

Traçage artificiel au gouffre de la Gorguette (Cassis) le 21/10/15 Compte-rendu de suivi du traceur à Bestouan et Port-Miou jusqu'au 17 décembre 2015

Par Bruno Arfib,
CEREGE, Université Aix-Marseille
en partenariat avec l'Association Cassis Rivière Mystérieuse

Le 20/12/2015

Injection :

Lieu : Gouffre de la Gorguette (profondeur totale du gouffre environ 140 mètres, injection par un tuyau déversant le traceur artificiel environ à 30 mètres de profondeur)

UTM 31N

E0706482, N4790847, Z=205m

Longitude : 5°32'35.9''E

Latitude : 43°14'31.9''N

Opérateurs : Association Cassis Rivière Mystérieuse – Université Aix-Marseille CEREGE

Date / Heure : 21/10/2015, 10h00 (heure d'hiver)

Traceur artificiel : 3 kg Uranine en poudre sous forme de solution dans un bidon de 10kg (fabricant ArteColor)

Chasse : par les pompiers, 13 m³ dans un camion GC.

Mode opératoire : injection de la solution de traceur dans un tuyau à partir de la surface.

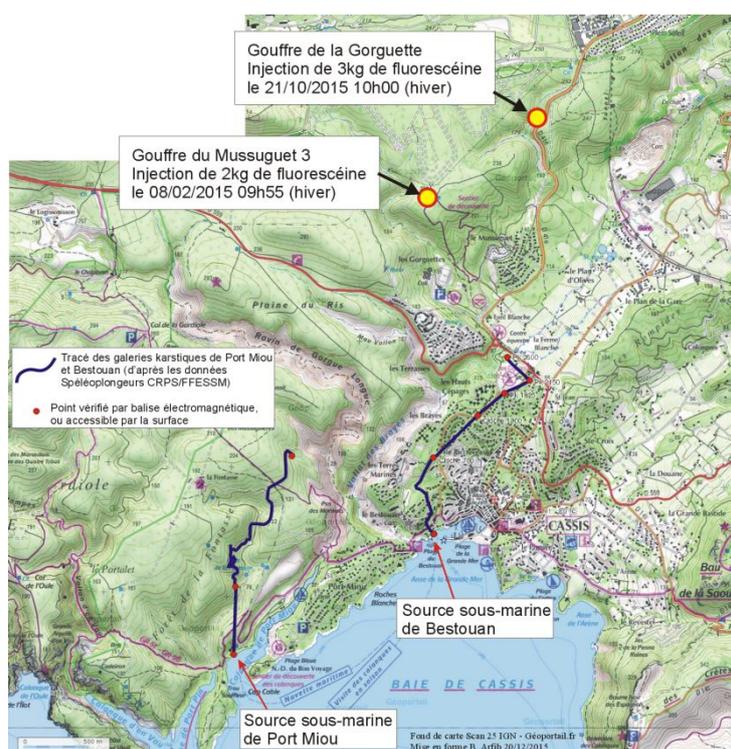


Figure 1 : Localisation des réseaux karstiques noyés de Port-Miou et Bestouan (Cassis) explorés par les spéléoplongeurs. Positionnement du point d'injection de la fluorescéine le 21 octobre 2015 au gouffre de la Gorguette (et rappel du traçage du 8 février 2015 au gouffre du Mussuguet n°3)

Remerciements : Mairie de Cassis, Conservatoire du Littoral, Camargo Foundation, Météo-France, Pompiers

Informations : www.karsteau.fr , www.rivieresmysterieuses.org/

Restitution :

Lieux de suivi :

1- Rivière souterraine et sous-marine de Bestouan, par le forage de la Fondation Camargo

2- Rivière souterraine et sous-marine de Port-Miou, au barrage souterrain.

Opérateur : Bruno Arfib, Université Aix-Marseille

Suivi 1- Rivière souterraine et sous-marine de Bestouan, par le forage de la Fondation Camargo

Appareillage : Fluorimètre GGUN FL24 pour forage n°808

Pas de temps de mesure : 15 minutes

Démarrage : 28/01/2015

Localisation : Dans la zone crépinée du forage qui traverse la zone d'eau saumâtre de la galerie karstique.

Mesures : 3 gammes de traceurs (uranine, rhodamine, acide amino G ou matière organique) + turbidité + température

Suivi 2- Rivière souterraine et sous-marine de Port-Miou, au barrage souterrain

Appareillage : Fluorimètre GGUN FL24 pour forage n°807

Pas de temps de mesure : 15 minutes

Démarrage : mars 2014

Localisation : A l'amont du barrage, à environ 7 mètres de profondeur dans le courant

Mesures : 3 gammes de traceurs (uranine, rhodamine, acide amino G ou matière organique) + turbidité + température + autres appareillages (pression, salinité)

Résultats du traçage du 21/10/15 : suivi durant 2 mois

Le traçage artificiel du 21 octobre 2015 a été suivi par les fluorimètres automatiques durant deux mois (Figure 2). Le traceur injecté n'est pas détecté, ni à Port-Miou, ni à Bestouan. Le signal de fluorescence (donné ici en valeur « brute » exprimé en mV) reste constant durant toute la période du suivi. La valeur mesurée correspond au bruit de fond naturel (Figure 3).

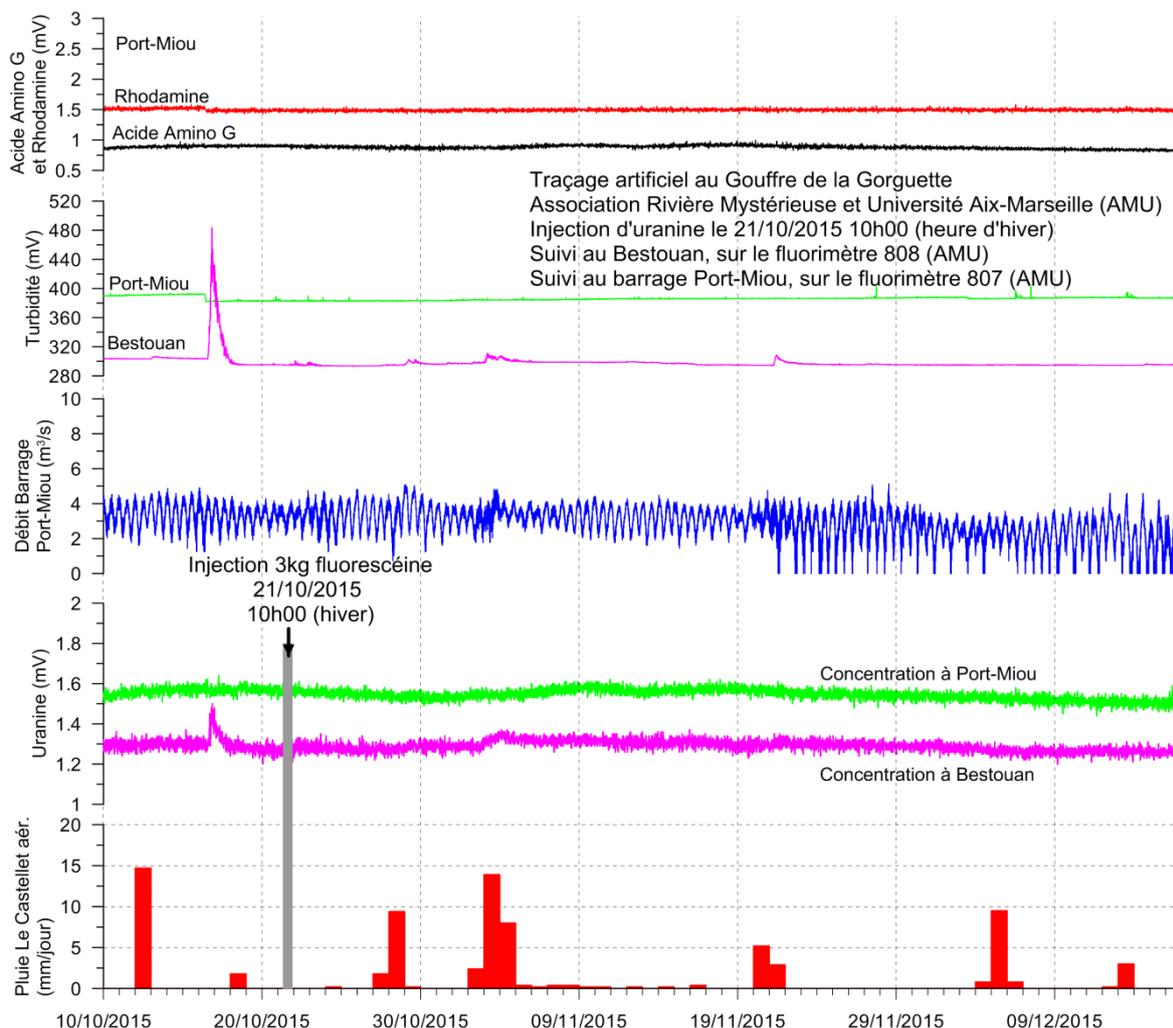


Figure 2 : Résultats bruts du suivi de l'uranine au barrage de Port-Miou et à Bestouan entre le 10 octobre 2015 et le 17 décembre 2015, à l'aide des fluorimètres automatiques (valeurs de concentrations brutes en unité arbitraire mV).

Pourquoi le traçage du gouffre du Mussuguet a-t-il été détecté et pas celui du gouffre de la Gorguette ?

Les mesures de fluorescence entre le 1^{er} janvier 2015 et le 17 décembre 2015 sont présentées sur la figure 3 ci-dessous. Les mesures sont en valeur brute (mV). Le bruit de fond est variable au cours des crues. Le passage du traceur artificiel injecté au gouffre du Mussuguet 3 (8 février 2015) est nettement visible sur la source de Port-Miou. Le traçage du gouffre de la Gorguette n'est pas détecté, alors que seulement 1100 mètres sépare les deux gouffres, pourquoi ?

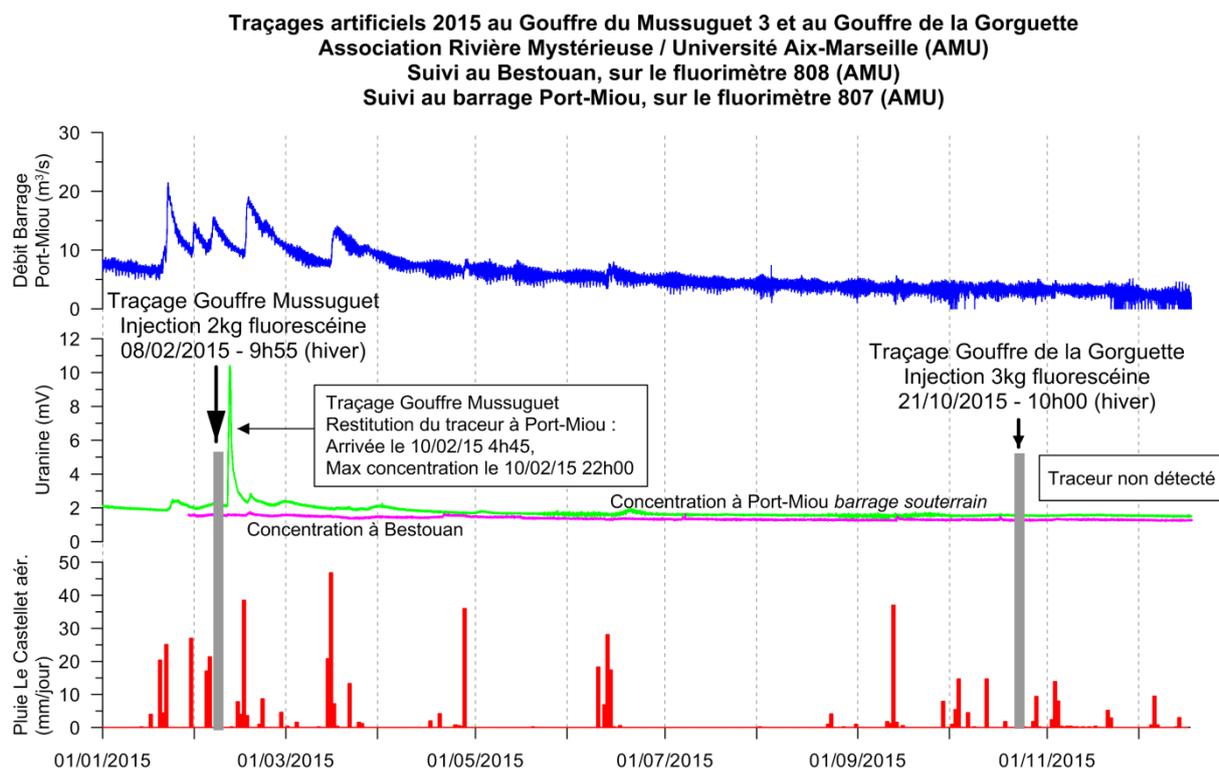


Figure 3 : Evolution au cours du temps du débit et de la concentration sur la longueur d'onde de l'uranine mesurés au pas de temps de 15 minutes entre le 1^{er} janvier 2015 et le 17 décembre 2015 au barrage de Port-Miou. Cette longue série de données de fluorescence donne le bruit de fond à la source, et permet ainsi de visualiser le passage du traceur artificiel injecté le 8 février 2015 au gouffre du Mussuguet, et de montrer que le second traçage artificiel (gouffre de la Gorguette, 21/10/15) n'a pas été détecté.

Plusieurs réponses peuvent être données :

- Hypothèse 1 : le traceur injecté au gouffre de la Gorguette ne va pas à Port-Miou ou Bestouan : cette hypothèse est probablement fautive car les deux sources sont les points majeurs de sortie d'eau souterraine en mer dans ce secteur. On voit mal où pourrait aller le traceur ailleurs ; d'autant moins que le traçage du Mussuguet va bien à Port-Miou.
- Hypothèse 2 : le traceur injecté au gouffre de la Gorguette est passé sur les points de mesure mais n'a pas été détecté. A Port-Miou nous pouvons être sûrs que le traceur n'est pas passé car la forte masse injectée (3kg) et le faible débit favorisent une très faible dilution, ce qui assure que le fluorimètre de terrain devrait voir le traceur en concentration suffisante. A Bestouan, la règle précédemment édictée est également valable ; on peut donc supposer que même si le site de mesure n'est pas parfait (dans un tube de forage sur le côté de la galerie karstique) nous aurions dû voir passer le traceur avec une relativement forte concentration.
- Hypothèse 3 : le traceur est « coincé » entre le lieu d'injection et les sources. Cette troisième hypothèse semble la plus pertinente. En effet, l'année 2015 est une année particulièrement peu pluvieuse, et la source de Port-Miou a atteint un débit extrêmement faible durant les mois de novembre et décembre 2015, sans aucune crue significative depuis le mois de juin 2015. Le

traceur injecté au gouffre de la Gorguette n'a pas été « poussé » par les pluies, et n'a peut-être pas non plus été emporté vers la profondeur car les écoulements en zone non saturée doivent être taris en cette fin d'été 2015. Au contraire, au mois de février 2015 lors du traçage du gouffre du Mussuguet le débit de la source de Port-Miou était fort, et étant donné le temps de transfert court on peut supposer qu'un écoulement dans la zone non saturée a entraîné le traceur vers la zone noyée du karst connectée à la galerie de Port-Miou. Les résultats des deux traçages pourraient être différents si les conditions météorologiques et hydrologiques étaient différentes.

- Hypothèse 4 : le traceur est « coincé » sous le lieu d'injection car celui-ci est totalement colmaté ou déconnecté du drainage vers l'aval. Dans cette hypothèse, indépendamment des conditions météorologiques et hydrologiques, le traceur n'arrivera jamais vers les sources car il se trouve dans un compartiment de l'aquifère « isolé » du reste. C'est une des caractéristiques du karst : certaines zones sont totalement étanches et ne contiennent ou ne véhiculent pas d'eau.

- Hypothèse 5 : le traceur est adsorbé sur des argiles. L'uranine (fluorescéine) est en effet un traceur qui peut se retrouver fixé sur des argiles. L'eau de recharge du karst s'écoule alors lentement vers la profondeur, mais les molécules (le traceur) restent en chemin.

Le suivi des deux sources se poursuit dans le cadre de l'étude des karsts régionaux de l'Université initié par le projet karsteau (www.karsteau.fr). Plus le temps depuis l'injection augmente, moins il sera facile de détecter le traceur.

Tableau de synthèse

Lieu d'injection du traceur artificiel	Gouffre du Mussuguet 3	Gouffre de la Gorguette
Date d'injection	08/02/2015, 9h55	21/10/2015, 10h00
Masse et type de traceur injecté	2 kg uranine poudre	3 kg uranine poudre (10kg de solution)
Points de suivi	Port-Miou barrage (traceur détecté) Bestouan (traceur non détecté)	Port-Miou barrage (traceur non détecté) Bestouan (traceur non détecté)
Distance Gouffre / Port-Miou barrage	3350 m (ligne droite)	4350 m (ligne droite)
Temps de première arrivée	10/02/2015 4h45 à Port-Miou barrage (soit 42h50min après l'injection)	non détecté avec 2 mois de suivi
Vitesse de première arrivée	78 m/h	/
Temps de concentration maximale	10/02/2015 22h00 (soit 60h05min après l'injection)	/
Vitesse au pic de concentration	56 m/h	/
Masse cumulée restituée au pic de concentration	238 grammes d'uranine	/
Masse cumulée restituée au 15/02/2015 00:00, et taux de restitution	867 grammes d'uranine 43,3 %	/