



# CASSIS

*La rivière mystérieuse*

Groupe Euro-Méditerranéen d'Investigations sur les Sources Côtières (GEMISC)

4 Rue du Dr. Séverin Icard - 13260 - CASSIS



## COMPTE-RENDU DES ACTIVITES 2020



## CASSIS LA RIVIERE MYSTERIEUSE

*Groupe Euro-méditerranéen d'Investigations sur les Sources Côtières*

*Association M.E.V.A 4 rue du docteur Séverin ICARD 13260 CASSIS*

# SYNTHESE DES ACTIVITES EN 2020

## GOUFFRE DU MUSSUGUET 3

Les activités dans le gouffre du Mussuguet 3 ont été fortement perturbées et même interrompues par le confinement dicté par la pandémie. Sous l'impulsion de Bernard Sapin, y avons cependant passé 11 samedis, deux d'entre eux étant consacrés à l'entretien des installations dans le puits et à leur mise en sécurité.

Cependant après concertation et à l'initiative de J.P. Charpentier, vu le rétrécissement que nous avons constaté au point bas du gouffre, il fut décidé de différer les déblaiements au fond du gouffre pour enlever le conglomérat collé aux parois d'une profonde diaclase latérale une douzaine de mètres plus haut. Lors de la coloration de 2015, l'eau semblait s'y être évacuée et certains indices nous incitaient à y tenter un creusement. Mais depuis 2015, nos déblaiements nous avaient amenés une quinzaine de mètres plus bas ! L'un des toits de solides planches aménagés pour nous protéger des chutes de pierres se trouvant à proximité, nous nous en servions comme plateforme de travail.



En haut à gauche, travaux dans le puits pour sa mise en sécurité.

En haut, au milieu, le conglomérat qui obture un départ latéral du puits, une douzaine de mètres avant le fond, débouchant peut-être sur un élargissement. Il fallait s'en assurer.

En haut à droite, le conglomérat beaucoup plus dense que l'éboulis, contenait quelques ossements animaux.

En bas, un des toits de protection aménagés dans le puits une douzaine de mètres avant le fond, a été aménagé pour pouvoir travailler et creuser le conglomérat qui est stocké dans des gamates de maçon avant d'être remonté.

Formé de cailloux soudés par les écoulements calcaires, ce conglomérat s'avéra bientôt plus dur à creuser que l'éboulis de pierre et d'argile du fond. En 7 séances, nous n'avons retiré que 45 seaux de matériaux, soit 2,5 m<sup>3</sup>. Une seule séance fut consacrée à débayer le fond d'où furent retirés une dizaine de seaux. Mais des indices encourageants nous font garder l'espoir de déboucher sur une continuation accessible.

\*\*\*\*\*

**Covid oblige, nous avons respecté les règles de sécurité dictées par la pandémie.**



## NOUVELLE COLORATION

Le samedi 12 mars a été consacré à une coloration à la fluorescéine, pour compléter celle effectuée en 2015 et mieux comprendre les écoulements au sein de la rivière. Nous étions secondés par la sympathique équipe de la Réserve Communale de Sécurité Civile de Cassis qui apportait son soutien matériel (motopompe, tuyaux) et humain : sept hommes sous la houlette de Hervé Chaussidière.



**Le matériel amené obligamment par la sécurité civile nous a permis d'amener l'eau de la citerne DFCI jusqu'au fond du gouffre, pour entraîner la fluorescéine qui y avait été déversée.**

Une équipe de Cassis Rivière Mystérieuse descendait au fond du gouffre pour y déverser 10 kg d'urane en solution concentrée, fournis par l'université de Marseille et correspondant à 3 kg de fluorescéine en poudre. Puis par un tuyau venant de la pompe installée à côté de la citerne DFCI et descendant jusqu'au fond du gouffre, ils injectaient 19 m<sup>3</sup> d'eau pour entraîner le colorant. Dans un premier temps, l'eau disparaît parfaitement dans la bonde, laissant entendre un bruit de cascades plus bas. Environ une heure après, l'eau s'écoule moins bien, nécessitant la diminution du débit pour éviter l'engorgement du fond.

L'eau a coulé sans discontinuer pendant 3 h 40 et aucune trace de fluorescéine n'était présente au fond du gouffre à la fin de l'injection d'eau. Les premières traces de colorant ressortaient 66 h 30 plus tard au barrage souterrain de la rivière de Port Miou, détecté par les fluocapteurs mis en place le mois précédent. Par contre, comme en 2015, rien n'a été détecté au fluocapteur de Bestouan.

Nous analyseront plus loin les résultats de cette coloration.

\*\*\*\*\*



**Le tuyau amené par les pompiers au fond depuis la citerne DFCI et sa plongée dans le gouffre.**



**Dans le point d'absorption repéré au fond du gouffre sont versés les 10 kg d'uranine. Par la liaison filaire, on demande ensuite aux pompiers de mettre la pompe en marche.**

\*\*\*\*\*

## LES PLONGEES 2020 A PORT MIOU

**Le 15 février 2020**, une sortie préparatoire en vue de la coloration au Mussuguet était effectuée à Port Miou. Elle rassemblait Gérard Acquaviva, les plongeurs Alexander Fox, Nadège Lenczner et Clément Chaput pour CRM et Bruno Arfib pour la Faculté de Marseille.

Deux fluo capteurs en sachets ont été positionnés par les plongeurs dans la galerie AFFS avant sa division en deux branches vers l'amont et deux autres dans le grand puits vers -100 sous l'orifice de sortie de la galerie AFS. Deux enregistreurs de salinité installés dans le grand puits et dans la galerie AFFS ont été récupérés et rendus à la Faculté pour analyse des résultats. Une mesure instantanée dans le grand puits et dans la galerie AFFS a donné une teneur en sel de 8,8 g/l et 8,7 g/l.

### PLONGEES DE JUIN 2020

**Le 19 juin 2020**, une équipe comprenant Maxence Fouilleul, Isabelle Simonet, Maxime et Patrice Cabanel plonge dans la rivière. Les uns pour tenter un nouveau matériel et Isabelle Simonet pour tenter de capturer un insecte aquatique rare : le *Thermosbaenacé* entrevu par des plongeurs 300 m en amont du barrage. Elle réussit à en capturer deux exemplaires qui seront remis à Pierre Chevalloné, Directeur des recherches CNRS à la station marine d'Endoume.

**Les 20 et 21 juin 2020**, Alexander Fox, Maxime Cabanel, Patrice Cabanel, plongent pour récupérer les différents sachets de charbons déposés avant la coloration de mars 2020 et remettre les 2 sondes CTD (En bon Français : Conductivity, Temperature, Depth) à leur place dans le grand puits.

A. Fox plonge tout d'abord vers le fond à -88 pour récupérer les deux sachets de charbon du grand puits. Il place ensuite la sonde CTD à cette profondeur, sur la corde, tandis que nous allons récupérer les autres sachets placés à -72 m dans le réseau AFFS. Sur le retour, nous récupérons également le sachet de charbon déposé par Xavier Méniscus, il y a 1 ou 2 ans à -67 m, à environ 30 m de l'entrée de la galerie.

**Le 29 juin 2020**, Pierre Chevalloné directeur de recherches CNRS à la station marine d'Endoume, accompagné de Frédéric Swierczynski et de Laurent Vanbostal, plonge avec les objectifs suivants qui devaient compléter les plongées qui ont été effectuées en 2019 :

1) *Essayer de retrouver des thermosbaenacés pour voir à quel niveau de maturation sexuelle sont les femelles. En effet, lorsque les embryons et larves se développent, les femelles les gardent dans une poche dorsale qui devient démesurément grande et nous n'avons encore jamais observé ça à Port-Miou. Les individus rapportés par Isabelle Simonnet le 21 juin montrent pour la première fois des femelles portant des oeufs, c'est déjà un résultat important, sans doute que le développement de la poche se fait courant juillet.*

2) *Essayer de retrouver un amphipode (*Niphargus*) rare, parfois aperçu dans la zone du barrage.*

*La plongée s'est parfaitement déroulée, Nous n'avons croisé que peu de vie, mais les quelques captures effectuées ont permis de remplir les objectifs. Un spécimen d'amphipode a été obtenu et trois du thermosbaenacé.*

**Long de 3 mm, le thermosbaenacé n'est pas facile à distinguer au milieu de la masse d'eau sombre. (Cl. P. Chevalloné)**



heureusement, comme supposé, les poches des femelles ne sont pas encore développées. Sans doute d'ici 2 à 3 semaines. (P. Chevaldonné)

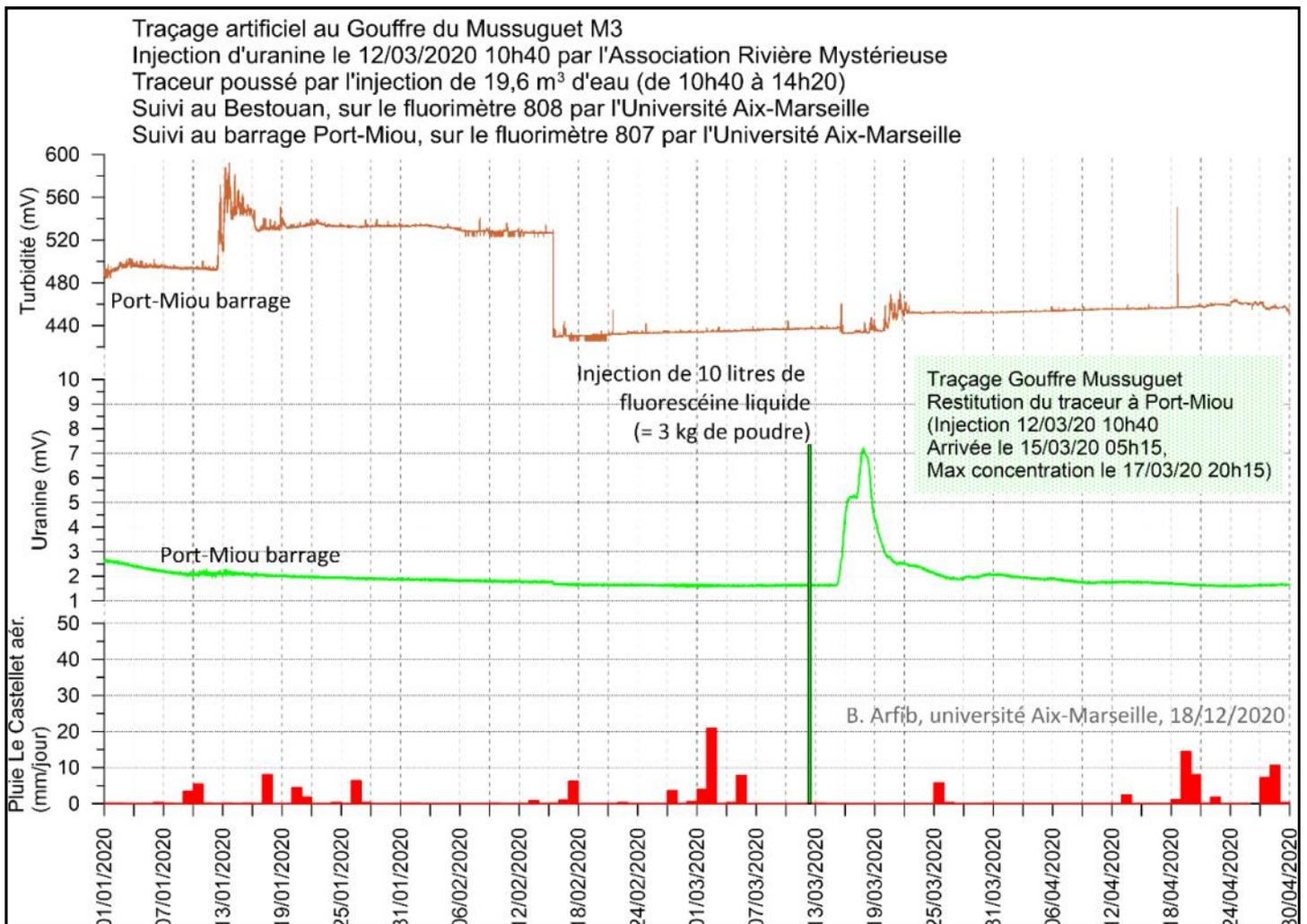
## ANALYSES DE LA COLORATION DU 12 MARS AU GOUFFRE DU MUSSUGUET 3

### Analyse du laboratoire CEREGE (Université d'Aix-Marseille) par Bruno Arfib.

L'injection du traceur a été vue précédemment en page 2. Il a été détecté à partir du 15/03/2020 à 05 h 15 au barrage souterrain de Port-Miou, soit 66,5 h après l'injection. Le pic de concentration s'est produit le 17/03/20 20 h 15 (suivi à l'aide d'un fluorimètre de terrain GGUN), soit 2,5 jours plus tard. Avec une distance de 3.3 km, la vitesse de première arrivée s'établit à 50 m/s et 26 m/s au pic de concentration.

Un second dispositif de suivi était installé par CRM sur la rivière souterraine de Bestouan, par l'intermédiaire du forage de la Fondation Camargo, mais les données se sont avérées inexploitable car l'eau n'était pas assez renouvelée dans le forage.

Ce traçage du 12/03/20 confirme les résultats précédemment obtenus lors du traçage réalisé sur le même point d'injection le 08/02/2015. L'arrivée du traceur fut toutefois moins rapide le 12/03/20, probablement en lien avec les conditions climatiques et hydrologiques plus sèches en mars 2020.



### Rapport de Bruno ARFIB sur les sondes CTD récupérées les 20-21 juin:

La sonde qui a voyagé avec A. Fox samedi et P. Cabanel dimanche a enregistré les données suivantes : La salinité de l'eau est peu fluctuante sur toute la plongée (autour de 10,9 de salinité et 18,4 mS/cm de conductivité électrique (température environ 17°C)).

P. Cabanel m'a dit qu'il y avait du courant dans le réseau AFSS. La salinité est légèrement plus faible que dans le grand puits, mais comme à chaque visite ce n'est qu'une très légère différence (toutefois mesurable par la sonde). Voici les valeurs de salinité par zone :

11,03 (g/l) dans le grand puits sous le réseau AFSS

10,75 (g/l) dans l'AFSS

10,82 (g/l) dans la galerie entre le barrage et le puits.

Concernant les 2 sondes CTD qui ont été installées dans le grand puits à Port-Miou :

Ces deux sondes ont été installées d'avril 2019 à février 2020. Une sonde se trouvait vers -90 m et l'autre son-

de se trouvait vers -30 m (environ). Les deux sondes ont bien fonctionné. L'exploitation fine des données sera faite plus tard, mais voici le résultat essentiel qui nous intéresse : les deux sondes montrent des variations équivalentes de salinité dans le grand puits, elles confirment qu'un paquet d'eau plus ou moins salée (en fonction des crues) venant du fond du puits passent du bas vers le haut, puis ensuite arrive au barrage avec un décalage de plusieurs heures (ou jours). Ce résultat ne veut pas dire qu'il n'y a pas d'autres arrivées d'eau dans le grand puits, mais on ne les voit pas avec les sondes installées.

J'espère pouvoir sortir quelques résultats intéressants qu'on présentera en congrès ou dans une publication scientifique, avec co-signature université-plongeur (association Cassis la Rivière Mystérieuse).

### Information de B. Arfib sur le débit de Port Miou

Il n'y a pas eu de suivi du débit cette année. Nous avons remis en route plusieurs capteurs de pression au barrage (en amont et en aval), mais nous n'avons pas fait de transformation en débit. Sur les années 2005-2015 où il y a eu des mesures de débit, les débits moyens annuels ont varié de 2 à 8 m<sup>3</sup>/s. En 2021, nous allons faire de nouvelles mesures de débit ponctuelles, principalement avec l'aide d'Alexandre Zappelli qui vient d'être recruté dans mon laboratoire. Nous espérons ainsi pouvoir affiner la mesure du débit en continu, et revenir ensuite sur les calculs de débit de 2020. Nous avons aussi en projet de remettre un capteur de vitesse dans une des buses du barrage, cela ne donnera pas le débit mais une vitesse qui viendra compléter le lot de mesures pour avoir une bonne estimation finale du débit. Nous avons travaillé sur la préparation des achats, j'espère que nous pourrons réaliser l'installation au 1er semestre 2021, et vous prévenir ainsi que tous les plongeurs.

### Analyse de la fluorescéine dans les sacs de charbon actif par Jean-Paul Foucard (Cassis Rivière Mystérieuse)

Cette analyse est en rapport avec la coloration fluo faite le 12 mars au gouffre du Mussuguet 3 et concerne les sacs récupérés par A. Fox et P. Cabanel le 20 juin 2020. Pour mémoire cette coloration avait été détectée au fluorimètre du barrage, 68 h après son injection au M3.

### Réseau AFFS

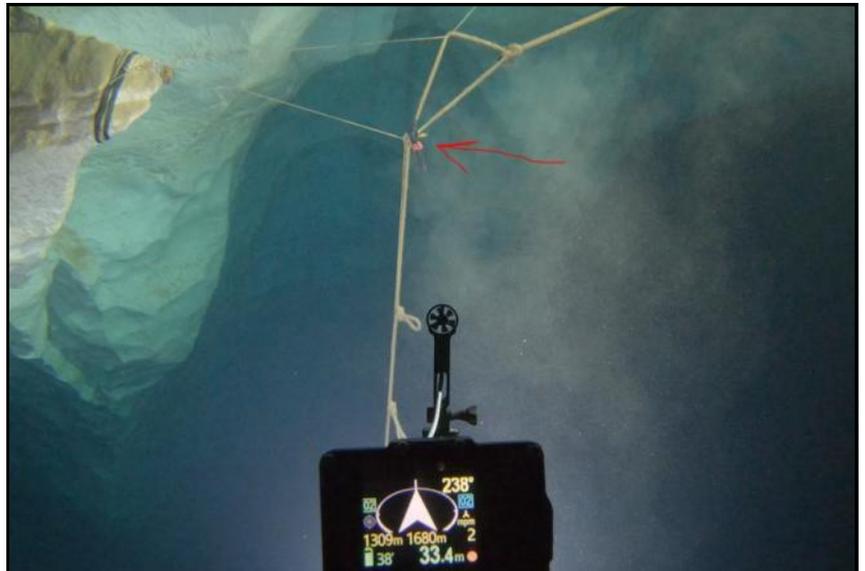
- 2 sachets déposés à -72 au mois de février. Alors qu'il n'y a pas de traces à l'œil nu, on aperçoit des traces de fluorescéine à l'aide d'un faisceau lumineux.

- 1 sachet déposé par X. Méniscus il y a plus d'un an ne comporte pas de trace.

### Grand puits

- 2 sachets déposés à -88 au mois de février. Pas de trace

Pourtant, la fluorescéine est passée par la galerie AFFS et aussi par le grand puits, puisqu'elle est arrivée au barrage. Cependant, si on ne l'a pas retrouvée dans le grand puits au niveau des capteurs, peut être est-ce dû à la trop grande dilution dans le volume énorme du grand puits, près de 4 mois après la coloration. On peut aussi penser qu'elle soit passée le long de la paroi opposée.



Le petit capteur accroché en 2019 à un point clé du fil d'Ariane pour être retrouvé sans difficulté.

## TRAVAUX RÉALISÉS À L'ACCÈS AU BARRAGE DE PORT MIOU

Début 2020, les plongeurs s'étaient plaints de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère dans la salle du barrage. Elle ne devait pas être sous-estimée, respirer cette atmosphère n'étant pas une bonne préparation avant de se lancer dans une plongée longue et profonde. Il fallait revoir tout le système de conduits qui permettaient un échange d'air avec la surface.

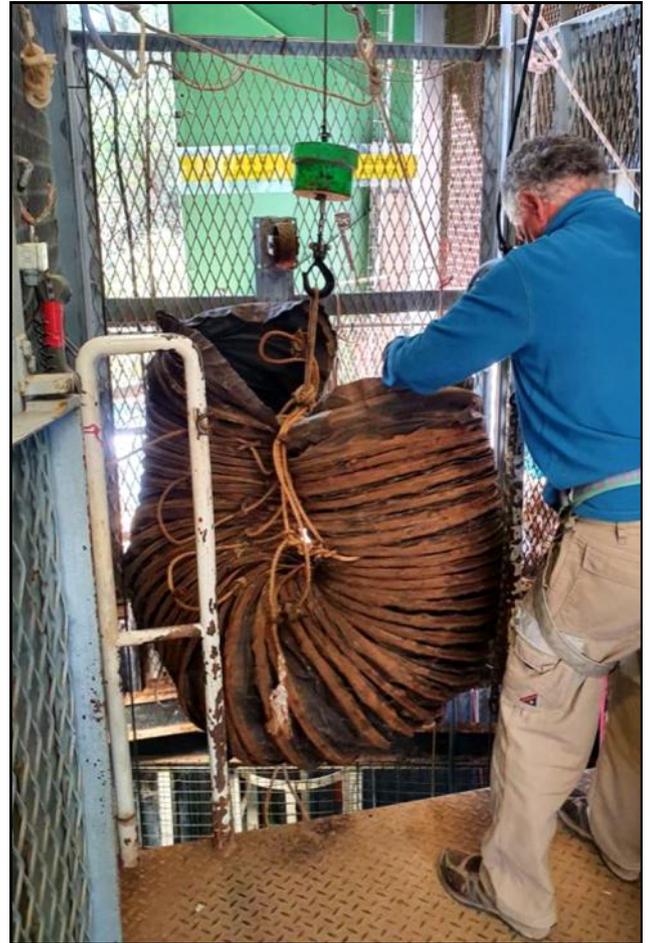
A l'initiative de Francis Schira, la gaine est entièrement refaite du 15 au 18 octobre 2020. Tous les conduits sont livrés à la zone industrielle d'Aubagne et sont ensuite amenés petit à petit au puits de Port Miou.

**Participant aux travaux :** Francis Chouca, Patrice Cabanel, Alex Fox, Maurice Fiorucci, Laurent Pellegrino père, Laurent Pellegrino fils, Loic Perrin, Isabelle Simonnet, Thibault Navarette, Camille Berengin.

Les travaux importants comprennent : La rénovation du système de ventilation, installation dans le puits de 44m de gaine en acier galvanisée de 560 mm de diamètre et dans la galerie de 30 m de gaine souple puis de 28 m de gaine polyane. Mais des travaux sur gaine restent à terminer.



**Le transport en plusieurs voyages depuis la ZI d'Aubagne jusqu'au puits de Port Miou.**



**En haut à droite, enlèvement de l'ancienne gaine en mauvais état.**

**A gauche l'impressionnante descente du puits par les 44 m de gaine d'acier.**

**En bas, dans la galerie menant du puits au barrage, la gaine souple, puis la gaine polyane.**

**Un courant d'air franc et puissant ventile maintenant la salle du barrage, dès mise en route de la ventilation.**



# RELEVÉS TOPOGRAPHIQUES

La topographie d'un réseau noyé est le complément indispensable de son exploration. Elle permet de le placer dans son contexte géographique et géologique.

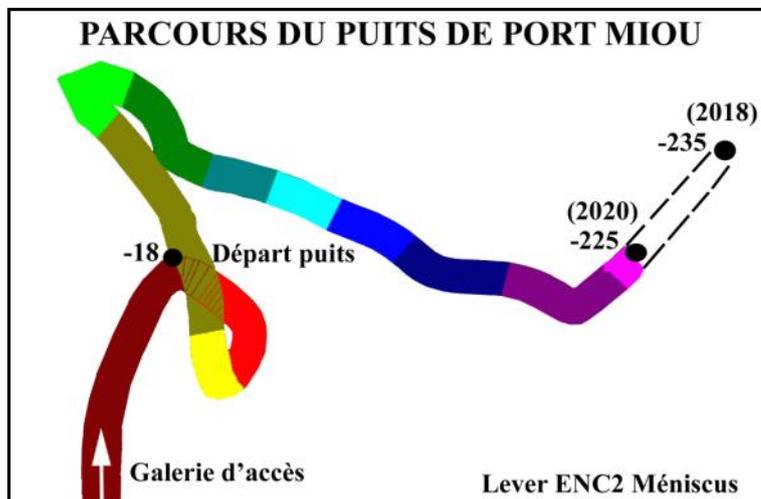
Mais cette topographie en milieu noyé n'est pas facile. En zone profonde le plongeur est trop concentré sur le respect d'un protocole strict et ne peut perdre son attention et son temps sur des mesures d'angle et de longueur. Dans d'autres conduits, un fort courant complique l'immobilité nécessaire aux mesures, c'est le cas du Bestouan. Très souvent, les mesures faites à la hâte manquent de précision.

## Arrivée de l'ENC2

Pour les plongeurs un grand pas a été franchi avec l'ENC2. La société polonaise Seacraft a mis au point cette console de navigation électronique d'un prix très abordable. Montée sur le scooter, elle enregistre en permanence direction, distance, profondeur, température, temps. Seule la mesure de distance n'est pas électronique, dépendant physiquement de la vitesse de rotation d'une petite hélice, lors de la progression.

Cette manière de mesurer les distances à un inconvénient : dès que le plongeur remonte ou descend un courant, la vitesse du courant fausse la vitesse de rotation de l'hélice. Il faut aussi veiller à équilibrer ses charges métalliques.

**A Port Miou**, les essais faits en 2020 par Patrice Cabanel, puis Xavier Méniscus ont été moins concluants sur le plan des longueurs. Une reprise du lever avec l'ENC2 devrait se faire en 2021. Cependant, dans sa plongée de juillet 2020, Xavier Méniscus a pu relever la topographie du grand puits de -18 à -225 m, comblant une lacune importante quant à la direction prise par ce puits. Il faudra essayer de la compléter, mais à ces profondeurs, nous frôlons l'extrême.



En haut, l'ENC2 monté sur le scooter de plongée.

A gauche le parcours dans le puits relevé à l'ENC2. Mais il serait très intéressant de retourner au carrefour de -235 atteint en 2018 pour prendre les directions du conduit allant vers la mer et de celui allant vers l'amont du terrain.

## RELEVÉ TOPOGRAPHIQUE ET ANALYSE DE SALINITE AU BESTOUAN

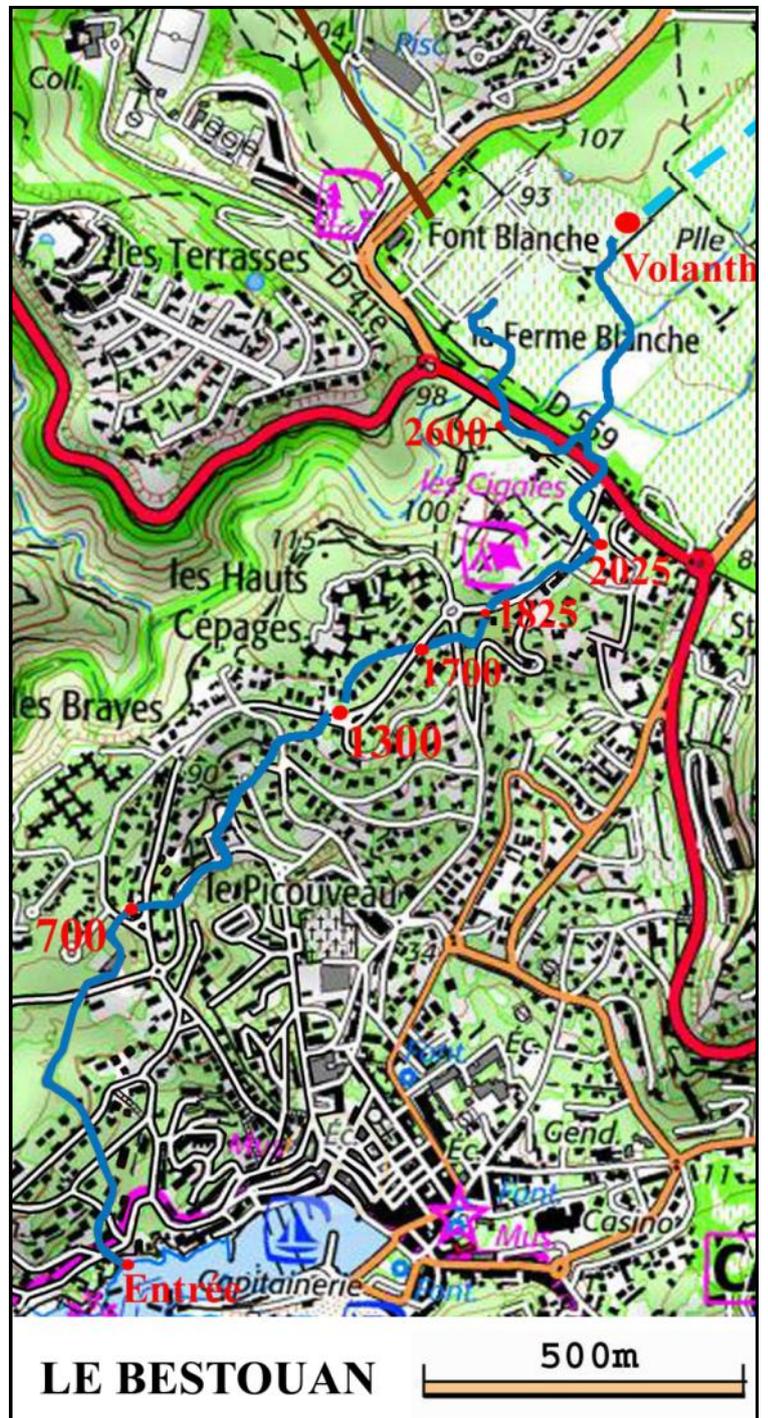
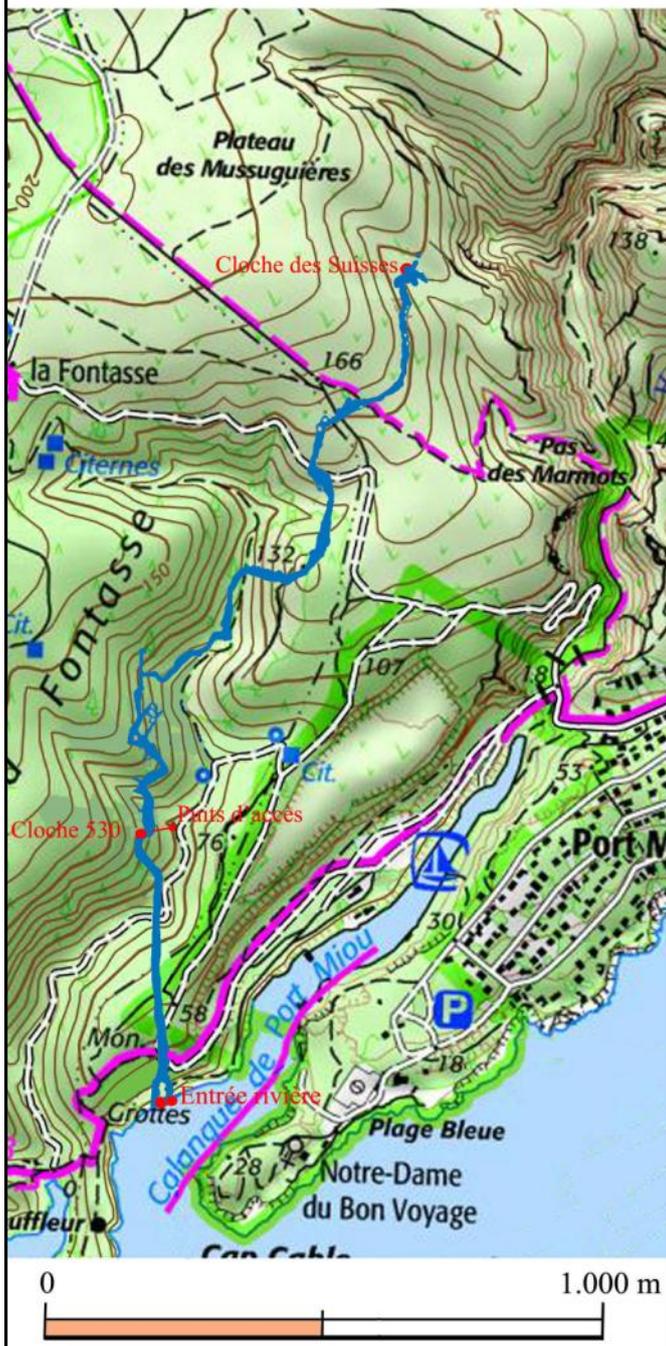
La galerie du Bestouan, beaucoup plus étroite que celle de Port Miou est parcourue par un fort courant. De plus, son terminus, la salle Volanthen est à 3 km de l'entrée. Aussi, sa topographie n'avait été levée que sur 480 m en 1992.

Il avait été plus facile de déterminer plusieurs points du parcours par positionnement électro-magnétique. Six points avaient ainsi été déterminés à 700, 1 300, 1 700, 1 825, 2 025, 2 600 m de l'entrée et en 2019, à la salle exondée Volanthen, terminus de la rivière.

Du 7 au 9 juillet 2020, Xavier Méniscus s'attela au lever total des galeries du Bestouan et nous fournissait son lever que nous calions et adaptions sur ces relèvements magnétiques beaucoup plus précis.

**Analyse de l'eau** : la demande de Louis Potié, au cours de la même plongée X. Méniscus faisait des prélèvements d'eau à la salle Volanthen et dans la grande galerie. Les analyses faites par SAVOIE LABO donnaient 3 g/l de chlorure, soit une salinité beaucoup plus faible qu'à Port Miou (Voir p. 6)

## Report de Port Miou sur carte IGN



Google Earth en 2002 et Géoportail en 2006 sont devenus des outils performants pour des reports de topographie, soit sur image satellite, soit sur 1/25 000 agrandi.

### REMERCIEMENTS

L'association Cassis Rivières Mystérieuse remercie tous ceux qui se sont impliqués dans cette aventure et dont les noms figurent dans les pages précédentes.

Il faut aussi mettre en évidence, ceux qui nous ont fourni les comptes rendus à partir desquels ce rapport a pu être rédigé : Xavier Méniscus, Patrick Cabanel et Alexander Fox pour les plongeurs, Francis Schira pour l'entretien des équipements du barrage, Pierre Vigoureux et Pierre Calfas pour les travaux au Mussuguet.

Et évidemment, nous ne pouvons oublier ceux qui à travers leurs responsabilités territoriales et l'intérêt qu'ils nous ont accordé, nous ont permis de poursuivre cette aventure dans la recherche de l'eau douce souterraine.

Ville de Cassis

Conseil Départemental des Bouches-du-Rhône

Monsieur le Député Bernard Deflesselles

Conservatoire du Littoral

Office National des Forêts

Parc National des Calanques

\*\*\*\*\*