

Projet de mesure indirecte du débit de la rivière du réseau de Francheville (Combe aux Prêtres – Rochotte, 21)

Rédaction Gaël Monvoisin et Vincent Schneider.

Tout le monde, ou pour le moins tous les spéléologues d'Ile de France, connaissent le réseau de Francheville dont fait partie la traversée du Gouffre de la Combe aux Prêtres au gouffre de Rochotte, sur la commune de Francheville, en Côte d'Or (21).

Cette cavité est un site de proximité pour l'initiation et la formation des spéléologues d'Île de France. D'autre part, quelques clubs d'Île de France ont travaillé sur ce réseau depuis longtemps et de la formation y est faite régulièrement, en accord avec le CDS 21 (découverte et sécurisation de l'entrée du Gouffre de Rochotte, équipement et brochage pour la traversée du réseau, dépollution des réseaux et des siphons, formations et exercices secours, stages de photographie souterraine...). Cette cavité est donc un terrain de jeu très fréquenté par les franciliens tout au long de l'année (ainsi que par de nombreux autres spéléologues). Mais, qui n'a jamais annulé sa sortie en pensant que la rivière serait tellement haute qu'elle ne permettrait pas la visite, voire qui ne s'est pas retrouvé en bas du puits d'entrée, face à un véritable torrent, empêchant tout accès au reste du réseau ?

Etude scientifique en cours

Une étude scientifique est en cours dans le réseau, qui a pour objectif d'étudier les niveaux d'eau dans le réseau de Francheville. Les résultats de cette étude seront publiés, et mis à disposition de la communauté spéléologique.

Lors de votre exploration, vous pouvez être amenés à rencontrer des tubes en PVC gris fixés aux parois. Merci de ne pas les toucher pour ne pas fausser l'acquisition des mesures.

Si toutefois vous êtes intéressés par cette étude, et souhaitez avoir plus d'informations vous pouvez nous contacter :

Vincent SCHNEIDER (vince-schneider@orange.fr).

D'avance merci pour votre compréhension et le respect des dispositifs en place



Figure 1 : Pancarte installée aux entrées du réseau de Francheville.

Vincent Schneider, hydrogéologue et cadre actif sur de nombreux stages franciliens, avec l'aide de la commission scientifique du CoSIF, du Spéléo Club Rosnéen (SCR), du CDS 93, du CoSIF, du CDS 21 et de la FFS (par l'intermédiaire du FAAL) a coordonné un projet d'instrumentation de la Combe aux Prêtres pour tenter de pallier à ces désagréments et mieux connaître ses spécificités hydrologiques (Figure 1).

L'étude consiste à faire un suivi des niveaux d'eau dans le réseau de Francheville afin de tenter d'établir une corrélation entre les niveaux d'eau dans le réseau de Francheville et ceux enregistrés aux stations hydrologiques automatisées de Villecomte et de Val Suzon dont les données sont accessibles au public sur le web :

- Villecomte : <http://www.rdbmrc.com/hydroreel2/station.php?codestation=582>
- Val Suzon : <http://www.rdbmrc.com/hydroreel2/station.php?codestation=587>

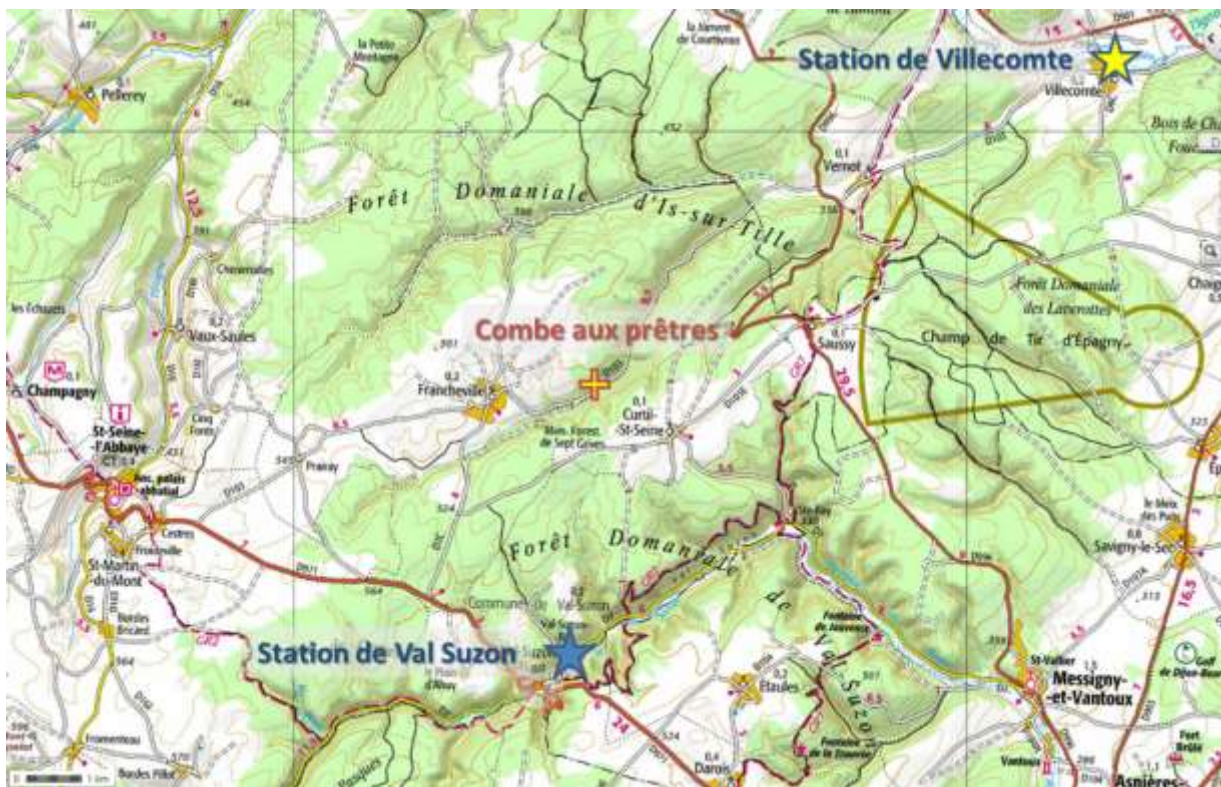


Figure 2 : Localisation des stations de mesures hydrométriques par rapport au réseau de Francheville.

Les stations hydrométriques de Val Suzon et de Villecomte permettent d'enregistrer les variations du niveau d'eau dans les réseaux hydrographiques de surface. Elles sont situées de part et d'autre du réseau de Francheville et donc permettent une bonne approximation du niveau d'eau en surface. Ce projet permettra peut-être de corréliser ces niveaux d'eau externes au niveau d'eau dans le Réseau de Francheville.

Ce projet est mené en accord avec le CDS 21 et la commission scientifique de la FFS, il a fait l'objet d'un Fond d'aide aux actions locales (FAAL) par la FFS. Le projet se déroule en plusieurs étapes. Tout

d'abord une caractérisation des différentes zones en eau de la cavité est entreprise en enregistrant simultanément la hauteur d'eau en différents points du réseau, de manière à étalonner les différents capteurs et mettre en évidence des stations les plus caractéristiques pour assurer le suivi. Ensuite il s'agira de faire de l'acquisition longue durée sur la(les) station(s) caractéristique(s) pour comparer les données souterraines à celles de surface des stations de Villecomte et de Val Suzon.

Exemple de mesure des débits d'eau enregistrés (en m³/s)

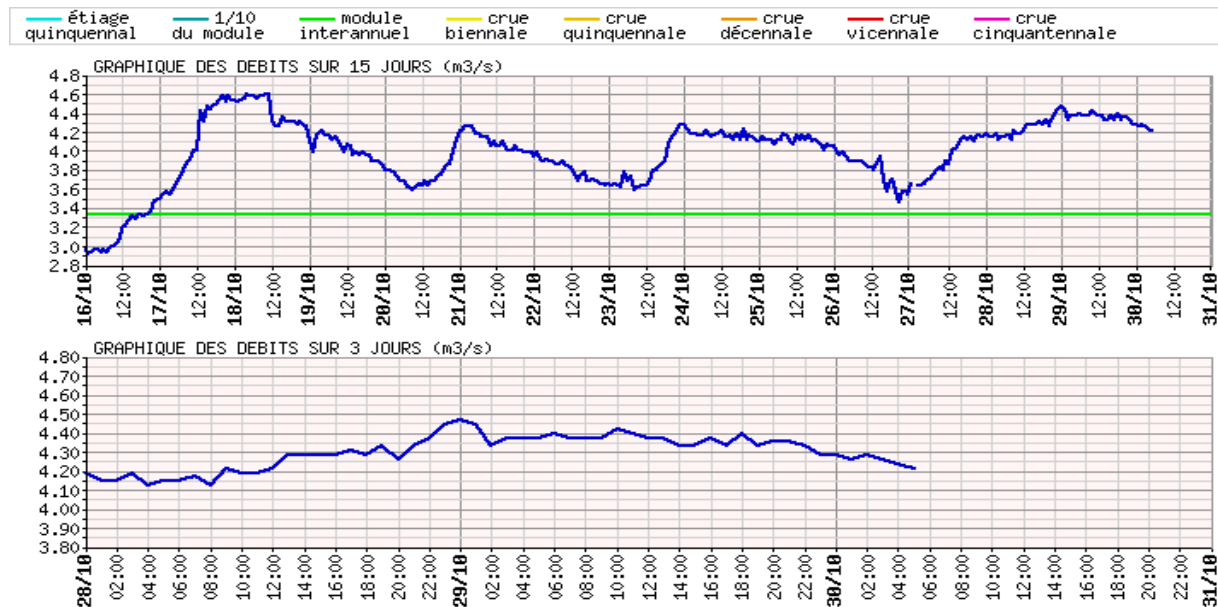


Figure 3 : A la station hydrométrique de Villecomte (<http://www.rdbrmc.com>).

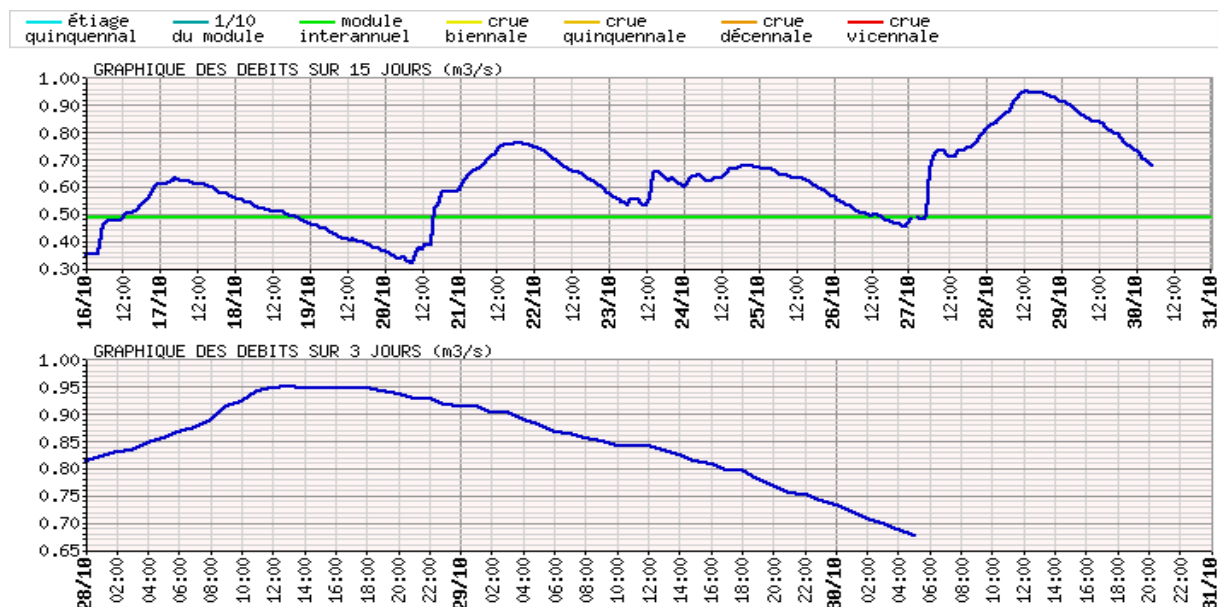


Figure 4 : A la station hydrométrique de Val Suzon (<http://www.rdbrmc.com>).

Le CoSIF et le CDS 93 ont fait l'acquisition de 10 sondes de pression (Sensus de Reefnet). Le CDS 93, appuyé par le CoSIF et le Spéléo Club Rosnéen (SCR), a fait une demande auprès du Fond d'Aide aux Actions Locales (FAAL) pour acheter un ordinateur renforcé et pouvoir déstocker les données directement sous terre. Le CDS 93 a également fait l'acquisition d'un conductimètre permettant d'estimer les débits de la rivière souterraine par traçage au sel et d'élaborer des courbes de tarage. L'objectif est de disposer des sondes dans le réseau pour permettre de faire des suivis en plusieurs endroits.

En effet le sel, très adapté pour des traçages courts, a été choisi à la fois pour des raisons économiques (le prix du sel de cuisine est modique) et pour des raisons écologiques. En effet, ce type de traçage a un impact extrêmement faible sur l'environnement. La mesure du débit de la rivière souterraine par cette méthode permet d'une part de mieux rendre compte des conditions réelles souterraines qu'une simple hauteur d'eau, et de construire la relation hauteur-débit, et d'autre part d'apprécier la contribution de la Combe aux prêtres dans le débit de la résurgence (station de Villecomte).

Fonctionnement des sondes Reefnet

Les capteurs de pression Sensus permettent la mesure de pression absolue, que ce soit immergé ou émergé. Développés initialement pour les plongeurs, leur usage s'est élargi pour les études ponctuelles d'hydrologie du fait de leur faible coût au regard de matériel professionnel. Ils mesurent la pression exercée par le milieu, sans compensation des variations de pression atmosphérique (le signal mesuré par ces sondes dans un bac d'eau à immersion constante sera les variations périodiques de la pression atmosphérique et non un signal constant). Ainsi pour cette étude, le choix a été fait de dédier au moins une sonde à la mesure des variations de pression atmosphérique, de manière à avoir des variations de niveau d'eau les plus précises possible.



Figure 5 : Sondes sensus Reefnet : dimensions 2,5 cm x 3 cm x 4,5 cm (<http://reefnet.ca/products/sensus/>).

7 sondes ont été immergées dans 6 stations (1 station contient deux enregistreurs) et deux stations sont émergées (enregistrement de la pression atmosphérique). Les sondes sont placées dans des puits de tranquillisation en PVC (diam 50 mm), munis de deux bouchons percés aux extrémités. La longueur standard des tubes est de 1m. 2 stations ont été allongées à 1m50 environ. Chaque tube est marqué d'un repère permettant de mesurer l'immersion des sondes. Les tubes sont fixés aux parois par des tiges filetées. Tout le matériel peut être retiré une fois que les stations seront arrêtées (pas de scellement). Pour les stations qui devront rester plus longtemps, nous pourrions mettre en place des dispositifs plus pérennes. L'acquisition est lancée à raison d'une mesure toutes les 10 minutes.

Les sondes ont été au préalable immergées dans un forage jusqu'à 45 m de profondeur pour les étalonner. Chaque station a fait l'objet d'un relevé de la section.



Figure 6 : installation d'un des puits de tranquillisation (photo Vincent Schneider).

D'autres projets complémentaires peuvent être envisagés sur ce réseau, dont par exemple la mise en place d'une échelle limnimétrique afin d'avoir des relevés participatifs, où les spéléos relèvent et transmettent le niveau atteint à une date donnée (comme au Rupt du puits à Robert-Espagne, 55 par ex.), mais également une meilleure connaissance de la propagation des crues dans le réseau, ou des réactivités différentes selon les endroits du réseau...

Les résultats de ce projet ambitieux, s'ils sont validés et si le fonctionnement est cohérent, seront diffusés au travers de publications régionales et nationales. Le protocole pourra être transposé à d'autres réseaux sensibles aux crues, compte tenu du nombre croissant des stations hydrométriques de suivis en surface en France. La commission scientifique régionale d'Ile de France est en train de se remettre sur pied avec plusieurs formations (journée initiation à la cartographie, reconnaissance et recensement de chiroptères, initiation à la karstologie et à l'hydrologie) qui déboucheront sur des projets intéressants. Ce projet s'intègre totalement dans ce mouvement.

Plus précisément, une telle corrélation entre les données des stations hydrométriques de Villecomte ou de Val Suzon et le niveau d'eau réellement présent dans la cavité demande un gros travail d'instrumentation de la cavité pour valider toute l'étude. Ce travail se déroule en plusieurs étapes :

- Etalonnage des capteurs de pression et inter-calibration entre eux ;
- Installation de ces capteurs dans divers endroits du réseau pour trouver les zones les plus appropriées en termes de suivi des niveaux des eaux ;
- Relevés réguliers et traitement des données pour corriger l'instrumentation ;
- Choix de quelques points représentatifs du comportement hydrologique de la cavité et installation de sondes pour enregistrements de longue durée et suivi pluri-saisonnier ;
- Validation de l'étude et suivi à long terme pour vérification des résultats.

Cette étude, si elle fonctionne bien et si les résultats sont cohérents avec les données des stations de Villecomte et de Val Suzon, apportera plusieurs informations qui seront publiées et mises à disposition de la communauté spéléologique :

- Tests et validation d'un protocole d'étude hydrologique instrumentée ;
- Meilleure compréhension du régime hydrologique global du réseau de Francheville (Combe aux Prêtres) et suivi des variations locales de régimes en divers points de la cavité, cinétique et réactivité des différentes zones ;
- Instrumentation d'autres cavités par la suite avec le même protocole ;
- Formations scientifiques de spéléologues souhaitant travailler sur le même schéma.

Le week end du 12-13 octobre 2013, la commission scientifique du CoSIF a organisé un stage d'initiation à la karstologie et à l'hydrologie durant lequel les stagiaires ont participé à la récupération des premiers résultats des acquisitions de ces instruments et ont tenté de calibrer les débits et de relever les éléments nécessaires manquants à l'étude. Les résultats de ce travail feront l'objet de publications ultérieures. Un nouveau week-end est prévu les 12-13 avril 2014, organisé par le CDS93.

Consultation des débits sur Internet

Le réseau de la Combe aux Prêtres s'étend sur le bassin hydrologique du Rhône, qui est équipé de nombreuses stations à acquisition automatique, dont les données sont mis en ligne régulièrement. La consultation des débits sur internet, par exemple sur la station de Val Suzon (<http://www.rdbmrc.com/hydroreel2/station.php?codestation=587>) permet d'avoir accès à deux choses : les chroniques de hauteurs d'eau ou de débits d'une part, et les caractéristiques de chaque station d'autre part.

- Les mesures effectuées sont des hauteurs d'eau (ou cotes par rapport à une échelle de référence au niveau de la station) ; les débits sont obtenus par le calcul à partir des données de hauteur, en utilisant la relation hauteur-débit, caractéristique de chaque station. Chacun des paramètres est présenté sous forme de chronique sur 15 jours et 3 jours.
- Les caractéristiques des stations comprennent des informations sur l'historique des débits (statistiques mensuelles et annuelles), ainsi que des valeurs de référence, propres à chaque station (périodes de retour et crues historiques). Le module interannuel correspond au débit moyen annuel. La période de retour est la probabilité qu'à une crue de débit donné de se reproduire. Par exemple une crue décennale est susceptible de se reproduire une fois tous les 10 ans ; pour autant elle ne se reproduit pas forcément tous les 10 ans à date anniversaire : elle peut très bien survenir deux fois dans une même année, ou ne pas se reproduire pendant 20 ans. Cela permet de comparer les débits mesurés par rapport aux situations exceptionnelles, et aux autres stations.

Ces informations sont fondamentales pour les spéléologues qui souhaitent s'engager dans les réseaux souterrains présentant un écoulement d'eau, et un risque de crue. Elles sont bien entendu à

compléter par rapport aux prévisions météorologiques locales pour imaginer la tendance qui devrait se dessiner pendant la durée de l'exploration. Deux situations permettent d'illustrer le propos :

- si la station associée au réseau exploré présente un étiage marqué (débit très faible), il faudra se méfier des risques d'orage ou des prévisions de pluies importantes, pouvant conduire à une augmentation importante des débits, qui peut être très rapide selon les réseaux. La tenue de l'exploration sera donc soumise à la conjonction favorable d'au moins deux facteurs : la situation hydrologique et les prévisions météorologiques.
- Si des précipitations ont eu lieu sur le massif concerné, mais qu'avant l'exploration les débits ne semblent pas avoir augmenté, il conviendra d'être réservé sur les prédictions d'évolution de ses derniers, le temps de réponse pouvant être plus ou moins long selon les massifs, mais également selon les saisons (Delbard, 2013).

Premiers résultats

Dans le cadre de l'étude menée sur le réseau de Francheville, les premiers résultats semblent montrer les points suivants :

- la station de Val Suzon est relativement synchrone avec les mesures effectuées à la Combe aux prêtres, et les débits semblent comparables ;
- Lorsque le débit est au-delà du module annuel à Val Suzon ou à Villecomte (soit environ $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ à Val Suzon) les passages dans la rivière nécessitent de s'immerger au moins jusqu'à la taille et la situation hydrologique dans le réseau ne semble plus adaptée pour pouvoir emmener des débutants ou faire des initiations de manière sereine et sans risquer d'avoir un peu froid ;
- Lorsque le débit est aux environs de $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ à Val Suzon (soit environ autant dans la rivière de la Combe aux prêtres) le débit devient très important mais permet toujours de passer la chatière et le lac de glaise ; on a de l'eau jusqu'aux épaules entre la salle des gours et le pont de singe, et de l'eau jusqu'à la taille en passant le pont de singe (là c'est plus précis). Une exploration dans ces conditions semble engagée pour des spéléologues expérimentés, le risque d'avoir froid étant incontournable.

Nous ne connaissons pas encore le débit à partir duquel le passage de la chatière ou le lac de glaise siphonnent. Pour autant, il semblerait que le lac de glaise siphonne de manière ponctuelle avant la chatière. Les dispositifs en place visent notamment à préciser ces deux points.

Avant de s'engager il convient de consulter la situation hydrologique sur les sites mentionnés ci-dessus

Alors avant de vous engager consultez la situation hydrologique sur les sites mentionnés ci-dessus ainsi que les prévisions météorologiques. De bonnes conditions d'exploration sont la clé d'une exploration réussie et du plaisir que vous y prendrez.

Participants :

CoSiF : Gael Monvoisin, Pascale Vivancos ;

CDS93 : Julien Ginguené, Fabien Fécherouille, Alexandre Wieczorek, Vincent Schneider ;

Spéléo Club Rosnéen (CDS93) : Fabien Fécherouille, Vincent Schneider (+Spéléo Club Aubeois), Christian Duger, Nadine Duger, Thomas Gaslonde ;

CDS21 : Bernard Le Bihan, Jean-Marc Chaput.

Merci au Conseil Général de Seine Saint Denis pour sa contribution au soutien financier de cette action.

Pour toute information, contacter Vincent Schneider (vince-schneider@orange.fr).