernant la fluorescéine, les hypothèses sont multiples : traceur actuellement en transit, trop dilué ou sorti par un autre exutoire. Le fluorimètre a été remis en place.

f) Synthèse des résultats

L'expérience précédente, réalisée en conditions de « moyennes eaux » a permis de montrer que les débits de la rivière étaient similaires entre l'amont (base des puits) et l'aval (siphon BEN).

L'injection puis l'analyse des restitutions ont démontrés une perte d'environ 50% de la fluorescéine entre l'amont et l'aval en même temps qu'une conservation du traceur amino-G entre la rivière des Gours et l'aval.

Le traçage du 22/06/19 a été réalisé en condition d'étiage, et toujours avec des débits similaires entre amont et aval. Cette fois-ci, le traceur injecté à l'amont a été restitué à près de 100% à l'aval, tandis qu'aucune sortie du traceur injecté à la rivière des Gours n'a été constatée à l'aval.

Au droit du gouffre de Nonceuil (aval du réseau), une masse restituée d'environ 300g a été estimée (en considérant un débit similaire à celui du siphon BEN). Des diffuences existent à l'amont proche du gouffre

de Nonceuil, qui peuvent facilement expliquer une diminution importante de la masse restituée. Un jaugeage serait nécessaire pour préciser les masses réellement restituées.

Hypothèses explicatives

La perte d'environ 50% du traceur en condition de moyennes eaux et sa conservation à l'étiage, pourrait s'expliquer par les hypothèses suivantes :

1. La mise en fonctionnement en moyennes eaux (par effets de seuils) de drains parallèle impliquant cheminement plus long entre amont et aval. Cette hypothèse sous-tend qu'un second pic n'a pas été enregistré par les fluorimètres, en raison de son occurrence bien plus tardive). En basses-eaux
2. La mise en fonctionnement (par effets de seuil) d'un drain qui exporte une partie du débit vers l'extérieur du réseau, et qui serait compensé par un apport équivalent
3. Pour les deux hypothèses, l'arrêt de ces circulations en basses eaux explique la conservation du traceur.

• Expérience complémentaire proposée

Afin de confirmer ou infirmer les hypothèses précédentes, il serait possible de :

- Placer un fluorimètre au plus proche du siphon de la rivière des gours (pont de singe) afin de tester la présence d'amino-G datant de l'injection du 22/06/19 et la présence de fluorescéine datant de l'injection du 07/07/19;
- Reproduire les expériences précédentes avec un suivi plus long et à différentes conditions hydrologiques ;
- Réaliser la calibration des fluorimètres UNAM afin de réaliser le calcul des restitutions.

g) Jaugeage du débit de la résurgence du Creux-Bleu

Toujours dans le but de réaliser les calculs de masse restituée, il convient d'estimer le débit au droit du fluorimètre placé à l'extrême aval du réseau, soit à la résurgence du Creux-Bleu. Une sortie de repérage a été effectuée pour envisager l'estimation du débit sortant du Creux Bleu.

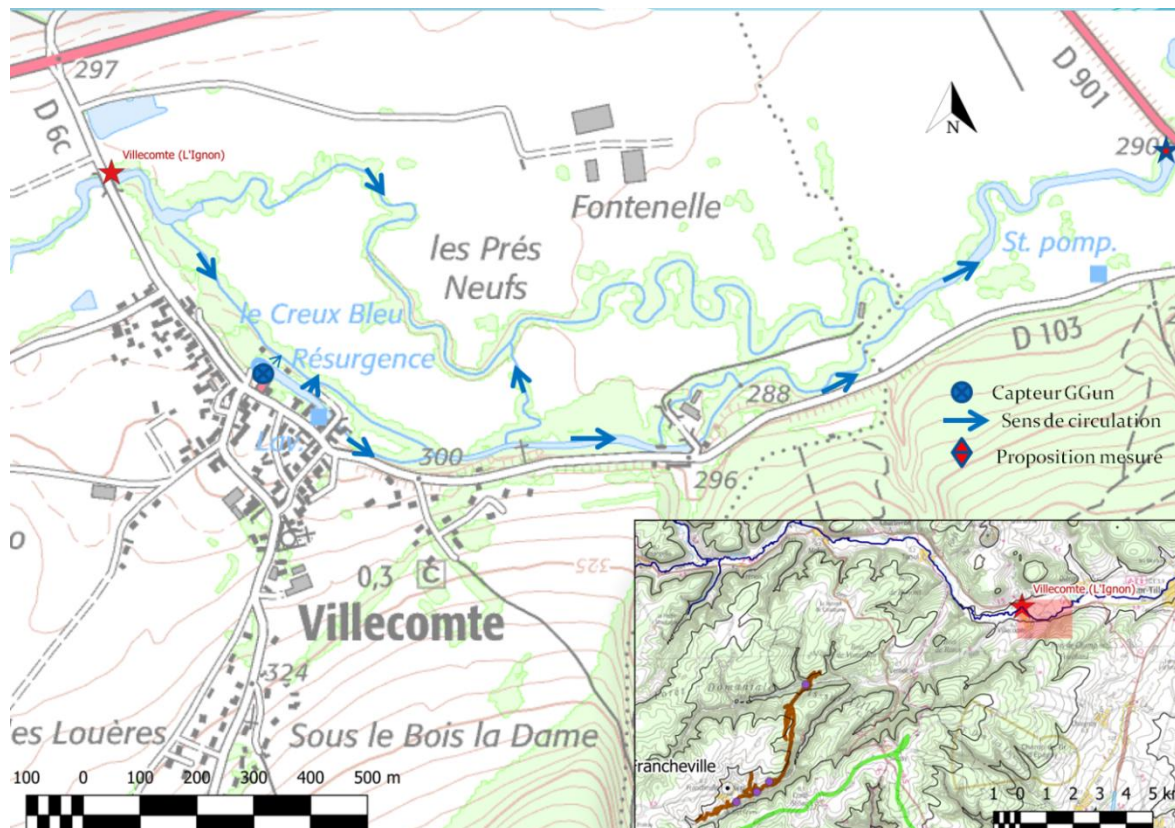
Trois possibilités ont été mises en évidence :

- 1) Mesure du débit sur l'Ignon en amont (centrale de mesure) et à l'aval du Creux-Bleu.
- 2) Mesure du débit sur le bief en amont et en aval des circulations issues du Creux Bleu.
- 3) Mesure de chacune des circulations issues du Creux Bleu (lavoir, déversoir, moulin).

Les différents points potentiels de mesure du débit pour chacune des possibilités ont été visités.

- 1) Le point de convergence des différentes difffluences de l'Ignon se trouve au pont de la D 901. A cet endroit la largeur et le peu de courant ne permettrait une mesure de débit qu'au flotteur.
- 2) L'aval du bief pourrait être accessible depuis la pente en sortie de Villecomte sur la D103. Le lieu est difficilement accessible. Plus bas, la mesure serait difficile, une partie du flux rejoignant l'Ignon, le reste passant par la forge, tant par les turbines que par le déversoir.
- 3) La circulation de sortie « lavoir » peut être négligée. La cascade du déversoir doit permettre d'avoir un brassage suffisant permettant la mesure. L'accès à l'aval du moulin serait possible par l'autre coté de la rivière, avec l'autorisation du propriétaire.

La solution 3 semble la plus pertinente et réalisable. Toutefois, en l'absence d'accord avec le propriétaire, elle n'a pas pu être réalisée par le module 2.



h) Petit lexique de l'hydrologue spéléologue

- A comme Abnégation : il en faut pour certains jaugeages en eau stagnante
- B comme Bouchon (Méthode du) : Méthode nécessitant de vider une bouteille pour estimer un débit
- C comme Calibration : A chaque fois qu'il sort sa sonde, le spéléologue a besoin de faire sa grosse calibration
- D comme Distance de bon mélange : principe qui consiste à injecter suffisamment à l'amont de l'aval
- E comme enregistrement manuel : avantage par rapport à l'enregistrement automatique : il existe
- F comme FluoG : Appareil léger, abordable et belge
- G comme GGUN : appareil lourd, couteux et suisse, à ne pas confondre avec FluoG
- H comme Hydro : préfixe de ceux qui se mouillent !
- I comme Injection : en l'absence d'injection, l'hydrologue est très vite en manque
- J comme Jaugeage : il y a plein de façon de le faire, et plein de façon de le rater
- K comme Karst : Terrain de jeu du spéléo
- L comme Logique : nécessaire pour ne pas injecter à l'aval de l'amont !
- M comme Mesure : le nerf de la guerre !
- N comme Niphargus : crevettes blanches ou vertes selon l'humeur de l'hydrologue
- comme Organisation : ou l'art de savoir ce qu'il y a dans chaque kit
- P comme pluridisciplinarité : ou comment relier la présence d'un moustique avec une phase tectonique d'il y a 100 000 ans
- Q comme Quarter libre : Temps consacré au dépouillement des données
- R comme Restitution : orale, écrite, ou fluorescente, on l'attend toujours
- S comme Sondes automatiques : leur relève ne l'est pas encore (automatique)
- T comme Traceur : peut être humain, alcoolisé, ou fluorescent
- U comme Ultra Reefnet (sensus) : appareil permettant de prédire si les gonades seront humectées ou non dans la rivière
- V comme vitesse : estimée en Bière par Seconde dans le canton de Namur
- W comme Wurmien : qualifie quelqu'un de froid
- W comme Wienin : le dernier des Maoïstes
- X comme Xanthène : Molécule qui transcende la beauté des gours.
- Y comme Ydrologue : scientifique ayant fumé tout son H
- Z comme Zircon : Reconnaissons-le, on en voit peu en spéléo.

5.2 Session 2 : mardi 09 et mercredi 10 juillet 2019



a) Equipe

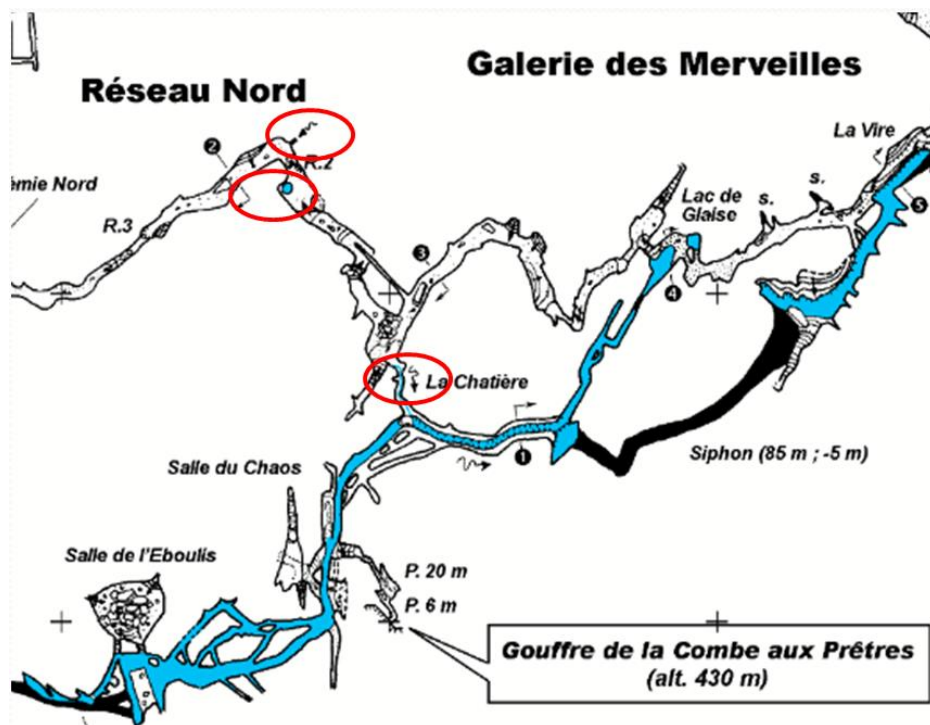
Stagiaires : Etienne Brulebois/ Yves Singlas

Encadrants : Vincent Schneider / Alexandre Zapelli

b) Travaux réalisés le 1^{er} jour (Mardi 9 Juillet)

En raison du piégeage des traceurs injectés précédemment dans le siphon de la rivière des Gours (voir CR du module n°1), il a été décidé de retirer les fluorimètres situés au siphon BEN et au pont de singe.

Une nouvelle problématique a été proposée pour ce module : déterminer l'origine des écoulements qui alimentent la chatière. Pour répondre à cette problématique, les différents affluents présents dans le réseau Nord (amont de la chatière) ont fait l'objet de mesure de leur conductivité, débit, et d'un traçage par fluorescéine.



Extrait de la topographie

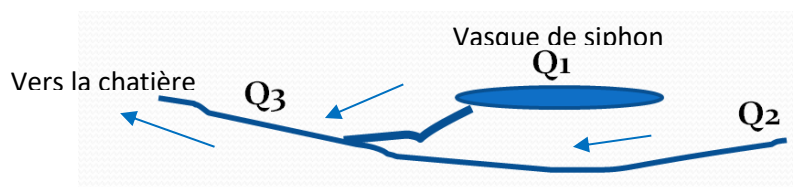


Schéma des écoulements

Mesures de conductivité

Les conductivités de la chatière et des deux affluents identifiés dans le réseau Nord ont été mesurées. Elles sont les suivantes :

Écoulement	Conductivité
Q1	460.5
Q2	493
Q3 (confluence)	475
Chatière	475

Les deux affluents (Q1 et Q2) montrent des conductivités différentes, preuve de leurs origines distinctes. La conductivité de la confluence des deux écoulements (Q1 et Q2) est représentative de leur mélange

homogène. Cette même conductivité retrouvée à la chatière est un bon indice de l'origine des eaux de la chatière.

Estimation des débits

Une tentative de jaugeage par dilution a été réalisée à la confluence et sur l'un des deux écoulements, afin de comparer les débits des écoulements avec celui de la chatière, mais les valeurs faibles de débits (estimés à moins de 1 l/s) n'ont pas permis un passage rapide du traceur et le jaugeage a été arrêté (nuage en cours de passage après plusieurs heures).

Une autre méthode a été testée pour estimer le débit : la méthode capacitive. Elle consiste à chronométrer le temps nécessaire à l'écoulement pour remplir un récipient de volume connu. Son application n'a pas été facile en raison du profil des écoulements.

Les résultats pour l'écoulement Q2 ont été les suivants :

Temps (s)	Volume (l)	Débit estimé (l/s)
58.5	4.46	0.08
60	3.96	0.07
62	4.46	0.07
73	4.46	0.06
Moyenne		0.07

Ainsi, la méthode capacitive réitérée 4 fois donne un débit moyen de l'écoulement Q2 d'environ 0.07 l/s. A partir des équations suivantes, les débits des écoulements Q1 et Q3 (confluence) ont été calculés :

- $Q3 = Q1 + Q2$
- $Q3 \times \text{Conduc3} = Q2 \times C2 + Q1 \times C1$
- On en sort :
- $Q3 = Q2 \times (C2 - C1) / (C3 - C1)$
- Et $Q1 = Q3 - Q2$

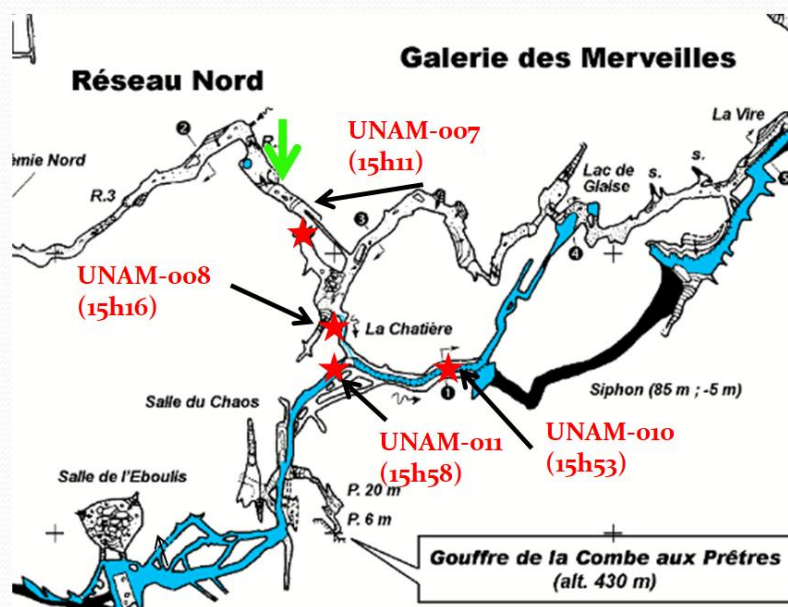
Les calculs donnent un débit pour la confluence d'environ 0.15 l/s, et par déduction, un débit de l'écoulement Q1 d'environ 0.085 l/s.

Les contrastes de conductivité étant toutefois assez faible, cette équation de mélange reste soumise à des incertitudes élevées.

Injection de fluorescéine

Toujours dans l'optique de confirmer l'origine des eaux de la chatière, 4 fluorimètres ont été installés à divers endroits entre les affluents du réseau Nord, la chatière et la rivière principale (en amont et aval de la chatière).

- ★ Fluorimètre posé le 09/07/19
- ▼ Injection de fluorescéine (09/07/19 16h41) : 5 g



Ces fluorimètres permettront (après exploitation de leurs données) de préciser les points de déversement des affluents du réseau Nord dans la chatière voire même dans la rivière en amont de la chatière. Il conviendra toutefois de réaliser des jaugeages de débits aux différents points de restitution afin de connaître les masses restituées de traceur.

Donnes issues des sondes de niveaux d'eau (Reefnet)

Le réseau est équipé depuis 2013 de sondes Reefnet pour mesurer les niveaux d'eau en différents endroits du réseau (voir présentation de V. Schneider). Les 8 sondes d'enregistrement automatique présentes actuellement au sein du réseau ont été relevées. Leur emplacement est présenté ci-dessous.

Au total, 6 sondes permettent l'enregistrement des variations de niveaux d'eau, une sonde enregistre les variations de la pression atmosphérique (permettant la compensation des données issues des sondes de niveaux d'eau), et une dernière sonde est immergée dans un tube Pitot, permettant de calculer la vitesse des écoulements à partir du différentiel des pressions engendrées par le courant de rivière.

Nivellement de la chatière

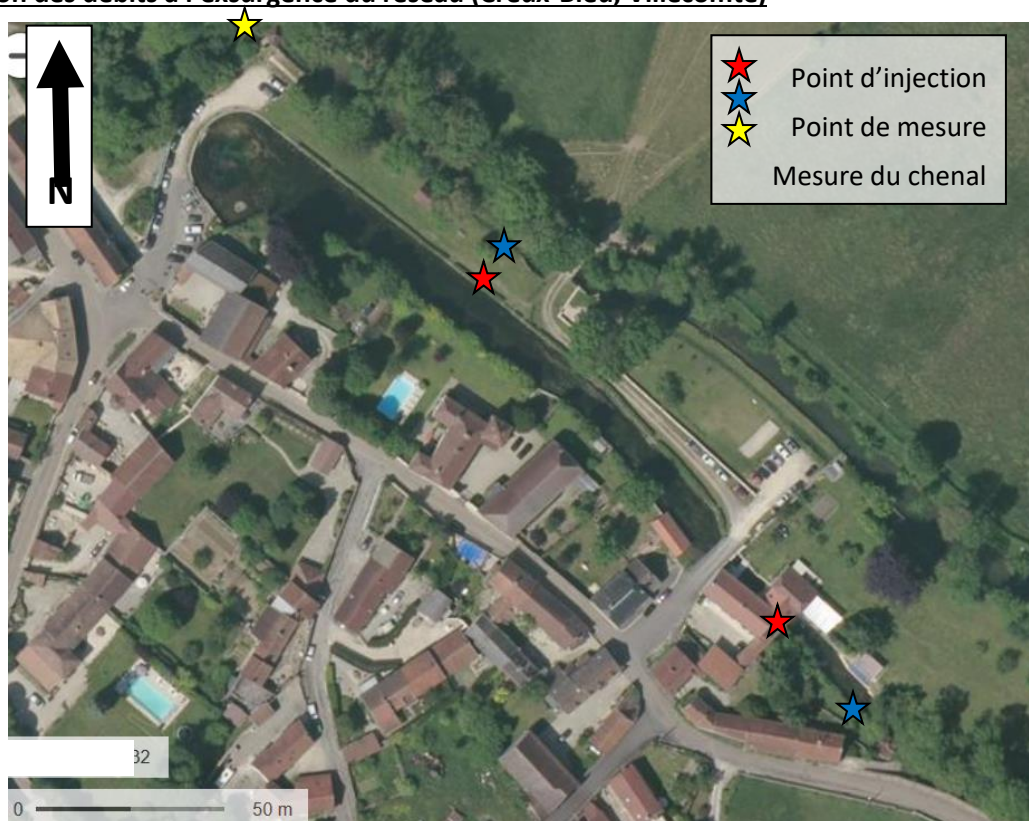
Afin de raccorder les niveaux enregistrés à la station présente à la chatière avec le référentiel de l'échelle limnimétrique, un nivellement laser a été effectué. Il a permis de mettre en cohérence la lecture du niveau d'eau de la station située à la base des puits (désormais possible en ligne) à l'échelle limnimétrique, dont les niveaux sont bien connus des spéléos. Ce nivellement a aussi permis de relier les chroniques de niveaux d'eau au risque d'envoie de la chatière (par mesure de la hauteur entre le tube de la sonde et le plafond de la chatière).

Des travaux complémentaires avec un nivellement du lac de glaise permettront également de définir les conditions pour lesquelles ce passage s'envoie complètement.

L'instrumentation du réseau montre ainsi outre un intérêt scientifique, un intérêt tout particulier pour la sécurité des pratiquants.

c) **Travaux réalisés le 2^{ème} jour (Mercredi 10 Juillet)**

Estimation des débits à l'exsurgence du réseau (Creux-Bleu, Villecomte)



Afin de pouvoir éventuellement calculer les masses de traceur restitué à partir du fluorimètre, une estimation du débit est nécessaire. Nous avons donc tenté de calculer le débit total de l'exsurgence du Creux-Bleu. Pour cela, deux jaugeages au sel ont été réalisés :

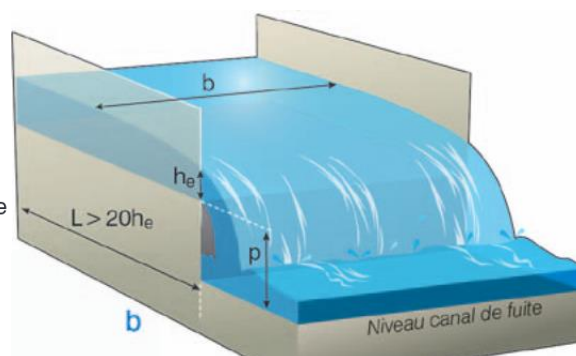
- Jaugeage à la fin du Bief du Moulin (1461 g de sel injecté)
- Jaugeage au déversoir en direction du Bief de la forge (519 g de sel injecté);
- A chaque fois, deux sondes ont été installés : une au centre de l'écoulement et une sur la rive, afin de vérifier si la mesure a été réalisée à la distance de bon mélange ou non.
- Estimation par méthode hydraulique (mesure du chenal) pour le chenal alimentant le lavoir (mesure de la largeur du chenal et de la hauteur d'eau dans le chenal)

Méthode hydraulique :

Le débit peut être donné par la relation :

$$Q = C \sqrt{2g} b h_e^{1.5}$$

- $C = 1,2$ le coefficient de débit ;
- b la largeur du chenal ;
- h_e la hauteur d'eau [m] mesurée en bout du chenal, au droit de la chute.



Résultats

Écoulement	Centre (l/s)	Rive (l/s)	Moyenne (l/s)	Estimation de l'erreur (l/s)
Bief du Moulin	103.7	84.6	94.2	30
Déversoir	131.2	200.4	165.8	50
Chenal du lavoir	66			20
Total			326	100

Les jaugeages au sel n'ont pas été réalisés à la distance de bon mélange (25 m et 15 m), en raison des contraintes du site. Les valeurs estimées sont donc à associer à des erreurs importantes. Le chenal du lavoir est également soumis aux mêmes incertitudes. Par conséquent, le débit total de l'exsurgence de 326 l/s peut être donné avec une incertitude d'environ 100 l/s.

De plus, une prise dans le bief du Moulin et qui alimente un bassin dans le jardin de la propriété n'a pas pu être estimée.

Malgré les incertitudes, on constate tout de même que les débits à l'exsurgence sont bien supérieurs à ceux estimés dans le réseau (amont ou aval) de la Combe aux Prêtres (environ 40 l/s pour mémoire).



5.3 Session 3 : jeudi 11 et vendredi 12 juillet 2019

a) Equipe

Cadres : Vincent SCHNEIDER, Alexandre ZAPPELI

Stagiaires : Catherine PAUL, Christophe BABE et Christophe DUVERNEUILLE

TPST : Entrée 10h00 Sortie 13h30 et après midi 15h30 fin 17h00

b) Objectifs

- Entrée Gouffre de la Combe aux prêtres relevé niveau d'eau reefnet en amont siphon aval
- Mise en place d'un reefnet en aval siphon aval.
- Récupération des fluorimètres dans réseau Nord.
- Calcul du débit du cours d'eau dans la chatière.
- Mesure de débit et dépouiller un traçage.

c) Travaux réalisés

L'équipe descend les puits de la Combe aux prêtres et part faire le relevé du niveau d'eau de reefnet mis en place en amont du Siphon Aval. Puis elle se dirige dans la chatière et installe deux sondes Pitto. Le sel sera déversé en amont des sondes (voir en détail la méthode de jaugeage). Sortie de la chatière, le groupe part vers le lac de glaise et bifurque dans passage étroit qui mène à la sortie aval du siphon Aval pour installer un reefnet d'une longueur de 111,4. Un reefnet est un tube en PVC de longueur indifférente, percé aux deux bouchons vissés des extrémités. A l'intérieur est attaché par une ficelle un capteur de pression et de température. Le capteur (mis impérativement dans l'eau à l'étiage) mesure les différentes pressions liées aux montées et descentes des eaux. Le tube est placé verticalement sur la paroi (il n'y a pas d'importance si le tube est mis de biais) et le niveau d'eau est à 81,5 (ce qui veut dire que la longueur du tube dans l'eau est de 19,9 et que la longueur entre le niveau de la surface de l'eau et la marque sur le tube est de 81,5). Cet appareil permet de mesurer les différentes pressions et par une conversion de

mesurer une hauteur). Il faut attendre une prochaine crue pour mesurer les différentes pressions et calculer la hauteur du niveau d'eau de la crue.

Puis l'équipe repart dans la galerie du réseau Nord pour récupérer les fluorimètres sauf Alexandre qui partira déséquiper les puits de la Rochotte.

Dans le réseau du Nord, Vincent nous montre de belles concrétions et montre la couche de chailles après le coude. Christophe B., lui, s'est spécialisé depuis le module Biospéléologie pour la faune cavernicole et nous dénêche quelques collemboles à la surface d'une petite flaque.

De retour devant la chatière, Christophe D., part dans la chatière, relève la distance entre la sonde amont et le point d'injection de sel. La mesure de conductivité n'est pas à son niveau de Longueur de Bon Mélange (LBM) qui correspond au niveau de conductivité initiale de l'eau avant injection de sel ce qui oblige le reste de l'équipe à attendre en amont. Puis l'équipe repart pour voir le LBM de la dernière sonde, mais la sonde n'affichera pas le niveau de conductivité initiale car l'équipe repart et remonte les puits.

Après un repas pris au gîte, l'équipe repart à la résurgence de Villecomte le creux bleu. Deux injections seront effectuées au niveau du lavoir et sous le pont. Puis retour au gîte pour faire la synthèse des données prises dans la journée.

5.4 Présentations

a) Sessions 1 & 2

Stage « Equipier scientifique pluri-disciplinaire : Géologie/Karstologie, Biospéléologie, Hydrologie »

Groupe hydro n°1 Etienne/Yves/Thomas

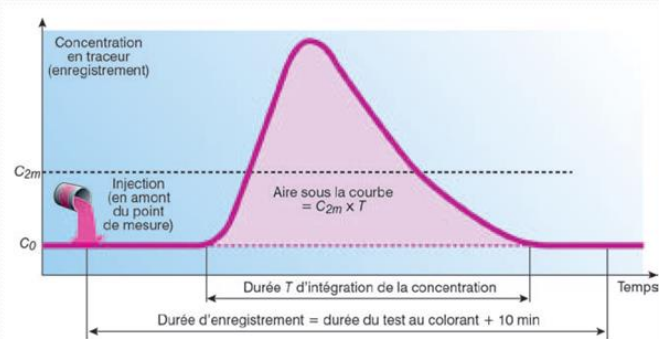


Dans l'étude du fonctionnement hydrologique d'un réseau, les mesures de débits sont le nerf de la guerre.

- Estimation des débits : méthodes de jaugeages
- Plusieurs méthodes :
 - Par capacité
 - Flotteur
 - Micro-moulinet
 - Méthodes hydrauliques
 - Méthodes par dilution

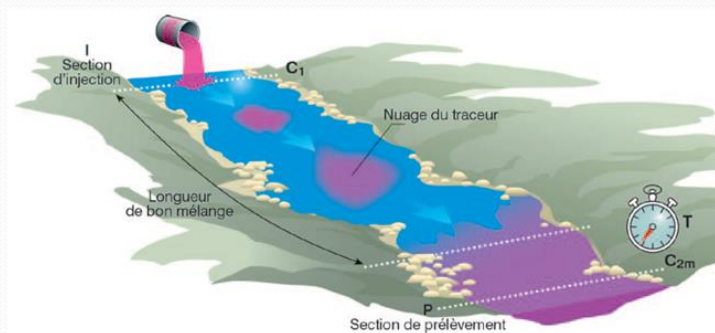
Mesures de débit

- Méthode par dilution (facile et précise)



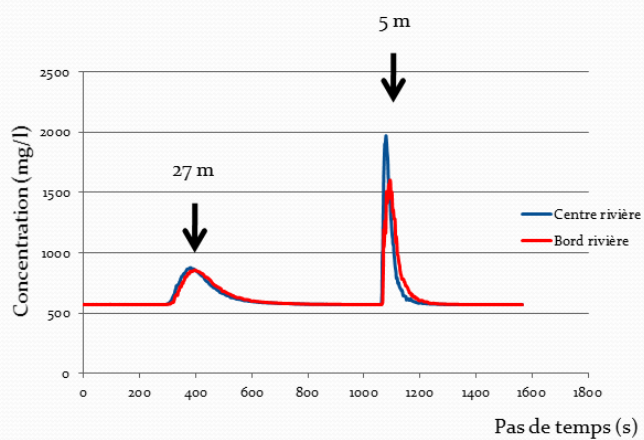
Mesures de débit par dilution

- Les bonnes pratiques
 - La bonne quantité de traceur
 - La prise en compte du bruit de fond
 - La longueur de bon mélange...



Mesures de débit par dilution

- Effet de la longueur de mélange sur le débit calculé



	27 m	5 m
Bord rivière	40.3	34.6
Centre rivière	40.6	37.6



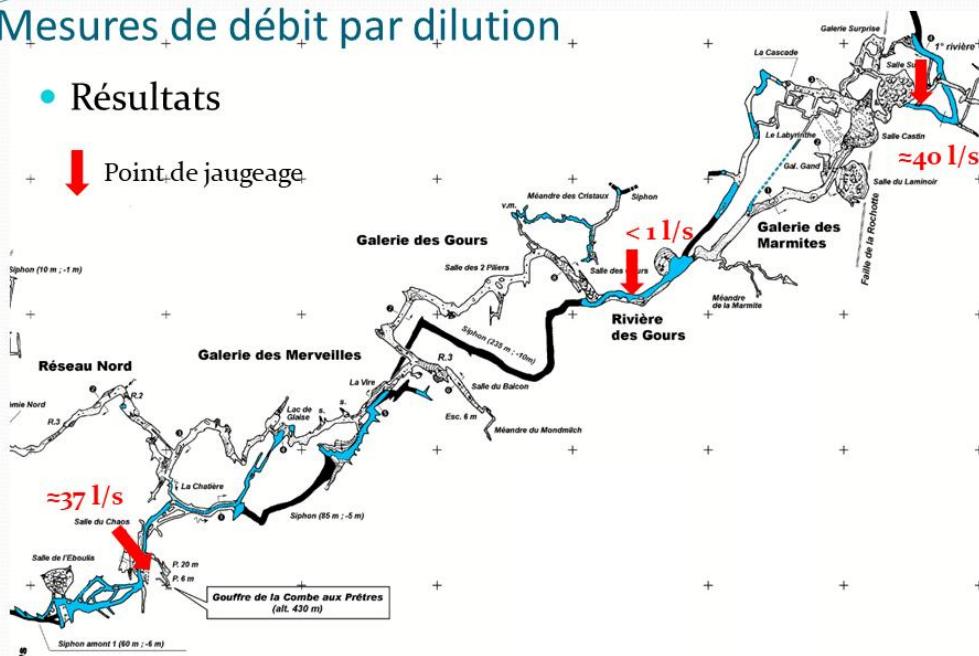
Déjà 10 minutes
depuis l'injection...



Mesures de débit par dilution

- Résultats

↓ Point de jaugeage



Mesures de débit par dilution

- Hypothèse 1

↓ Point de jaugeage



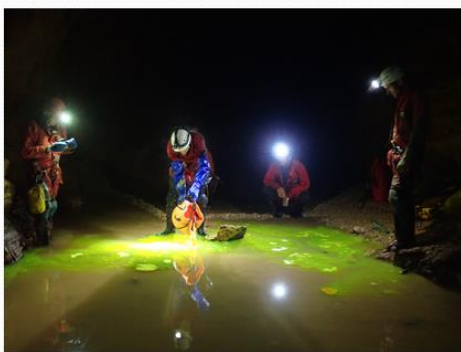
Mesures de débit par dilution

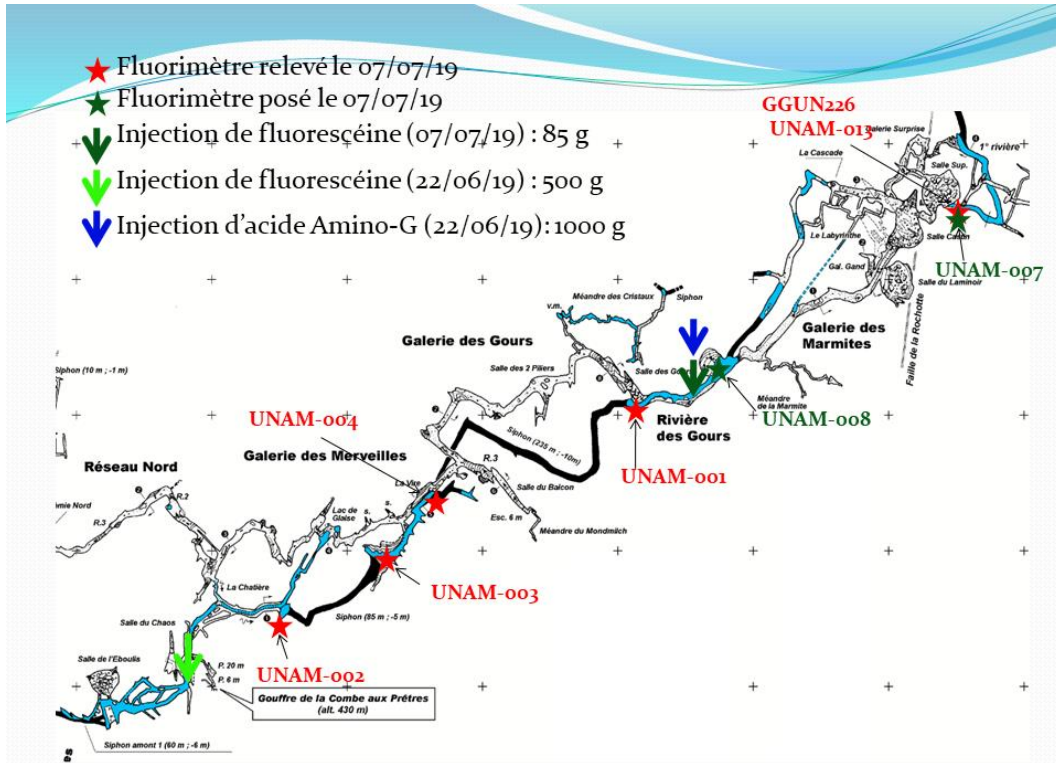
- Hypothèse 2

↓ Point de jaugeage

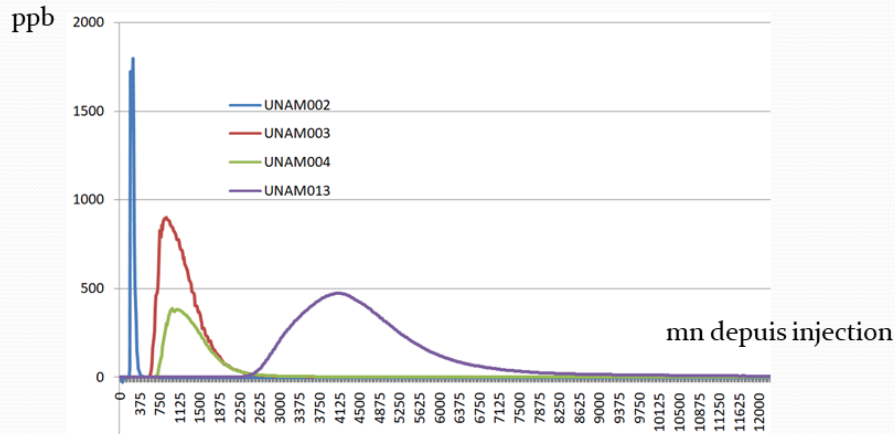


Traçage



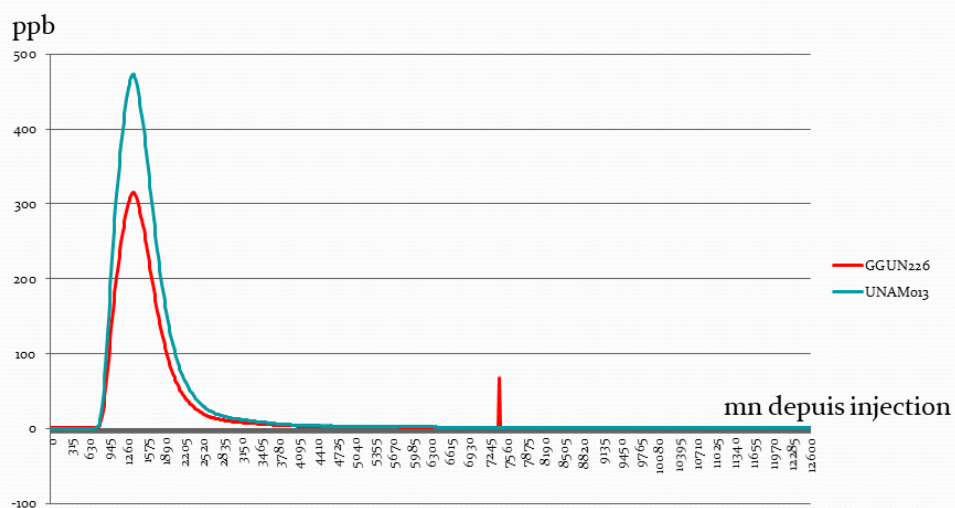


Traçage



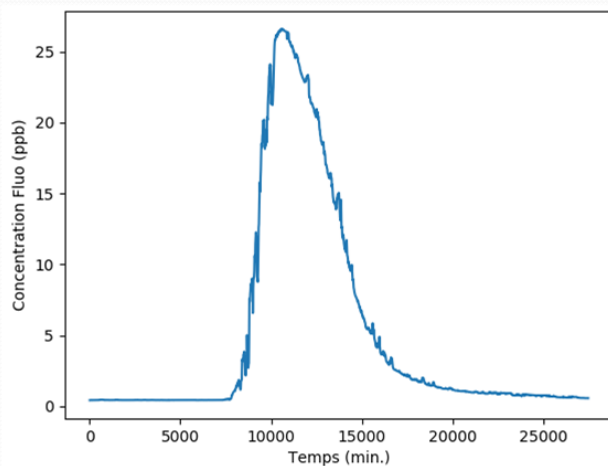
- Restitution étalée d'amont vers l'aval
- Etalement du pic en lien avec la dilution
- Perte d'une partie du traceur
- Restitution « complète » en aval ?

Traçage



- Siphon Ben : pic de restitution synchronone
- Restitution de 100% du traceur (d'après le GGUN calibré)
- → Importance de la calibration

Traçage



- Gouffre de Nonceuil : pic de restitution synchronone
- Restitution de 100% du traceur (d'après le GGUN calibré)
- → Importance de la calibration

Calcul des vitesses d'apparition du traceur

Localisation	Apparition (mn)	Distance (m)	Vitesse (m/h)	Pic de restitution (mn)
Siphon aval (base des puits)	65	120	111	85
Amont salle de la vire (sapins)	180	220	73	295
Aval salle de la vire	220	281	77	330
Amont rivière des Gours	Pas de données	505	-	-
Siphon BEN n°1	735	860	70	1375
Nonceuil	8040	5 645	42	10642
Creux-Bleu	-	14 000	-	-

Synthèse

- Expérience précédente :
 - Débits représentatifs de « moyennes eaux » et similaires entre amont et aval
 - Perte d'environ 50% du traceur FLUO entre amont et aval
 - Conservation du traceur AMINO-G entre rivière des Gours et aval
- Traçage du 22/06/19
 - Débits représentatifs de « basses eaux » et similaires entre amont et aval
 - Conservation du traceur FLUO entre amont et aval
 - A priori, pas de sortie du traceur AMINO-G entre rivières des Gours et aval
 - A Nonceuil : avec une hypothèse de débit constant entre le siphon Ben et le gouffre, une masse de traceur d'environ 300 g est restituée

Hypothèse explicative

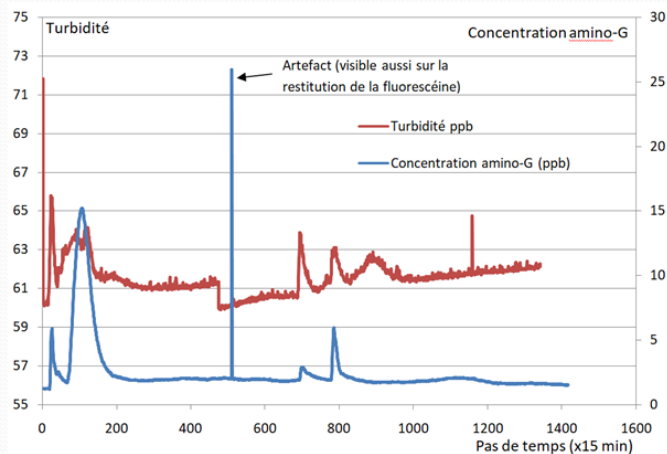
- Fonctionnement « Moyennes eaux »
 - Mise en fonctionnement de drains parallèles (effet de seuil) et cheminement plus long entre amont et aval (second pic de restitution non enregistré ?)
 - Mise en fonctionnement d'un export compensé par un apport équivalent (effets de seuil)
- Fonctionnement « basses eaux »
 - Arrêt des circulations plus lentes (ou des apports/exports vers l'extérieur) par effet de seuils

Comment le vérifier ?

- Injection de deux masses de fluorescéine et instrumentation de tout le réseau (+nonceuil + creux-bleu!)
- Calibration nécessaire des fluorimètres UNAM (calcul des restitutions)

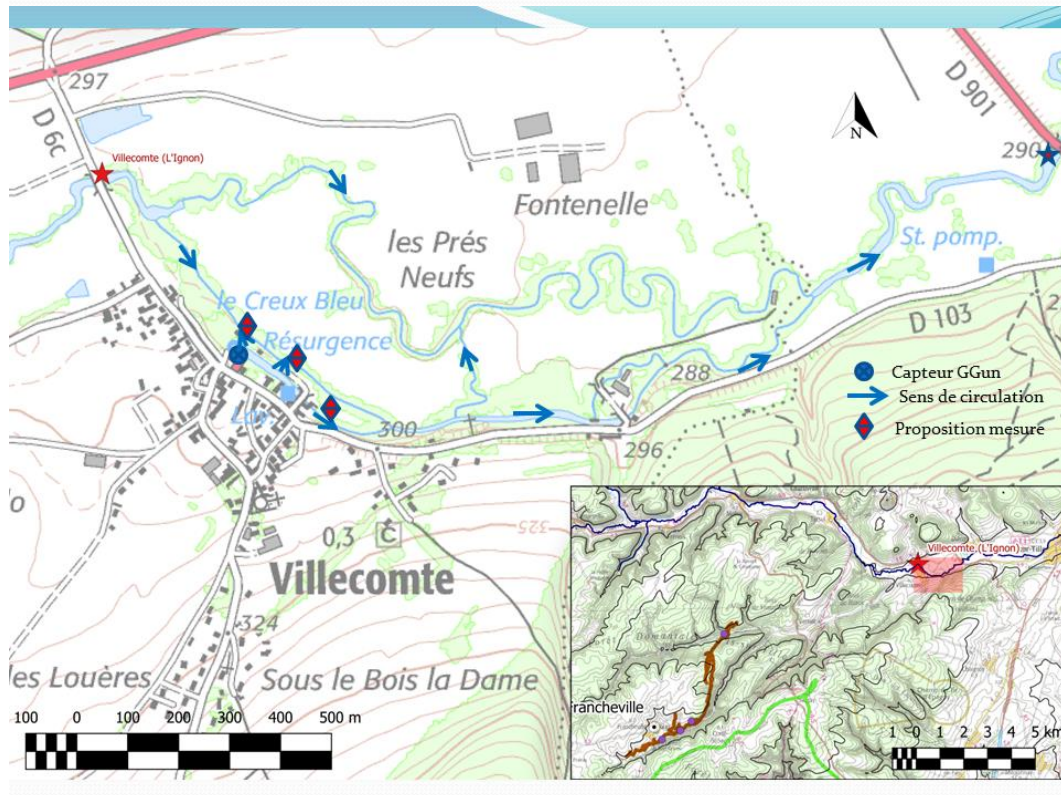
Détection de l'acide Amino-G

- Fausses alarme de détection d'Acide Amino-G au siphon Ben.
 - Pic de détection faible
 - Corrélation avec la turbidité de l'eau au même endroit.
 - → fausse détection peut-être due à des événements externes.



Analyses des sorties du traceur au droit de la résurgence principale du réseau

- Fluorimètre installé en extérieur : aucune restitution des deux traceurs enregistrée 18 jours après l'injection.
- Estimation du débit à l'exsurgence du Creux Bleu : analyse terrain des jaugeages possibles.



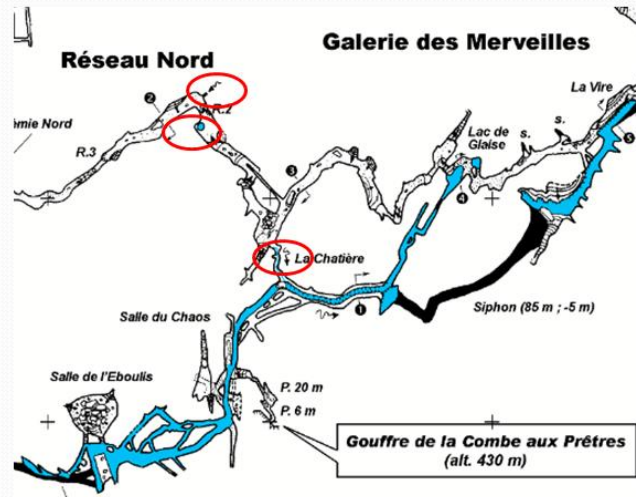


**Stage « Equipier scientifique pluri-disciplinaire :
Géologie/Karstologie, Biospéléologie, Hydrologie »**

Groupe hydro n°2 Etienne/Yves



Origine des écoulements de la chatière ?



- Une première réponse par l'analyse des débits des affluents du réseau Nord et de leur conductivité

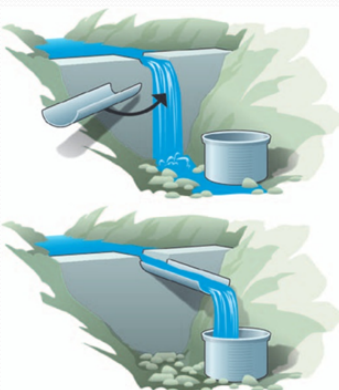
Dans l'étude du fonctionnement hydrologique d'un réseau, les mesures de débits sont le nerf de la guerre.

- De nombreuses méthodes de jaugeage
 - Par capacité
 - Flotteur
 - Micro-moulinet
 - Méthodes hydrauliques
 - Méthodes par dilution

Mesures de débit

Méthode de dilution : essai raté
(passage du nuage trop lent)

- Méthode capacitive



Temps (s)	Volume (l)	Débit (l/s)
58.5	4.46	0.08
60	3.96	0.07
62	4.46	0.07
73	4.46	0.06

Moyenne ≈ 0.07 L/s

Mesures de débit

- Retrouver le débit d'un affluent et d'une confluence à partir d'un seul des deux débits :

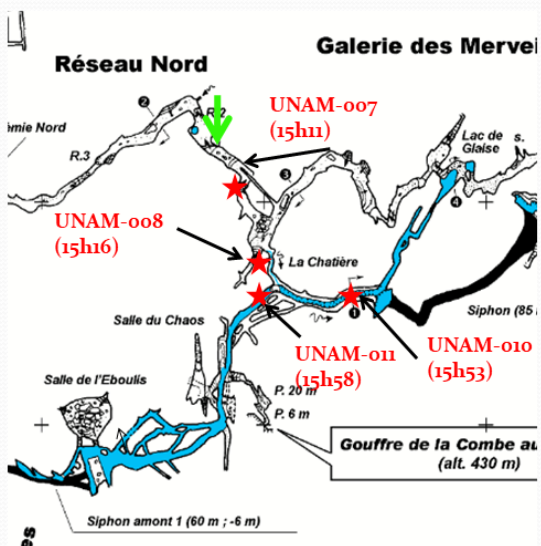


- Mesure de la conductivité pour chaque affluent et à la confluence
- En raison des faibles contrastes de conductivité, l'incertitude dans le calcul des débits est importante

Traçage



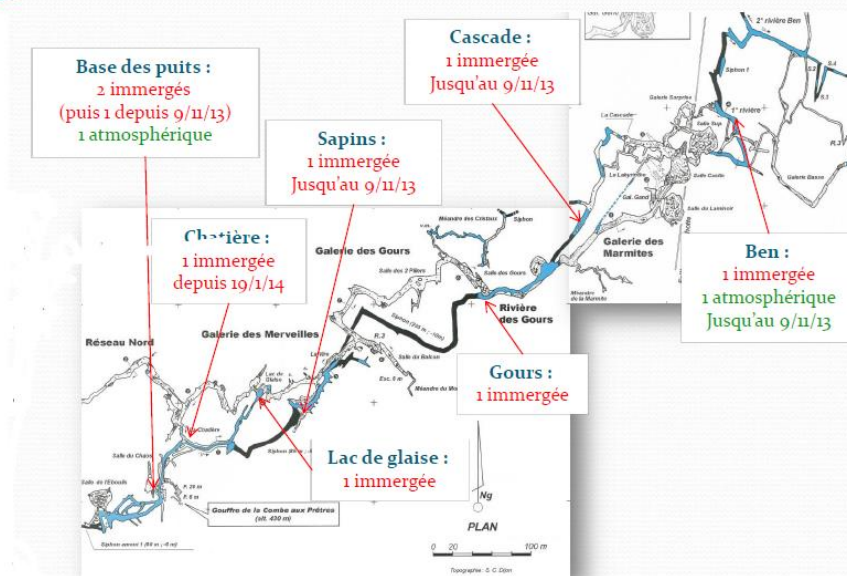
- ★ Fluorimètre posé le 09/07/19
- ▼ Injection de fluorescéine (09/07/19 16h41) : 5 g

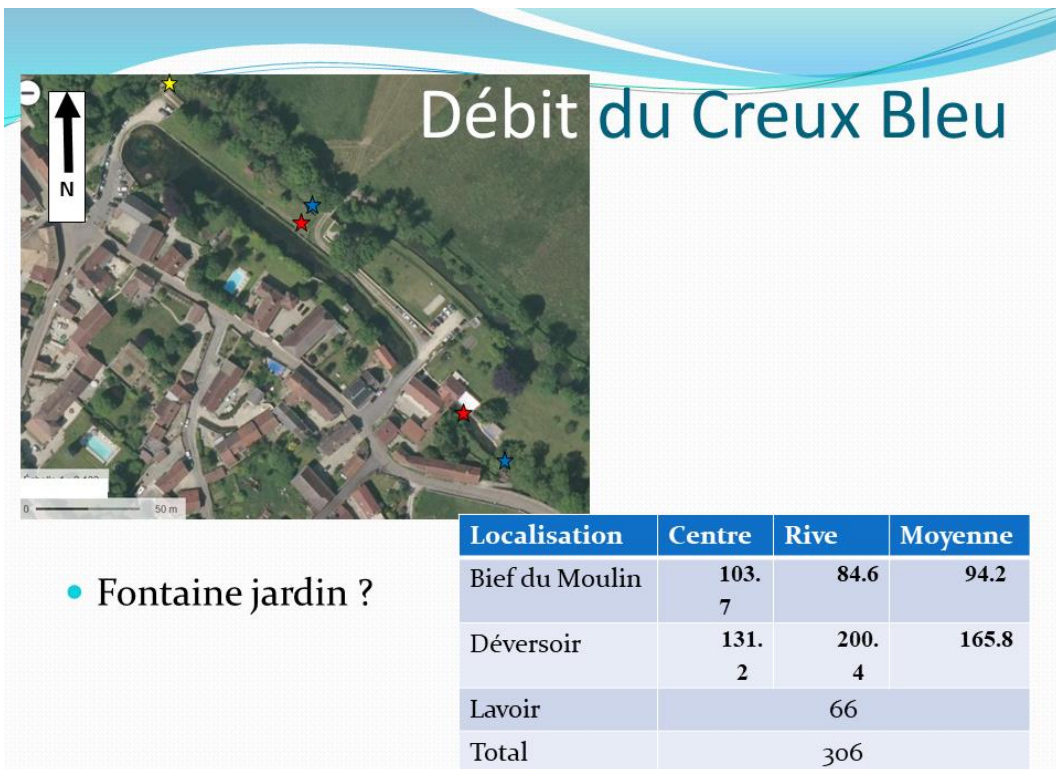


- Fluorimètres à relever par l'équipe suivante
- Fluorescéine vue le 10/07 dans la chatière

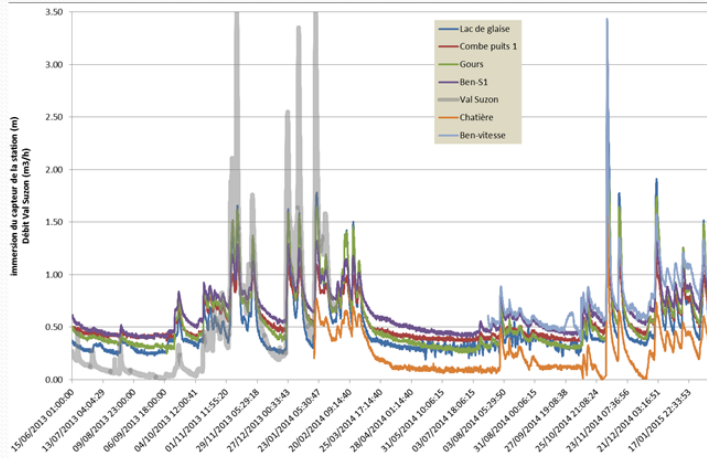
Analyse suivie du réseau

- Relevé des sondes permanentes.
- 6 sondes réparties sur le réseau :
 - Base des puits : 3 sondes :
 - Rivière
 - Atmosphérique pour permettre le calcul des hauteurs d'eau
 - Tube Pitot permettant la mesure de la vitesse du courant
 - Sortie de la chatière
 - Lac de glaise
 - Rivière des gours
 - Siphon Ben



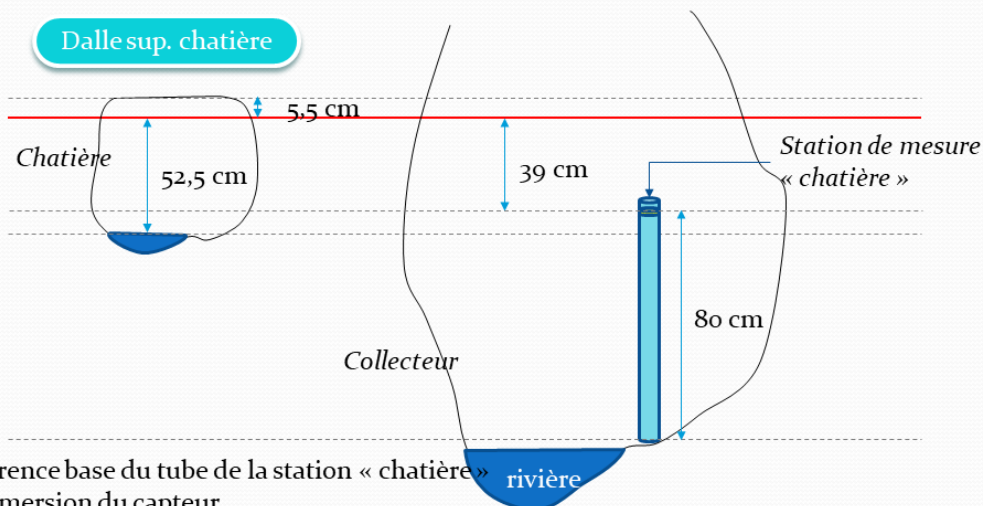


Des relevés de mesure...



permettant une pratique plus sûre !

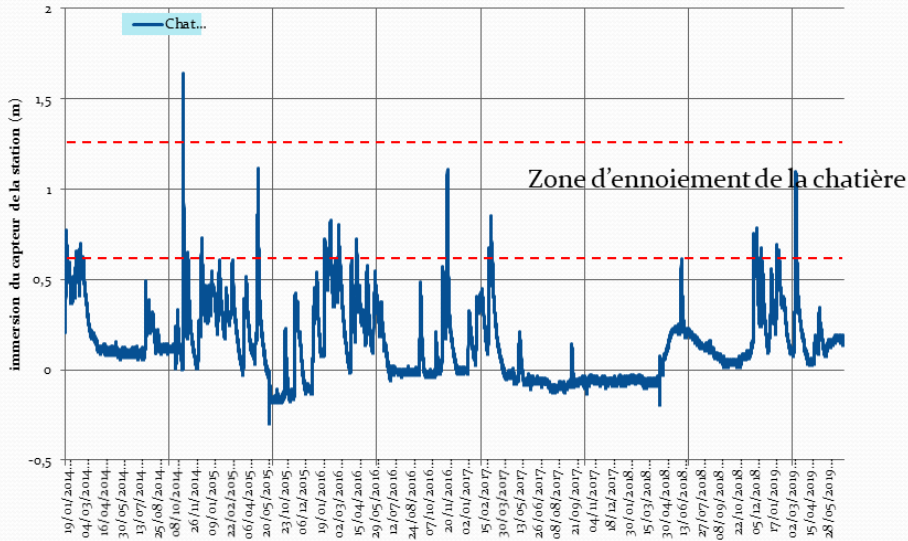
09/07/2019 : Nivellement chatière CAP



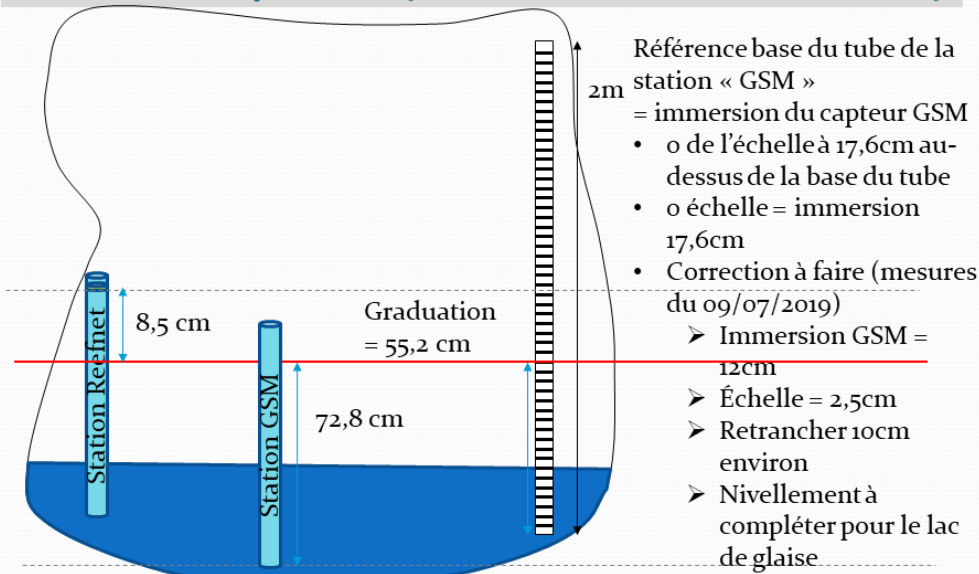
Référence base du tube de la station « chatière » = immersion du capteur

- Eau commence à rentrer dans la chatière à 66,5 cm
- Eau ennoie totalement la chatière à 1,24 m

Historique ennoiment chatière depuis 2013



09/07/2019 : Nivellement station base des puits (référence = échelle)



b) **Session 3**

Conclusion des débits du Lavoir et du déversoir



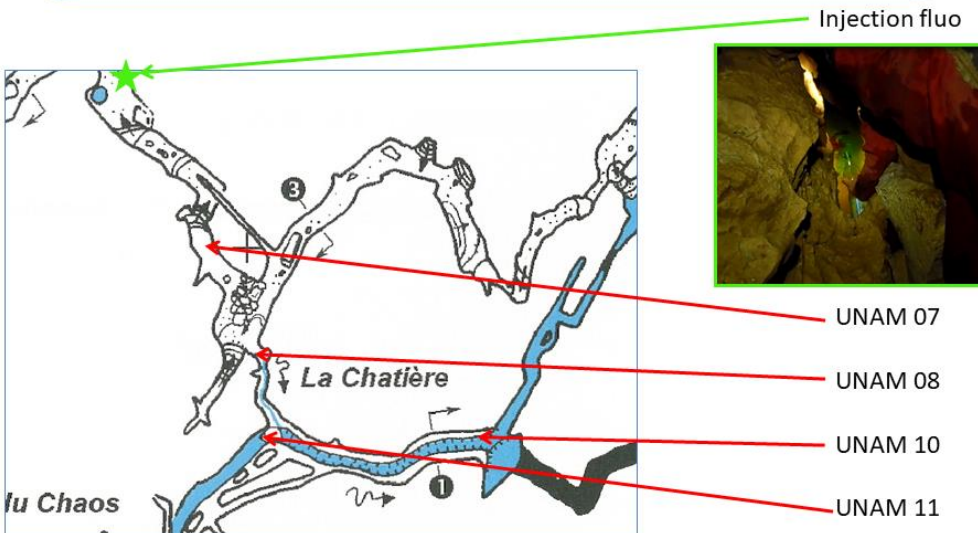
Lavoir: 56l/s
Mesure prise à 26m pour une DBM de 13.5m

Déversoir: moyenne de 120l/s
Mesure prise à 12m pour une DBM de 87.5m



Traçage au canard...

Traçage à la fluorescéine entre le réseau Nord, la Chatière et la Rivière



Injection fluo

UNAM 07

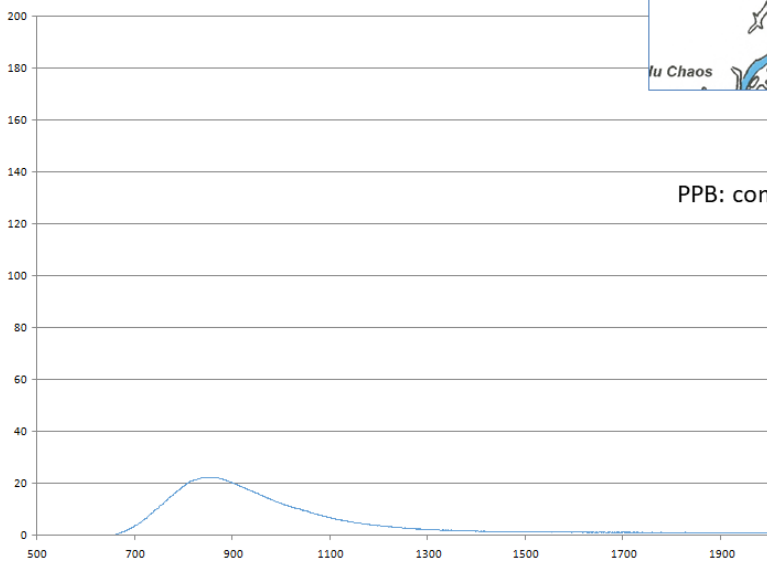
UNAM 08

UNAM 10

UNAM 11

-UNAM 07-

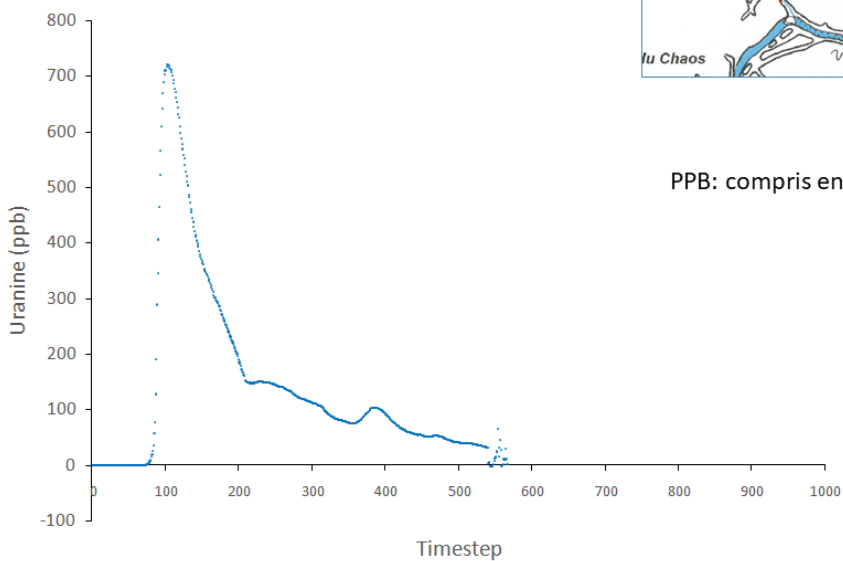
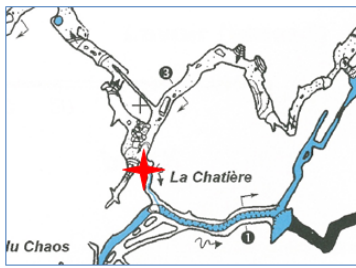
Situation: Galerie Nord



PPB: compris entre 0 et 21

-UNAM 08-

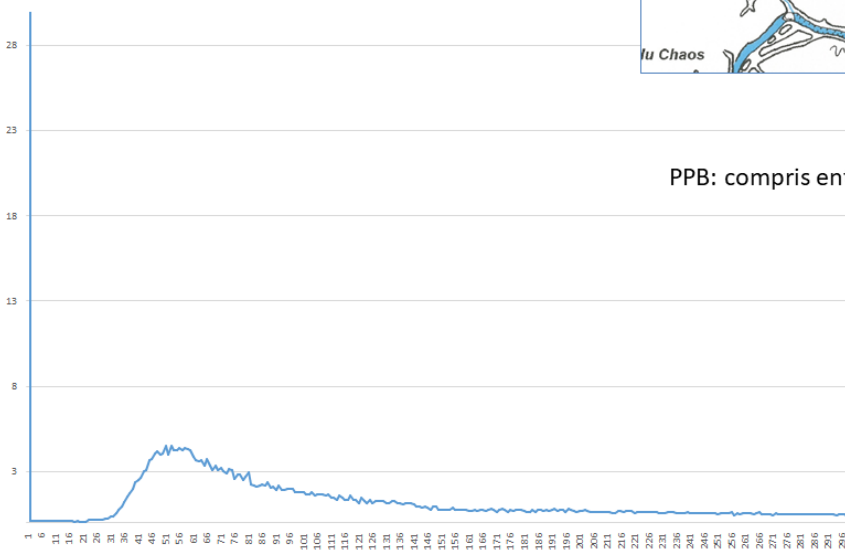
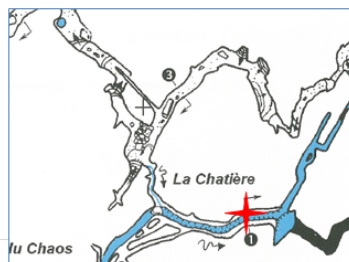
Situation: A l'amont de la Chatière



PPB: compris entre 0 et 720

-UNAM 10-

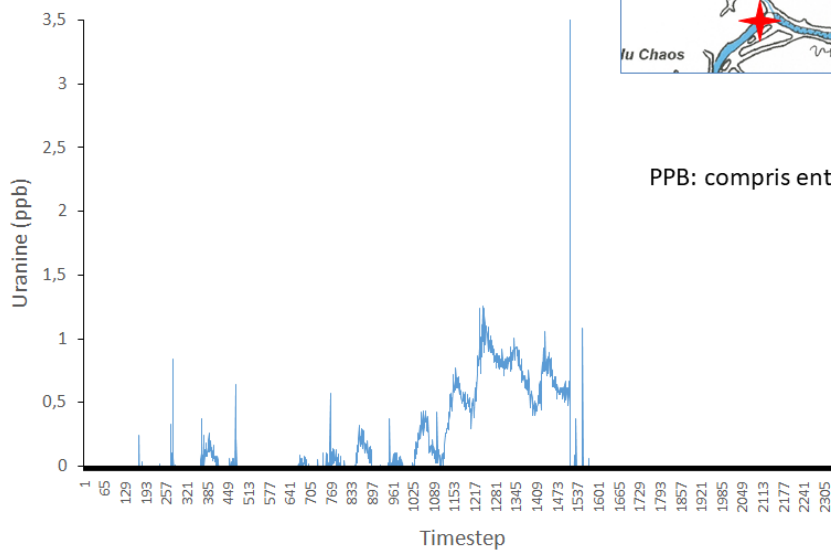
Situation: En amont du Siphon de 85m



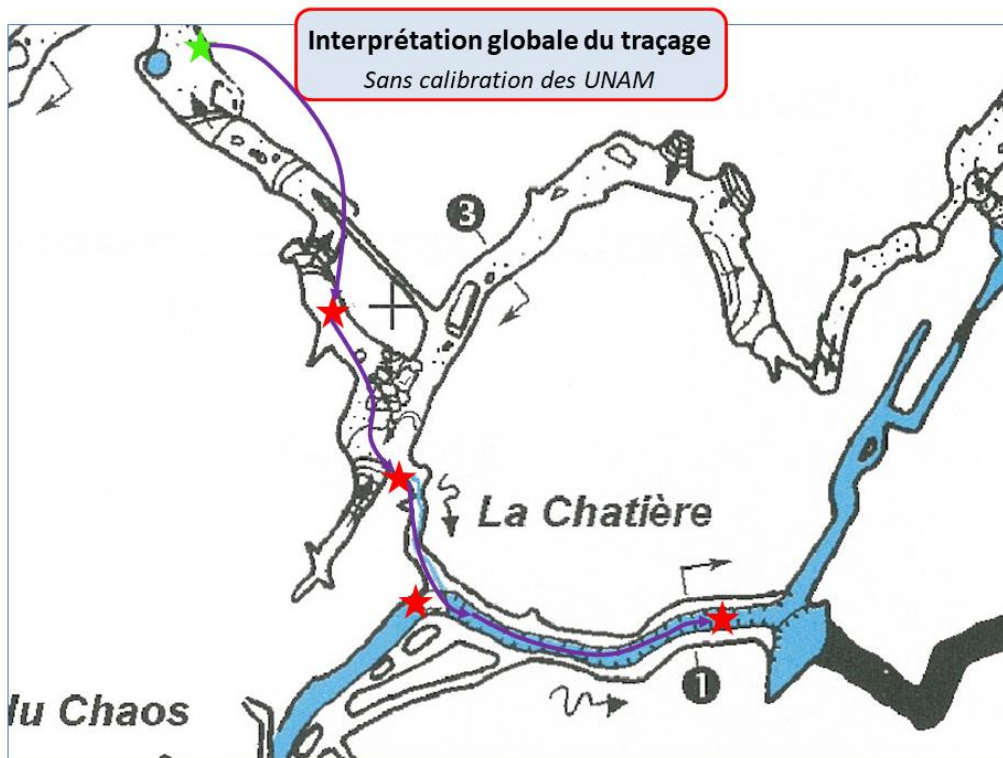
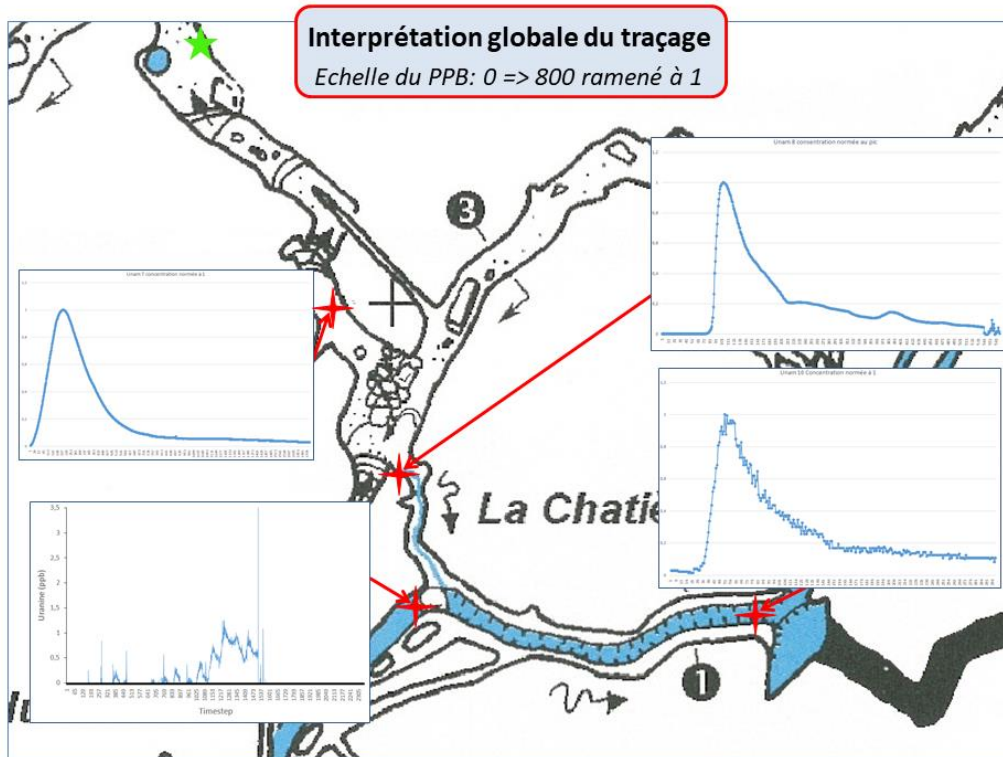
PPB: compris entre 0 et 4.3

-UNAM 11-

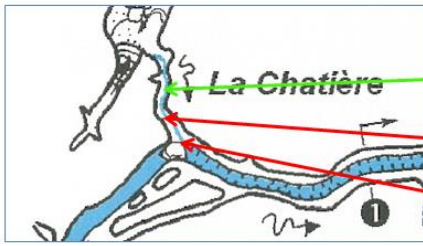
Situation: Rivière en amont de la chatière



PPB: compris entre 0 et 3.5



Jaugeage au sel de la Chatière



Injection
(202.69 gr de sel)

Sonde amont

Sonde aval

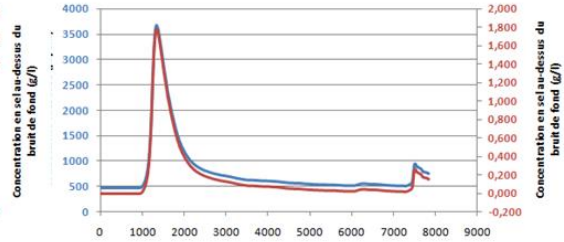
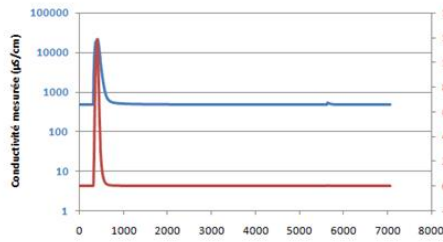


Sonde amont

Conc moyenne - BF (g/l)	0,246213527
V écoulé (l)	823,2285299
Débit (l/s)	0,15
Restitution (g)	202,7

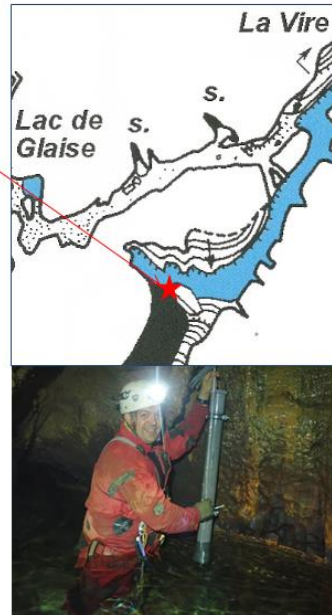
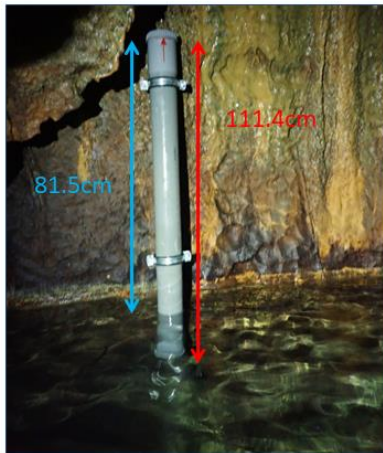
Sonde aval

Conc moyenne - BF (g/l)	0,196243767
V écoulé (l)	1032,848089
Débit (l/s)	0,14
Restitution (g)	202,7



Installation d'une sonde Reefnet

- Mise en place d'une sonde Reefnet en aval du siphon de 85m
- Objectif: comparaison des niveaux d'eau aval/amont du siphon de 85m



Mesure de débit au Creux Bleu

Zone du Lavoir et du Déversoir

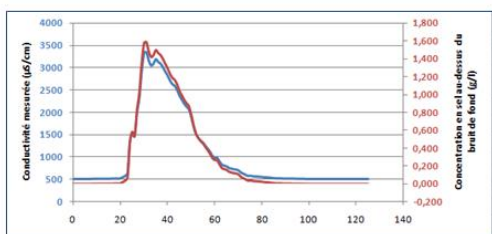


Zone du Lavoir



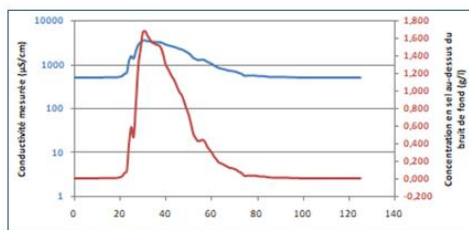
Sonde du Milieu

Conc moyenne - BF (g/l)	0,352618992
V écoulé (l)	6032,006357
Débit (l/s)	56
Restitution (g)	2126,9



Sonde en rive gauche

Conc moyenne - BF (g)	0,363950014
V écoulé (l)	5749,42538
Débit (l/s)	55
Restitution (g)	2126,9

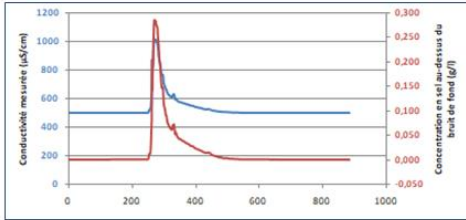


Zone du déversoir



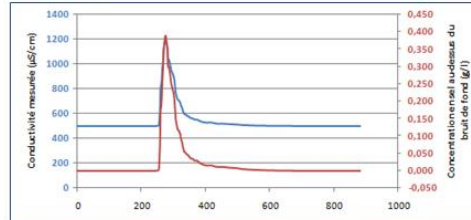
Sonde du milieu

Conc moyenne - BF (g)	0,028090603
V écoulé (l)	72088,16432
Débit (l/s)	138,1
Restitution (g)	2025,0



Sonde en rive gauche

Conc moyenne - BF (g/l)	0,028115889
V écoulé (l)	72023,33137
Débit (l/s)	100,2
Restitution (g)	2025,0



6 BIOSPELEOLOGIE

6.1 Dimanche 07 juillet 2019

a) Equipe biospéléologie :

Cadres : Josiane LIPS, Sophie FRONT

Stagiaires : Véronique HAUTIN-BABE

TPST : Entrée 10h Sortie 13h30

Objectif de la journée : Descendre par le puits de la Combe en y prélevant les animaux rencontrés. Pose de pièges ou d'appâts qui seront relevés jeudi, dans la rivière qu début de réseau nord.

Résumé : Une faune assez diversifiée peuple le puits d'entrée : quelques grosses limaces oranges (*arion furus*), araignées (*meta menardi*), une femelle observée avec son cocon d'œufs, et deux jeunes immatures), de nombreux diptères et hyménoptères, quelques diplopodes, collemboles et acariens. Josiane fait des photos et Sophie et Véronique collectent avec le pinceau, la pince ou l'aspirateur. Il y a quelques margelles pleines de détritrus amenés de l'extérieur et qui constitue un réservoir de nourriture pour la faune. La descente prend du temps du coup !! Nous avons quand même le temps de faire des prélèvements à la base du puits où quelques morceaux de bois sont présents et abritent encore pas mal de faune (diplopodes, isopodes, staphylin). Recherche minutieuse. Berlèse de terre prise dans le puits de la Combe : peu de résultat car la terre a séché trop vite (canicule)...

Nous atteignons la rivière, remontons l'amont sur une trentaine de mètres et posons les pièges préparés au gîte. Nous en posons 11 au total. Plusieurs appâts sont testés (fagots de brindilles, feuilles, jambon, saucisson). Ils sont placés dans des bouteilles pièges, des petits flacons, un gros tube PVC avec des trous, une boule à thé pour attirer les animaux. Un filet est placé dans la courant de la rivière. On repère déjà la présence de nombreux *caecospheroma* dans l'eau (petit isopode aquatique). Il y en a partout, de toute taille.

Chaque piège est signalé par un morceau de rubalise et une étiquette est laissée à coté en précisant la date de pose, le nom et le téléphone de la personne à contacter en cas de besoin et le pourquoi (étude en cours, CoSci FFS).

Le temps passe, il faut maintenant remonter pour commencer à analyser les prélèvements effectués.

6.2 Lundi 08 juillet 2019

Equipe biospéléologie :

Cadres : Josiane LIPS, Sophie FRONT

Stagiaires : Véronique HAUTIN-BABE

Journée au gîte

Objectif de la journée : Poursuivre le travail de tris, d'identification et photographier et répertorier la faune récoltée la veille.

Résumé : Comme la veille, les spécimens prélevés sont observés sous la loupe, on essaie d'identifier la famille grâce aux documents et clés de détermination. Josiane en fait une photo sous la loupe USB et le

spécimen est placé dans un tube contenant de l'alcool à 96° avec une étiquette. On lui attribue un numéro qui est marqué sur l'étiquette et que l'on retrouve dans une base de données où l'on précise date de collecte, lieu, nom du collecteur, nom de l'identificateur, N° photo in situ s'il existe et N° photo sous loupe.

6.3 Mardi 09 juillet 2019

a) Equipe biospéléologie :

Cadres : Josiane LIPS, Sophie FRONT

Stagiaires : Catherine PAUL, Christophe BABE

TPST : Entrée 9h15 Sortie 14h00 et 14h30

b) Objectif de la journée

Prélèvements dans le réseau Nord et le puits des Rochottes. Mises en place de pièges à Niphargus dans la galerie des gours. Retour au gîte et tri des espèces.

c) Travaux réalisés

L'équipe se scinde en deux groupes pour faire les prélèvements, une équipe (Josiane et Christophe) part dans le Réseau Nord et la deuxième (Sophie et Catherine) dans la galerie des Gours et dans le puits des Rochottes.

Sophie et Catherine descendent directement à la galerie des Gours. Sophie installe deux pièges dans deux gours qui présentent des trous et traces qui trahissent la présence probable de Niphargus. Les pièges sont constitués d'un tube en plastique plombé de cailloux pour rester au fond des vasques, des morceaux de jambon servent d'appâts. Ils sont placés au centre des gours. Un balisage avec de la rubalise autour des gours indique leur position pour pouvoir les relever. Du sédiment emprisonné dans des marmites est prélevé, dans l'espoir d'y récolter de minuscules gastéropodes.



Sur le chemin du retour, des prélèvements sont effectués dans des traces de guano où quelques collemboles sont aspirés et placés dans des flacons Eppendorf remplis d'alcool à 96° pour permettre l'analyse d'ADN. Malgré la présence de ces collemboles, il n'y a pas trace de leur prédateurs coléoptères ou pseudoscorpions. Près de la vasque en bas de la Cascade au pied de la corde du puits, Sophie installe et balise le dernier piège.

A la remontée des puits, Sophie se charge de prélever et photographier les espèces dans les deux premiers puits (présence de nombreux moustiques et mouches) et Catherine s'occupe des derniers puits.

Pendant ce temps, Christophe et Josiane :

- Descente par la Combe aux Prêtres avec pour missions l'exploration de la base des puits, du plan incliné de la rivière et de la galerie Nord.
- Le protocole consiste à photographier les spécimens rencontrés, et les prélever s'ils ne sont pas connus dans la zone.
- Le prélèvement se fait à l'aide de deux aspirateurs, l'un très simple pouvant être utilisé sur une flaque, l'autre plus élaboré, ne devant être utilisé qu'en milieu sec. Le premier permet de déposer le spécimen dans un petit flacon (Eppendorf rempli d'alcool) avec un papier annoté avec le numéro de la photo correspondante « in situ ».

Prélèvements réalisés en bas ou dans la zone des puits :

- Diptères (mouche et moustiques)
- Hyménoptères (groupe des guêpes)
- Araneae (araignées)

Prélèvements réalisés dans le plan incliné :

- Diplopoda (millepattes) 10 mm, sous un bois mort.
- Hyménoptère parasité par un champignon (apparemment ce qui a fini par le tuer) ;

Dans la rivière, zone entre les puits et la chatière (dans des petits gours), on trouve facilement des collemboles, plus difficilement une araignée qui est leur prédateur.

Prélèvements réalisés dans la galerie nord, :

- Des larves de diptères (asticots) dans un reste de repas de spéléos au niveau de la chatière.
- Des acariens (tique de chauves-souris) à l'affût sur une paroi de méandre.
- Sur un micro morceau de calcite flottante, 2 acariens de 1 mm et deux collemboles (2 mm).
- Des collemboles en colonie sur un tas de guano après le R2.
- Un isopode aquatique (Caecosphaeroma) dans un gour après le R2.

Christophe et Josiane ont aussi, à l'aide d'un filtre conçu pour filtrer l'eau avec un tamis de 60 microns (Brancelj, du nom de l'inventeur), pris trois échantillons d'eau filtrée :

Le premier dans la source, le second dans le ruisseau, et le dernier dans le ruisseau en aval, en brassant le sable du fond.

Seul le dernier contiendra une valve d'ostracode (crustacé ressemblant à une moule de 0,4 mm).

Au retour, Christophe en profite pour prélever quelques petites mouches et moustiques dans les puits à l'aide de son gros aspirateur. Ainsi que deux guêpes déposées dans un flacon indépendant.

Une araignée est trouvée au niveau de la vire (femelle de 10 mm).

L'après-midi, toute l'équipe se regroupe après le déjeuner dans la salle dédiée à la biospéléologie. Chacun avec l'aide de la loupe binoculaire, trie les individus collectés. Les individus sont répertoriés sur une fiche de terrain (qui seront conservées et archivées) appelée fiche de tri où sont consignés divers renseignements sur la séance [Nom de la cavité – Les Rochottes, commune - Francheville, département – 21, date – le 09/07/2019, Nom du/des préleveurs – Christophe, Sophie, Catherine, lieu du prélèvement – puits, durée du prélèvement – TPS 4h30] mais aussi sur les espèces prélevées [pour exemple : n° d'ordre - 1, nombre – 1 , spécimen – araneae, famille/genre/espèce/(ou description) – 2^{ème} puits Lycosidae (araignée loup), détermineur – Josiane LIPS, longueur corps (en mm)-9, photo in situ-CP88, photo loupe

(oui), sexe-féminin, numéro de flacon]. Ces données seront intégrées dans la base de données de Josiane avant d'être intégrées dans la future base de données de la FFS.

Les documents de détermination fournis par la Commission scientifique (CoSci) permettent de mettre en évidence les ordres des individus observés. En parallèle, Josiane photographie sous microscope USB DINO-LITE les différents arthropodes et les détermine jusqu'à l'espèce quand c'est possible. En parallèle, elle prépare le diaporama faunique de la cavité mis à jour lors de ces journées de stage.

Le soir après dîner, deux interventions sont présentées par Vincent pour l'hydrologie et par Sophie pour la biospéléologie. Elle nous sensibilise sur le climat de la grotte (obscurité, hygrométrie, température...), sur les différentes zones habitées par les espèces (trogloxènes, troglaphiles et troglobies) et les différentes adaptations (nourriture, reproduction...).



6.4 Mercredi 10 juillet 2019

a) Equipe biospéléologie :

Cadres : Josiane LIPS, Sophie FRONT

Stagiaires : Catherine PAUL, Christophe BABE

Journée au gîte

b) Objectif de la journée

Tri et détermination des espèces collectées. Contribution aux fiches de tri et photo sur microscope USB.

c) Travaux réalisés

L'équipe est réunie dans la salle de cours. Tous sont occupés sur leur loupe binoculaire ou microscope USB et le nez penché sur les documents essaient de déterminer les différents individus. La base s'augmentera des 26 espèces différentes de la fiche de Christophe, des 18 espèces collectées par Sophie et des 6 spécimens de Catherine. Le diaporama est complété pour les nouvelles espèces par Josiane. La majorité des espèces rencontrées sont des collemboles, des diptères, des hyménoptères et les fameux escargots aquatiques de Sophie.

d) Liste du matériel de collecte à emmener sous terre



- 1 - Une sacoche CoSci numérotée rouge
- 2 - Un crayon-mine
- 3 - Papier
- 4 - Pince à épiler plastique
- 5 - Pinceau
- 6 - Tamis
- 7 - Tulle (pour filtrer)
- 8 - Un aspirateur avec flacon
- 9 - Un tube aspirateur (voir détail ci-dessous)

- 10 - Quelques flacons Eppendorf remplis d'alcool à 96° (0.5 ml, 1.5 ml, 4 ml)
- 11 - Quelques flacons Eppendorf vides (0.5, 1.5, 4)
- 12 - Flacon pour coléoptères (avec acétate d'éthil)
- 13/14 - Gros flacons
- 15 - Gros flacon rempli d'alcool à 96°
- 16 - Flacon réserve alcool à 96°
- 17/18 - Sacs plastiques pour prélèvement sable, os.

Matériel bio (où acheter)

Les sites cités ci-dessous ne sont que des exemples. Vous pouvez bien sûr acheter ailleurs...

Filtres (tissu) : <https://www.amazon.fr/Toile-filtration-nylon-huile-mailles/dp/B07NPDJB2S/>

Mandrins (roule-goupille) : <https://fr.aliexpress.com/item/Caneta-Tebori-Microblading-pen-for-eyebrow-microblade-needle-holder-brow-embroider-hand-tool/32757707487.html?spm=a2g0s.9042311.0.0.3da26c374hghKL>

Aiguilles entomologiques (pour mettre dans le roule-goupille) :

<https://www.ebay.fr/itm/392305765002>

Lampes Led pour les loupes binoculaires :

https://www.amazon.fr/gp/product/B00Z6AG67U/ref=oh_aui_detailpage_o04_s00?ie=UTF8&psc=1

Trino : <https://www.microscopes.fr/fr/Marque/Breukhoven/BMS-11-C-2L-Trino-Stereomicroscope.html>

Pinces : Sur internet. Il faut choisir des Vetus ST14.

<https://www.manomano.fr/pincette-et-brucelle-3146?model>

Flacons Eppendorf : prendre plusieurs contenances : 0,5 ml et 1,5 ml et 4 ml

<https://www.amazon.fr/Jetable-Plastique-Transparent-Eppendorf-Centrifuge/dp/B07K1G89BZ/>

Loupe USB Dino-lite : bien choisir le modèle ci-dessous !

La CoSci a négocié une réduction de 8%. Contacter Josiane Lips josiane.lips@free.fr pour avoir le code.

Modèle AM4113TL (<https://www.dino-lite.eu/index.php/en/component/k2/item/36-am4113tl>).

Avec le support MS35B (<https://www.dino-lite.eu/index.php/en/component/k2/item/99-ms35b>).

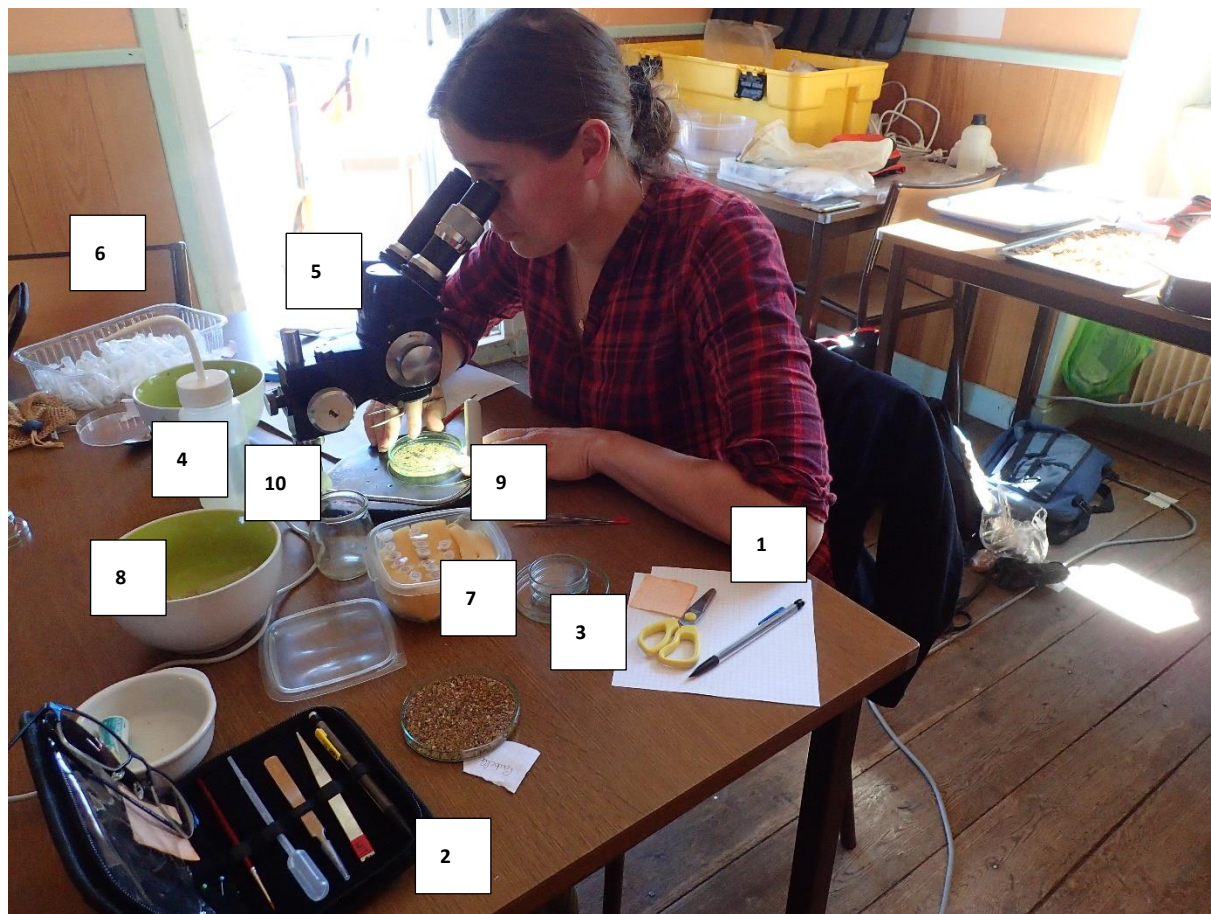
Appareil photo : Olympus TG4 ou TG5 ou TG6.

Bien penser à activer la lumière AF (dans les menus) : c'est la Led qui permet à l'appareil, dans le noir, de savoir à quelle distance il est.

Utiliser le mode « macro sous-marin » (poisson Nemo) : l'appareil zoome automatiquement et règle le flash en fonction du zoom. Le mode « microscope » normal n'est pas utilisable : ne gère pas le flash et n'a pas une profondeur de champ assez importante pour nous.

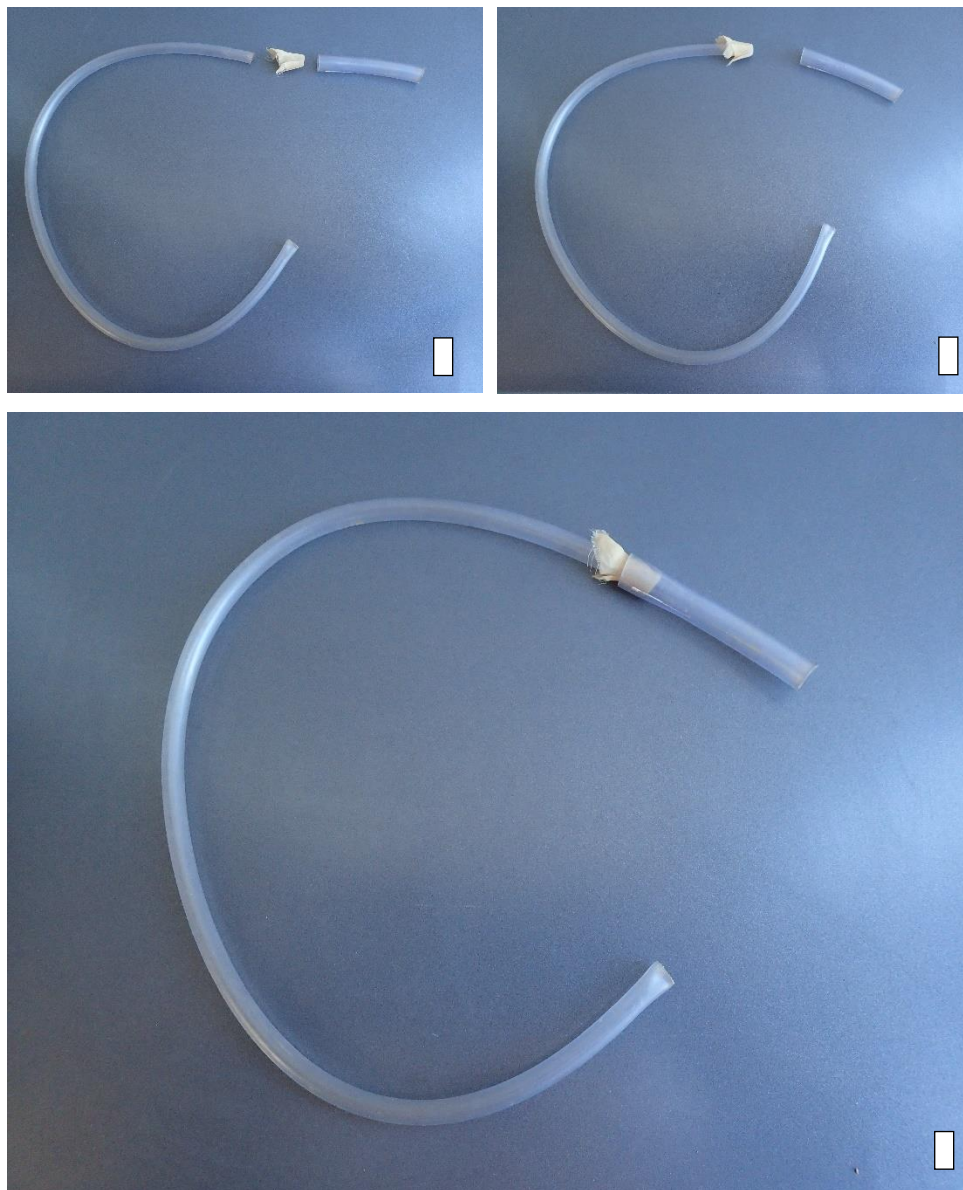
Liste du matériel de tri utilisé en salle

Tout ce matériel est mis à disposition des stagiaires par la Commission Scientifique de la FFS.



- 1 - Paire de ciseaux, papier bristol et crayon papier
- 2 - Trousse contenant : 2 pincés entomologiques, 2 aiguilles, une pipette, un pinceau, un crayon papier, du papier millimétré
- 3 - Boîtes de pétri
- 4 - Alcool à 96°
- 5 - Loupe binoculaire
- 6 - Flacons Eppendorf
- 7 - Boîte de stockage des flacons remplis (alcool, spécimen(s) et étiquette) après identification.
- 8 - Récipients pour les flacons pleins et vides
- 9 - Lampes à LED
- 10 - Bocal pour récupération de l'alcool usagé

Fabrication d'un aspirateur



Pour fabriquer un aspirateur, prendre deux bouts de tube en plastique de diamètre différent et un petit bout de tulle (ou de collants) qui servira de filtre (1).

Dans un premier temps associer le filtre à un bout du tuyau de diamètre inférieur (2).

Puis relier le deuxième tube de diamètre supérieur au filtre du premier tuyau (3). L'aspirateur est prêt à l'emploi. Le filtre sert à ne pas avaler l'individu aspiré. On aspire par le tube le plus long. Le spécimen est piégé dans le tube court avec un doigt en attendant de le souffler dans un flacon.

6.5 Jeudi 11 juillet 2019

Equipe biospéléologie :

Cadres : Josiane LIPS, Sophie FRONT

Stagiaires : Véronique HAUTIN-BABE, Thomas PAGNON

TPST : Entrée 9h30. Sortie 13h

Objectif de la journée : Relever les pièges aquatiques et appâts déposés. Prélèvement à la base du puits de la Combe aux Prêtres. Retour au gîte et tri des espèces.

Résumé : Nous descendons par la Combe aux Prêtres et nous nous rendons en amont de la rivière là où les pièges et appâts ont été installés en début de semaine. Certaines précautions sont nécessaires lors de leur relèvement. Chacun est étiqueté et mis séparément dans des sachets ziplock. Ces pièges étant appâtés, ils peuvent attirer d'autres invertébrés qui se tiennent à proximité (soit parce qu'ils ne sont pas rentrés, soit parce qu'ils sont déjà ressortis). C'est pourquoi, il est important de prendre le temps de bien regarder aux alentours en étant munis d'un aspirateur. Quelques individus supplémentaires ont ainsi été prélevés, notamment des *Caecosphaeroma*.

Il faut également bien faire attention de ne pas en oublier (c'est pourquoi ils sont tous numérotés).

L'appât terrestre à base de jambon et de fromage était investi par de nombreux collemboles et des acariens. La plupart ont été collectés. D'après Josiane, ce type de technique ne permet pas d'avoir plus d'espèces que l'observation directe in situ.

Avant de remonter, nous avons capturé quelques araignées, diplopodes, diptères et trichoptères à la base du puits. Le but était de former Thomas aux techniques de prélèvement et éventuellement d'obtenir des nouvelles espèces.

Le dépouillement des pièges sous loupe binoculaire montre une efficacité très faible à la fois quantitative et qualitative. Seulement deux pièges sur les quinze contenaient des invertébrés :

- un petit pot ouvert, avec du jambon, dans un gour contenait un *Niphargus*.
- une bouteille-piège, avec du jambon et des feuilles, dans le lac au pied de la Cascade contenait 5 gros *Niphargus*.

Autres résultats :

Le sol traité par la méthode du Berlese contenait uniquement 1 collembole et 2 acariens. Il semble que la terre ait séché trop vite.

Par contre, le sédiment récolté et séché pendant deux semaines contenait des quantités importantes de mollusques.

6.6 Vendredi 12 juillet 2019

Equipe biospéléologie :

Cadres : Josiane LIPS, Sophie FRONT

Stagiaires : Véronique HAUTIN-BABE, Thomas PAGNON

Matinée au gîte

Objectif de la journée : Terminer le tri des espèces et faire le bilan de l'inventaire réalisé

Résumé : Pendant environ deux heures nous avons fini de trier les derniers spécimens. Tous les tubes triés ont été classés et rangés afin d’être expédié à chaque spécialiste pour affiner l’identification.

6.7 **Présentation**

a) **Sessions 1 – 2 – 3**

Synthèse stage Bio Spéléo « CAP »

Prélèvement sur site

Prélèvements dans le Puit d’entrée de la Combe aux Prêtre , à la base du puit et plus bas près de l’accès à la rivière.

Mises en place de 11 pièges dans la rivière en amont et sur les bords (objectif : pister les escargots).

Prélèvements dans le réseau Nord et le puit des Rochottes.

Mises en place de 4 pièges à Niphargus dans la galerie des Gours.

→ Environ 13 heures sous terre en 3 sorties

Retours sur les pièges

Sur les 11 pièges « Rivière » : aucun n’a fonctionné sauf la « boule à thé » (observation de 11 caecospheroma autour)

Sur les 4 pièges côté Rochotte : 2 ont attiré des Niphargus

Résultats de l’inventaire

- **Nombre spécimen prélevés : 350**
- **Nombre d’espèces identifiées : entre 60 et 70**
- **Nombres de flacon conditionnés (pour les experts) : 235**



Matériel du biospéléologue chercheur



- 1 - Une sacoche CoSci numérotée rouge
- 2 - Un crayon gomme noir
- 3 - Papier
- 4 - Pince à épiler plastique
- 5 - Pinceau
- 6 - Tamis
- 7 - Tulle (pour filtrer)
- 8 - Un aspirateur avec flacon à utiliser en milieu sec
- 9 - Un tube aspirateur (voir détail ci-dessous)
- 10 - Quelques flacons Eppendorf rempli d'alcool à 96° (0.5, 1.5, 4)
- 11 - Quelques flacons Eppendorf vides (0.5, 1.5, 4)
- 12/13/14 - Gros flacons pour coléoptères
- 15 - Gros flacon pour espèces récoltées rempli d'alcool à 96°
- 16 - Flacon réserve alcool à 96°
- 17/18 – Sacs plastiques pour prélèvement sable, os.

A noter que l'appareil photo macro est indispensable pour la reconnaissance (et la preuve)

Les prélèvements *De la méthode!*

- On ne prélève pas la bestiole quand on est sûr de son identification (par contre on peut noter sa présence dans la grotte, pour compléter l'inventaire).
- Des prélèvements sont effectués dans des zones « favorables » : des traces de guano, des débris végétaux, des matières en décomposition... Mais aussi sur les parois.
- Les petites bestioles sont aspirées et placées dans des flacons Eppendorf remplis d'alcool à 96° pour permettre de futures analyses d'ADN
- Le prélèvement se fait à l'aide de deux aspirateurs, l'un très simple pouvant être utilisé sur une plaque, l'autre plus élaboré, ne devant être utilisé qu'en milieu sec.
 - ✓ Le premier permet de déposer le spécimen dans un petit flacon (Eppendorf rempli d'alcool à 96° pour permettre de futures analyses d'ADN) avec un papier annoté avec le numéro de la photo correspondante « in situ ».
 - ✓ Le second permet de récolter plusieurs petites bestioles à la fois (mais attention à l'étude ensuite!).

On ne passe pas des sièges qu'en milieu aquatique

Les « pièges » *Où le biospéléologue se révèle inventif*

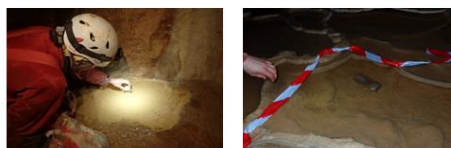


Josiane, Sophie et Véronique installent différents types de pièges. Filet ; des bouteilles évidées , des pots en plastiques , une boule à thé. Certains contiennent des appâts (jambon, fromage) ou des branchages.

Ils sont placés à des endroits différents : centre de vasque ; dans le flux de la rivière , ou dans des zones plus calme.... Un balisage avec de la rubalise jaune marque le site. Comme les pièges doivent rester plusieurs jours, on laisse aussi une étiquette indicative **CoSci** comportant un numéro de téléphone.



Sophie et Catherine descendent directement à la galerie des Gours. Sophie installe deux pièges dans deux gours qui présentent des trous et traces qui trahissent la présence probable de *Niphargus*. Les pièges sont constitués d'un tube en plastique plombé de cailloux pour rester au fond des vasques, des morceaux de jambons servent d'appâts. Ils sont placés au centre des gours. Un balisage avec de la rubalise autour des gours indique leur position pour pouvoir les relever



Relevés des « pièges » *Encore de la méthode !*



Analyse

Où le biospéléologue montre patience et minutie !



Matériel nécessaire pour l'identification

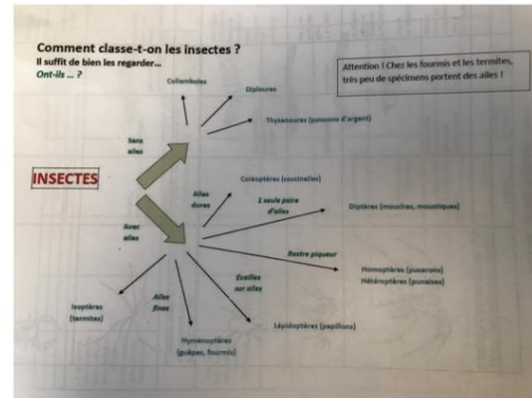
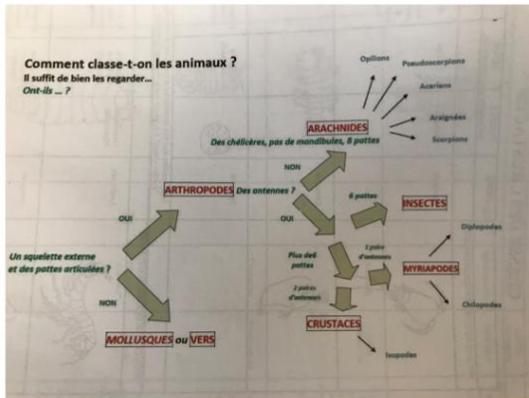
- 1 - Paire de ciseaux, papier bristol et crayon papier
- 2 - Trousse contenant :2 pincés à épiler, 2 aiguilles, une pipette, un pinceau, un crayon papier
- 3 - Boite de pétri
- 4 - Alcool à 96°
- 5 - Loupe binoculaire
- 6 - Flacons Eppendorf
- 7 - Boite de stockages des flacons remplis (Alcool, spécimen(s) et étiquette) après identification.
- 8 - Récipients pour les flacons pleins et vides
- 9 - Lampes à LED
- 10 - Bocal pour récupération de l'alcool usagée

Et le fond documentaire (imposant) apporté par Josiane et Sophie pour la reconnaissance des espèces (les clés d'identification).

Les incontournables de Josiane → une paille bien rangée !
Mettre des couvercles sur les boîtes de Pétri! refermer les flacons !

Analyse

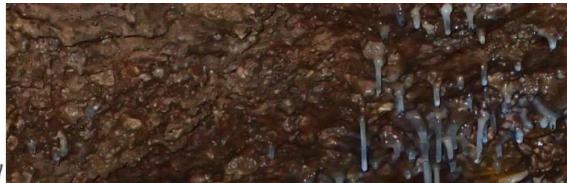
Les clés de base.



Analyse
Encore de la méthode !









b) **Inventaire**



Faune des invertébrés cavernicoles
Combe aux Prêtres (21)
 Stage scientifique 2019
 (Détermination au 18/07/19)

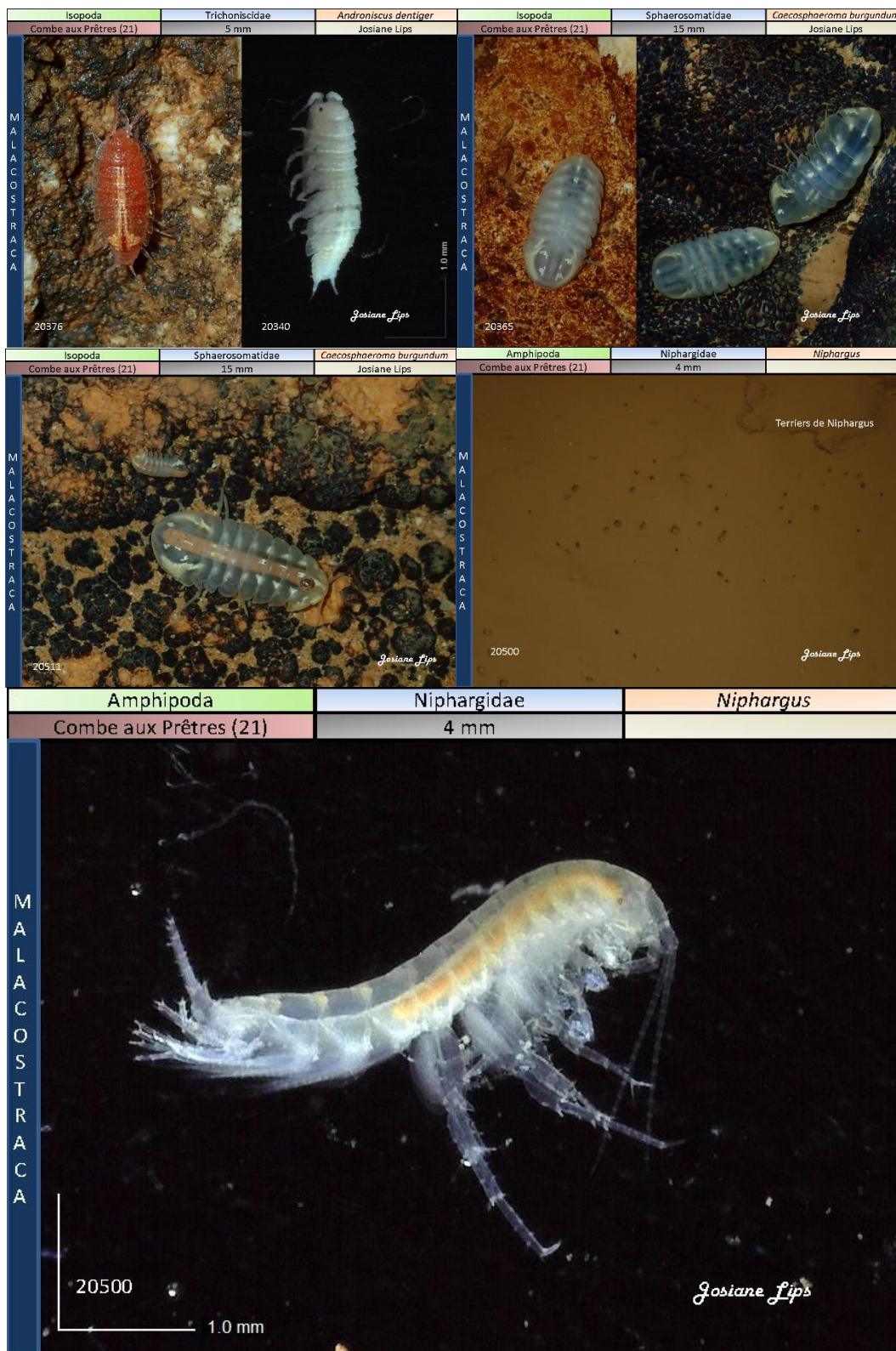


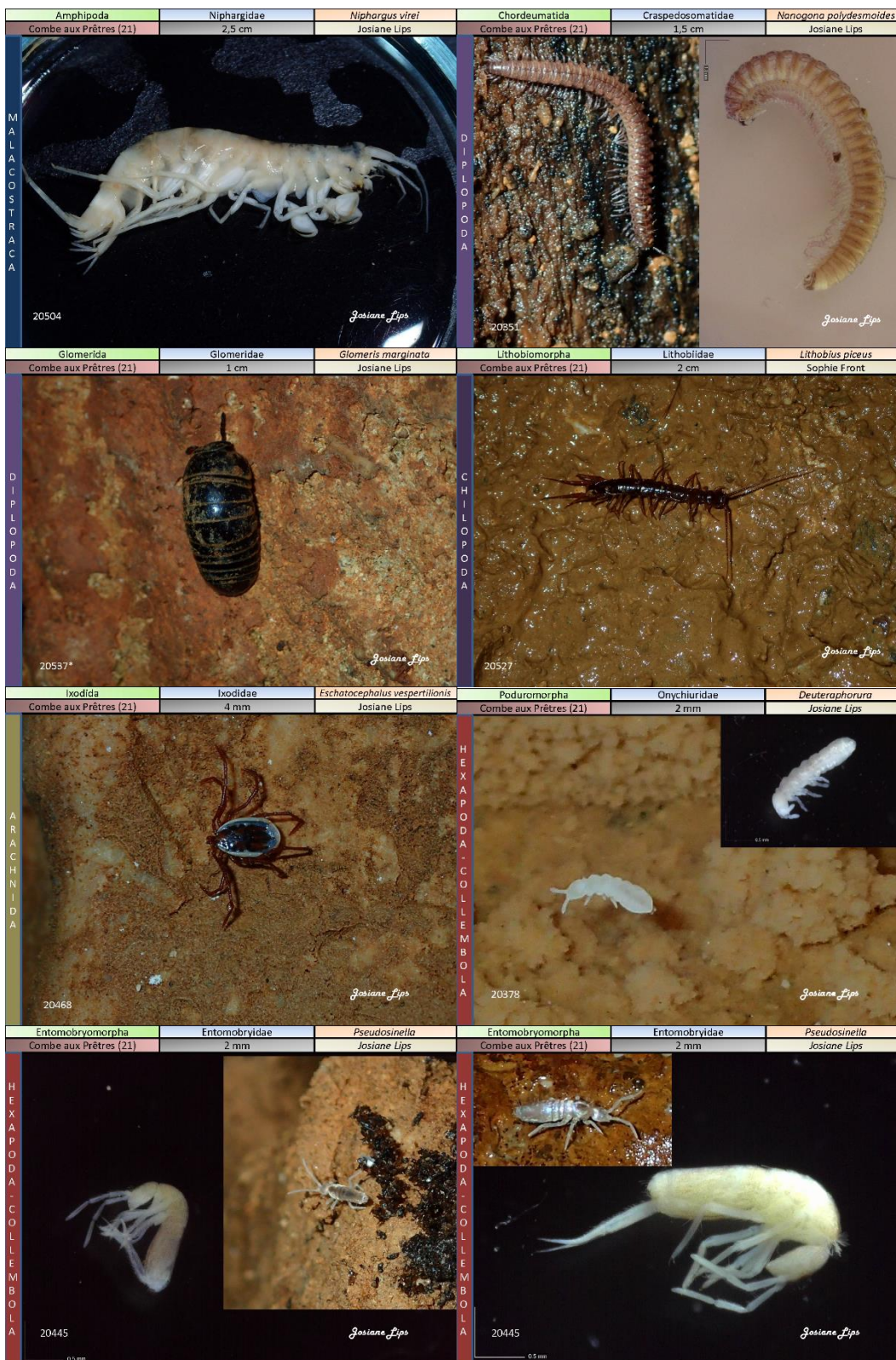
Ordre	Famille	Nom scientifique	Crassicellata	Lumbricidae											
Lieu	Longueur du corps	Déterminateur	Combe aux Prêtres (21)	4 cm											
C L A S S E	La classification...		C L I T E L L A T A	 <p>20405 Josiane Lips</p>											
	N° base de données (Josiane Lips)			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stylommatophora</th> <th>Arionidae</th> <th>Arion rufus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Combe aux Prêtres (21)</td> <td>10 cm</td> <td>Josiane Lips</td> </tr> </tbody> </table>		Stylommatophora	Arionidae	Arion rufus	Combe aux Prêtres (21)	10 cm	Josiane Lips				
Stylommatophora	Arionidae	Arion rufus													
Combe aux Prêtres (21)	10 cm	Josiane Lips													
C L I T E L L A T A	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Enchytraeida</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Combe aux Prêtres (21)</td> <td>2 mm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Enchytraeida			Combe aux Prêtres (21)	2 mm		G A S T R O P O D A	 <p>20470 Catherine Faul</p>					
	Enchytraeida														
Combe aux Prêtres (21)	2 mm														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stylommatophora</th> <th>Oxychilidae</th> <th>Oxychilus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Combe aux Prêtres (21)</td> <td>1 cm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Stylommatophora	Oxychilidae	Oxychilus	Combe aux Prêtres (21)	1 cm		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stylommatophora</th> <th>Oxychilidae</th> <th>Oxychilus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Combe aux Prêtres (21)</td> <td>1 cm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Stylommatophora	Oxychilidae	Oxychilus	Combe aux Prêtres (21)	1 cm	
Stylommatophora	Oxychilidae	Oxychilus													
Combe aux Prêtres (21)	1 cm														
Stylommatophora	Oxychilidae	Oxychilus													
Combe aux Prêtres (21)	1 cm														
G A S T R O P O D A	 <p>20486 Josiane Lips</p>		G A S T R O P O D A	 <p>20481 Catherine Faul</p>											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stylommatophora</th> <th>Hydrobiidae</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Combe aux Prêtres (21)</td> <td>1,5 mm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Stylommatophora	Hydrobiidae		Combe aux Prêtres (21)	1,5 mm		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stylommatophora</th> <th>Hydrobiidae</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Combe aux Prêtres (21)</td> <td>1 mm</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Stylommatophora	Hydrobiidae		Combe aux Prêtres (21)
Stylommatophora	Hydrobiidae														
Combe aux Prêtres (21)	1,5 mm														
Stylommatophora	Hydrobiidae														
Combe aux Prêtres (21)	1 mm														
G A S T R O P O D A	 <p>20439 Josiane Lips</p>		G A S T R O P O D A	 <p>20479 Josiane Lips</p>											

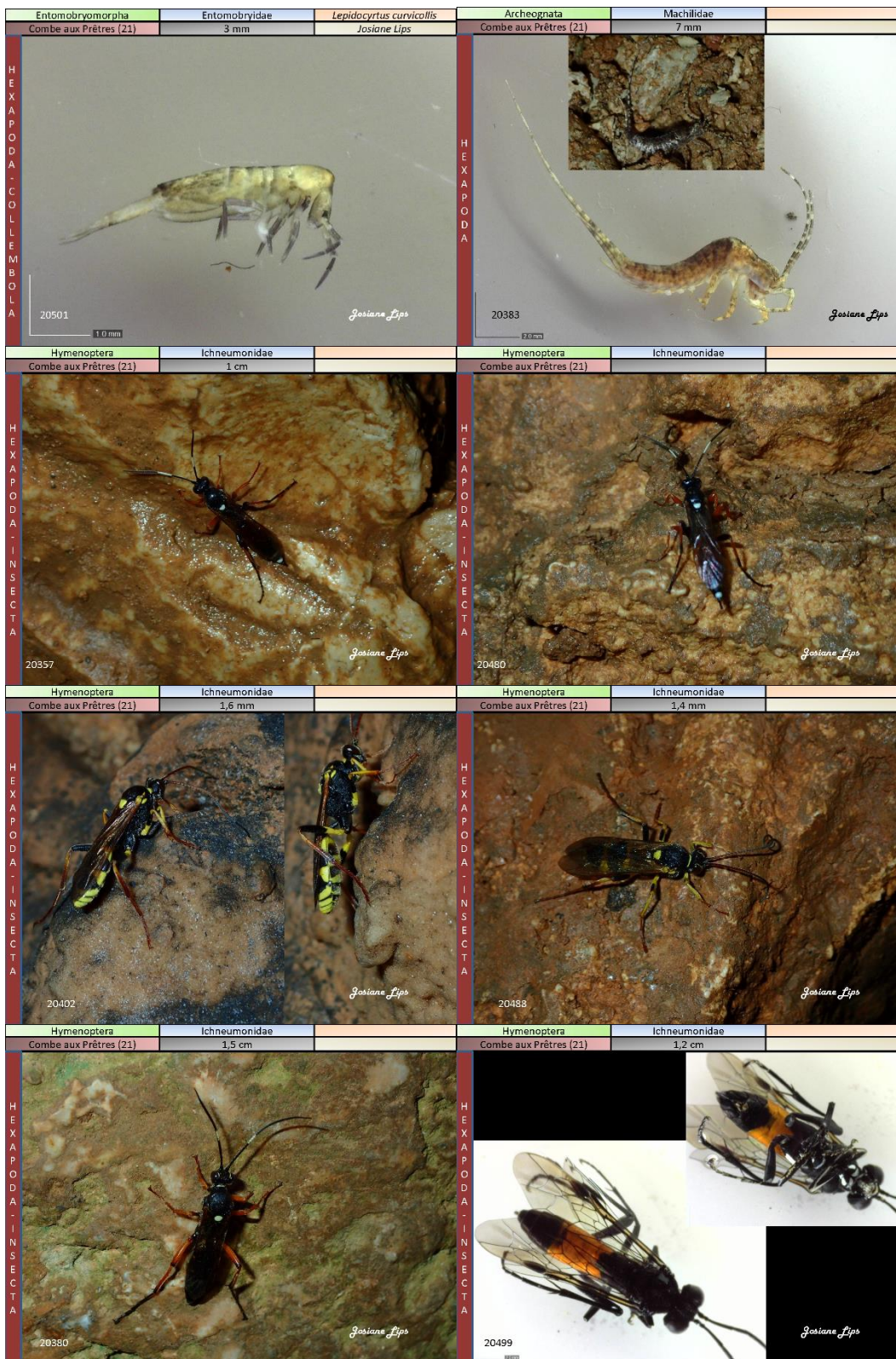


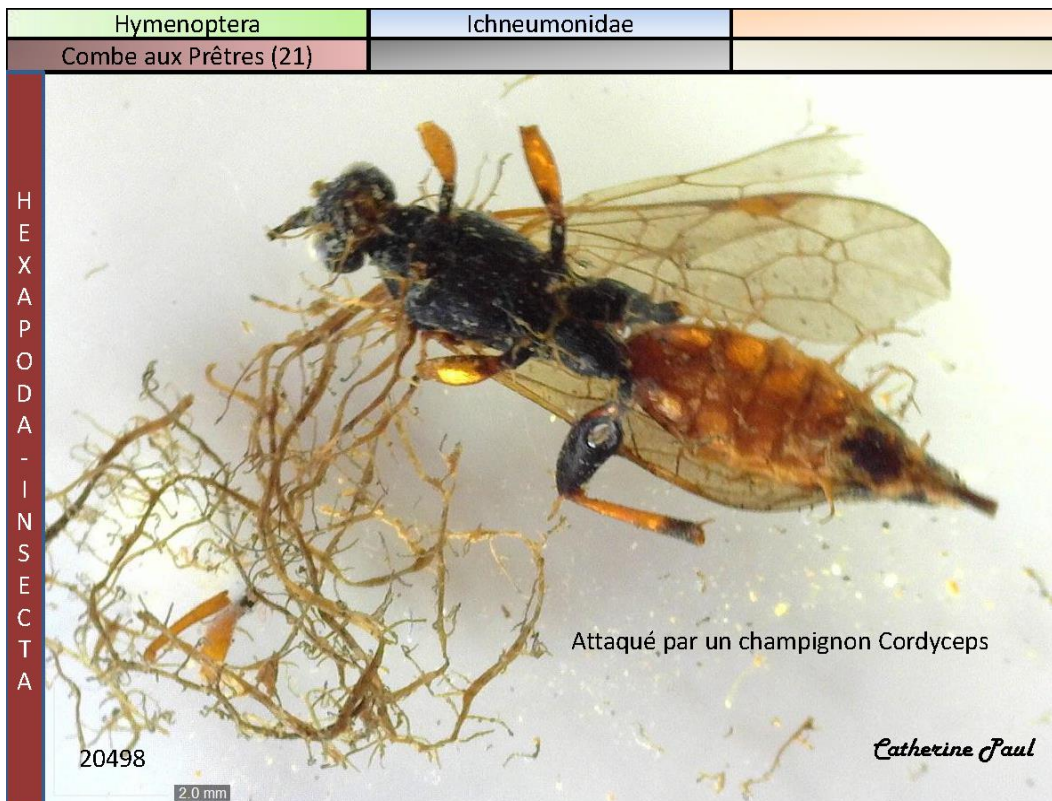


Araneae		3 mm			
Combe aux Prêtres (21)					
A R A C H N I D A					
	20411 0.5 mm <i>Josiane Lips</i>				
Araneae	Amaurobiidae	Araneae	Lycosidae		
Combe aux Prêtres (21)	1 cm	Combe aux Prêtres (21)	9 mm		
A R A C H N I D A					
	20437 <i>Josiane Lips</i>		20438 <i>Josiane Lips</i>		
Isopoda	Philosciidae	<i>Chaetophiloscia cellaria</i>	Isopoda	Oniscidae	<i>Oniscus asellus</i>
Combe aux Prêtres (21)	6 mm	Josiane Lips	Combe aux Prêtres (21)	1,5 cm	Josiane Lips
M A L A C O S T R A C A					
	20375 <i>Josiane Lips</i>		20442 <i>Catherine Paul</i>		



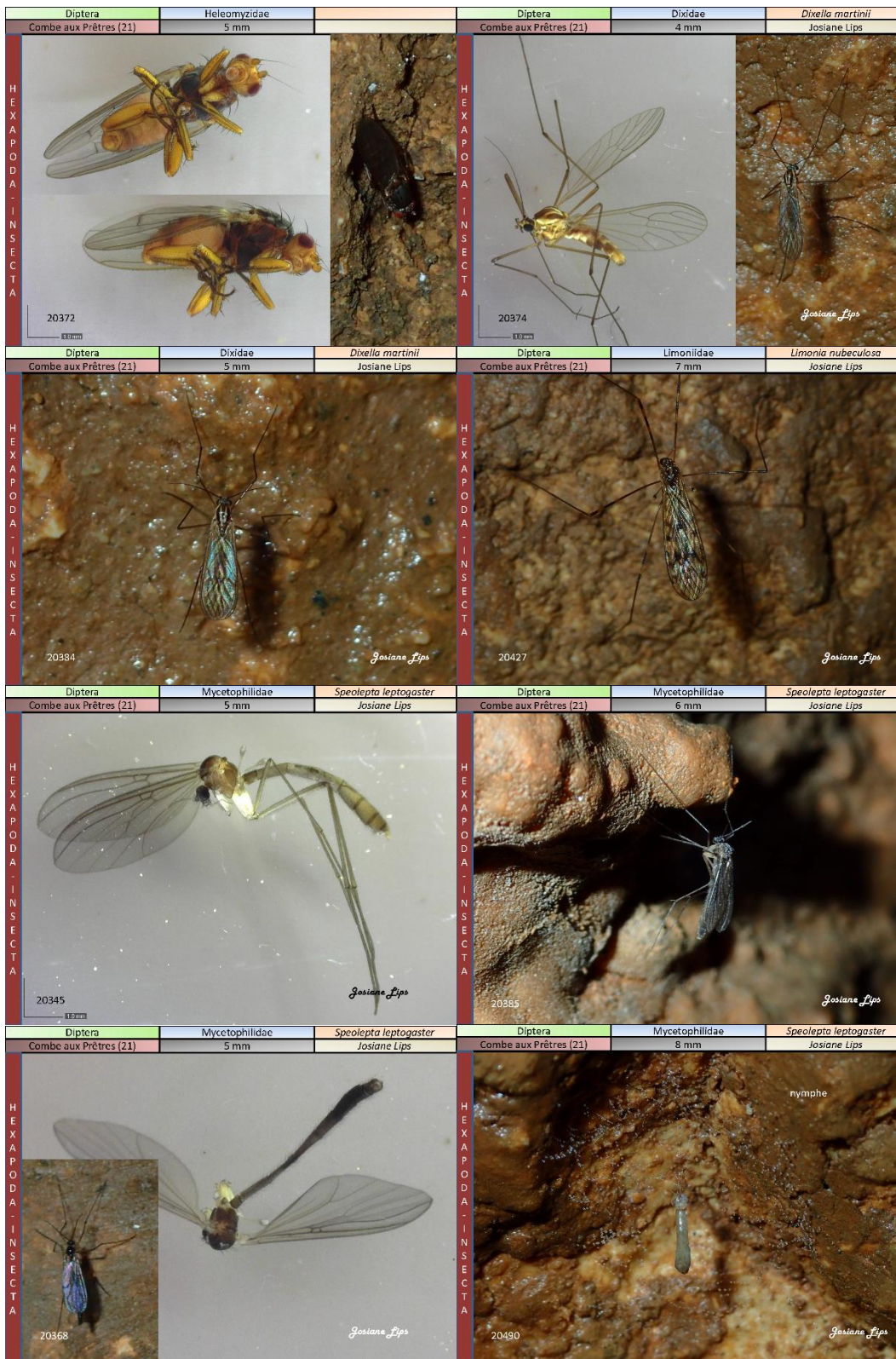






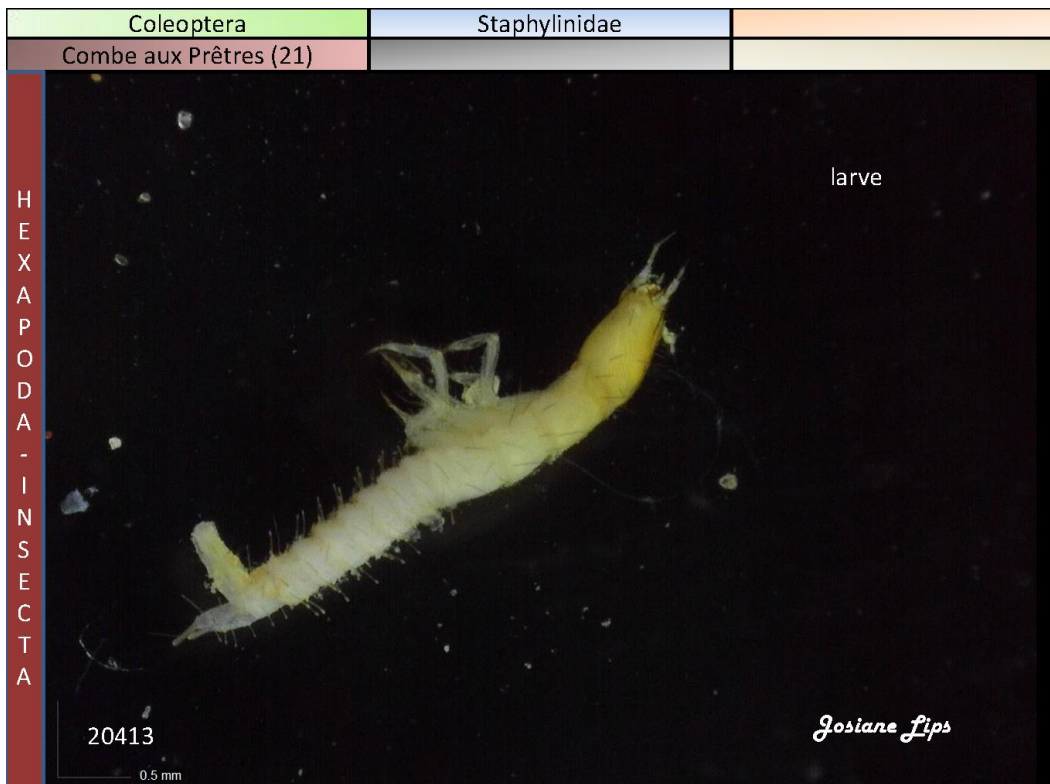
HEXAPODA - INSECTA	Lepidoptera Combe aux Prêtres (21)	Geometridae	<i>Triphosa dubitata</i> Josiane Lips	Lepidoptera Combe aux Prêtres (21)	Geometridae	<i>Triphosa dubitata</i> Josiane Lips
	 <p>20428 <i>Josiane Lips</i></p>			 <p>20473 <i>Josiane Lips</i></p>		
HEXAPODA - INSECTA	Trichoptera Combe aux Prêtres (21)	Limnephilidae	1,6 et 1,8 cm	Trichoptera Combe aux Prêtres (21)	Limnephilidae	1,8 cm
	 <p>20987 <i>Josiane Lips</i></p>			 <p>20988 <i>Josiane Lips</i></p>		
HEXAPODA - INSECTA	Trichoptera Combe aux Prêtres (21)	Limnephilidae	<i>Stenophylax permistus</i> Josiane Lips	Diptera Combe aux Prêtres (21)	Sphaeroceridae	3 mm
	 <p>20525 <i>Josiane Lips</i></p>			 <p>20356 <i>Josiane Lips</i></p>		
HEXAPODA - INSECTA	Diptera Combe aux Prêtres (21)	Sphaeroceridae	2 mm	Diptera Combe aux Prêtres (21)	Sphaeroceridae	<i>Crumomyia rohaceki</i> Josiane Lips
	 <p>20367 <i>Josiane Lips</i></p>			 <p>20364 <i>Josiane Lips</i></p>		











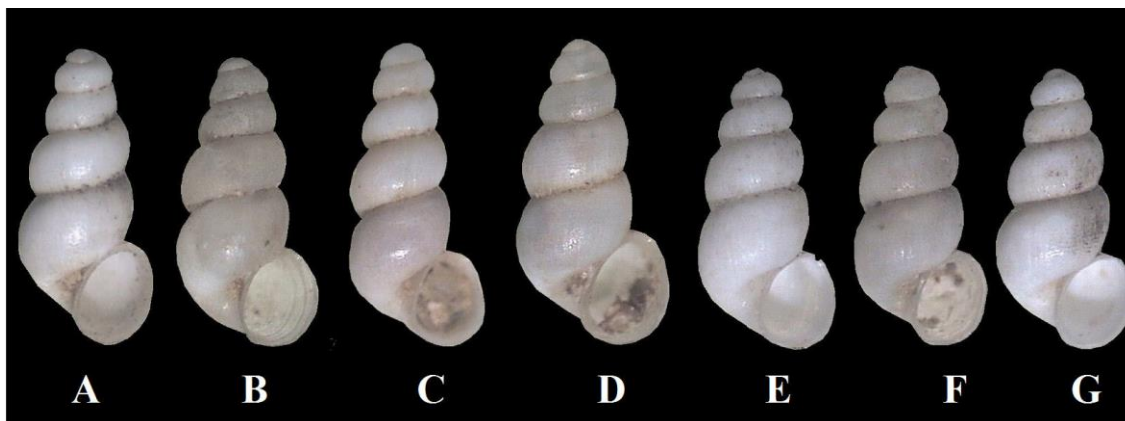
Diaporama : Josiane Lips



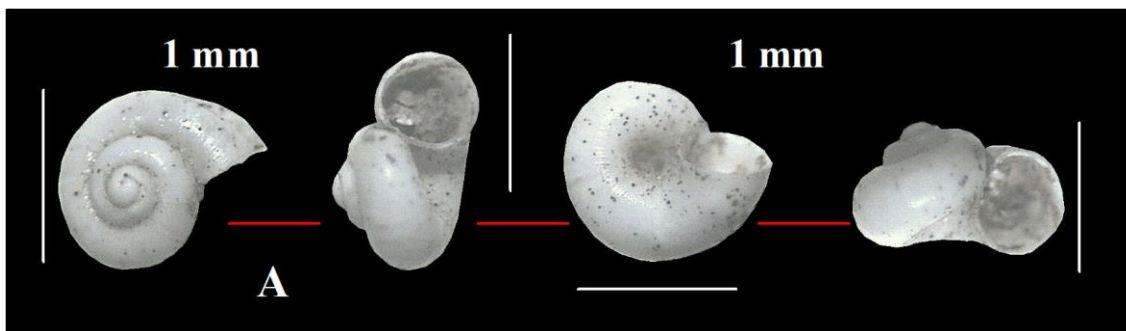
6.8 Complément pour la partie biologie (par Michel Wienin)

Les petits gastéropodes stygobies dont les coquilles ont été récoltées dans la rivière souterraine de la CaP ont été déterminés grâce à l'aide d'Henri Girardi d'Avignon. Il y a deux espèces :

- *Spiralix rayi* (LOCARD, 1883) est assez abondant : plusieurs dizaines de coquilles. Décrite initialement dans les alluvions de la Seine à Verrières près de Troyes, cette espèce semble endémique du plateau de Langres car elle n'est connue que d'une douzaine de sources des hauts bassins de l'Aube, de la Seine et de l'Yonne sur le versant atlantique ainsi que de l'Ouche, du Suzon, de la Bèze et du Salon sur celui de la Saône. Cette répartition purement bourguignonne, à la fois groupée et à cheval sur la ligne de partage des eaux, témoigne de relations en profondeur au niveau des nappes phréatiques (difffluence) ou d'une évolution du drainage (capture karstique) Les coquilles, assez typiques sont légèrement plus petites (2-2,1 mm) que celles des autres stations (2,2-2,6 mm) ce qui peut être dû à une variété locale ou à un milieu plus pauvre. Cette espèce n'a jamais été récoltée vivante (comme pas mal d'autres stygobies, elle vit probablement sous les pierres ou dans des fissures du lit des ruisseaux souterrains) et n'est donc connue que par des coquilles vides. Son anatomie étant inconnue, certains auteurs l'ont classée dans des genres différents : *Lartetia*, *Moitessieria*, *Paladilhia*... mais c'est bien la même ! Cette espèce est intégralement protégée en France par arrêté ministériel du 07/10/1992.



- *Islamia* sp. Un seul exemplaire de coquille d'un petit escargot globuleux est rattachable à ce genre d'affinités plutôt méridionales. Là aussi, les différentes espèces du genre possèdent des tests extrêmement proches et ne se distinguent que par des détails anatomiques microscopiques (les édéages) mais la coquille est proche de celle d'*Islamia moquiniana* (DUPUY, 1851) largement répandue dans les rivières souterraines des bassins du Rhin, du Rhône et de la Garonne. Cette espèce est également protégée par l'arrêté de 1992.



7 CONCLUSIONS ET RETOUR D'EXPERIENCE

7.1 Scientifique sur l'étude du réseau

Ce stage pluridisciplinaire a permis d'apporter de nouvelles observations, parfois contradictoires avec celles qui ont pu être mises en évidence par le passé, parfois complémentaires, et le plus souvent nouvelles.

Même si la partie hydro a été étudiée depuis quelques années, les résultats obtenus et les conditions hydrologiques d'étiage marqué ont amené des observations complémentaires, avec des restitutions inattendues au siphon Ben, et un traceur non sorti au Creux bleu trois semaines après l'injection.

La partie Karstologie était novatrice pour ce réseau, avec comme base de travail les descriptions géologiques de la monographie, et le support particulièrement riche de Benedict Humbel, géologue local et découvreur du réseau Ben. L'équipe de cadre a été renforcée au démarrage avec la présence de Stéphane Jaillet, ce qui a permis d'apporter quelques éclairages complémentaires. Les observations ont permis de dresser les affleurements dans le réseau, et de proposer des scénarios de mise en place des galets et des gélifractions.

Pour la biologie, seul un inventaire réalisé lors d'un stage sur un week-end en 2010 a servi de base. Ainsi l'inventaire a pu être très largement complété avec de nombreuses espèces identifiées, même si les prélèvements en rivière n'ont malheureusement donné que peu de résultats.

Il a également été abordé les liens qui pouvaient être établis entre les disciplines. Autant cela a été possible entre la karsto et l'hydro, en évoquant des circulations anciennes, qui potentiellement pourraient se réactiver lors de fortes crues ; cela a été plus difficile avec la bio à ce stade qui nécessitait une étape préalable forte d'inventaire. Il est d'ailleurs prévu de référencer de manière plus précises les espèces lors des prochaines études, afin d'identifier les affinités éventuelles avec certains milieux, et pourquoi pas, contribuer à mettre en évidence – ou écarter – des circulations d'eau potentielles.

7.2 Scientifique sur l'offre de formation de la FFS

L'objectif de ce stage était notamment de proposer une offre de formation basée sur l'observation et leur retranscription, dans les trois domaines. Au regard du nombre de personnes intéressées par le stage (près d'une quinzaine) et les 7 stagiaires inscrits, la formule a démontré son intérêt.

Le retour d'expérience a été analysé à chaud en fin de stage. Il a été raisonnable d'éviter la traversée en groupe complet (17 participants), mais de répartir cette journée sur les sessions, faisant ainsi des sessions de 2/2/1.5 jours. La durée a semblé adaptée pour l'hydro et la karsto, mais la 3^e session (1.5j) pour la bio est à réserver à ceux ayant déjà fait une session bio. Une autre option serait de proposer trois sessions de deux jours (6 jours d'étude en tout au lieu de 5.5j lors de ce stage), ou deux sessions de 3 jours (mais cela empêcherait aux stagiaires de voir 3 spécialités).

Les stagiaires ont particulièrement apprécié la formule « à la carte ». Ça a été un challenge à organiser, mais qui finalement s'est parfaitement déroulé. Cela donne envie à certains d'aller sur les stages spécialisés plus complets.

Les présentations faites par les cadres un soir sur deux ont été appréciées, mais cela est suffisant au regard des autres soirs destinés à travailler sur les disciplines.

Le guidage par les cadres sur les thématiques a été apprécié, au détriment peut être de moins d'autonomie des stagiaires, mais qui est compréhensible sur cette échelle de temps.

Une demande a été formulée sur la pub pour les stages, avec une diffusion sur les listes des clubs et CDS.

7.3 Organisationnel au regard du congrès UIS 2021

Cette expérience a permis de mettre en évidence les éléments et contraintes suivants :

- La situation géographique (à 2h des portes de Lyon) est très intéressante
- Le réseau de Francheville est varié, en termes de paysages karstiques, et d'observations scientifiques. Pour autant son accès est aisé et permet d'effectuer des traversées en groupes jusque 10 personnes.
- Le village de Francheville bénéficie d'un gîte, en gestion libre ou pension complète, pouvant accueillir 30 personnes. La nouvelle gérante (depuis juin 2019) a montré une très bonne gestion de l'ensemble, et des repas délicieux (y compris sous terre). Des éléments vieillissants du gîte sont à remplacer, mais ces éléments sont prévus.
- Effectif maximal 30 personnes, cadres inclus
- L'exclusivité du gîte est un plus, voire indispensable à partir de 20 personnes
- La mise à disposition de la salle communale est également une nécessité, pour permettre de travailler en différents groupes.

Possibilité de logements :

- A Francheville : gîte collectif de la clairière
- A Francheville et communes proches (moins de 15' en voiture) : chambres d'hôtes

8 BONUS

Les stages sont des moments particulièrement sérieux et formateurs, mais pas toujours sur les sujets imaginés initialement lors de la déclaration du stage sur le portail de la FFS. Ainsi, les participants ont découvert les péripéties de Melon & Melèche, et certains, tout juste formés, ont montré une capacité d'apprentissage et d'autonomie particulièrement aiguisée pour ces jeux de mots (pas toujours délicats). Ci-dessous quelques extraits, adaptés (ou pas) au stage.

Melon et Melèche sont ici deux spéléos, qui font plein de choses ensemble, comme deux équipiers inséparables. Exemple : Melon et Melèche installent une station de mesure hydro. Pour fixer la station, Melon lui passe la vis, et Melèche la perd.

Spécialité	Melon et Melèche ...	Melon ...	Et Melèche ..
Hydro	Installent une station de mesure hydro.	Lui passe la vis	La perd.
Bio	Sont respectivement une chauve-souris et une niphargus.	Passe un peu de son temps dans la grotte	L'habite
Hydro	Dépouillent un jaugeage	Intègre le pic	La queue (du pic)

En fin de stage, Eglantine, poussée (d'elle-même) dans ses retranchements, s'est enfin mise l'ouvrage pour nous conter l'histoire de Melon & Melèche en stage scientifique, particulièrement complexe et ... salée !

Melon & Melèche en stage pluridisciplinaire à la Combe aux Prêtres

Edition 2019, par Eglantine Husson

En allant au gouffre de Rochotte, M&M traversent une belle forêt de chênes. Ils en sont sûrs : Melon reconnaît la feuille et Melèche, le gland.

A l'entrée du puits, ils s'équipent... mais Melon a oublié son descendeur et Melèche, le baudard. (Spécial dédicace pour Vincent...)

Après un aller-retour au gîte, les voilà partis. Dans le puits d'entrée, ils font un peu de bio-speleo, mais ils ne trouvent que deux bestioles : Melon prélève le « coléo » et Melèche l'asticot.

Une fois dans le réseau, un premier obstacle se présente : un trou de serrure. Melon s'enfile dans le trou et Melèche, la fente.

Ayant rejoint la rivière souterraine, ils en profitent pour faire un peu d'hydro. Ils mesurent la conductivité et le pH. Comme ils travaillent en équipe (et quelle équipe !!), Melon tient le boîtier et Melèche, la sonde. Après la manip, Melon sèche la sonde, mais par inattention, Melèche la mouille !

Voilà l'heure du pique-nique. Melon a très très faim, il dévore tout le saucisson et laisse à

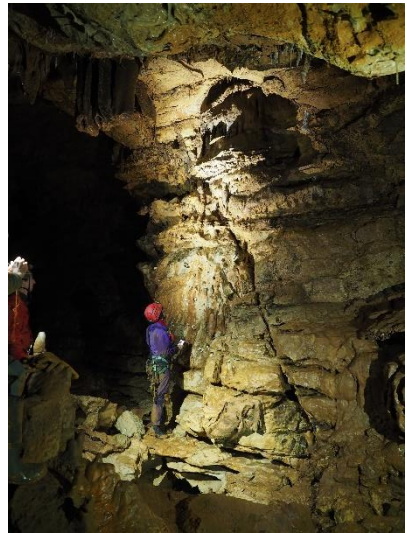
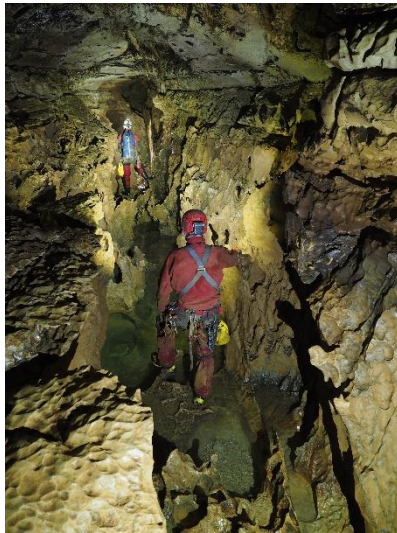
Melèche la rondelle. Puis comme maigre dessert, Melon prend la pomme et Melèche l'abricot.

Dans l'après-midi, ils tombent sur de magnifiques concrétions qu'ils veulent échantillonner, mais le prélèvement n'est pas facile et le caillou revêche. Ainsi Melon prend le marteau et Melèche le pieux. (Travail d'équipe encore et toujours).

C'est l'heure du retour, dans le puits il faut contourner un gros bloc qui barre le passage. Melon le contourne par devant et Melèche, par derrière. La remontée est longue et fatigante, c'est Melon qui prend la tête. (haha) Melon clip tantôt, diminuant le risque ; Melèche lui cri oh-hisse seulement (la fameuse et désormais célèbre contrepèterie).

Ils sortent enfin du trou, contents et heureux. Melon a encore faim. En rentrant au gîte une vive dispute éclate sur les pattes accompagnant le fromage et la sauce tomate... Melon préfère la coquille et Melèche la nouille... l'aléa du travail en équipe.

Rassurez-vous, ils repartiront quand même ensemble pour le prochain stage...



Photographies Vincent Schneider



Photographies Vincent Schneider



Photographie Vincent Schneider