

# Le gouffre des Encanaux ou les vases communicants provençaux

par Alexandre ZAPPELLI <sup>(1, 2)</sup> et Bruno ARFIB <sup>(3, 4)</sup>

## Introduction

Le gouffre des Encanaux donne accès à une courte portion de rivière souterraine qui coule été comme hiver. De plus, une large partie du réseau spéléologique est protégée par une voûte mouillante qui force à prendre un bain rafraîchissant. Ces deux plans d'eau qui participent à la beauté et l'originalité de cette cavité sont aussi à l'origine de mises en charge légendaires. La commission scientifique du CDSC 13 a décidé d'instrumenter cette cavité par des capteurs de pression durant sept mois. Les mises en charge ont pu ainsi être capturées. Elles sont illustrées par des courbes, qui permettent également de montrer comment la voûte mouillante peut se transformer en siphon pour de longues périodes. En plus de préoccupations scientifiques, cet article répond ainsi à des questions simples et primordiales pour prévoir un risque de blocage et mieux gérer un éventuel secours.

Situé à proximité immédiate de l'agglomération marseillaise, le massif de la Sainte-Baume est une zone karstique majeure de la Basse-Provence. La chaîne principale s'étire sur presque douze kilomètres pour une altitude dépassant souvent les 1000 m. À son pied, sur le versant nord, un plateau d'une altitude moyenne de 700 m offre de beaux développements spéléologiques parmi lesquels le réseau du gouffre du Petit Saint-Cassien, ou celui de la Castelette. Sur les contreforts nord de ce plateau, se creusent une série de vallons où se nichent de nombreuses sources karstiques. On trouvera une vue d'ensemble à la fois spéléologique et scientifique du massif dans *Spelunca mémoire* n° 13 (1983).

La zone d'étude est centrée sur le vallon des Encanaux, qui donne naissance à la Vède, un des affluents de l'Huveaune, sur la commune d'Auriol à la limite entre les Bouches-du-Rhône et le Var. Cette zone présente l'intérêt d'accueillir deux réseaux spéléologiques régulièrement visités : le réseau des Brayes et le gouffre des Encanaux, en liens plus ou moins directs avec quatre sources karstiques (figure 1). Ces karsts présentent la caractéristique de s'envoyer pour partie à certaines périodes de l'année. L'objet de cette étude est le

gouffre des Encanaux donnant accès à une petite rivière souterraine aux mises en charge « légendaires ». En effet, divers témoignages de spéléologues rapportent des crues impressionnantes avec des remontées d'eau qui occuperaient une partie du grand puits d'entrée... D'autre part, conscient d'un éventuel danger de blocage de spéléologues dans ce réseau pouvant potentiellement se noyer, le SSF 13 a entrepris en mai 2013 un exercice de secours dans la cavité. L'objectif était d'aller chercher une victime derrière une voûte siphonnante avec la mise en place d'un pompage. Malgré la taille modeste du siphon, la vitesse de rabattement du siphon restait très lente. Le pompage fut abandonné après dix heures d'efforts, bloqué par la difficulté d'évacuer ou de stocker l'eau pompée. Pourtant, à l'étiage, le niveau du siphon baisse naturellement et laisse place à une voûte mouillante qui livre ainsi accès à une large part du réseau spéléologique.

Plusieurs questions se posent donc dans une double perspective. D'une part, sur le fonctionnement hydrologique de la cavité : cette voûte siphonnante serait-elle alimentée ? Si oui, serait-elle en relation avec la rivière ? Qu'en est-il des mises en charge légendaires ? D'autre part, en

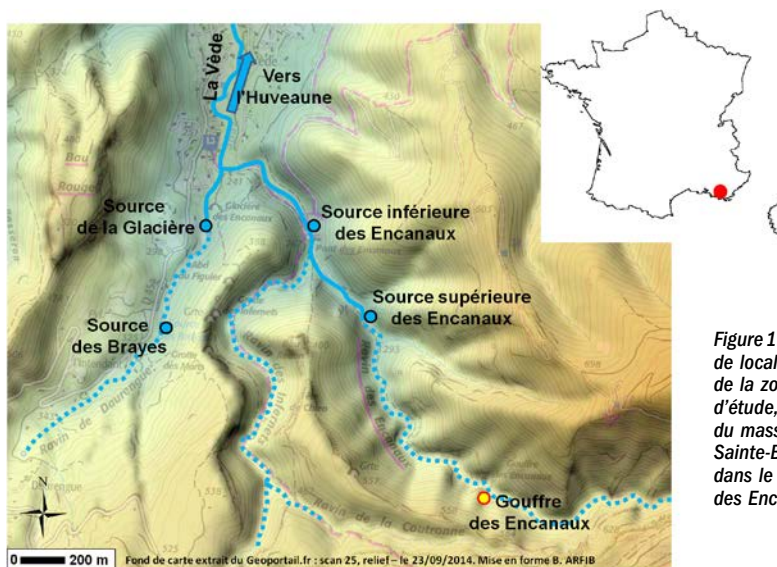


Figure 1 : Cartes de localisation de la zone d'étude, au nord du massif de la Sainte-Baume, dans le vallon des Encanaux.

1. Commission scientifique du CDSC 13 : 415, avenue des Templiers, 13400 Aubagne.
2. MJC Aubagne (Bouches-du-Rhône).
3. Université Aix-Marseille, CEREGE : 3, place Victor Hugo, 13331 Marseille.
4. Spéléo-club du Beausset, Lei Garri Gréu (Var).

termes de prévention et de secours : quel est le délai raisonnable avant de visiter la cavité après une pluie significative ? Si une équipe de spéléologues franchit la voûte en période d'étiage, en cas de pluie, comment réagissent les niveaux d'eau

aux points clés de la cavité ? En cas de blocage, combien de temps les victimes devraient-elles attendre ?

Pour répondre à ces questions, les niveaux d'eau ont été suivis durant sept mois, de novembre 2013 à mai 2014,

à l'aide de sondes de mesure automatiques placées en trois points clés de la cavité : dans la rivière, dans le siphon/voûte mouillante et dans un siphon situé plus en aval, le siphon Noir.

## Contexte spéléologique

### Le gouffre des Encanaux dans son environnement naturel

Le nord du massif de la Sainte-Baume est entaillé par plusieurs vallons qui rejoignent la vallée de l'Huveaune. Le gouffre des Encanaux s'ouvre à environ dix mètres au-dessus du vallon des Encanaux, en rive gauche (position erronée sur la carte IGN, figure 1), à 420 m d'altitude. Au droit du gouffre, le vallon des Encanaux est généralement à sec, sauf lors des pluies orageuses caractéristiques de cette région méditerranéenne. En aval, le vallon sec des Infernets rejoint les Encanaux en rive gauche (figure 1). À 290 m et 250 m d'altitude, émergent respectivement les sources supérieure et inférieure des Encanaux, qui forment le ruisseau des Encanaux. Dans l'axe du vallon de Daurengue, la source de la Glacière, en contrebas d'une ancienne glacière, donne naissance à la Vède alimentée en rive droite par le ruisseau des Encanaux (figure 1). Les trois sources présentent des valeurs de température contrastées (tableau 1) mettant ainsi en évidence des écoulements plus ou moins profonds. La conductivité électrique autour de 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  est caractéristique d'un écoulement dans des calcaires ou des dolomies. L'évolution de la conductivité électrique est également un bon traceur naturel de l'origine des eaux, mais nécessite des mesures à différentes dates pour être pleinement exploitée. Des données complémentaires seront présentées dans ARFIB et ZAPPELLI en préparation pour *Karstologia*.

Le gouffre se développe dans les calcaires et calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur. Dans son travail



Photographie 1: L'entrée du gouffre des Encanaux. Cliché B. Arfib, le 14 septembre 2014.

de thèse, Coulier (1985) avait étudié les fractures visibles aussi bien en surface que sous terre. En résumé, dans notre secteur d'étude, deux familles de failles de direction NE/SO et NO/SE sont bien représentées et organisent partiellement la karstification. La source supérieure des Encanaux (figure 1) est directement reliée à la rivière souterraine du gouffre éponyme. Cette correspondance a été prouvée par une coloration (Coulier, 1985) qui montre un transit rapide avec un fort taux de restitution du colorant typique d'un transfert par un système de drains. Ceci est corroboré par les mesures de température et de conductivité électrique (tableau 1). La source inférieure des Encanaux, où

une faible concentration de colorant a été détectée, est liée à une masse d'eau souterraine plus inertielle, légèrement plus chaude.

### Présentation du gouffre des Encanaux

La cavité s'ouvre à environ dix mètres au-dessus du vallon des Encanaux, en rive gauche. On y accède après quarante-cinq minutes de marche depuis le parking. La topographie originale est présentée sur la figure 2. L'entrée de belle dimension, (photographie 1) donne sur un puits direct de 67 m, ouvert à la faveur d'une grande fracture orientée NE/SO (photographies 1 et 2).

Au pied du puits, le plus évident est de suivre une galerie confortable qui file vers le nord. Après quelques mètres, un ressaut et un plan incliné incitent la pose d'une corde. Un passage bas qui oblige à poser les genoux à terre fait suite. Après cinq minutes, on débouche dans une galerie plus confortable. Les dépôts d'argile sont très présents, sur les parois et en plafond. En paroi, beaucoup ont un aspect

		Rivière souterraine des Encanaux	Source supérieure des Encanaux	Source inférieure des Encanaux	Source de la Glacière
14 septembre 2014	CE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	532	533	537	509
	T ( $^{\circ}\text{C}$ )	13,1	13,3	14,5	18,5

Tableau 1: Conductivité électrique (CE, normalisée à 25  $^{\circ}\text{C}$ ) et température de l'eau des trois sources autour du gouffre des Encanaux, et de la rivière souterraine des Encanaux.





**Photographie 2:** Le puits d'entrée du gouffre des Encanaux, éclairé à son sommet par l'ouverture naturelle près de 70 m plus haut. Cliché B. Arfib, le 29 mai 2014).



**Photographie 3:** Relève d'un capteur à la voûte mouillante. Cliché B. Arfib, le 29 mai 2014.

évidentes de mises en charge. Les dépôts argileux et de sable sont très fréquents, des galets ronds (pouvant aller jusqu'à dix centimètres de diamètre) et polis se retrouvent à plusieurs endroits. Les coupes de corrosion sont fréquentes. Elles sont marquées dans la roche ou même sur les dépôts argileux en plafond. Des lames d'érosion sont présentes à plusieurs endroits de la cavité. Enfin un dépôt noir est omniprésent sur les parois rocheuses typiques des zones de battement de nappe.

De retour au sommet du ressaut, nous apercevons un départ de galerie en hauteur sur la droite. Cette galerie fossile se développe sur 300 m environ, elle s'arrête sur une diaclase étroite remplie d'eau.

Pour visiter l'autre partie de la cavité, il faut revenir à la base du puits d'entrée.

peigné avec des faciès de ressuyage. Un ressaut de deux mètres oblige à la pose d'une corde. Après avoir déescaladé un nouveau ressaut, on arrive dans une salle circulaire. Elle est en partie occupée par un épais remplissage mixte (argile, sable, galets...). La galerie se poursuit en pente descendante sur un éboulis de galets qui s'arrête sur un plan d'eau. Simple voûte mouillante en été, il siphonne la plupart de l'année. Comme nous le montrerons plus loin, c'est un point clé de la cavité où nous avons installé un capteur (photographie 3). Le passage de la voûte contraint à un bain quasi intégral, il se poursuit par une vaste laisse d'eau et un éboulis de galets remontant. À son sommet, une salle est marquée au sol par un remblai, elle se poursuit par une galerie basse axée sur une fracture. La galerie se fait plus haute, un ressaut donne dans une vaste salle occupée en son point bas par une vasque et, dans un coin, se trouve une forêt de petits sapins d'argile. Très vite arrive un imposant ressaut qui constitue le seuil de débordement aval. La descente de celui-ci est assez aisée (corde d'aide en place) et mène au siphon Noir (photographie 4).

Ce siphon (400 m, -40 m) a été plongé à plusieurs reprises, une galerie exondée et un nouveau siphon font suite (Info plongée n° 56, 1991). Dans toute la partie décrite ci-dessus, nous observons des traces



**Photographie 4:** Le siphon Noir (cliché B. Arfib, le 29 mai 2014).





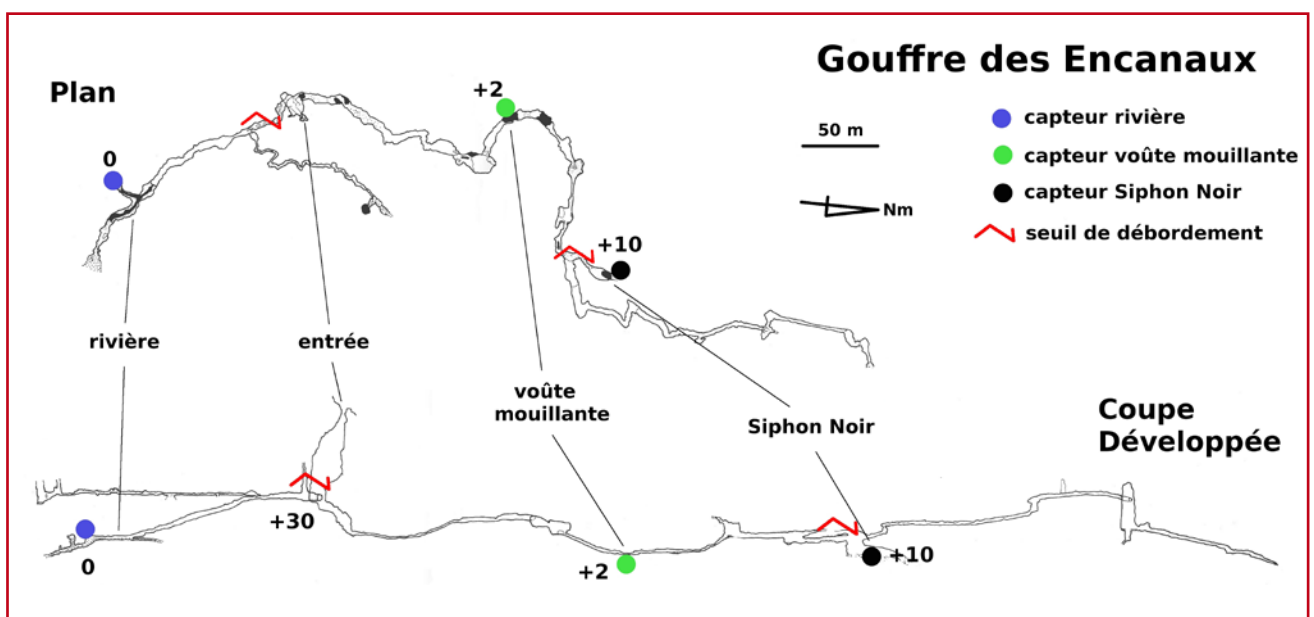
De là, en se tournant vers le sud, une belle galerie (3 x 3 m) se dessine en hauteur. Elle se gagne après une escalade facile de quelques mètres. On progresse alors dans une galerie horizontale (3 x 3 m) nettement marquée par des lames d'érosion (photographie 5). Ce passage constitue le seuil de débordement de la rivière en direction du puits d'entrée. La galerie s'agrandit et se poursuit en pente descendante. On suit une petite tranchée lessivée dans un important dépôt argileux. Plus loin, ce sont des dépôts de sable qui occupent la galerie. Après quelques minutes de progression, deux petits ressauts conduisent à une galerie occupée par la rivière. Elle se développe sur quelques dizaines de mètres et bute en aval et en amont sur des siphons. Nous avons installé le capteur au siphon aval (photographie 6). La rivière coule toute l'année, son débit d'étiage est estimé à environ cinq à dix litres/seconde. Dans cette partie de la cavité nous retrouvons aussi des traces manifestes de mises en charge (dépôts d'argiles peignées, dépôts de sable, lames d'érosion, coupoles de corrosion, dépôts noirs). La cavité a été équipée en broche jusqu'au siphon Noir à l'initiative du CDSC 13 en 2002.



Photographie 5: La galerie d'accès à la rivière à partir du puits d'entrée forme un seuil de débordement. Cliché B. Arfib, le 29 mai 2014.

Photographie 6: Le siphon aval de la rivière dans lequel est installée la sonde de pression de la rivière. Cliché B. Arfib, à l'étiage le 14 septembre 2014.

Figure 2: Topographie du gouffre des Encanaux, annotée avec la position des seuils de débordement, et des sondes de mesure de pression et température de l'eau installées de novembre 2013 à mai 2014. Document d'origine: topographie CAF (1987).



# Résultats et interprétations: les mises en charge et leurs conséquences

Afin de confirmer les observations souterraines et d'avoir une information quantitative des mises en charge dans le gouffre des Encanaux, le CDSC 13, à l'initiative de sa commission scientifique, a décidé d'équiper la cavité avec des capteurs (Reefnet) mesurant la pression (c'est-à-dire les variations de hauteur d'eau, corrigées par les variations de pression atmosphérique mesurées par une sonde autonome) et la température. Pour ce faire, trois capteurs ont été placés fin septembre 2013 en période d'étiage aux différents plans d'eau de la cavité: la rivière, la voûte mouillante et le siphon Noir (voir figure 2). Les capteurs ont été récupérés fin mai 2014 et ont donc enregistré tous les événements de crue entre l'automne 2013 et le printemps 2014. Le pas de temps d'enregistrement a été fixé à cinq minutes. Ces données souterraines sont mises en relation avec la pluie sur la même période. La pluie est mesurée sur une station Météo-France située au Plan d'Aups, à 605 m d'altitude et à 4,2 km

de distance du gouffre. Ces données pluviométriques sont représentatives des conditions météorologiques du bassin d'alimentation des sources du vallon des Encanaux et de la rivière souterraine des Encanaux. La pluie est disponible au pas de temps horaire et journalier.

Une étude topographique complémentaire a été menée dans le but de déterminer avec précision la position relative des sondes et des seuils d'écoulement dans la cavité. La sonde placée à l'étiage au niveau de la rivière sera notre référence d'altitude.

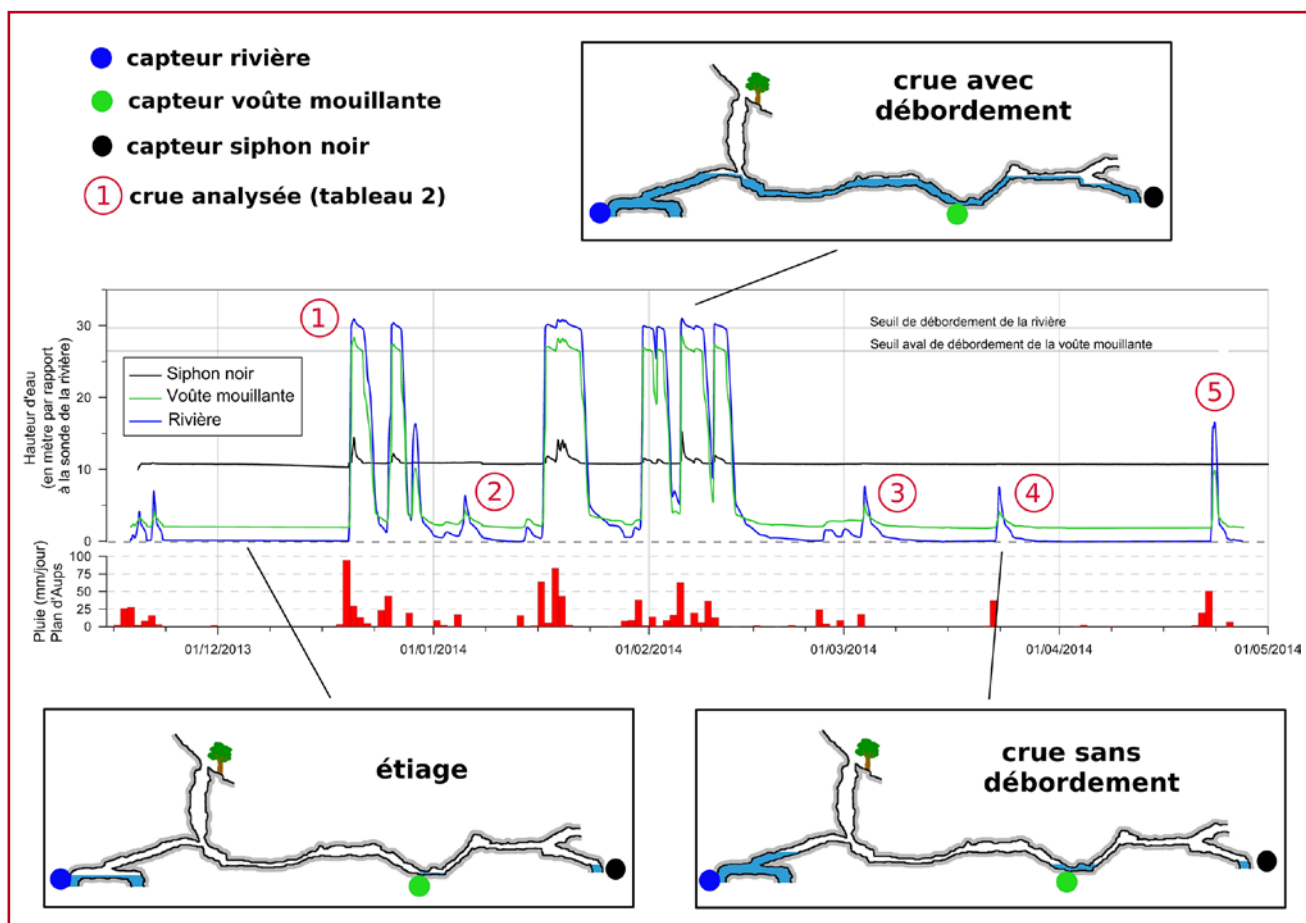
## Les vases communicants provençaux? Quelques valeurs clés de niveaux

L'exploration de la cavité, couplée avec la topographie, met en évidence trois plans d'eau à des altitudes différentes, du sud vers le nord à l'étiage: (1) la rivière se limite à quelques dizaines de mètres d'écoulement à surface libre terminant sur

des siphons, (2) la voûte mouillante est située environ deux mètres au-dessus du niveau de la rivière, et (3) le siphon Noir est situé environ dix mètres au-dessus de la rivière. Entre ces plans d'eau, aux niveaux variables en périodes pluvieuses, des points hauts topographiques constituent des seuils en cas d'écoulement dans la galerie karstique. Entre la rivière et la voûte mouillante, se trouve le seuil de débordement supérieur de la rivière, à trente mètres au-dessus de la rivière. Vers le nord, entre la voûte mouillante et le siphon Noir, se trouve le seuil aval vingt-six mètres au-dessus de la rivière. Ces points clés de la cavité sont repérés sur la topographie (figure 2).

## Fonctionnement hydrologique général de la cavité: crue avec ou sans débordement de la rivière?

La figure 3 présente les données enregistrées sur toute la période d'étude.





Il apparaît clairement que les niveaux d'eau au niveau de la rivière et de la voûte mouillante sont très variables au cours du temps. Au cours des sept mois de suivi, l'eau est montée six fois au-dessus de trente mètres dans la rivière, après des pluies cumulées de 50 à 100 mm sur un à trois jours. Le siphon Noir est aussi variable mais les amplitudes de variation du niveau d'eau sont beaucoup plus faibles (environ cinq mètres maximum). Le fonctionnement hydrologique est typiquement karstique, avec des mises en charge rapides lors des pluies. Après un épisode pluvieux, deux cas se distinguent; ces deux cas sont illustrés (figure 3) par des schémas conceptuels qui permettent d'imaginer l'ampleur des zones qui se trouvent ainsi noyées dans la cavité.

1) Lorsque le niveau d'eau de la rivière dépasse trente mètres, la mise en charge est suffisante pour engendrer un écoulement de la rivière par le seuil supérieur, en direction de la voûte mouillante. La voûte mouillante est alors « suralimentée » par l'eau provenant de la galerie de jonction entre la rivière et le grand puits. Cette eau peut ensuite poursuivre son chemin jusqu'au siphon Noir quand le niveau d'eau de la voûte mouillante (qui devient alors un siphon) dépasse le seuil aval.

2) Lorsque le niveau d'eau augmente à la rivière, mais ne dépasse pas la hauteur du seuil supérieur, la hauteur d'eau à la voûte mouillante varie, sans débordement de la rivière.

## La voûte mouillante est-elle alimentée? Peut-on la pomper?

Les niveaux d'eau à la voûte mouillante varient en crue, que la rivière déborde ou non par le seuil supérieur. La voûte mouillante se trouve en connexion hydraulique avec la nappe d'eau souterraine qui alimente la rivière à travers un réseau de fissures. Cette connexion hydraulique est étudiée en détail dans Arfib et Zappelli (en préparation pour *Karstologia*). Un pompage de la voûte mouillante (quand la rivière ne déborde pas par le seuil supérieur) va donc vider la réserve d'eau de la voûte à surface libre proprement dite, ainsi que l'eau souterraine contenue dans le réseau de fissures qui l'entoure. Pour espérer baisser le niveau de la voûte, il faudra alors mettre en œuvre le pompage d'un volume bien supérieur à celui de la voûte à surface libre, à un débit supérieur à celui qui réalimentera la voûte à travers le réseau de fissures. Se pose alors le problème

de l'exhaure de ce volume pompé, vers l'extérieur de la cavité (mais il faudra alors remonter l'eau sur toute la hauteur du puits d'entrée), ou vers la rivière? En effet, notre étude a permis de montrer qu'en crue la rivière est l'amont hydraulique de la voûte mouillante, ne donnant que pour unique solution l'exhaure du pompage hors de la cavité. Mais à l'étiage, la relation entre la rivière et la voûte mouillante est beaucoup moins claire et ne permet pas de conclure pour l'instant.

## Les mises en charge légendaires? Une cascade dans le grand puits?

Les données des sondes sont indiscutables: des mises en charge « légendaires » ont bien lieu dans le gouffre des Encanaux. La galerie de jonction entre la rivière et le grand puits d'entrée se trouve entièrement noyée plusieurs fois dans l'année (figure 3). Le niveau d'eau monte également dans toute la partie basse du puits d'entrée et jusqu'au seuil aval entre la voûte mouillante et le siphon Noir. Sur la période d'étude, la base du puits d'entrée s'est donc trouvée noyée jusqu'à une hauteur proche de celle de la galerie de jonction vers la rivière, formant ainsi un vaste plan d'eau. Une cascade se forme également lorsque la rivière déborde au-dessus du seuil.

## Statistiques de mises en charge au point clé de la voûte mouillante: risque-t-on d'être bloqué lors d'une exploration?

En plus des six crues principales engendrant la mise en charge totale de la cavité, nous observons quatre autres crues plus modestes. Elles n'occasionnent pas un débordement de la rivière (ni bien sûr à l'aval). Néanmoins leur analyse est tout à fait cruciale pour le spéléologue car le niveau d'eau de la voûte mouillante est suffisamment bas avant la pluie pour qu'un spéléologue passe et s'engage dans une exploration de l'aval du réseau. Dans ce qui suit, nous allons apporter des éléments de réponse à une de nos préoccupations principales: que devient une équipe de spéléologues ayant franchi la voûte mouillante en cas de pluie?

Pour ce faire, nous avons analysé cinq crues sur la période d'étude. Quelques chiffres clés pour la compréhension de ces dynamiques de mises en charge sont présentés dans le tableau 2. Nous avons

considéré: (colonne 1) l'heure du début de la pluie, (colonne 2) le temps de réaction de la voûte mouillante, c'est-à-dire le temps pour que le niveau d'eau à la voûte commence à monter à partir du début de la pluie, (colonne 3) la pluie mesurée à la station du Plan d'Aups cumulée sur le temps de réaction de la voûte mouillante, (colonne 4) le temps pour atteindre le niveau maximum de crue à la voûte mouillante (qui est devenue un siphon), (colonne 5) le temps nécessaire à la « ré-ouverture » de la voûte.

La première crue du 19 décembre 2013 est un épisode avec débordement de la rivière. Les quatre autres épisodes font suite à des événements pluvieux de plus faible importance (figure 3, tableau 2). Le niveau maximum atteint à la voûte mouillante varie de 3 à 10 m par rapport à l'altitude de la rivière prise comme référence, soit 2 à 8 m de mise en charge par rapport au niveau initial de la voûte. Dans tous les cas analysés, la pluie suffit à déclencher la fermeture de la voûte mouillante.

Le temps de réaction de la voûte mouillante (début de la montée du niveau d'eau, colonne 2 tableau 2) après le début de la pluie est crucial car la voûte se ferme et devient infranchissable moins d'une heure après le début de l'augmentation du niveau d'eau. Ce temps est variable, de 2 h 30 pour la crue 5 à 12 h 13 pour la crue 4. Cette variabilité s'explique par l'hétérogénéité spatiale et temporelle des événements pluvieux (durée, intensité, effets de sites...) et les différents états hydrologiques du karst. Dans certains cas, comme celui de la crue 5, où le temps de réaction de la voûte est rapide, une équipe engagée dans une exploration simple de la suite du réseau aurait un fort risque de rester bloquée. Dans les autres cas de crues moins réactives, une équipe engagée dans une opération longue, comme une plongée au siphon Noir ou un secours, aurait aussi une probabilité significative de rester bloquée en cas de pluie. Dans tous les cas, il conviendrait de respecter un délai raisonnable après une pluie significative avant de pénétrer dans la cavité avec l'objectif de franchir la voûte mouillante. Le temps de réaction maximal observé est de 12 heures. Compte tenu de la variabilité du système hydrologique et pour garder une marge de sécurité, un délai de 24 h, sans nouvelles précipitations, semble suffisant. Durant les crues de l'hiver, les pluies successives maintiennent la voûte mouillante haute et le passage reste fermé plusieurs semaines, comme par exemple entre le

Date/heure du début de la pluie mesurée au Plan d'Aups	Temps de réaction de la voûte mouillante après le début de la pluie*	Pluie cumulée au Plan d'Aups jusqu'au début de la montée de la voûte (mm)	Mise en charge maximale de la voûte mouillante durant la crue: temps depuis le début de la pluie*, et valeur par rapport à la rivière	Temps de « réouverture » de la voûte mouillante après le début de la montée du niveau d'eau
<b>Crue 1</b> 19 décembre 2013 14 h 00	5 h 49	36	23 h 24 28,34 m	-
<b>Crue 2</b> 13 janvier 2014 15 h 00	10 h 19	12,3	22 h 09 3,10 m	-
<b>Crue 3</b> 25 février 2014 13 h 00	9 h 49	14,9	38 h 19 2,80 m	-
<b>Crue 4</b> 22 mars 2014 7 h 00	12 h 13	18,6	25 h 48 4,12 m	100 h
<b>Crue 5</b> 22 avril 2014 16 h 00	2 h 30	34,7 (+19,6 le 21 avril 2014 sans crue)	16 h 10 9,84 m	62 h

\*Le temps est un temps maximal, utilisant l'heure de la station météo arrondie à l'heure entière

Tableau 2: Valeurs caractéristiques des temps de réaction de la voûte mouillante lors des pluies. Pour les cinq crues présentées, le niveau d'eau de la voûte mouillante est suffisamment bas avant la pluie pour qu'un spéléologue passe et s'engage dans une exploration de l'aval du réseau. Le niveau d'eau de la voûte mouillante avant les crues est égal à 1,9 m au-dessus du niveau de la rivière (sauf le 25 février 2014, le niveau est à 2 m), laissant un passage ouvert aux spéléologues sur environ quinze centimètres de hauteur.

16 janvier 2014 et le 22 février 2014. Sur les crues de printemps, par exemple les crues 4 et 5 (tableau 2) la voûte mouillante reste fermée respectivement 100 h et 62 h.

D'éventuels spéléologues bloqués derrière la voûte mouillante pourraient trouver refuge en allant dans la galerie supérieure au-dessus du siphon Noir (en direction du siphon terminal). En attendant l'arrivée des secours, les spéléologues bloqués pourront

toujours observer les variations du niveau du siphon Noir, mais malheureusement pour eux, cela ne leur sera d'aucune aide pour prévoir à quel moment le passage de la voûte mouillante est de nouveau accessible. En effet, sur les courbes de la figure 3, on peut observer que le niveau du siphon Noir est déconnecté du niveau de la voûte mouillante, sauf quand celle-ci déborde par le seuil aval au-dessus de 26 m de mise en charge.

## Conclusions

Avec un investissement financier léger de l'ordre de 1000 € et un temps passé sous terre raisonnable (une dizaine de sorties), nous avons pu répondre à quelques interrogations locales récurrentes portant sur un des principaux gouffres des Bouches-du-Rhône. Nous espérons également avoir montré que la mise en place d'un suivi simple et une analyse fine des données, permettent d'apporter des réponses à des questions de terrain que le spéléologue se pose et suscitera le démarrage de projets similaires dans d'autres cavités.

Le fonctionnement hydrologique de la partie exondée de la cavité est maintenant bien cerné. Cependant, nous avons des mesures sur une seule saison. Nous ne pouvons pas exclure de nouveaux phénomènes liés à une crue exceptionnelle. Plusieurs fois par saison, à l'occasion de pluies soutenues (mais pas exceptionnelles), la rivière déborde

pour alimenter la voûte mouillante qui à son tour déborde dans le siphon Noir. Les vases communicants provençaux battent leur plein! Une analyse complémentaire et plus détaillée des données vous sera proposée dans la revue *Karstologia* (ARFIB et ZAPPELLI, en préparation).

Comme nous l'avons vu, des pluies modestes (moins de 20 mm cumulés) suffisent à fermer la voûte mouillante. Le temps de réaction de la voûte peut être rapide (2 à 3 h), ou relativement long (12 h) et le temps de décrue autorisant de nouveau le passage très lent (60 h au moins). Il est donc plus que recommandé de s'engager dans ce réseau avec une bonne assurance météorologique. D'autre part, nous avons mis en évidence une connexion hydraulique entre la voûte et la rivière rendant un pompage désespéré en cas de secours. Une équipe de plongeur devrait alors être mobilisée en priorité.

## Remerciements

Ce projet est porté par le Comité départemental de spéléologie et de canyon des Bouches-du-Rhône et sa commission scientifique. Il n'aurait pas pu se réaliser sans le soutien de nombreuses personnes. Nous tenons donc à remercier tous les collègues qui nous ont accompagnés sous terre pour de longues sorties de repérage, de topographie ou de récupération du matériel : Christophe Chapuis, Lucie Dal Soglio, Frédéric Damasko, Matthieu Egels, Mathis Garcia, Vasile Heresanu, Johan Jouvès, Thierry Lamarque, Denis Laty, Pierre Milesi, Adèle Mirlit. Météo-France a fourni les données de pluie par convention avec l'Université Aix-Marseille.

## Références

- COULIER, CHARLES (1985): *Hydrogéologie karstique de la Sainte-Baume occidentale, Bouches-du-Rhône - Var*.- Thèse de doctorat, Université de Provence.
- CLUB ALPIN FRANÇAIS (1987): *La Sainte-Baume souterraine* (tome 1). Inventaire des cavités de la Sainte-Baume (Bouches-du-Rhône).
- SPELUNCA MÉMOIRE N° 13 (1983): Publication du XV<sup>e</sup> Congrès national de spéléologie, Hyères.- Comité départemental de spéléologie du Var.
- INFO PLONGÉE N° 56 (1991): Bulletin de liaison de la Commission plongée souterraine de la FFS.
- ARFIB, BRUNO ET ZAPPELLI, ALEXANDRE (en préparation): Connexions hydrauliques dans un karst avec mises en charge: le gouffre des Encanaux (massif de la Sainte Baume). *Karstologia*, à paraître.