

2023

GOULE DE FOUSSOUBIE ESSAI DE VENTILATION 08-07-2023



Photo Stéphane JAILLET



ARNAUD Judicaël – août 2023Comité Départemental Spéléologie

GOULE DE FOUSSOUBIE ESSAI DE VENTILATION 08-07-2023

SOMMAIRE	page
Introduction	2
Description du réseau de Foussoubie	3
Historique des explorations	6
Problématique du CO2	7
Quelques concentrations de CO2 observées	8
Matériel et technique utilisées	9
Résultats	12
Conclusions	13

ARNAUD Judicaël (août 2023)

Comité Départemental de Spéléologie de l'Ardèche Spéléo Secours Français

Remerciements

Les participants :

ARNAUD Judicaël / JOURET Jérôme / COLLIN Adrien / GENUITE Anne-Marie / GENUITE Pat / FAUQUE Michel / BRUN Régis (Spéléo Club Aubenas) / RACAPE Béatrice (Club Spéléo des Gorges de l'Ardèche) / GROS Sébastien (Spéléo Club Saint Montanais) / TOCINO Stéphane (Groupement Associatif Spéléos d'Orgnac Issirac Labastide).

Mme BORIE-CALLOT Françoise propriétaire de la parcelle cultivée à l'entrée de la Goule. Mr PESCHAIRE Sylvain agriculteur qui exploite la parcelle cultivée à l'entrée de la Goule.

Les « sponsors »:

Spéléo Secours Français pour la mise à disposition du lot national ventilation en dépôt chez Jérôme Jouret. Le Département de l'Ardèche pour son soutien indéfectible au Comité Départemental de Spéléologie. Les participants présents pour leur disponibilité et leur mise à disposition de matériel et de compétence.

Les relecteurs:

Patrick LE ROUX - www.foussoubie.fr

1- Introduction

Un bon nombre de cavités du département de l'Ardèche, comme dans bien d'autres départements, sont soumises à de faibles renouvèlements d'air. Ce qui entraine une forte augmentation des concentrations en CO_2 dans ces cavités suivant les périodes de l'année (régime aérologique). De plus, nous observons depuis quelques temps une augmentation des périodes où la pratique de la spéléologie dans ces cavités peut devenir problématique.

La ventilation artificielle est une des solutions développées, notamment dans le Tarn et Garonne.

Michel SOULIER, « La ventilation artificielle des cavités », *Spelunca*, n° 120, 2010, p. 37-40 https://spelunca.ffspeleo.fr/201012 Spelunca 120.pdf

Depuis quelques années, le SPELEO SECOURS FRANÇAIS, conscient des difficultés d'intervention dans ces conditions particulière, cherche à développer des techniques spécifiques afin de permettre une éventuelle intervention de spéléologue, dans de meilleures conditions atmosphériques. Le SPELEO SECOURS ARDECHE, s'est essayé à ces techniques sur différentes cavités aux caractéristiques différentes.

2018 – 7 au 9 décembre : Aven de Vigne Close (Saint Remèze) / aven en cul de bouteille.

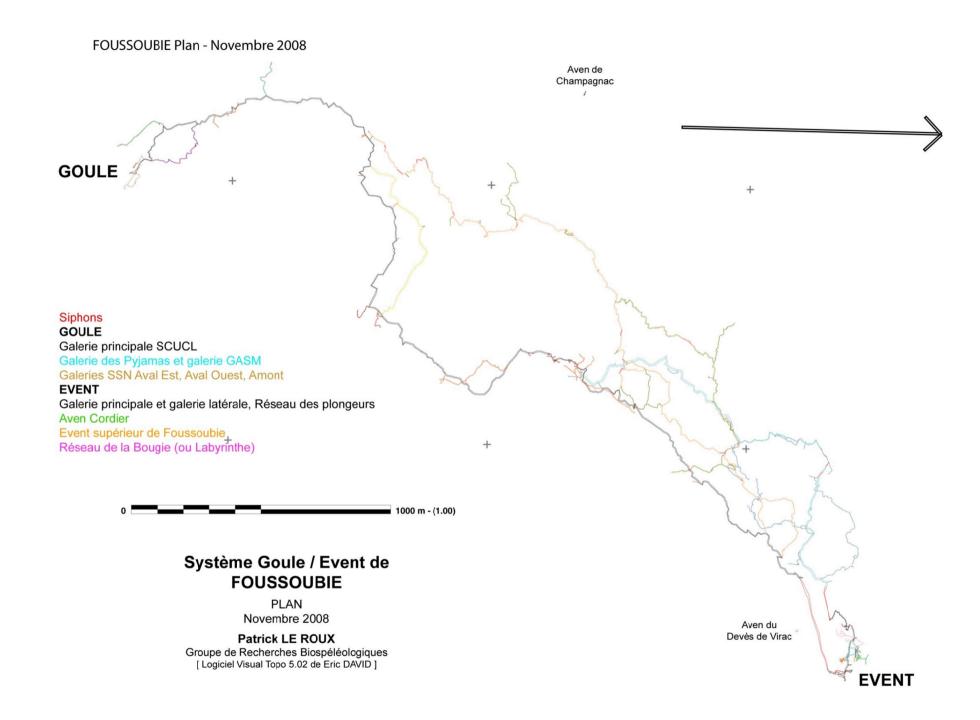
2020 – 16 au 17 janvier : Aven Jessie (Saint André de Cruzière) / suite inconnue.

2022 – 2 au 3 février : Goule de Foussoubie (Vagnas) / suite inconnue.

Depuis 2022, Le SPELEO SECOURS ARDECHE est dépositaire d'un lot de ventilation du SSF National.



Photo Stéphane JAILLET



2- Description du réseau de Foussoubie

La goule de Foussoubie est l'entrée principale d'un réseau karstique situé sur les communes de Vagnas, Labastide-de-Virac et Salavas, en Ardèche. Le réseau développe plus de 23 km de galeries pour une dénivellation de 138 m.

Le cheminement principal s'effectue depuis la Goule (perte du ruisseau de la Planche aux contacts des calcaires) à l'Évent de Foussoubie (en rive droite de l'Ardèche, en amont du célèbre Pont d'Arc). D'une distance d'environ 4,8 km, ce parcours emprunte la galerie SCUCL jusqu'au \$4 (340 m / -20 m) qui jonctionne avec l'Évent de Foussoubie (\$A). La galerie SCIS (ou galerie du Laminoir) dédouble la galerie principale entre le Carrefour du 14 juin (à 1446 m de l'entrée) et le Carrefour Aval (à 2211 m de l'entrée).

Au niveau du Camp de Base (à 3290 m de l'entrée), la galerie principale SCUCL s'enfonce vers le \$4. Au N-O, un réseau inférieur (SSN Amont, SSN Aval Est et SSN Aval Ouest) entrecoupé de nombreux siphons se développe depuis environ dessous le Carrefour du 14 juin jusqu'au \$4.

La suite perchée de la galerie principale SCUCL se trouve au niveau du Camp de Base par la galerie des Pyjamas. Cette galerie a plusieurs cheminées plus ou moins sous le vallon encaissé de la Combe de Virac et le puits de l'Hexagonaria (22 m) qui rejoint le réseau inférieur (SSN). Au bout de 979 m la galerie des Pyjamas bute sur plusieurs siphons. L'un d'eux (\$7) permet de poursuivre par la galerie GASM, plus grosse section du réseau, avec des galeries annexes (A,M...), et se raccorde à l'Évent de Foussoubie par le \$C6 (120 m / -12 m) du Réseau des Plongeurs.

A l'Évent, trois entrées en falaise (Évent Supérieur, Aven Cordier, Sortie Diaclase) permettent des traversées. L'eau en provenance de la Goule se déverse du \$A dans un petit lac pour rejoindre une source en contre bas au niveau de l'Ardèche et en petite crue vers la sortie inférieure de l'Évent. Ce n'est que lors des fortes crues, que l'Évent fonctionne en trop-plein.

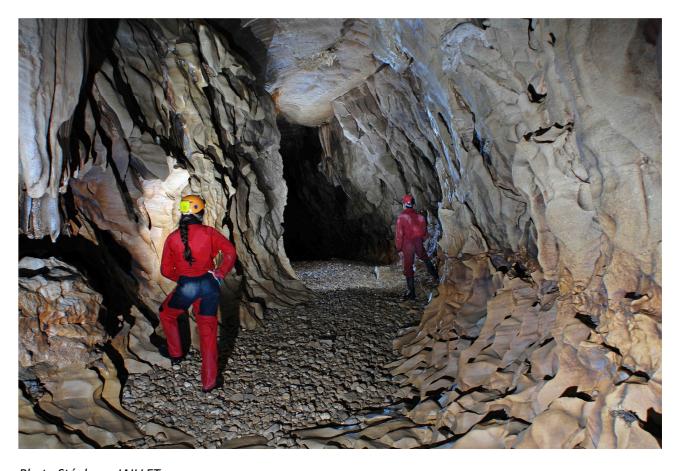


Photo Stéphane JAILLET



Photo Stéphane JAILLET



Photo Stéphane JAILLET

3- Historique des explorations

En 1892, Gabriel GAUPILLAT et Louis ARMAND, collaborateurs de MARTEL sont arrêtés par le gaz carbonique au sommet du P12 de la goule.

En 1934, Robert DE JOLY atteint le 1^{er} chenal de la goule.

En 1959, Jacques NOËL franchit le \$0. Avec le Spéléo Club de l'Université Catholique de Louvain et le Spéléo Club de Lutèce, ils explorent jusqu'aux siphons 1, 2, 3 et 4 de la goule.

En 1961, découverte de la galerie des Pyjamas de la goule (Dév. Goule 11 km).

En 1962, les plongeurs de la Société Spéléologique de Namur explorent le réseau inférieur SSN de la goule (Dév. Goule 13 km). En fin de camp, Jacques NOËL chute près du Camp de Base et est remonté dans le coma.

En 1963, cinq spéléos du Groupe Vulcains sont pris par une crue violente au week-end de la Pentecôte. Deux d'entre eux sont emportés par les flots. Cet accident est l'objet d'un déploiement sans précédent de moyens de secours au moment même de la naissance officielle de la Fédération Française de Spéléologie. Malgré les eaux encore hautes, Lucienne GOLENVAUX franchit de nouveaux siphons dans la galerie SSN de la goule (Dév. Goule 15 km).

En juillet 1965, Bertrand LEGER, Jérôme DUBOIS et Alain FIGUIER plongent les galeries des siphons 14, 13, 12, 6 et 20, puis début août, Alain FIGUIER, Jérôme DUBOIS et Alberto NADALINI (ancien président du SCUCL, plongeur) prolongent encore la SSN Amont de la goule en amont du \$25 (Dév. Goule 16 km).

En 1967, les plongeurs de la S.S.N., Jean-Marie LEFEBVRE, Bob DESTREILLE et Lucienne GOLENVAUX, relient enfin goule et évent (Dév. Goule-Évent 17,8 km).

En 1972, le Centre de Spéléologie des Gorges de l'Ardèche raccorde l'aven Cordier (Dév. 18 km).

En 1973, les cordelles en place attestent de découvertes dans la SSN Aval Ouest (Dév. 18,75 km).

En 1975, Jean-Pierre COMBREDET et Alain SCHLEICH prolongent la suite de la galerie des Pyjamas (Dév. 19,1 km).

En 1978, Lucienne GOLENVAUX, Jean-Marc MATTLET, Marius ZMUDA et Patrick LE ROUX effectuent la jonction des parties amont et aval de la galerie SSN Aval Ouest (Dév. 20,45 km).

En 1979, Sylvain LEVRAY et Patrick LE ROUX poursuivent la suite des Pyjamas et explorent la galerie GASM, plus grosse section du réseau, et remontent aussi dans la SSN Amont (Dév. 22,1 km).

En 1981, Marius ZMUDA, Sylvain LEVRAY et Patrick LE ROUX explorent les galeries annexes de la galerie GASM et la raccordent au Réseau des Plongeurs (Dév. 23,266 km).

Extrait de foussoubie.fr

4- Problématique du CO₂

Comme beaucoup de cavités ardéchoises, la Goule de Foussoubie contient du CO₂. L'Évent fortement ventilé par l'effet "tube à vent" n'est pas concerné par cette problématique. L'origine du CO₂ est végétale, soit issue de la décomposition de la matière organique qui pénètre par le ruisseau de la Planche et la Goule, ou bien (voir les deux) de l'activité biologique des sols.

Fin du XIX $^{\rm e}$ siècle (GAUPILLAT et ARMAND), présence abondante de CO $_2$. De 1934 (DE JOLY), 1958-1967 (NOËL, GOLENVAUX, etc.) à 1972-1985 (LE ROUX, SLAMA, MORAND, etc.), pas de CO $_2$ gênant pour progresser en toutes zones et avec des charges importantes, comme par exemple 20 kg jusqu'au siphon 4.

A partir des années 90 et jusqu'à maintenant, CO₂ abondant, les organismes souffrent mais le taux permet une présence ralentie avec des efforts physiques limités.

Dans Foussoubie, le taux de CO₂ a considérément augmenté à la fin du XXe siècle, semble-t-il pour retrouver le niveau de la fin du XIXe. Au milieu du XXe, le taux de CO₂ était bas.

Les taux de CO_2 sont compris entre 4,6 et 0 %. Les taux maximum sont souvent rencontrés au fond du réseau (partie qui se déconfine le moins souvent), mais il n'est pas impossible de rencontrer des taux importants dès la zone d'entrée (28/10/2021).

L'ensemble des galeries connues dans la Goule se terminant sur des siphons, les galeries ne sont pas beaucoup ventilées, et il faut une période bien froide pour que l'ensemble du réseau se déconfine. Sinon, le CO_2 a plutôt tendance à refouler vers la Goule suivant la température extérieure (avec des concentrations qui peuvent varier dans la journée – 01/12/2020).

Nous n'avons pas identifié les raisons du déconfinement du réseau :

- 1- Un écart de température suffisant entre l'extérieur et la cavité qui permettrait à l'air froid de rentrer par la Goule et de diluer et pousser le CO₂ dans les parties profondes.
- 2- Une période de basse eau, qui permet de désamorcer un conduit habituellement noyé et de créer ainsi une ventilation naturelle, même si les explorateurs des années 70, n'ont jamais observé d'important courant d'air au cours de leurs nombreuses explorations depuis la Goule.

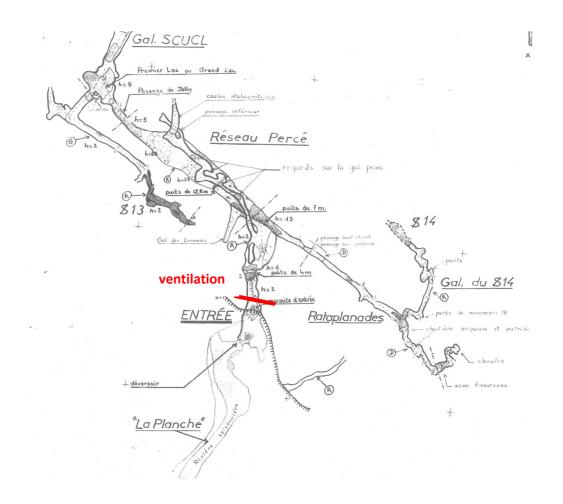
Légende du tableau ci-après :

Couleurs	Portion galerie
	Zone d'entrée des puits (entrée – \$0)
	Galerie SCUCL (\$0 – Camp de Base)
	Zone profonde (Au-delà du Camp de Base)

5- Quelques concentrations de CO2 observées

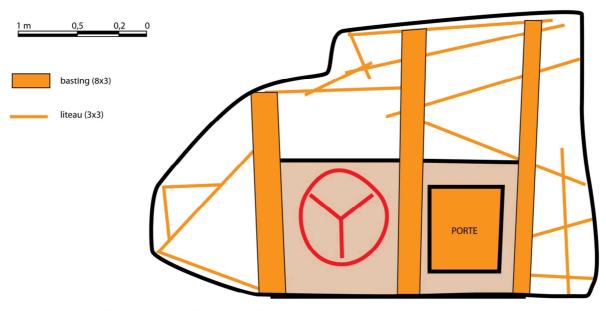
Mesuré avec un détecteur multigaz iBrid MX6 (étalonné tous les ans).

Mesuré avec un détecteur multigaz iBrid MX6 (étalonné tous les ans).				
Dates	Lieux	CO ₂ (%)		
	Sommet P12	0.56		
	Passage de Joly	0.76		
12/07/2011	Départ Chenal 1	1.07		
,	Perte du Dernier Lac	2.11		
	Carrefour Aval	2.61		
	Camp de Base	3.2		
	Sommet P12	1.94		
	Passage de Joly	2.13		
	Départ Chenal 1	2.28		
14/07/2011	Perte du Dernier Lac	2.28		
	Carrefour Aval	2.46		
	Camp de Base	3.2		
	Siphon 4	4		
	Départ Chenal 1	2.2		
16/07/2013	Camp de Base	3.47		
	Siphon 4	4.1		
	Sommet P12	2.61		
14/07/2016	Passage de Joly	2.98		
14/0//2016	Départ Chenal 1	3.3		
	Perte du Dernier Lac	3.3		
24 /40 /2046	Entrée	0.3 – 2.25 (par cycle de 2 minutes environ)		
31/10/2016	Sommet P12	3.35		
	Sommet P12	1.8		
26/08/2017	Passage de Joly	2.3		
	Départ Chenal 1	2.55		
23/12/2018	Départ Chenal 1	0.2		
	Départ Chenal 1	0.2		
01/12/2020	Camp de Base	4.6		
	Départ Chenal 1	1.8 (au retour)		
28/10/2021	Sommet P12	3.03		
	Passage de Joly	4.3		
	Sommet P12	1.34		
08/11/2021	Passage de Joly	1.73		
, ,	Départ Chenal 1	1.79		
	Sommet P12	0.57		
	Passage de Joly	1.52		
	Départ Chenal 1	2.8		
16/11/2021	Perte du Dernier Lac	3.04		
	Carrefour Aval	3.45		
	Camp de Base	4.23		
	Départ Chenal 1	0.07		
29/01/2022	Camp de Base	1.05		
	Sommet P12	0.05		
15/05/2023	Passage de Joly	0.3		
13/03/2023	Départ Chenal 1	1.05		
	Sommet P12	2.8		
24/06/2022				
24/06/2023	Passage de Joly	3.47		
	Départ Chenal 1	3.6		



CROQUIS INSTALLATION VENTILATION GOULE DE FOUSSOUBIE (Vagnas) 04/02/2022 et 08/07/2023

VUE ARRIERE



Un polyane est déplyé à l'arrière (pour réduire le gonflement) et agrafé sur les liteaux afin de mettre la cavité sous pression. Prévoir du débord afin de combler les intersistets entre les liteaux et le contour de la galerie.

6- Matériel et technique utilisées

Après un premier essai de ventilation en février 2022, nous renouvelons l'essai, fort de notre expérience, mais cette fois avec la présence de CO₂! Nous avions déjà remarqué la présence d'un important courant d'air au niveau du \$0 (départ Chenal 1).

Ventilation hivernale de la goule de Foussoubie du 2 au 6 février 2022

Localisation de l'installation : au seuil de la première marmite à l'entrée de la Goule (voir croquis).

La présence d'eau dans la première marmite à l'entrée de la cavité rend délicate la mise en place de l'installation :

- Si l'eau ne coule pas, on peut vider la première vasque par gravité vers l'aval jusqu'au P7.
- Si l'eau coule (avec un débit inférieur à 10 l/s), on peut la dévier dans une janolène, depuis le barrage à l'entrée jusqu'au P7.

Matériel utilisé:

SOURCE D'ÉNERGIE:

- 2 groupes électrogènes (230 V monophasé / 2,5 KW)
- Essence SP 95 (12 I).

VENTILATION:

- 2 ventilateurs (21 000 m³/h à 0 Pa / MULTIFAN V6E92A0M10100)
- 1 ossature bois pour montage ventilateur (compris bastaings, liteaux et porte)
- 1 plan de montage ossature (réalisé lors de l'exercice de février 2022)
- 1 bâche polyane (pour réaliser l'étanchéité à l'air autour du ventilateur)
- 1 caisse : petites fournitures de fixations
- 1 lot de petit outillage comprenant : perceuse, visseuse, scie, pinces, mètre et marteau.

LIAISONS ELECTRIQUES:

- 1 coffret de commandes et protections (SSF Nat)
- 1 câble électrique (3G 4mm²) de 50 mètres pour la liaison groupe-coffret
- 1 câble électrique (3G 2,5mm²) de 50 mètres pour la liaison coffret-ventilateur
- 1 câble électrique (3G 4mm²) de 100 mètres pour éloigner le groupe si nécessaire
- 1 caisse à outils pour dépannages.

Déroulement :

Vendredi 7 juillet		
9h	Chargement du matériel de ventilation à Villeneuve de Berg	M. Fauque R. Brun
10h30	Arrivée à la Goule de Foussoubie, au bout du champ fauché la veille. Déchargement du matériel et équipement de l'accès.	M. Fauque R. Brun
12h	Acheminement du matériel ventilation près de l'entrée de la cavité. Stéphane installe poulies et freins de charge pour le franchissement des deux ressauts depuis la surface. Le matériel est descendu "avec intelligence" et déposé en lieu et place de l'installation.	S.Tocino R. Brun M. Fauque
14h	 Montage du ventilateur dans l'ordre suivant : Présentation des bastaings destinés à recevoir la porte et le ventilateur. Fixation du ventilateur et de la porte sur les bastaings. Alignement, mise à l'aplomb, et fixation des bastaings aux parois de la cavité. Fixation des liteaux pour le maintien de la bâche. Fixation de la bâche d'étanchéité à l'air sur les boiseries à l'aide d'une agrafeuse Colmatage d'une petite galerie, rive droite au niveau de l'installation, avec de la bâche. 	J. Arnaud R. Brun M. Fauque
16h15	Essais concluant du ventilateur. La nuisance sonore constatée au niveau des premières caravanes du camping voisin est très faible.	J. Arnaud R. Brun M. Fauque
18h	Retour aux domiciles.	·
Samedi 8 juillet		
7h	Mise en service de la ventilation. Groupe placé près du coffret au fond du champ.	M. Fauque R. Brun
9h45	Plein du réservoir du groupe.	
12h45	Changement de groupe électrogène et plein du réservoir.	
13h45	Le vent du Sud tourne à l'Ouest : les gaz d'échappement se dirigent vers la cavité au risque d'être absorbés par la ventilation. Le groupe est déplacé de 50 mètres dans le champ à l'opposé de la cavité. Plein du réservoir.	
16h	Changement de groupe et plein du réservoir.	
18h30	Arrêt de la ventilation, Inversion notable du courant d'air dû au rétablissement de la pression dans la galerie.	
20h	Avec l'aide de l'équipe qui sort de la cavité, le matériel est remonté, "non moins intelligemment", en surface jusqu'au fourgon pour chargement.	
21h	Fin de l'opération.	
Dimanche 9 juillet		
9h	Réintégration du matériel à Villeneuve de Berg.	M. Fauque R. Brun A. Collin

7- Résultats

DATE HEURE	LIEUX	CO ₂	O ₂	OBSERVATIONS
DATE HEUKE	LIEUX	%	%	OBSERVATIONS
24/06/2023 12h30	Sommet P12	3,5	17,7	
24/06/2023 10h40	Passage De Joly	3,5	17,7	
24/06/2023 10h40	Départ Chenal 1	3,8	17,7	
07/07/2023 12h00	Installation			ventilation
07/07/2023 16h00	Sommet P12	2	19	
08/07/2023 07h15	Début ventilation			
08/07/2023 10h30	Sommet P12	0	21	
08/07/2023 10h45	Départ Chenal 1	0	21	toute la zone des puits est déconfinée
08/07/2023 11h15	Perte Dernier Lac	0	21	+ zone des chenaux déconfinée
08/07/2023 11h45	Carrefour 14 juin	0,1	20,9	une partie du courant d'air part dans le laminoir SCIS
08/07/2023 12h00	Jonction intermédiaire	2	19	
08/07/2023 12h15	Carrefour Aval	3,5	17,5	le plus gros du CO ₂ provient du laminoir
08/07/2023 12h45	Camp de Base	3,7	17,6	on fait demi-tour!
08/07/2023 13h15	Galerie SCUCL (fossile)	3,2	18	courant d'air mesuré à la fumée de cigarette (3 m³/s)
08/07/2023 14h15	Galerie SCUCL (fossile)	2,2		la galerie SCUCL est en train de se déconfiner
08/07/2023 14h45	Camp de Base	3,7	17,6	le courant d'air rentre dans les Pyjamas
08/07/2023 15h30	Chatière Pyjamas	3,9	17,5	un courant d'air net s'engouffre dans la chatière
08/07/2023 16h30	Camp de Base	2	19	la galerie des Pyjamas est en train de se déconfiner
08/07/2023 16h30	Aval Galerie SCUCL	3,5	17,5	l'aval de la galerie SCUCL est toujours confiné
08/07/2023 16h45	Galerie SCUCL (fossile)	0	21	la galerie SCUCL est déconfinée
08/07/2023 17h00	Carrefour Aval	0	21	le laminoir SCIS est aussi déconfiné
08/07/2023 18h30	Arrêt ventilation			on observe une inversion temporaire du courant d'air
08/07/2023 20h30	Démontage			ventilation et déséquipement cavité terminé

Estimation grossière des volumes (Patrick LE ROUX)

Portions	Longueur (m)	Section (m ²)	Volume (m³)
Entrée – Chenal 1 (sans Ratapanades)	210	(4x6)	5 040
Chenal 1 – Embranchement \$20	225	(3x5)	3 375
Embranchement \$20 – Carrefour 14 juin	1 011	(4x3)	12 132
Carrefour 14 juin - Carrefour Aval	1 590	(4x3)	19 080
(avec le laminoir SCIS)			
Carrefour Aval - Camp de Base	1 079	(5x4)	21 580
Camp de Base – Chatière Pyjamas	979	(4x6)	23 496
TOTAL	5 094		84 703

Les galeries annexes ne sont pas intégrées dans les longueurs prises en compte, uniquement le développement de la galerie principale.

Temps estimé pour déconfiner (Judicaël ARNAUD)

Portions	Longueur (m)	Volume (m³)	Temps de déconfinement (h)
Entrée - Carrefour 14 juin	1 446	20 547	4
Carrefour 14 juin - Carrefour Aval	1 590	19 080	4
Carrefour Aval – Camp de Base	1 079	21 580	4
Camp de Base – Chatière Pyjamas	979	23 496	4 (estimé)

8- Conclusions

La ventilation en place a permis de mettre la cavité en surpression :

- 1- Le polyane se gonfle lorsque la ventilation est en fonctionnement, sans doute dû au rétrécissement de la section de la galerie juste en aval.
- 2- Lors de l'arrêt de la ventilation une inversion temporaire du courant d'air a été perçue jusqu'au Passage de Joly (observation du 08/07/2023 18h30).

La ventilation en place a permis de mettre en place un important courant d'air observé :

- Dans la zone d'entrée,
- Au \$0 (départ Chenal 1),
- A la perte du Dernier Lac,
- Dans la galerie SCUCL (au niveau de la galerie Fossile) estimé (à la fumée de cigarette) à 3 m³/s,
- Au départ de la galerie des Pyjamas (après le Camp de Base),
- A la chatière dans la coulée de la galerie des Pyjamas.

La ventilation en place a permis de déconfiner intégralement le réseau de la Goule de Foussoubie jusqu'au Camp de Base (4115 m / 61 207 m³) en une douzaine d'heures.

Cet essai de ventilation est un succès!

Et en plus, cet essai de ventilation ouvre des perspectives d'exploration !

La partie inférieure au camp de base (aval galerie SCUCL) semble non influencée par la ventilation en place (observation du 08/07/2023 16h30). Alors que les terminus de la galerie des Pyjamas sont connus pour être obstrués par des siphons, Stéphane JAILLET (communication orale lors d'une unique exploration de la galerie GASM) indique une meilleur aération dans les inters siphons de la galerie \$7. La présence d'un important courant d'air, lors de cet essai, au niveau de la chatière dans la coulée laisse espérer de nouvelles découvertes dans cette zone de la cavité. Une nouvelle opération avec l'aide de la ventilation devrait nous permettre d'encore mieux circonscrire les zones de recherches.