



**RÉSEAU CCF**

**CAROTTEURS  
CONTINENTAL  
FRANÇAIS**



## **Note technique Atelier Carottage CHORANCHE**

13-16 novembre 2023

Membres présents RCCF : Julien DIDIER, Bernard FANGET, Raphael GALLET, Emmanuel MALET, Edouard REGNIER,

Membres présents MSK : Stéphane JAILLET, Gael MONVOISIN

---

### **Introduction**

Pour obtenir des séquences continues d'archives naturelles d'histoires d'environnements, différentes des spéléothèmes, le prélèvement de la colonne de sédimentation est possible par carottage du sédiment accumulé au fond de l'eau (océans, lacs, retenues d'eaux naturelles ou anthropiques). Les méthodes de carottage en milieux lacustres nécessitent généralement l'emploi de matériels volumineux et lourds (qui, pour la plupart du temps, ne sont pas contraints en surface et en hauteur).

Pourtant, en grotte, les conditions d'acquisition restent complexes. L'absence de positionnement par GPS, le recours à un positionnement par vision dans un environnement sombre, la géométrie contraintes (parois et voûtes), la présence d'objets patrimoniaux fragiles (spéléothèmes) limitent l'utilisation de ces technologies dans les milieux souterrains. De plus, la saturation des eaux en carbonates implique une nature des sédiments différente de celles trouvées classiquement dans les lacs. Pour ces raisons, les outils de prélèvements doivent être adaptés, voire inventés.

L'objectif principal de cet atelier est de tester du matériel de carottage léger sélectionné pour être utilisé sur des sites d'accès difficile et dans des conditions dégradées. C'est la raison pour laquelle nous avons testé une série de matériels transportables à dos d'homme, à l'intérieur d'une grotte et sur la berge d'un lac souterrain : car c'est sur la berge que le carottage s'avère le plus difficile en raison de la faible profondeur de la colonne d'eau. Cet atelier technique s'inscrit dans le cadre du Réseau des Carotteurs Continental Français (RCCF), en collaboration avec le réseau Milieux Souterrains et Karsts (MSK) de la Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires (MITI) du CNRS.

# PLAN

Le premier atelier technique du Réseau des Carotteurs Continental Français à chaque verrou technologique fera l'objet des thématiques abordées lors de ces journées :

- I. CHOIX DU LIEU & PREPARATIFS
- II. TYPE DE PLATEFORME A METTRE EN ŒUVRE & MATERIELS UTILISES
- III. LA SECURITE AU TRAVAIL
- IV. DEROULE DES ESSAIS
- V. SYNTHÈSE DES ESSAIS PERTINENTS
- VI. SYNTHÈSE DES ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS
- VII. CONCLUSION

## I CHOIX DU LIEU & PREPARATIFS

Le site retenu pour le test de carottage est le lac souterrain des grottes de Choranche dans le Vercors. En effet, le site répondait à plusieurs contraintes qui justifiaient ce choix. C'est d'abord l'existence d'une pile sédimentaire identifiée dans ce lac et qui avait fait l'objet de plusieurs investigations, notamment dans le cadre de la thèse d'Anne-Sophie Perroux (2005) et de travaux de recherches publiés (Perroux, 2005, 2006 ; Carcaillet et al., 2007 ; Jaillet et al., 2009 ; Lignier et al., 2012).

C'est aussi un site qui s'inscrit dans une grotte touristique (figure 1) offrant les commodités d'accès, d'éclairages et d'électricité et qui en outre est clos la nuit permettant de laisser le matériel entre deux séances de travail. C'est aussi un site assez central dans le Sud-Est de la France, permettant de rassembler aisément les opérateurs.

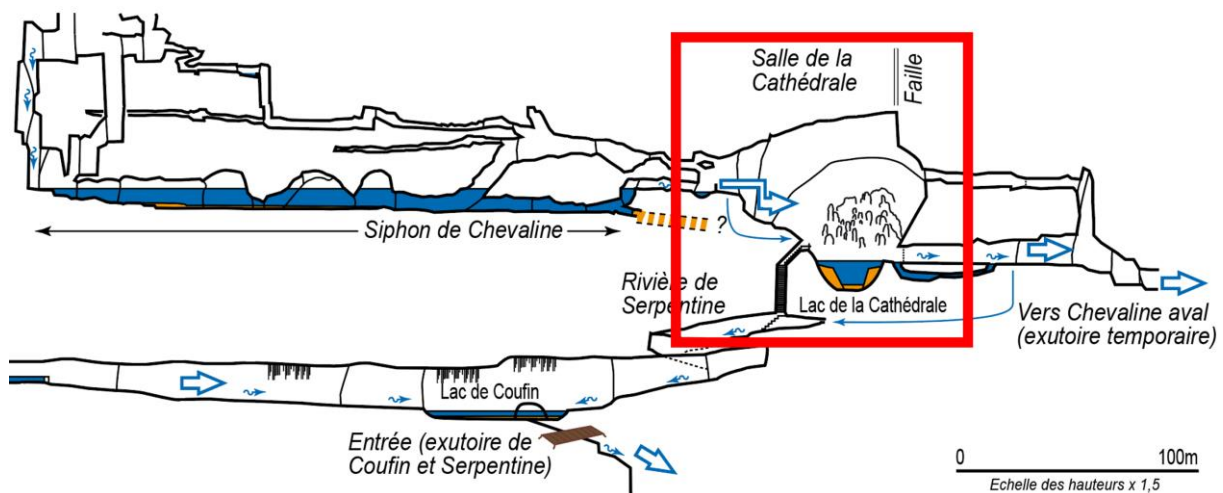


Figure 1 : Localisation de la salle de la cathédrale et du Lac dans les grottes de Choranche. Noter le maintien de la pile sédimentaire sur les bords du lac alors que la partie centrale a été soutirée lors des travaux d'aménagement dans les années 1980.

Le lac lui-même mesure une trentaine de mètres de longueur pour une quinzaine de largeur. Il reçoit les eaux de la rivière souterraine de Chevaline qui, en crue, transporte une charge détritique essentiellement carbonatée autochtone. Cela veut dire que l'essentiel des dépôts est composé du démantèlement de calcite produite dans la rivière en amont, complété par quelques éléments fins provenant sans doute des soutirages des couvertures non calcaires sur le plateau des Coulmes.

Le lac a été perturbé dans les années 1980 par les travaux d'aménagement touristique. En effet, depuis la rivière Serpentine, en voulant rejoindre la salle de la cathédrale, le percement du tunnel a créé la vidange complète du lac et le soutirage d'une grande partie des sédiments. Il ne subsiste que des dépôts latéraux et notamment une très large banquette en rive gauche. C'est cette banquette qui avait déjà fait l'objet des investigations précédentes et c'est à nouveau cette banquette qui a été retenue pour les tests de cette opération (figure 2).

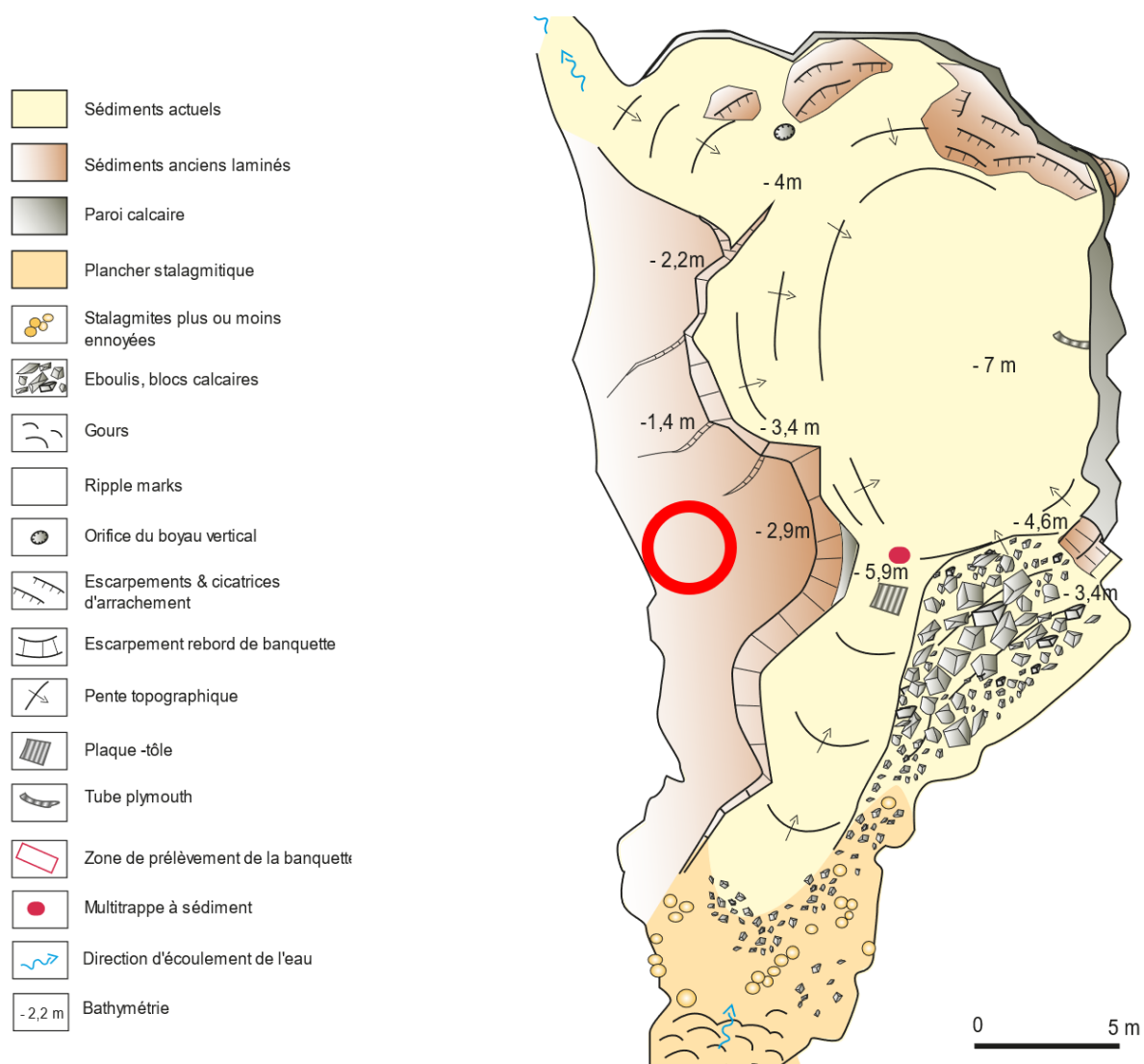


Figure 2 : Cartographie géomorphologique du lac de la Cathédrale à Choranche et localisation du point retenu pour les tests. Noter la banquette de sédiments anciens laminés faisant l'objet des carottages et, au centre, les sédiments actuels accumulés à la suite de l'épisode de soutirage des années 1980. Relevé Lignier et Jaillet 2010.

En ce qui concerne les préparatifs de la mission, le tableau ci-dessous présente un récapitulatif des ETP (Equivalent Temps Plein) consacrés à la préparation et à la finalisation des journées techniques relatives au carottage du lac amont de la grotte de Choranche. Il permet de visualiser les différentes étapes du projet, les ressources humaines allouées, ainsi que la répartition du temps de travail pour chaque phase de l'opération.

| <b>Etapes du projet</b>                                                                                                                 | <b>ETP (en jour)</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Mise en place des objectifs et du programme des journées                                                                                | 2                    |
| Organisation logistique (identification des participants, réservations hôtel, demande d'autorisation, rédaction programme et diffusion) | 2                    |
| Organisation technique (rencontre avec Laurent Augustin (responsable technique du CCF), bon de commande pour location de matériel, ...) | 1                    |
| Préparation et chargement du matériel dans le camion                                                                                    | 3                    |
| Déchargement et rangement après mission                                                                                                 | 1,5                  |
| Manips complémentaires                                                                                                                  | 1                    |
| Rédaction dessins techniques, CR, résumé                                                                                                | 16                   |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                            | <b>24,5</b>          |

*Tableau récapitulatif des ETP de la préparation à la finalisation des journées techniques le Carottage du lac amont de la grotte de CHORANCHE.*

## II TYPE DE PLATEFORME A METTRE EN ŒUVRE & MATERIELS UTILISES

Parmi l'ensemble des dispositifs d'engins flottants disponible en France pour effectuer des prélèvements de sédiments (figure 3 ci-dessous) seule la barge de voyage développée par EDYTEM (figure 4-a) peut convenir à une utilisation souterraine.

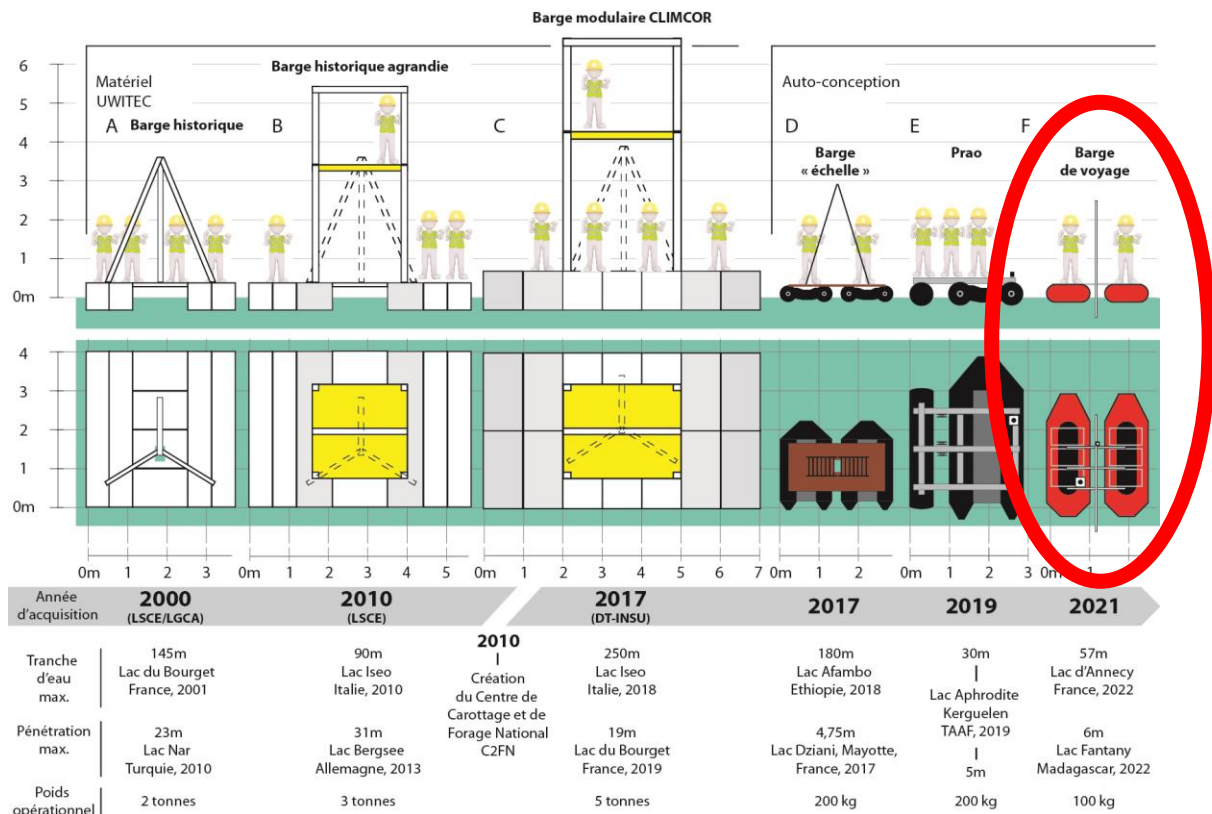
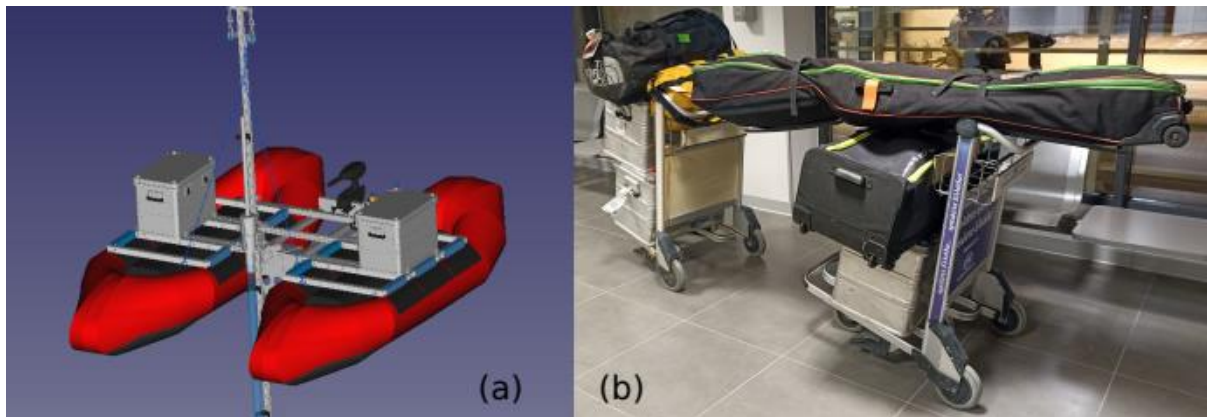


Figure 3 : Panorama des engins flottants disponibles en France pour les prélèvements de sédiments lacustres.

L'ensemble du matériel de carottage peut être transporté dans 6 bagages de 23kg chacun qui passent pour le transport aérien (bien qu'ils soient hors format ; figure 4-b). Elle est composée de deux canoës conçus spécialement pour cet usage par la société Mekong situé à Crest (26). En plus des matelas servant de fond sont rajoutés comme réserve de flottaison dans le cas d'avaries. Une plateforme en cadres d'aluminium est fixée sur les canoës et permet d'accueillir deux coffres servant de siège, un moteur électrique et un mat de carottage pivotant pour faciliter les manœuvres lors du lancement du carottier ou lors de l'extraction. Cette plateforme (dimensions totale 3,6x2,3 m ; surface de travail 2,3x1,2 m ; réserve d'air totale 1530 kg) peut accueillir deux opérateurs et a une force d'extraction de 500 kg limité par le treuil. Lors de la conception, l'ensemble des contraintes mécaniques a été optimisé par la méthode des éléments finis associée à un plan d'expérience, les caractéristiques hydrostatiques et hydrodynamiques ont été calculés aussi bien dans le cas d'un usage normal

que dans celui d'avaries. Des tests sur le terrain ont permis de vérifier l'ensemble des calculs et des conditions de sécurités.



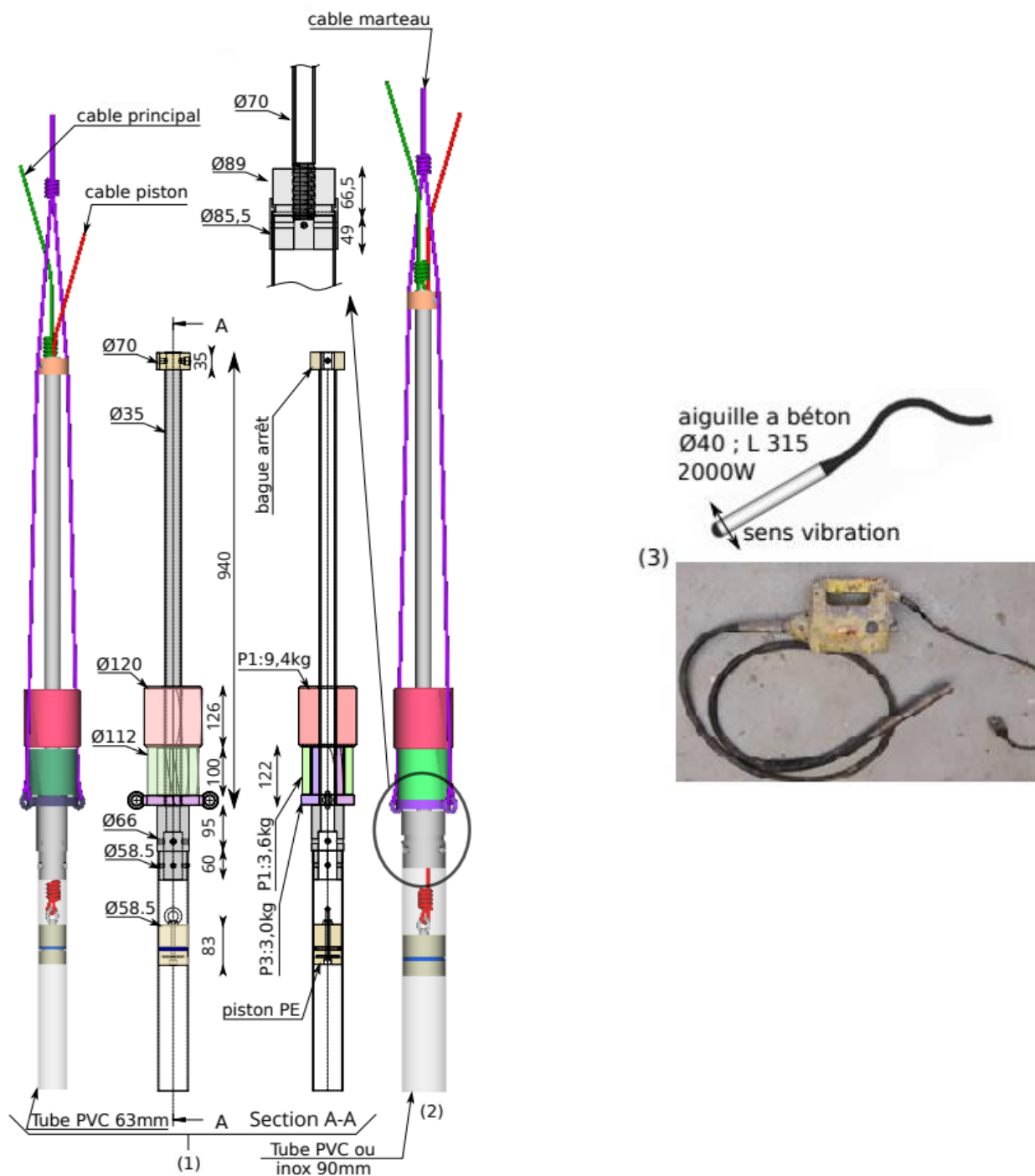
*Figures 4 : (a) mini barge de carottage en configuration de prélèvement. (b) ensemble du dispositif conditionné pour le voyage en 6 bagages accepté par le transport aérien.*

Les bagages ont été optimisés pour transporter une quinzaine de tube PVC de 63mm de diamètre avec une longueur de 2m ainsi qu'un système de carottier de type nesjer modifié pour tube de 63mm (développé par EDYTEM) comprenant deux moutons de frappe d'environ 10 kg. Cet ensemble a déjà permis d'obtenir une carotte sédimentaire de 8,2 m et de travailler dans des tranches d'eau comprises entre 50 cm et 200 m (données jusqu'en automne 2024).

Sur la figure 5-1 ; sont présentés la vue 3D du dispositif avec un schéma de montage comprenant les différentes pièces à utiliser ainsi que les systèmes de boot pour maintenir le carottier, le piston stationnaire et actionner les marteaux, Sur les vues des dessins techniques, les dimensions et les poids sont indiqués pour des fins de reproductions éventuelles. Il est à noter que le poids de 3,6 kg est celui utilisé pour la carotte pilote obtenue avec un système UWITEC.

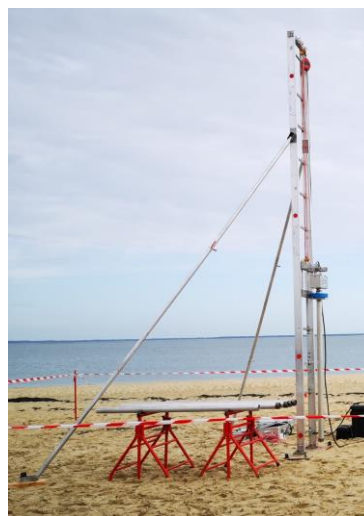
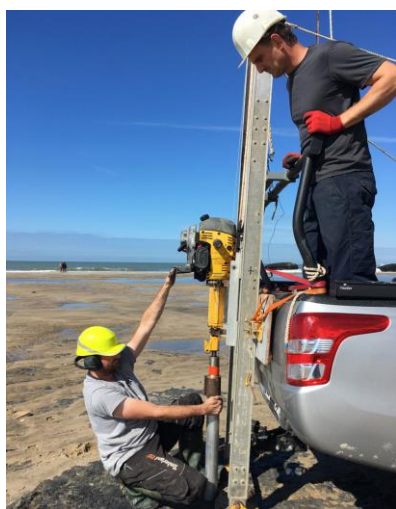
Pour ces journées techniques ; nous avons aussi utilisé un autre système de type nesjer modifié pour tube de 90mm (aussi développé par EDYTEM) utilisant les mêmes poids pour les frappes. La figure 5-2 montre la vue 3D du dispositif. Dans ce cas, une rallonge de carottage classique (norme RD32) vient s'insérer dans la tête du carottier. Des tubes en PVC ou en acier inox peuvent être montés.

Malheureusement, dans le cas des faibles tranches d'eau, le dispositif de carottage s'avère compliqué à utiliser (surtout avec des sédiments « coriaces ») et nécessite d'autres développements. Pour cette raison, nous avons testé une technique de carottage par vibration à l'aide d'une aiguille à béton louée chez Kiloutou (diamètre 40mm, longueur 315 mm, fréquence de vibration 12000 t/min, 2000W fig 5-3).



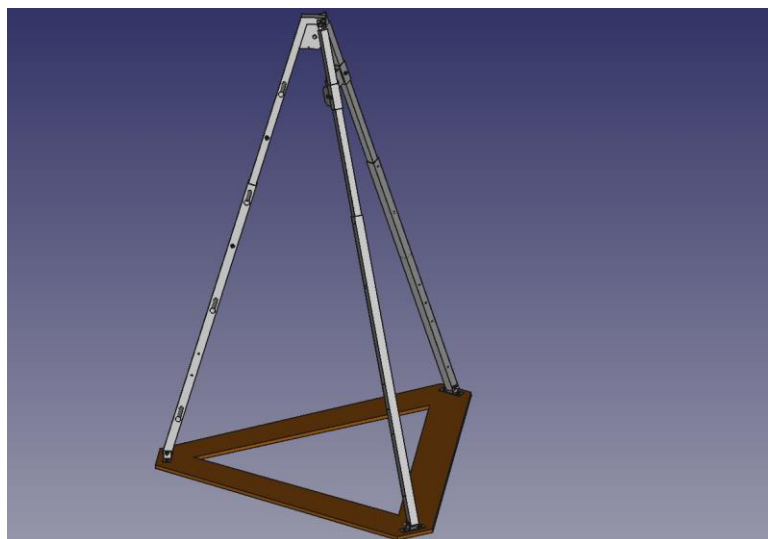
Figures 5 : matériel de carottage testé : (1) carottier de type nesjerk modifié pour tube de 63mm. Il est à noter que les trois poids sont fendus pour permettre de les mettre ou retirer du carottier ; (2) carottier de type nesjerk modifié pour tube de 90mm ; (3) schéma & photo de la tête de l'aiguille à béton.

Remarque : Suite à l'absence de l'équipe du CCF, leur matériel à savoir le vibro-carottier et le carottier à percussion (Amory) initialement prévus, n'auront pas pu être testés (Photos 1).



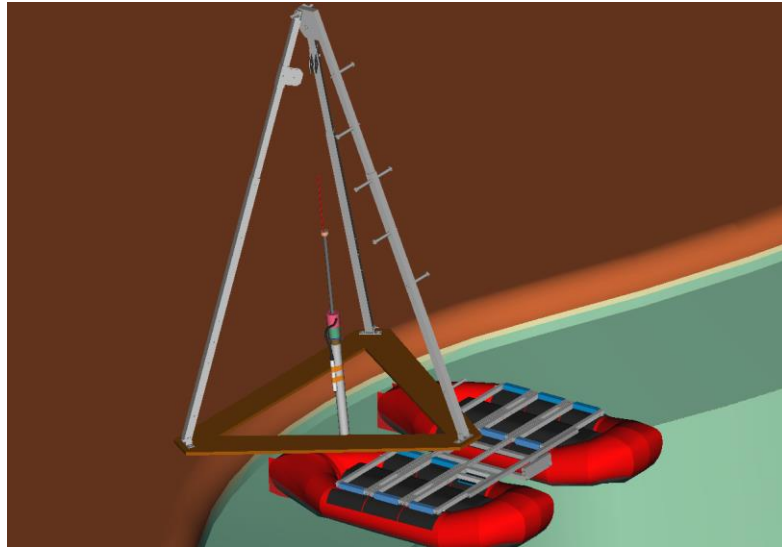
*Photos 1 : Matériel n'ayant pas pu être testé appartenant au CCF : Respectivement le Vibro-carottier et le carottier à percussion (Amory).*

Une difficulté supplémentaire s'est rajoutée à celles déjà présentes. En effet, la proximité du point de carottage avec la berge nous a conduit à utiliser le tripode UWITEC (figure5) monté sur trois planches.



*Figure 5 : Tripode UWITEC monté avec ses échelles et maintenu par trois planches.*

Ce dernier système a pu être mis en place à cheval entre la berge et le raft comme le montre la figure 6.



*Figure 6 : Dispositif de carottage en place près à être utilisé.*

### III LA SECURITE AU TRAVAIL

Premier atelier du réseau, ce galop d'essai en termes de prévention des risques n'a pas été un franc succès.

#### Résumé sur l'analyse de risque pour la mission

1 L'organisation de la mission – chargement/déchargement du véhicule.  
Port de charges et déplacement dans le Master : pas de remarque particulière.

2 Le déplacement :

Prendre un véhicule reste une partie assez délicate en termes de prévention. Le véhicule chargé, nécessite une certaine habitude pour le conducteur, et quelques précautions de conduite notamment au niveau de la vitesse et des distances de sécurité accrues par rapport à la conduite d'un véhicule léger.

3 Transfert des matériels du camion au lieu de travail.

On a pu se garer au plus près de l'entrée du complexe de la grotte de Choranche. La grotte étant fermée pour des raisons de travaux (perçement d'un tunnel de sécurisation de l'accès), on avait un accès libre au passage. Toutefois, l'entreprise en charge du percement du tunnel était sur place et les travaux de percement ont débuté le mardi (usage d'explosifs et d'engins d'excavation). Pour le transfert du matériel dans la grotte (lundi), on a bénéficié d'un accès

libre durant l'après-midi. Par la suite, comme il n'y avait pas de coactivité à proprement parlé, nous avons juste convenu de règles de passage pour des déplacements sans risques pour notre équipe. A savoir que nous étions toujours prévenus des heures précises pour les tirs de mines. Pour ce qui est des conditions de transfert des matériels, vous avons porté tout ce qui n'était pas transportable par la brouette électrique. Le port de charge a été fragmenté et c'est fait sans contrainte et sans danger. Seul le passage de l'escalier final donnant accès à l'espace de travail représentait une difficulté physique.

Le transfert des matériels de la grotte au Master s'est fait dans les mêmes conditions hormis la fatigue supplémentaire.

#### 4 Déploiement du matériel sur la rive sédimentaire.

Equipement de protection individuelle obligatoire : Bottes (eau et boues) et combinaisons spéléo (humidité, température de l'eau) et casques de protection avec son éclairage pour tous. Des piles de rechange avaient aussi été prévues. Il aurait été utile d'emporter à la fois des gilets de sauvetage pour les personnes qui sont allées sur le lac avec l'embarcation et des casques anti-bruit ou plutôt des bouchons d'oreilles pour tout le monde

Pour les gilets de sauvetage, c'était prévu. Ils ont été oubliés car ils ont servi la veille sur une journée terrain avec des étudiants.

Pour les bouchons d'oreilles, la gêne occasionnée par un débit d'eau important, n'avait pas été prise en compte.

#### 5 Travaux de carottage.

Les travaux se sont faits dans des conditions de sécurité adaptées à l'environnement.

## IV. DEROULE DES ESSAIS

### 1 Carottier tube inox D90 sans piston. Aiguille de vibration verticale fixée contre le carottier en son milieu.

Au bout d'environ 1m, la pénétration dans le sédiment ayant du mal à continuer, Gael et Raphaël ajoutent leurs poids (76 + 80) kg sur le carottier pour l'aider à terminer sa pénétration jusqu'à 2m.

La pénétration dans le sédiment uniquement avec la vibration n'est pas efficace.



### 2 Carottier tube inox D90 sans piston. Aiguille de vibration verticale fixée contre la tige du carottier.

La vibration n'est pas efficace et n'a pas d'impact sur le carottage. L'hypothèse est que cela est dû au jeu latéral du filetage entre la tige et le carottier.

Dès que l'aiguille commence à vibrer, la tige de forage se desserre immédiatement. Des mesures ont été réalisées afin de quantifier cette zone d'absorption d'énergie. En partant du système bloqué en butée, jusqu'à un desserrage de 30mm, le jeu axial a été mesuré. Il représente environ 1,1 mm à partir d'un desserrage de 2 mm et est quasiment constant sur les 28 mm suivants. Le jeu angulaire a aussi été quantifié. La figure 7 représente l'angle en degré entre la position bloquée et la position maximale de la tige lorsqu'elle est tirée. Là aussi on observe que dès le deuxième mm de desserrage, le jeu axial est stable et d'environ 0,8°. Ce phénomène explique facilement la perte d'énergie de vibration dans cet ensemble. Il faut donc que toutes les pièces de la tête de carottier soient soudées entre elles.



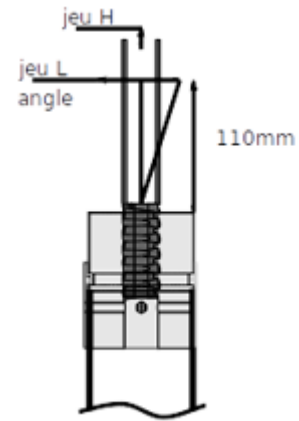
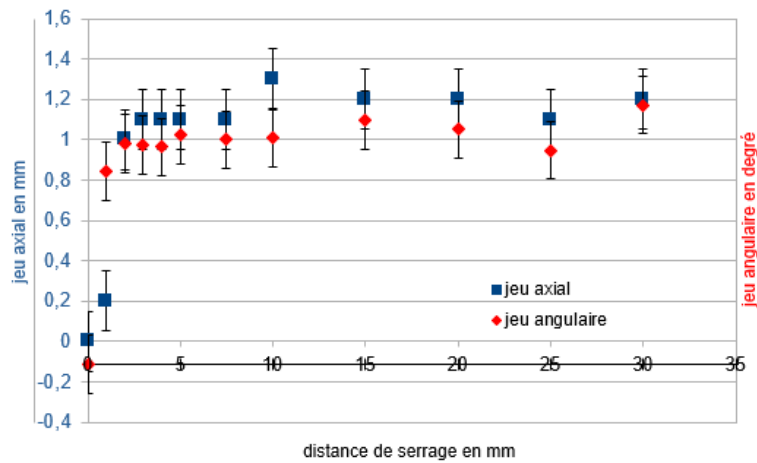


Figure 7 : Angle en degré entre la position bloquée et la position maximale de la tige lorsqu'elle est tirée.

### 3 Carottier Nesje tube plastique. Aiguille de vibration horizontale posé au sommet du carottier, fixé avec du scotch orange et aidé par le poids de Gael.

Le carottier Nesje s'enfonce d'environ 1 m dans le sédiment par vibration en 2min 8s avant de se stabiliser. Cependant, la vibration absorbée par le plastique limite une pénétration plus profonde.



Lors de l'extraction du carottier, Nous observons initialement une perte de sédiment que nous attribuons d'abord à un possible défaut d'étanchéité du piston. Or, nous observons ensuite la déformation du liner plastique due à l'effet ventouse, se manifestant par une déformation en forme de "bec de canard". Cette déformation a entraîné la chute d'une partie des sédiments. Bien que ce phénomène ait été mentionné par d'autres personnes du milieu auparavant, il n'avait jamais été observé jusqu'à présent. Pour la première fois, nous avons pu observer et documenter ce phénomène sur le terrain, à la fois par photographie et vidéo.



Conclusion : Un tube plastique non chemisé se déforme sous la pression lors de l'extraction, ce qui peut entraîner la perte de sédiments. **D'où l'importance de toujours chemiser le tube plastique pour ce type de prélèvements.**

Résultat : carotte CHO-23-01 (1m)

**4 Carottier tube inox avec piston et poids Nesje. Aiguille de vibration horizontale plaquée au sommet du tube et poids de Gael.**

Le carottier s'enfonce assez facilement par vibration + poids de Gael de 2m en 1min42s.

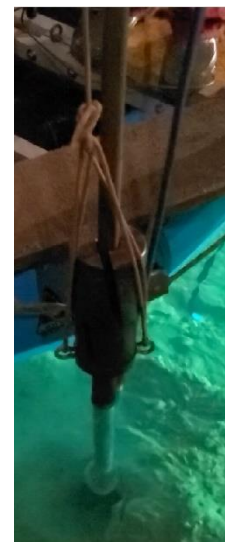
Résultat : Carotte CHO-23-02 de 1,80m



**5 Carottier Niederreiter 63 L2m avec piston, chemisé, sans core-catcher avec poids pour battage.**

Nous retournons dans le même trou que celui du test n°4 pour essayer de prélever une carotte d'une profondeur de 2 à 4 mètres avec ce nouveau carottier, par battage. Nous avons atteint le fond rocheux à une profondeur de sédiment de 3,10 mètres, prélevant ainsi 1 mètre de sédiment. En remontant le carottier, nous avons perdu 60 cm de sable au fond.

Résultat : Carotte CHO-23-03 (40cm)



**Mercredi matin :**

Décalage de la plateforme pour être dans un espace propre de sédiments.

Essai de pénétration test efficacité du vibro carottier avec différentes configurations sans intention de prélever de carottes.

## 6 Carottier tube inox avec poids Nesje

Le carottier avec le poids Nesje s'enfonce dans le sédiment par gravité de 56cm en 45s avant de stabiliser.

Le carottier a mis 3s à percer la couche de surface, puis est descendu jusqu'à 1m dans le sédiment.



## 7 Carottier tube inox avec poids Nesje + second poids 76Kg (Raphael).

Le carottier s'enfonce par gravité de 56cm par son propre poids + poids Nesje avant de stabiliser. Un poids de 76kg est ajouté (Raphael). Inox avec poids Nesje et Raphael dessus (76kg).

Le carottier a pénétré le sédiment de 110cm par fonçage au totale avec (76+Nesje) kg avant de stabiliser.

L'aiguille verticale est fixée sur le haut du tube inox le poids de 76kg est enlevé. Une fois la vibration activée, le carottier descend très rapidement en 60s de (206-hauteur d'eau) cm (jusqu'à être complètement submergé).

L'étape d'extraction du carottier du sédiment est difficile, l'utilisation de winchs et de poulies sont indispensables.

Vu la force d'arrachement exercé nécessaire, il y a une possibilité de perte de sédiments à la base du carottier. L'utilisation d'une peau d'orange ou d'un core catcher sera alors préconisé.



## **8 Carottier tube inox avec poids Nesje. Aiguille de vibration verticale plaquée au sommet du tube.**

Lorsque les vibrations ont commencé, le tube a rapidement pénétré le sédiment. Après 2 minutes et 15 secondes, le tube semble avoir atteint une certaine stabilité au niveau de la surface de l'eau : Le carottier s'est enfoncé de (206-hauteur d'eau) cm.

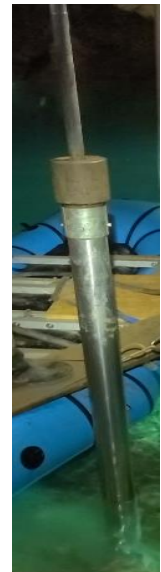
Cependant, la transmission des vibrations ne s'est pas effectuée correctement car l'aiguille n'était pas solidement plaquée contre le carottier (fixé avec petit collier de et scotch orange). Cela pourrait expliquer pourquoi le carottier n'a pas continué à descendre. De plus, l'aiguille de vibration, qui s'était légèrement décalée, a entraîné une rotation du carottier, tandis que le flexible de l'aiguille s'est enroulé autour du train de tige du carottier.

Il serait intéressant d'effectuer ce même test en chemisant l'aiguille à béton dans un collier fixé sur la tête du carottier pour aider la transmission de la vibration. Ainsi, les pertes d'énergie vibratoire serait réduite.



## **9 Carottier tube inox avec poids Nesje. Percussion manuelle.**

La descente, plutôt lente, du carottier tube inox fonctionne correctement, avec la percussion manuelle jusqu'à environ 1 m au-dessus de la surface de l'eau. A partir de là, il continue de s'enfoncer mais la percussion n'est plus efficace. Il est probable que la force de frottement du sédiment exercé sur le tube est plus importante que l'énergie potentiel due à la percussion du poids.



**10 Carottier tube plastique 90, aiguille de vibration verticale plaquée au sommet du tube.  
Un poids est installé.**

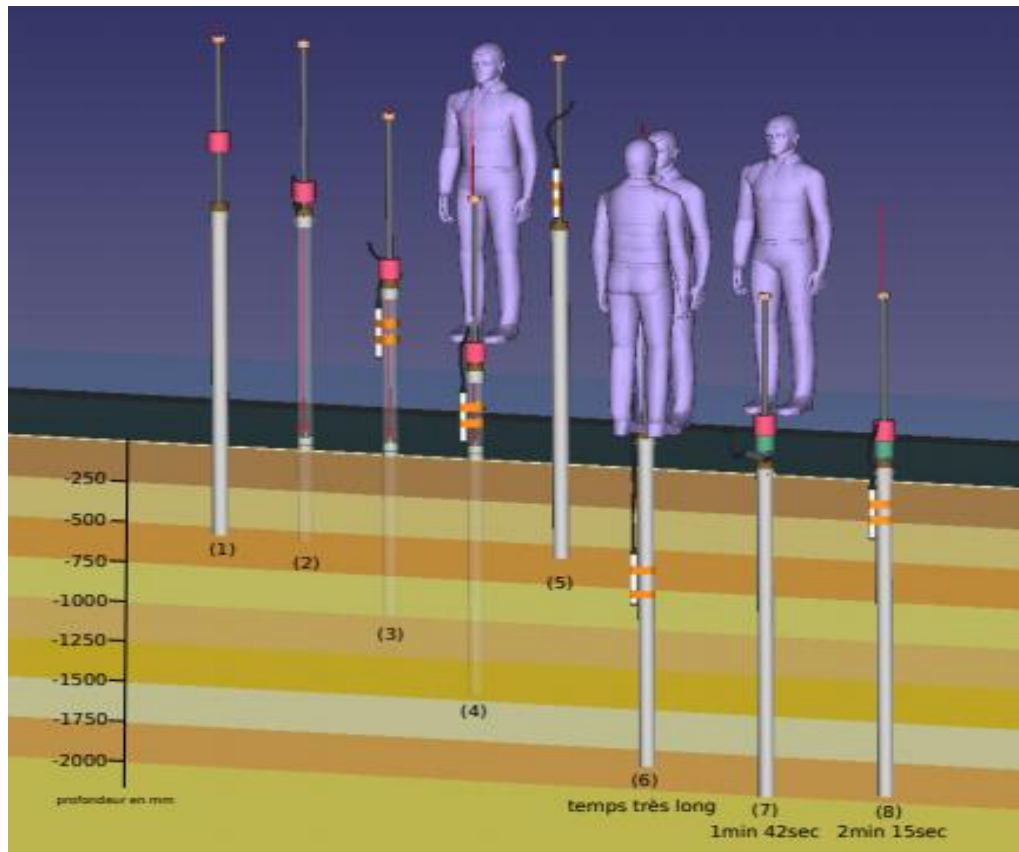
Au déclenchement de la vibration, le tube s'enfonce de 1m en 2min 40s et semble se stabiliser. Après l'ajout d'une masse supplémentaire de (Stéphane) kg, le tube s'enfonce encore de 50cm en 45s avant de stabiliser à nouveau, soit 1,5m au total.

La transmission des vibrations jusqu'à la base du tube est plus difficile par rapport au tube inox. Cette difficulté pourrait être attribuée à la faible rigidité du tube en plastique.



## V. SYNTHÈSE DES ESSAIS PERTINENTS

Nous avons testé onze configurations de ce matériel avec tube PVC de 63 et 90 mm et tube inox de 90mm de diamètre. La figure 8 présente les huit principales obtenues avec des tubes de 90mm. La figure 8-1 montre qu'avec la méthode classique de carottage nous avons pu faire qu'une carotte de 56cm. L'utilisation de tubes PVC sans chemise s'est avérée inefficace dû à l'absorption de l'énergie de l'aiguille par le tube (fig8-2, 3 et 4). Avec un tube inox et l'aiguille vibrante sur la tige vissée dans la tête (fig8-5), l'inefficacité est due à la partie filetée qui se débloque instantanément et absorbe la quasi-totalité de l'énergie. Le positionnement de l'aiguille au milieu du tube inox, bien que plus efficace, induit une perte énorme d'énergie par résonances et/ou interférences due aux réflexions différentes au deux bouts du tube (fig8-6). La meilleure performance a été l'obtention d'une carotte de 1,8m en 1min et 42 secondes avec un tube inox de 90 mm dans lequel il y a un piston et surmonté d'un poids de 95kg (15 kg poids du Nesje et 80 kg d'un opérateur fig8-7). Cette technique nous a permis d'atteindre le bedrock à 3,1m (par l'utilisation d'un carottier Niederreiter 63mm de 2m). Toutefois, la position de l'aiguille au sommet du tube évite tout risque de sécurité sans perte notable d'efficacité (fig8-8).



Figures 8 : principaux résultats obtenus en fonction des configurations d'essais (1 - méthode classique, 2-4 tube PVC 90mm, 5-8 tube inox 90mm).

## VI. SYNTHÈSE DES ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS

Au final, 4 carottes de sédiments ont été gardées (figure 9) :

- CHO-23-01 correspondant au haut des dépôts sédimentaires latéraux originaux
- CHO-23-02 et CHO-23-03 qui correspondent à toute la tranche des dépôts sédimentaires latéraux originaux jusqu'au bedrock. La partie inférieure (60cm environ) constituée de sable a été perdue lors de l'extraction.
- une carotte pilote (CHO-P1) représentant le haut des dépôts sédimentaires post vidange complète du lac et le soutirage d'une grande partie des sédiments en 1980.

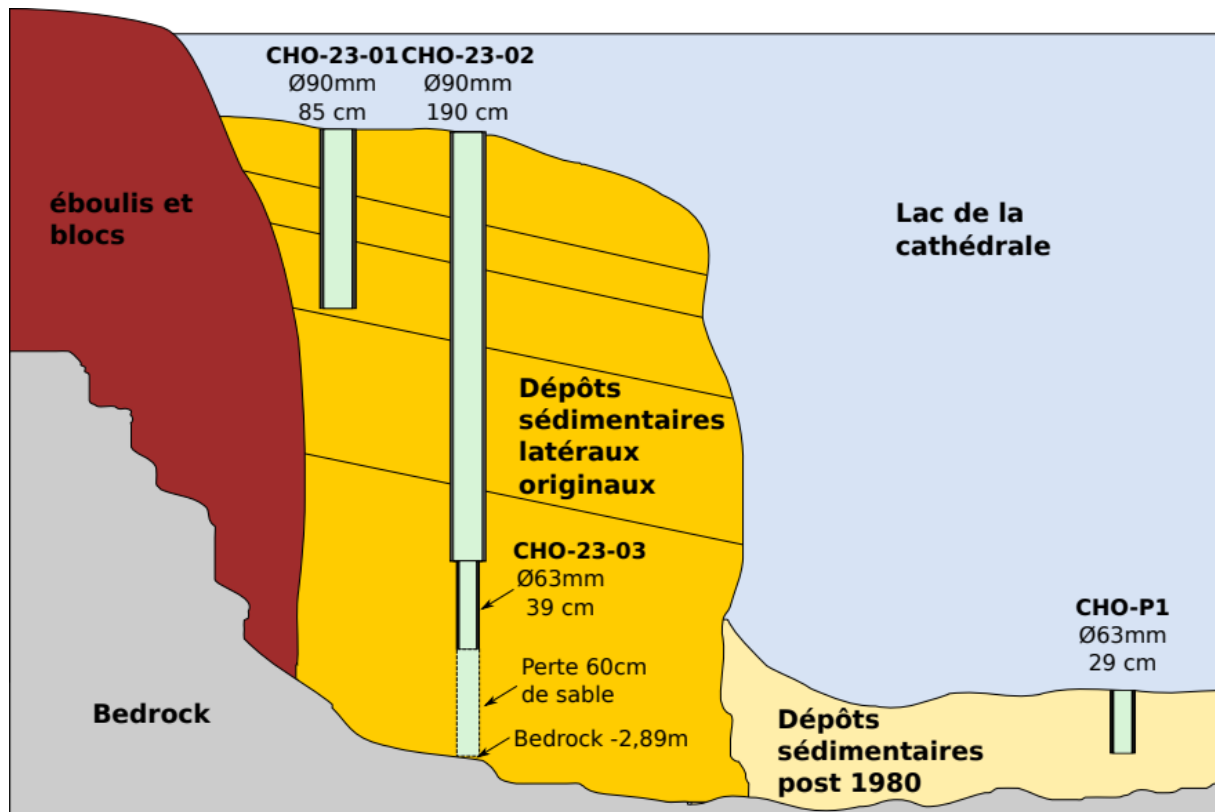


Figure 9 : Contextualisation des prélèvements sédimentaires parmi les différents dépôts présents dans le Lac de la cathédrale.

Enfin, la carotte CHO-23-2 a été extrudée afin de vérifier la qualité de l'échantillon. Nous avons déterré le matériel acheté il y a une vingtaine d'année pour l'extrusion des carottes sédimentaire des tubes inox de 90 mm. Le principe de fonctionnement est assez simple : un piston étanche vient pousser le sédiment l'intérieur du tube par pression d'eau injectée à l'aide de la pompe manuelle. Cette eau passe par une tige de carottier (re-entry ou marteau fond de trou UWITEC) via une pièce d'adaptation. Elle ressort à la base du piston. Dans la tête du carottier, une pièce d'étanchéité maintenue par une bague permet la montée en pression et l'extrusion de la carotte. La figure 10 montre l'ensemble des pièces et le montage de l'ensemble. La figure 11 correspond aux photos prises en début et en fin d'extrusion.

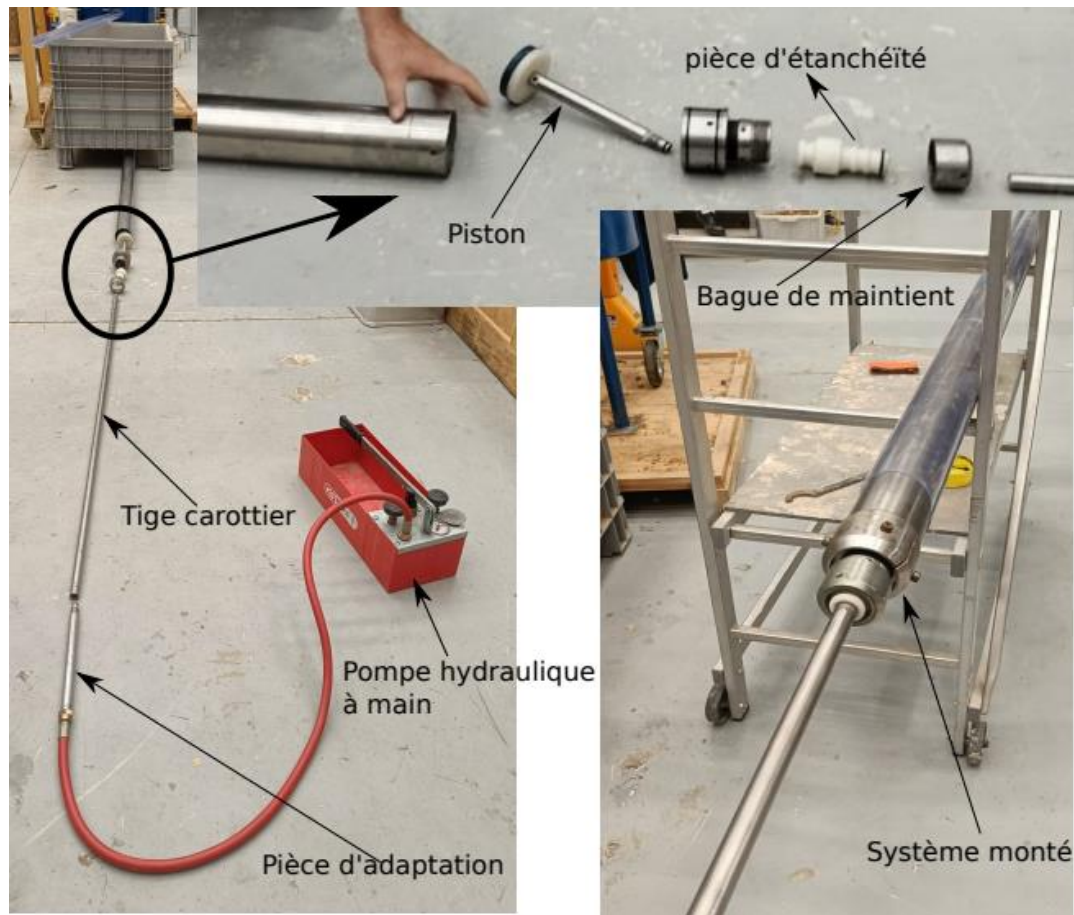


Figure 10 : Ensemble du dispositif d'extrusion de carotte (fabriqué par UWITEC en 2004) et son montage.

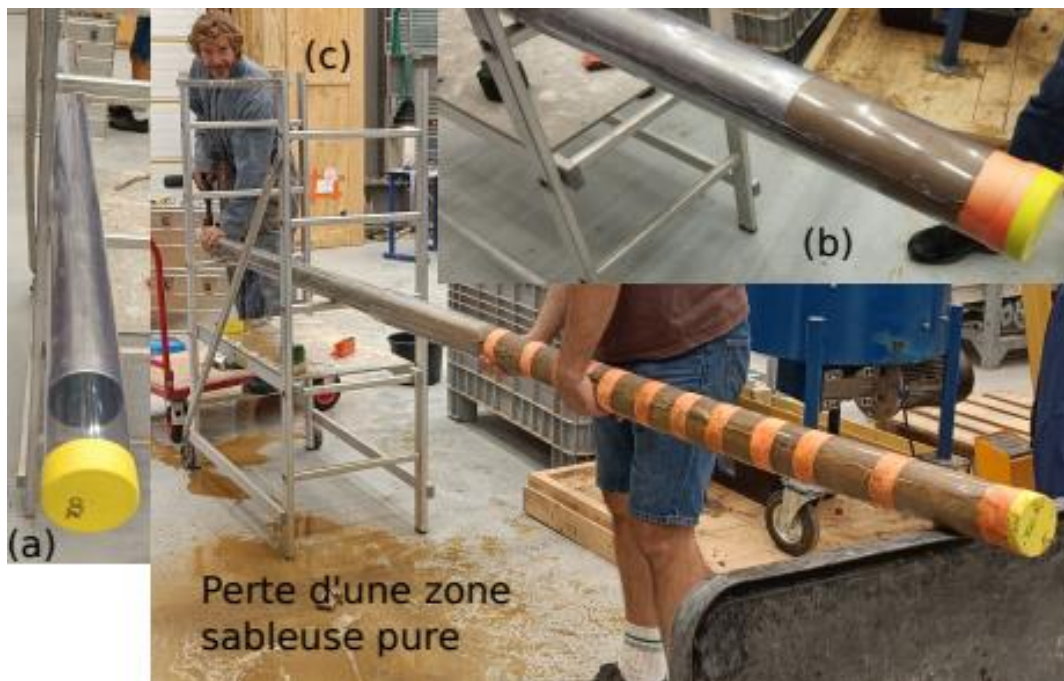
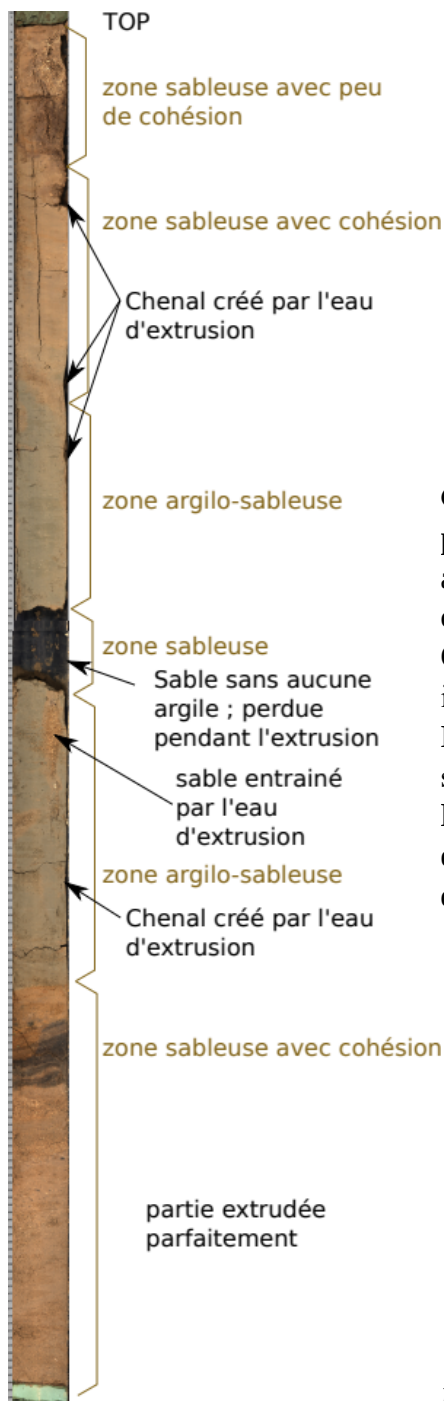


Figure 11 : Départ et fin de la manipulation d'extrusion de la carotte CHO-23-02. (a) montage initial, (b) extrusion parfaite de la fin de la carotte, (c) fin de l'extrusion avec la perte de sable.

La manip d'extrusion a consisté à positionner sur le tube inox deux demi liner de 90 mm découpés longitudinalement et maintenu par un bouchon scotché (figure 11-a). Dans un premier temps, l'eau a été injectée afin de pousser l'ensemble. Les 54 premiers centimètres ont pu être extrudé parfaitement (figure 11-b). Ensuite de l'eau d'extrusion a fuité le long de la carotte par l'interstice entre les deux demi-liners. Après vérification, le joint du piston était trop vieux et n'a pas joué son rôle. Il en a résulté une perte d'une dizaine de centimètre de sable pur (sans argile) et une difficulté à l'extrusion pour le top de la carotte (figure 11-c).



Après ouverture de la carotte, une photo sur le banc GEOTECH d'EDYTEM est présenté figure 12. Les problèmes de fuite d'eau du piston sont clairement apparents avec la présence de chenaux et une remobilisation de la couche de sable entraînée dans une zone argilo-sableuse. Cependant, dans la partie extrudée parfaitement, aucun indice de perturbation ni de pistonage n'a pu être observé. Les couches de charbons présentes dans la couche sableuse sont parfaitement préservées et il n'y a eu aucun pistonage le long des parois. Il faut tout de même noter que cette zone est la dernière à avoir été carottée et le temps d'application des vibrations est donc le plus faible.

Figure 12 : Photo de la carotte CHO-23-02 après ouverture obtenue sur le banc GEOTECH d'EDYTEM.

## VII. CONCLUSION

L'emploi du vibro carottier est potentiellement intéressant à condition qu'une pièce métallique rigide relie l'aiguille et la tête du carottier pour mieux transmettre la vibration et éviter la rotation. Ce système est inopérant sur le tube plastique directement. Il est donc nécessaire de chemiser pour tout prélèvement directement dans le plastique.

Pour les futures missions, prévoir des casques anti-bruit, l'aiguille à béton étant très bruyante avec un son strident. Il serait intéressant de pouvoir moduler la fréquence de vibration sur les aiguilles pour tester des valeurs plus efficaces.

Bibliographie :

**Carcaillet C., Perroux A.-S., Genries A., Perrette Y. (2007)** –Sedimentary charcoal pattern in a karstic underground lake (Vercors massif, Alps, France) implications for paleo-fire history. *The Holocene* 17, 6, 845-850.

**Delannoy J.-J. (1997)** – *Recherches géomorphologiques sur les massifs karstiques du Vercors et de la Transversale de Ronda (Andalousie). Les apports morphogéniques du karst.* Thèse d'Etat, université de Grenoble 1, Editions Septentrion, 678 p.

**Delannoy J.-J., Clauzon G., Guendon J.L., Baena R., Diaz del Olmo F. (1997)** – *Les*

**Delannoy J.-J., Peiry J.-L., Perrette Y., Destombes J.-L. (1999)** – Articulation des aspects expérimentaux, théoriques et méthodologiques de l'étude d'un système karstique à des fins environnementales : le laboratoire de Choranche. *Karst 99, colloque européen, supplément XXVIII aux Travaux de Géographie Physique de l'université de Provence*, 77-82.

**Jaillet S., Lignier V. (2009)** Premières observations géomorphologiques et sédimentologiques dans le siphon de chevaline (Grottes de Choranche, Vercors). Actes des Rencontres d'Octobre. 19<sup>ème</sup> Rencontres d'Octobre, Spéléo-Club de Paris, St Laurent-en-Royans, pp. 81–88.

**Lignier Vincent, Jaillet Stéphane, Perroux Anne-Sophie, Thomas Matthieu, Malet Emmanuel, Deves Guillaume, Morel L., Delannoy Jean-Jacques.** Dynamique sédimentaire et effets de site en zone noyée du karst : l'exemple du siphon de Chevaline (Grottes de Choranche, Vercors, France). In: *Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique*, n°60, 2e semestre 2012. Dynamique sédimentaire dans le siphon de Chevaline. pp. 23-44. DOI : <https://doi.org/10.3406/karst.2012.2727> & [www.persee.fr/doc/karst\\_0751-7688\\_2012\\_num\\_60\\_1\\_2727](http://www.persee.fr/doc/karst_0751-7688_2012_num_60_1_2727)

**Perrette Y., Delannoy J.-J., Destombes J.-L., Peiry J.-L. (2001)** – Différents modes d'écoulements de la zone vadose du système de Choranche (massif du Vercors, France). *Proceedings of the 7th conference of limestone hydrogeology*, Presses universitaires de Franche-Comté, Besançon, 269-272.

**Perroux A.-S. (2005)** – *Les remplissages détritiques endokarstiques. Contribution méthodologique à la lecture des mémoires paléogéographiques et environnementales. Application aux systèmes karstiques de Choranche (Vercors) et d'Ornac (Bas-Vivarais).* Thèse de géographie, université de Savoie, 418 p.

**Perroux A.-S. (2006)** – Intérêt des sédiments détritiques endokarstiques en tant qu'archive naturelle ? Discussion autour des dépôts lacustres souterrains (Grottes de Choranche – Vercors). *Karstologia*, 47, 7-20.  
DOI : [10.3406/karst.2006.2574](https://doi.org/10.3406/karst.2006.2574)