



Conditionnement et usage du fil d'Ariane

par Cyril Marchal et Frank Vasseur

Version 3 (12/2006)

En plongée souterraine, on progresse toujours en suivant, voire en déroulant, un fil.

Y compris lorsque l'eau est claire, la galerie large, non labyrinthique et que le siphon ne présente pas de risque évident.

Sous terre, une eau très claire peut se troubler durablement en quelques secondes. Le retour devient très hasardeux, voire quasi-impossible sans le fil-guide.

Ce « fil d'Ariane » constitue la toute première adaptation technique en plongée sous plafond, ainsi identifiée aujourd'hui.

Mais si ce fil est un guide incontournable (traduit par « ligne de vie » - safe-line - en anglais), il est susceptible de se transformer en piège mortel (rupture, emmêlement, mauvaise orientation).

Photo. : F.V.



Repères historiques

Le milieu souterrain, et plus particulièrement les portions noyées, abonde en traquenards. Insidieux, ils sont difficiles, voire impossible à appréhender sans une connaissance préalable et un minimum d'expérience. Pourtant, les pionniers de la plongée souterraine, en France comme en Europe, chacun dans leur région et sans avoir particulièrement d'échanges sur ce

sujet, ne s'immergeaient pas sans conserver un lien avec l'extérieur.

L'assurance extérieure

Ils se faisaient « assurer » depuis la surface, à la manière du premier de cordée chez les alpinistes. Une équipe de soutien, restée à l'entrée du siphon, laissait filer à l'aller, puis ravalait au retour une corde amarrée au plongeur.



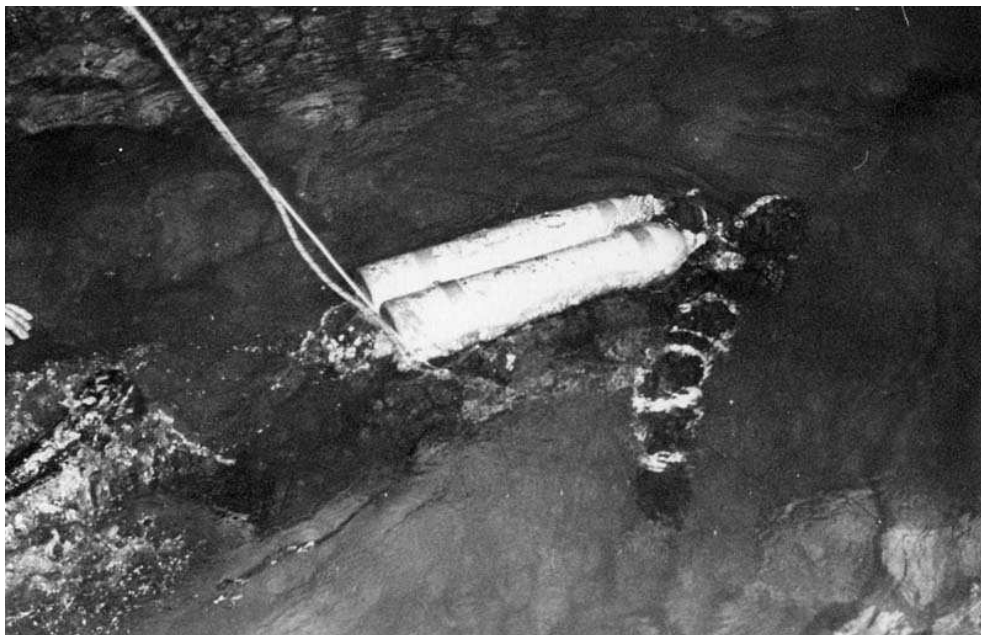
Grotte de Saint-Géry (82) 2-09-1955.

Un code (coups secs sur la corde) indiquait le signal du retour (il fallait alors rappeler la longe) ou que le siphon était franchi. Dans ce cas, les autres plongeurs pouvaient alors rejoindre le plongeur « de tête » pour poursuivre l'exploration au-delà du siphon.

Un code mis au point par l'équipe d'André Bonneau (Perpignan) en 1955 :

- un coup : stop !
- deux coups : montez !
- trois coups : descendez !

Archives Castin (Dijon Spéléo).



Abîme de Bervy (21) Robert Porato 01-1964.

Ce système « d'assurance » a fonctionné au moins une fois, en cas d'urgence, dans un siphon court et rectiligne :

1968 - Event de Peyrejal Le plongeur est victime d'une défaillance respiratoire (début d'hydrocution?) avec évanouissement derrière un siphon de 38m (-9). Il est récupéré grâce la corde d'assurance par l'équipe qui l'assure à l'entrée du siphon et réanimé après 15 minutes de bouche à bouche, suite à une asphyxie violette.



Archives : Bernard Sabin

Mais à l'usage, les coincements de corde qui empêchent le plongeur de poursuivre une exploration prometteuse, ou plus grave, de regagner la sortie, conduisent à l'abandon progressif de cette pratique trop hasardeuse.

En août 1965 : Bernard Sabin et Jean-Louis Vernet (G.E.P.S.-13) la Foux de Sainte Anne-d'Evenos :

" Jean-Louis, assuré par Bernard, plonge; le traînage de la corde est pénible car elle s'enterre dans les dunes de glaise. C'est de justesse que Jean-Louis émerge de l'autre coté en s'accrochant aux aspérités du plafond. Bernard passe à son tour. Ensemble, ils tirent la corde 30 mètres plus loin jusqu'à une plage de galet. Trop de danger pour progresser plus loin. Sur le plan plongée, la décision est prise d'emporter à l'avenir un fil

d'Ariane plus fin sur une bobine déroulée par le plongeur de tête. »

Plongeur du G.E.P.S. "encordé" à la
foux de Saint-Anne. (83) en 1965.

« Dans la matinée du 30/09/1967, A.Figuier effectue une première reconnaissance. [...] B.Léger puis J.Dubois (S.C.Seine), en deux plongées gagnent 31m sur la galerie noyée. Au-delà, la corde d'assurance ne coulisse plus. [...] Le 11/10/1967, nous sommes de nouveau à la Grande Fontaine. Léger plonge, en décapelé, au dévidoir-cordelette.»

Une première évolution consistait à conserver une liaison avec l'extérieur (via un système de signaux lumineux) afin d'envoyer l'ordre de tracter le plongeur pour le retour :

- soit en conservant le principe de la corde liée au plongeur :



Photos. : Henri Bouanol

Grotte de Chais (26) 1970-1975.

Plongeurs du (G.R.P.S) reliés à la surface par un émetteur (dans la main droite).

- soit en s'affranchissant de la corde au profit d'un câble électrique emporté sur un « traîneau » et dévidé par le plongeur en progression.



Photo. : Henri Bouanol

Présurgence de Font Vire (07) 10-1966

À gauche, le dérouleur avec 200m de câble électrique et le boîtier de réception des signaux en surface

Au sujet de cette technique, lire aussi :

<http://www.plongeesout.com/articles%20publication/historique/letrone%20materiel/letrone%20materiel.htm>

Une autre évolution vers l'autonomie consistait à équiper le fil, pour le laisser à demeure dans le siphon.

Il s'agissait en général de cavités « régulières » d'une équipe, qui consentait à équiper en fixe et en « dur » (cordes de spéléologie réformées).

Les plongeurs progressaient le long du fil, non pas en maintenant un contact direct avec la main, mais en se longeant dessus avec une sangle ou un tronçon de corde, accrochée à la ceinture du plongeur et mousquetonnée sur la corde-guide.

Si elle convenait relativement pour les siphons clairs (et qui le demeurent même après plusieurs passages), cette technique contraignait le plongeur à des manipulations au passage de chaque fractionnement.

Plus grave, elle supprimait le contact direct et par la-même la possibilité de s'assurer de son état (amorces de rupture, peluchage, nœuds de raccord en cours de dénouage) comme de suivre les marquages éventuels (nœuds, boucles, étiquettes...etc).

Enfin, les risques d'ouvertures fortuites (il suffit que la longe soit tendue et que le mousqueton se vrille pour que la pression de la corde-guide - en appuyant sur le doigt - ouvre le mousqueton et désolidarise ainsi le plongeur) généraient des risques de perte de fil trop importants.

Cette technique, appliquée dans les années 60 en Belgique et dans les années 70 en France, n'a guère fait long feu.

Photo. : archives Denis Lorain



Plongeurs du **G.R.P.S.** longés sur le fil.

Le fil d'Ariane : un premier pas vers l'autonomie

Dès l'aube des années 70, cette technique disparaît au profit du fil d'Ariane.

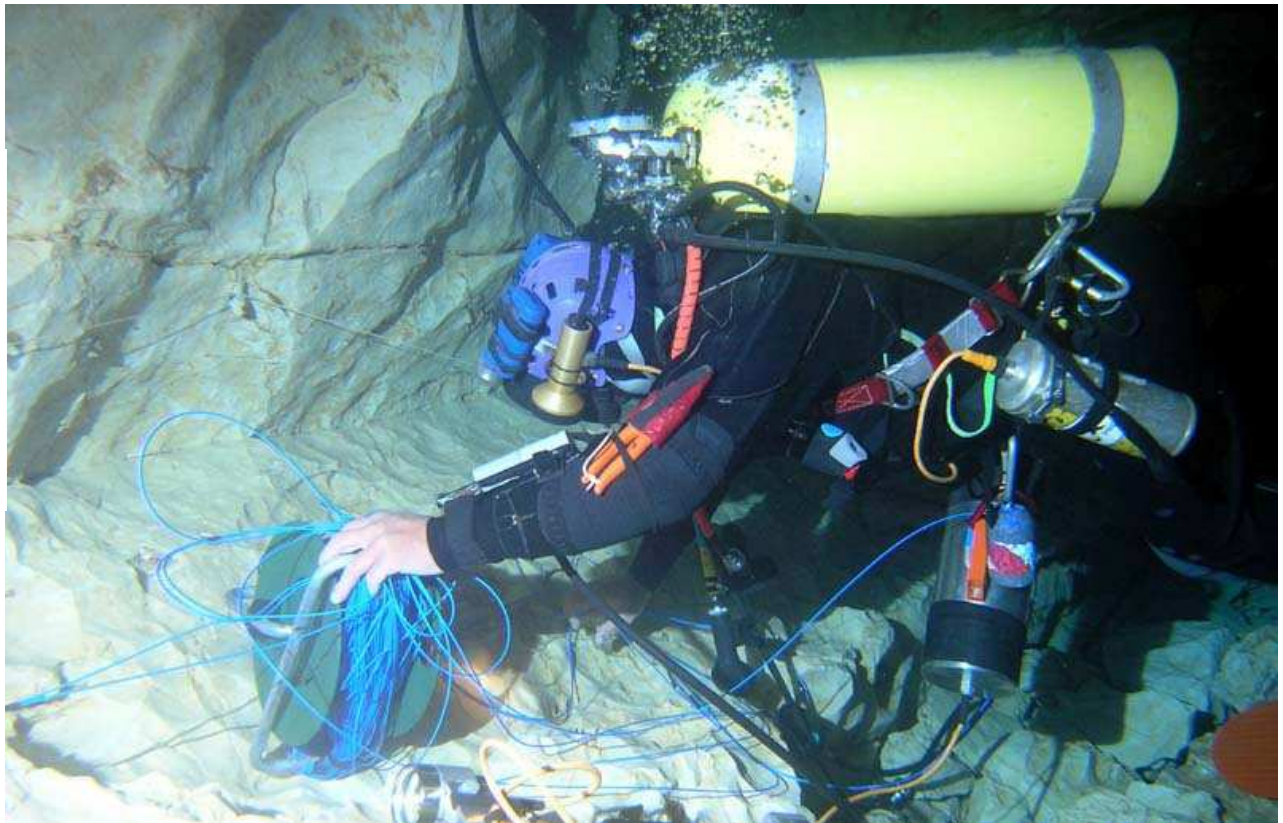
Un « fil perdu », déroulé et équipé, dans le siphon, par le plongeur qui gagne ainsi son autonomie.

Le fil d'Ariane est depuis un élément incontournable en plongée souterraine. Il a progressivement conquis la plongée sur épaves, pour

être adopté dans toutes les variantes de plongée « sous plafond ».

Incontournable, mais à double tranchant. Il serait en effet impliqué dans plus de 40% des accidents en plongée souterraine (emmêlement, égarement, mauvaise orientation, guidage dans des sections pièges ou des galeries annexes, rupture).

Photo. : F.V.



Plongeur emmêlé dans le fil qu'il est en train de rembobiner.

Préambules

Si l'usage consiste à équiper « en fixe » dans les siphons, rien ne garantit moins la fiabilité de ces lignes, que leur pérennité in situ.

Ce n'est pas parce qu'un siphon est équipé en fil d'Ariane

- qu'il a été correctement équipé (respect de l'espace d'évolution, pas de section-piège);
- que l'équipement est toujours en état (les crues, des plongeurs peuvent avoir fait sauter des amarrages, déplacé des points d'ancrage);
- qu'il est toujours fiable (les crues peuvent l'avoir fragilisé ou rompu).

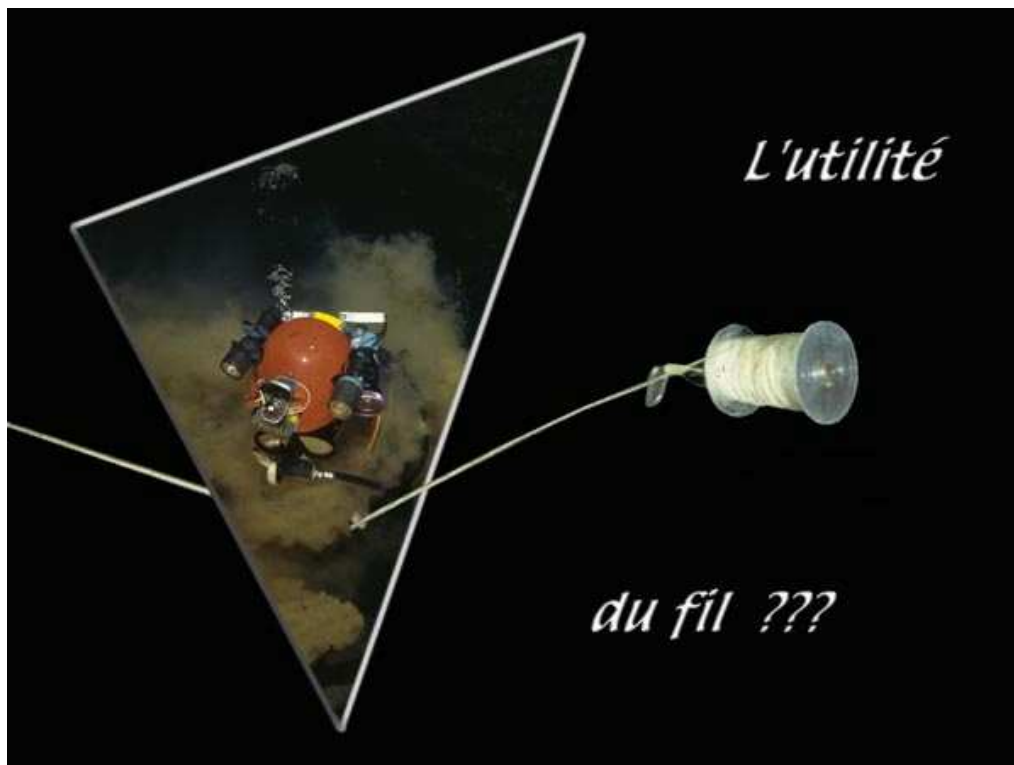
Sous terre (et sous l'eau), il est impératif de disposer d'un dévidoir (raccordement d'une ligne sectionnée, recherche de fil perdu, prospection de cloches ...etc.).

Mais un gadget supplémentaire accroché à la panoplie ne suffit guère.

Encore faut-il pouvoir installer son propre fil pour sécuriser sa plongée si nécessaire, voire jongler avec pour trouver l'issue salvatrice à une mauvaise situation.

L'équipement d'un siphon, le choix d'un modèle de dévidoir et son maniement ne sont pas innés et méritent réflexion, apprentissage et expérience.

Montage : Hervé Chauvez



1 Choix du fil

1.1 A propos du fil

Il n'existe pas de fil idéal, compatible avec tous les types de siphons, tous les régimes d'écoulement, toutes les pratiques, tous les dévidoirs.

Photo. : Joël Enndewell.



Plongeurs britanniques – Années 70.

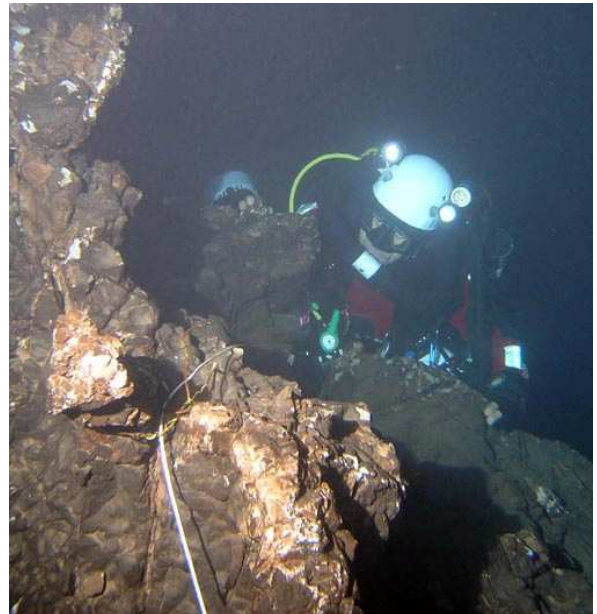
« ... Les fils d'Ariane doivent être totalement sûrs et faciles à suivre quand on ne voit pas grand chose. Nous utilisons un fil d'Ariane plus fort que les fils utilisés en Europe ou aux Etats-Unis, et nous utilisons des points d'ancrage plus fréquents.

Ceci réduit le risque de fil rompu par un courant fort ou l'emmêlement du plongeur, et il garantit que si on suit le fil, le plongeur sera piloté à travers la partie la moins dangereuse du passage. »

Martin Wright (Cave-Diving-Group) à propos de l'équipement des siphons Outre-Manche.

A l'usage, quelques principes généraux, certains critères, se dégagent :

- la nature : le polyamide (nylon) est le plus répandu. Dans certains cas particuliers (équipement de pointe ou « définitif »), on utilise également du kevlar et de la cablette (fil métallique gainé). Chaque fil a ses avantages et ses inconvénients, ses inconditionnels et ses détracteurs ;
- le diamètre : entre 2 et 3mm, sachant que plus le diamètre diminue, moins le fil est résistant ;
- le tressage : le non-perlé (très serré) résiste mieux à l'abrasion ;
- la résistance à la traction : on doit tenir compte de la résistance du fil mouillé, inférieure à celle d'un cordage sec. Elle doit approcher les 100 DaN (pour du 2mm) ou les 200 DaN (pour du 3mm) imbibé ;
- la résistance à l'abrasion : elle doit être déterminante dans le choix d'un fil, même si la qualité de l'équipement doit proscrire, tout du moins éviter au maximum, les frottements du fil sur la roche.
- Le polyamide offre un bon compromis, même si d'autres matériaux sont plus résistants dans ce domaine (Dyneema, Polyester) ;



Siphon équipé en câble

Photo. : F.V.

- la résistance à l'environnement (biologique, chimique) est primordiale pour les équipements de longue durée. Cette variable proscrit irrémédiablement les fibres naturelles (coton, chanvre...etc.) ;
- la flottabilité doit être négative (densité >1) ;
- la couleur sera claire (blanc ou jaune) pour demeurer visible et trancher sur un environnement obscur. Attention à l'argile qui, avec le temps, teinte le fil ainsi qu'à la patine sombre qui peut se déposer, dans certaines cavités, sur la cablette et la rendre ainsi peu visible. La visibilité de la ligne, si elle peut être considérée comme accessoire lors d'une progression à la palme, devient primordiale pour évoluer au propulseur.
- le nouage est réduit au strict minimum. Chaque nœud diminue considérablement la résistance d'un fil à la traction.

Photo. : F.V.



En conclusion, un fil d'Ariane compatible avec une large majorité d'utilisation serait en polyamide, à haute résistance (à la rupture comme à l'abrasion), de couleur claire, tressé à grain fin et d'un diamètre de 3 mm.

Attention, bien étudier les tarifs avant l'achat, car ils varient du simple au quadruple selon le mode de distribution (les grandes surfaces consacrées au bricolage atteignent des sommets dans le genre). Favoriser des achats groupés auprès de fabricants de cordages.

Pour l'utilisation en mer, accorder un soin particulier à la résistance aux UV comme à l'eau salée.

Nos collègues navarrais (Miguel Castro - Grupo Triton) ont réalisé une étude approfondie sur ce sujet. La version originale, dans la langue de Cervantès. <http://www.grupotriton.org> .

Une traduction en langue de Voltaire est disponible :

http://www.plongeesout.com/articles/publication/techniques/fil_guide/fil_guide.htm

1.2 De l'usage d'un matériau plus résistant que le fil nylon

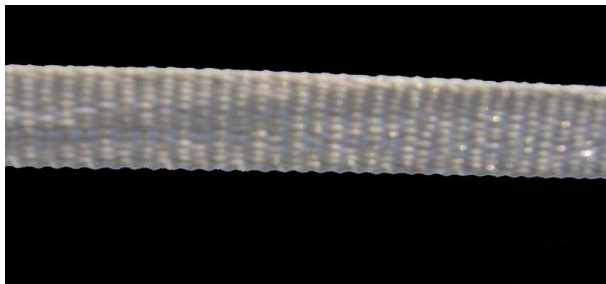
Gardons-nous, pour un siphon donné, de répondre à un fil régulièrement fracassé par un rapport de force, une escalade dans le « bras de fer », une fuite en avant.

La mise en œuvre de matériau plus résistant ne doit pas être systématique, mais réfléchie.

Bien que nous l'utilisions régulièrement, nous ne pouvons devenir prosélytes du câble, ne serait-ce que pour des raisons financières.

Pour avoir "testé" divers matériaux (corde, câble, cablette, fils de natures et diamètres divers), nous nous sommes forgés la conviction que c'est plus la qualité de l'équipement que la résistance du matériau utilisé qui assure sa longévité.

Un câble, une corde de 11mm de diamètre, mal posés, voire simplement déroulés, ne dureront guère plus longtemps qu'un fil d'Ariane.



Ruban de clôture électrique.

Photo. : F.V.

Photo. : Jean-Marc Lebel - 1996



Siphon équipé en corde de spéléologie

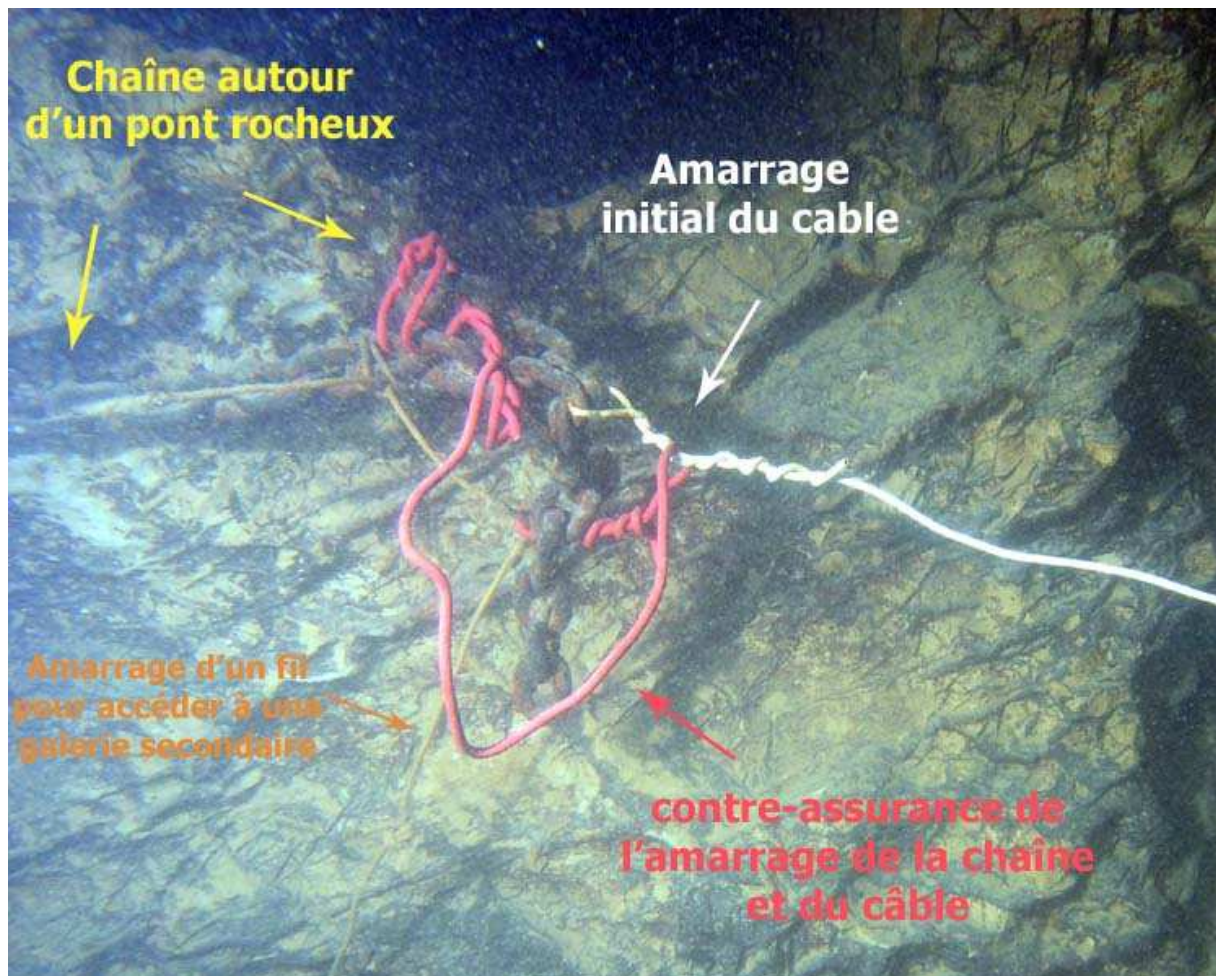
A la fin des années 90, on pensait avoir trouvé « le » fil idéal, souple, robuste et bon marché.

Le ruban de clôture électrique, armé de fins fils métalliques, s'est, en définitive, révélé aussi précaire que le fil de nylon.

A l'usage, un siphon bien équipé en câble a plus de chance de le rester qu'un siphon mal équipé (en fil, câble, corde ..etc.). Nous privilégions le câble sur des cavités au régime "tumultueux", dans lesquelles nous plongeons régulièrement (et espérons y plonger encore longtemps), qui servent également de site de "compagnonnage", voire qui sont devenues des « spots » de pratique récréative.

Pour les autres explorations, c'est tout en fil (moins cher, moins volumineux sur le dévidoir, moins difficile à nettoyer si nécessaire). Un câble mal équipé finira, tôt ou tard, par casser et rendre le siphon autrement plus dangereux que s'il s'agissait d'un fil d'Ariane.

A fortiori si l'instrument coupant emporté par le plongeur ne peut couper ce guide (couteaux, ciseaux, pincettes et autres coquetteries « tek »).



2 Préparation et marquage

2.1. Préparation du fil

Le fil nylon, comme les cordes de spéléologie, se rétracte dès la première utilisation.

Il est d'usage de tabler sur une perte de 10% de la longueur annoncée. Ainsi, une bobine de 100m fournira, à peu près, 90m de fil effectif.

Fort de cette information, il est préférable de s'organiser à l'avance pour éviter qu'un fil se tende inconsidérément dans le siphon (rétractation après équipement), qu'il se fragilise et que le métrage se fausse.

L'astuce consiste à faire tremper les bobines neuves durant 24 heures (attention à certains tourets dont l'axe central, en carton, pourrait, en se désagrégeant, composer un magnifique sac de nœuds), puis à les laisser sécher avant de procéder au métrage.

On peut aussi anticiper lors du métrage en majorant de 10 % (les étiquettes seront positionnées tous les 1,10m). Dans ce cas, le fil

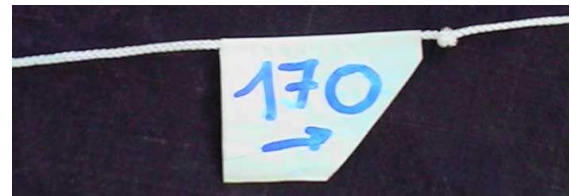
« travaillera » (se rétractera) dans le siphon, avec les inconvénients que cela représente.

Chacun élira l'option qui lui sied.

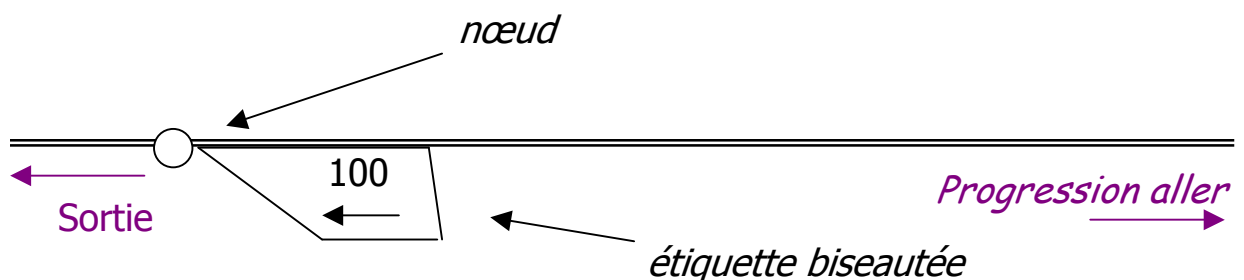
2.2. Le marquage

2.2.1 Les principes

Il est d'usage de décamétrer le fil avec des étiquettes. On peut rencontrer dans certains siphons d'autres techniques de marquage :



- les nœuds sur le fil (prévoir le décodeur !);
- les marques au feutre (garder son décodeur !!);
- les étiquettes rigides, les plus résistantes, les plus faciles à la lecture, mais peu pratiques dans le dévidoir, voire difficiles à déséquiper (si le dévidoir utilisé possède un guide-fil de section réduite);
- pas de marquage du tout.



Croquis : Cyril Marchal

L'adhésif plastique utilisé par les électriciens est plus durable que l'adhésif à trame textile, fortement biodégradable et putrescible, qui se désagrège avec le temps.



Sur ces étiquettes, on indique la distance et si possible le sens de sortie en biseautant un coin. Ce repère tactile sera apprécié lors d'un retour dans la purée d'argile, la mousseline de sable ou encore le coulis de limon.

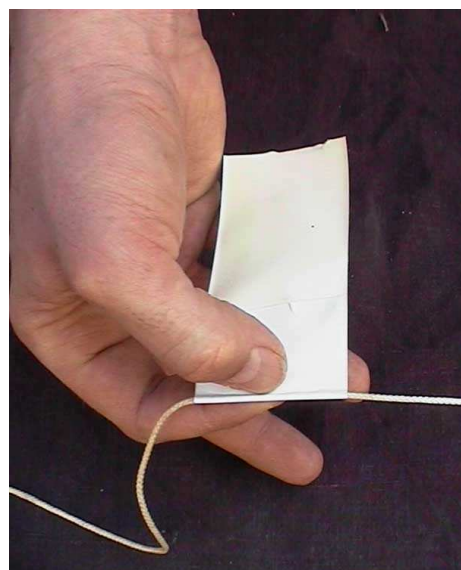
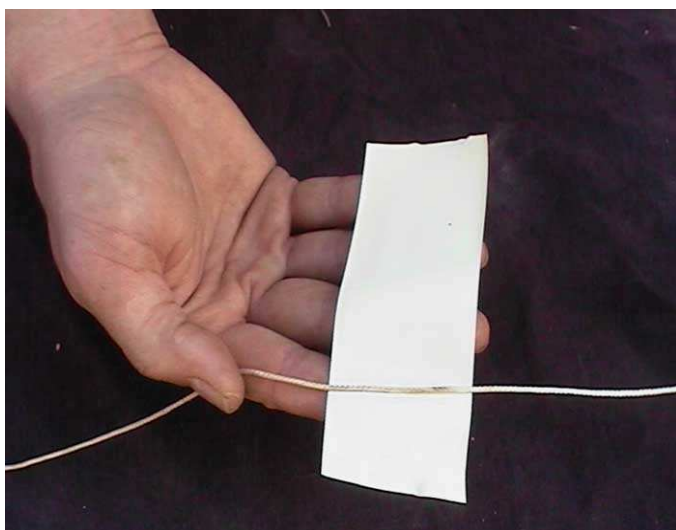
Des nœuds judicieusement placés (côté sortie par rapport à l'étiquette) peuvent compléter le marquage, ainsi qu'un repère tous les 5m (étiquette plus petite ou nœud avec ou sans boucle - pour le différencier de celui pratiqué en aval des étiquettes précédentes).

La pose des étiquettes requiert une attention particulière.

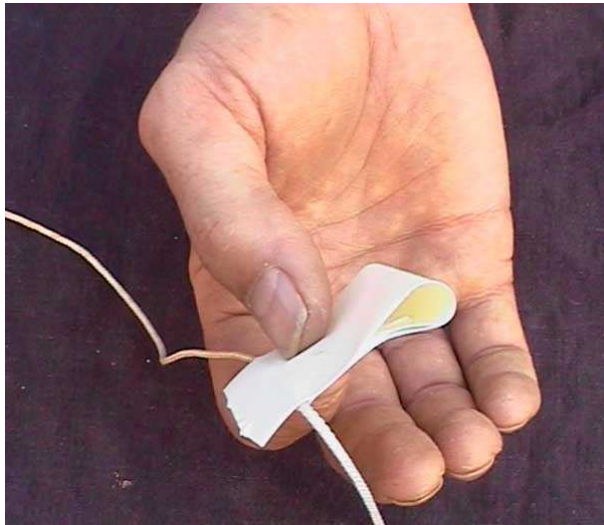
Trop d'étiquettes, après un séjour en immersion, ont tendance à se désolidariser du fil, à vivre leur vie, suivre le courant.

On remarque parfois des concentrations grégaires (c'est un fait commun chez les cavernicoles !), de plusieurs étiquettes, mues par le courant, agglomérées au même endroit.

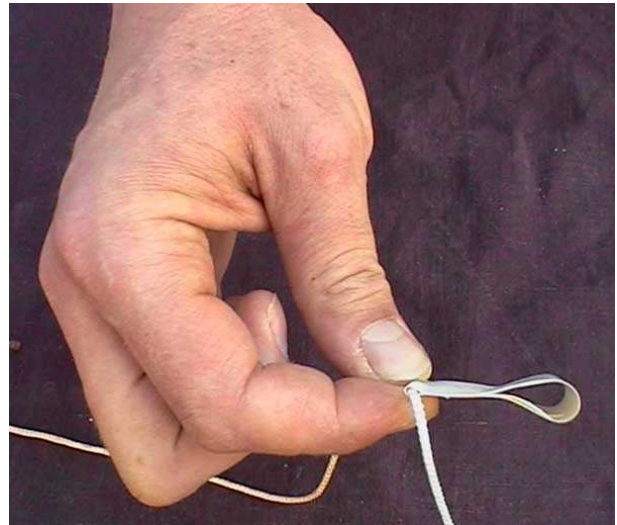
Un simple « pont » autour du fil n'assure pas un marquage durable. Il supportera mieux l'immersion si on a renforcé l'étiquette.



Replier une première fois le ruban adhésif,



Puis une seconde fois pour obtenir trois épaisseurs.



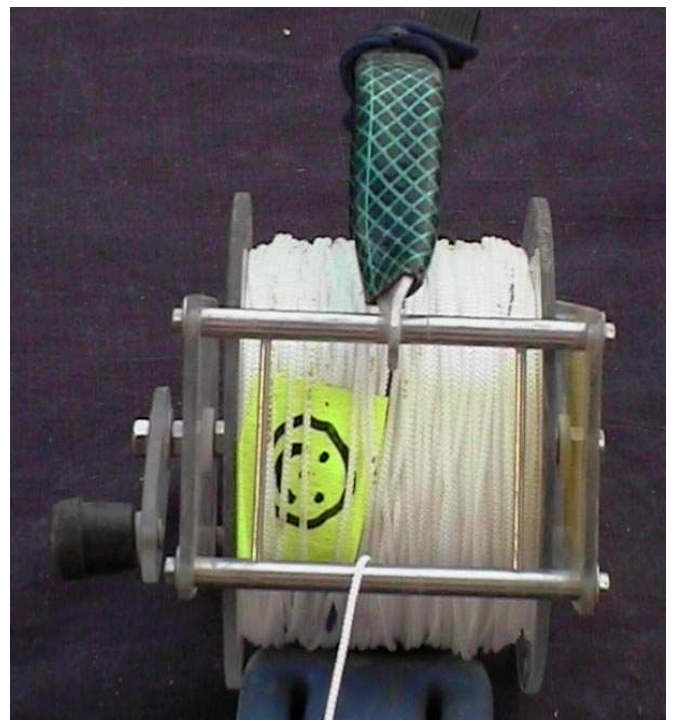
Il est important de bien marquer les parties encollées côté fil avec l'ongle. A l'idéal, les fibres du fil doivent s'incruster dans le ruban adhésif.

Photos. : F.V.

L'amarrage initial nécessite quelques décimètres de fil.

Parfois, l'amarrage idéal ne sera pas situé aux alentours immédiats de la vasque.

En conséquence, on peut réserver quelques mètres de fil à cet usage, en plaçant la première étiquette (celle sur laquelle figure l'origine du marquage) à cinq mètres de l'extrémité de la ligne.



Étiquette initiale située à quelques mètres de l'origine du fil.

Les adeptes de la topographie sur le fil ajoutent une marque intermédiaire tous les 5m.

Les plus minutieux apposent une étiquette (parfois de surface inférieure), d'autres se contentent d'une trace au feutre, un nœud ou une simple boucle.

Le « nec plus ultra », mis en œuvre en matière de métrage, consiste à étiqueter, tous les deux mètres entre les grosses étiquettes (celles placées chaque dix mètres). Un adhésif est enroulé autour du fil, un anneau tracé au feutre indique la distance depuis la dernière grosse étiquette.

- un anneau : deux mètres ;
- deux anneaux : quatre mètres ;
- trois anneaux : six mètres ;
- ... etc.

Cette technique est détaillée dans l'article suivant :

<http://www.plongeesout.com/articles%20publication/generaux/topo%20brandt/topo%20brandt.htm>

Pour le feutre, ne pas prendre du "Permanent Marker", car il se dissout dans l'eau et ne tient même pas une plongée.

L'idéal serait les gros marqueurs style "Baignol et Farjon" d'antan, mais devenus plus difficiles à trouver.

Les feutres "indélébiles" offrent un bon compromis, mais sont moins efficaces que les marqueurs à alcool.

La dimension des étiquettes doit être réfléchi. Trop grosses, elles se replient sur elles-mêmes et se coincent dans le guide-fil du dévidoir (sur certains modèles), offrent une résistance lors du dévidage. Trop petites, elles sont illisibles. Chacun optera pour le modèle qui lui convient. Cependant, autant penser aussi aux collègues qui passeront ensuite sur ce fil, et essayer de faire en sorte que chacun s'y retrouve. L'idéal serait d'opter pour des étiquettes suffisamment lisibles pour les interpréter en progressant, sans être obligé de s'arrêter pour les déchiffrer.

Généralement, une étiquette de 5 cm x 3,5 cm est lisible en progression à la palme.

Dans les longs siphons parcourus au propulseur, on trouve parfois de grosses étiquettes rigides tous les cent mètres.



Photos. : F.V.

Plaquettes rigides complémentaires des étiquettes.

2.2.2 la pratique

La préparation du fil est une opération fastidieuse.

Pour l'optimiser tout en assurant son efficacité, les plongeurs souterrains ont adopté une technique simple et efficace.

Il suffit d'un décamètre et d'une dizaine de piquets de tente.

Le décamètre est déroulé sur dix mètres, les piquets plantés à chaque extrémité, alignés à environ 10cm les uns des autres.

Le fil, amarré sur le dévidoir, démarre au niveau de la marque « 5 mètres » du décamètre, puis sinue d'un piquet à l'autre.

Reste à s'asseoir au milieu pour poser les étiquettes et procéder au marquage.

Photos et montage : Hervé Chauvez



3 le bobinage sur le dévidoir

3.1 Choix du dévidoir

Il sert à l'équipement de la galerie, mais aussi au déséquipement, au nettoyage de vieux fils vétustes, ainsi qu'aux manœuvres de démêlage et de recherche de fil perdu en cas de problème sur un fil déjà en place.

Les dévidoirs servent à dérouler, mais aussi à rembobiner le fil. Pour cela, il est avantageux qu'ils correspondent au « cahier des charges » suivant :

- compact et relativement peu volumineux ;
- apte à dévider et rembobiner rapidement et sans difficulté ;
- empêche le fil de sortir inopinément ;
- ne se bloque pas par bourrage ou coincement de graviers à l'intérieur (proscrire les modèles carénés) ;
- les étiquettes de marquage doivent passer sans se bloquer

(au dévidage comme au rembobinage) ;

- contient 150 à 300 m de fil d'environ 3 mm de diamètre ;
- muni d'une dragonne pour l'assurer au poignet (et pouvoir le lâcher sans le perdre) ;
- et d'un système de blocage de la manivelle (pour parer à tout débobinage intempestif).

Etant donné la variété des tâches à effectuer, plusieurs modèles peuvent mis en œuvre.

On peut distinguer trois types de dévidoir :

- Le dévidoir de secours

Avec quelques anneaux de chambre à air.

En toute circonstance, le plongeur est muni d'un minimum de fil (de 50 à 100 m), pour lui permettre une recherche rationnelle et méthodique en cas de perte ou de rupture du fil principal.

- Le dévidoir de progression

Il sert à l'équipement du siphon et au déséquipement lorsque c'est nécessaire. Il contient environ 150m environ (ou plus, ou moins, en fonction des ambitions du bénéficiaire) de fil décamétré avec des repères tactiles indiquant la sortie. Il fait partie du matériel personnel, toujours accroché au plongeur. Avec une vingtaine d'anneaux de chambre à air.

Ces deux modèles servent aussi à aller « voir » un diverticule,

remonter dans une cloche, raccorder les deux brins d'un fil cassé.

- Le dévidoir de «travail »

De grande capacité (environ 500 mètres). Il sert à rééquiper ou à nettoyer le siphon et doit pouvoir « engloutir » plusieurs fils de diamètres variés, des nœuds, des étiquettes souples ou rigides, des élastiques...etc.

Deux « écoles » cohabitent :

- celle qui préconise un petit dévidoir de secours personnel, en complément du dévidoir de progression ;
- celle qui considère que les petits dévidoirs personnels ne sont pas opérationnels en situation de stress et qui conservent une marge de fil disponible sur le dévidoir de progression, après l'avoir partiellement vidé.

Chacun fera son choix en fonction de sa pratique et de sa sensibilité.

On exceptera d'office les bricolages ou dépannages divers à base d'une structure centrale fixe (bâton, bouteilles, plaque de bois ou métallique ...etc.), dont la mise en pratique se solde la plupart du temps par un paquet de nœuds.

Au mieux l'aventure se résume à une plongée « belliqueuse », passée à guerroyer contre l'agglomérat de fil rebelle à tendance libertaire ou, à l'inverse, phagocytant la structure au point de ne plus se dévider.

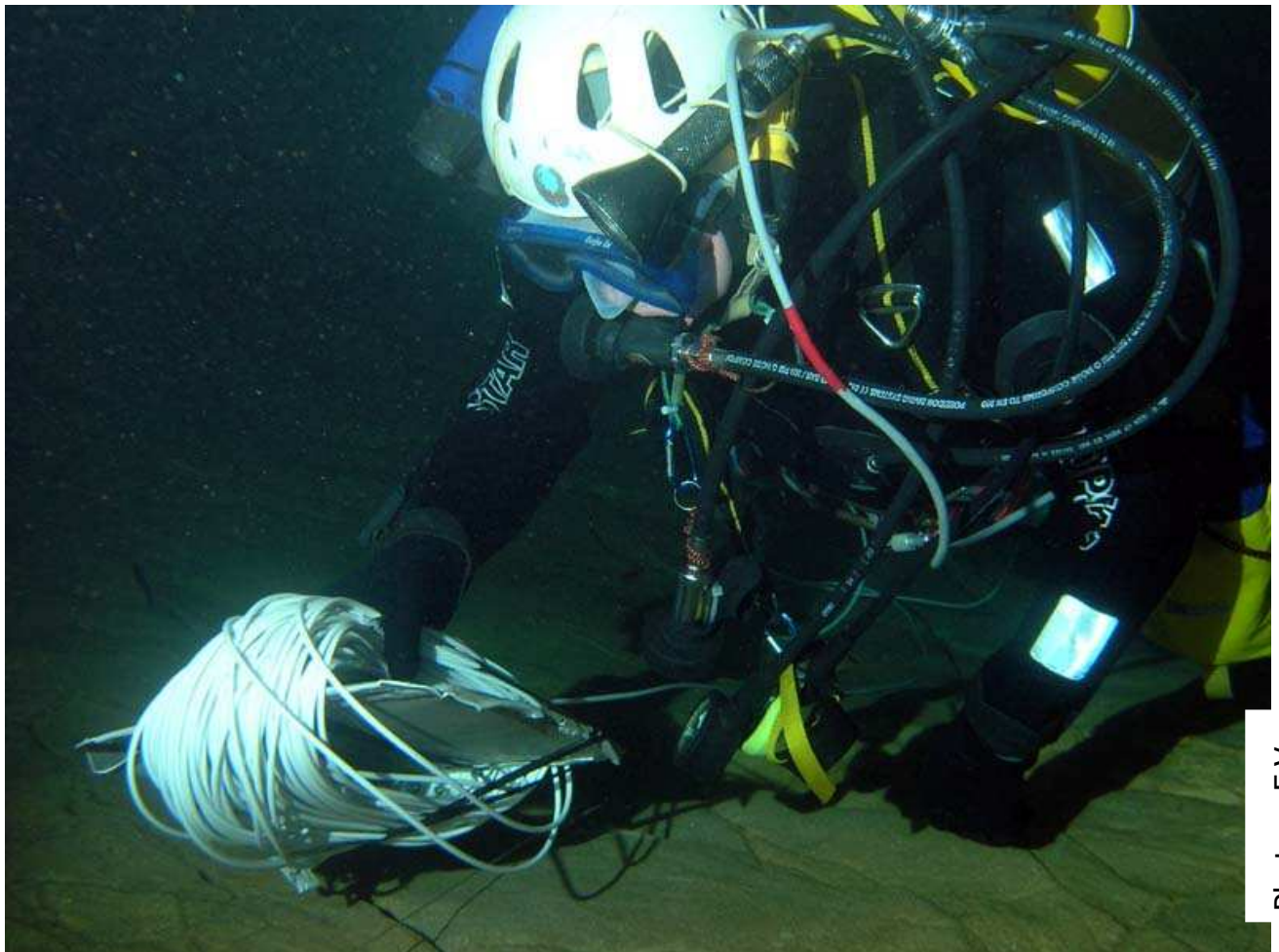


Photo. : F.V.

Ligne rigide de fort diamètre enroulée autour d'une plaque métallique. Le plongeur doit maintenir les spires.

On connaît principalement deux modèles, déclinés chacun « à la sauce » des divers utilisateurs.

3.1.1 Le touret



Photo. : Alain Vuagniaux 1972

C'est le modèle le plus simple, rudimentaire, constitué d'une bobine emmanchée sur un axe.

En France, selon les sources, l'origine de ce modèle serait métropolitaine ou phocéenne.

Au milieu des années 70, Daniel Andrès et Bertrand Léger avaient inventé un système de clavette rétractable dans le manche (sur la partie supérieure du dévidoir) qui leur permettait de changer de bobine, sur le même axe, en cours d'explo, après en avoir vidé une. Cette technique a l'avantage d'éviter de multiplier le nombre de dévidoirs emportés (et les coûts d'achat).

Il fallait cependant s'assurer d'être capable d'effectuer la manipulation (un minimum de visibilité, doigts pas trop engourdis).

L'un des plus « abouti » est sans conteste le « Bilbasub », un modèle artisanal construit sur la façade méridionale des Pyrénées par Angel Ortego (alias « El Meticuloso »).

Compact et résistant, il est conçu pour l'exploration et du fil de 4mm. Il possède une dragonne, à la manière des piolets d'alpinisme.

Selon les usagers, la différence avec les modèles carénés réside dans la capacité à percevoir les repères tactiles sur le fil, lors du rembobinage dans l'eau chargée, en passant la main qui tient le dévidoir sur le fil.

Ce modèle englutit aussi sans problème les caouèches et autres amarrages.

<http://www.espeleoastur.as/imagenegaleria/2galeria%20fotografica.htm#>

Si l'on apprécie le dévidage avec ce modèle, le rembobinage est parfois plus complexe.

Mal bobiné, ce modèle peut libérer des spires qui, en glissant, peuvent entraver le bras du plongeur.

Il nécessite un apprentissage et de l'expérience, peut être plus que pour le modèle caréné.

3.1.2 Le modèle caréné



Photo. : Alain Vuagniaux 1972.

Event n°1 de la Liquisse, en 1996 coïncement d'un dévidoir caréné :

« Me voici enfin à pied d'œuvre, devant le S.5. De l'autre côté de la vasque, je sais que la plongée changera de style. Finis les jolis siphons tubulaires, ici les fractures s'enchevêtrent et il faut se livrer à un véritable gymkhana aquatique. Vient ensuite, à la base d'un puits étroit descendant à -8, le laminoir sinueux connu sur 60m.

Après quelques réjouissances vient le terminus à la droite d'un remplissage argileux : un laminoir au plafond lisse, qui semble se relever sensiblement peu après. Un premier plomb largable assurera le positionnement du fil à l'endroit le plus propice au passage de mon modeste quintal. Mais dès les

C'est, de nos jours, le modèle le plus fréquemment adopté par les plongeurs souterrains. Il est plus compact et nécessite moins d'expérience que le touret.

Toutefois, sa conception le rend plus vulnérable aux blocages, à fortiori avec du fil souple et fin, qui aura tendance à se glisser entre la flasque et la plaque latérale. Ici aussi, doigté, technique et expérience riment avec confort et sécurité.

premiers mètres, ça racle dur, je coince et les bulles expirées ramonent le conduit. Dans la touille, je bataille un moment sans trouver d'issue vers l'avant. Pour agrémenter le tout, alors que je rembobine en marche arrière, avec le fil détendu, une boucle se glisse sournoisement sous la flasque et bloque le dévidoir.

Revenu au précédent terminus, j'enrage ! J'ai assez d'air pour rajouter 300m de siphon, et me voilà stoppé ! Pendant que je refais une fonctionnalité au dévidoir, (à coups de sécateur) le courant emporte l'eau trouble. Un nouvel essai et les cinq mètres décisifs sont franchis. »

Frank

3.1.3 le dévidoir agricole

C'est le modèle meilleur marché. Il a eu son heure de gloire dans les années 80, surtout en région grenobloise. De nos jours, on croise encore quelques nostalgiques.

Utilisé « sorti d'usine », le fil se logeait trop souvent entre la flasque et la poignée.

L'installation d'un guide-fil en fait un outil subtil mais efficace, qui requiert un peu d'expérience et une attention particulière avec du fil de petit diamètre.



L'équipe navarraise des Tritons a encore amélioré l'appareil :



Dévidoir agricole « sorti d'usine ».

Photo. : Josi Olave.



Dévidoir agricole customisé façon « caréné ».

Photo. : Josi Olave.



Dévidoir agricole customisé façon « touret ».

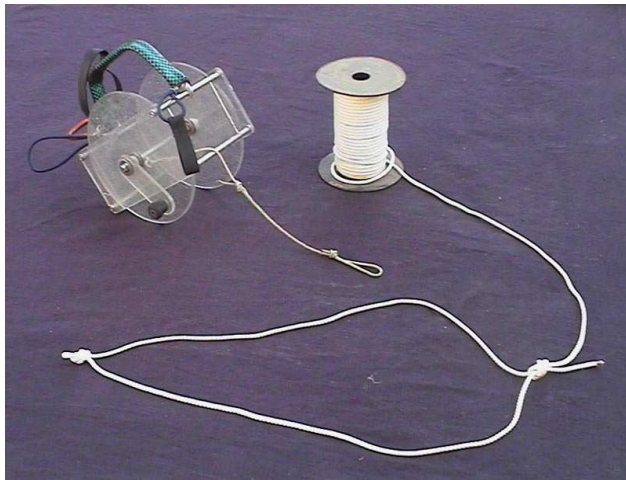
Photo. : Josi Olave.

3.2.1 accrochage initial

Cette opération est à soigner tout particulièrement. Plusieurs incidents, et même des accidents, ont eu pour origine la désolidarisation du fil et du dévidoir, à l'insu du plongeur, une fois l'intégralité de la ligne déroulée dans le siphon.

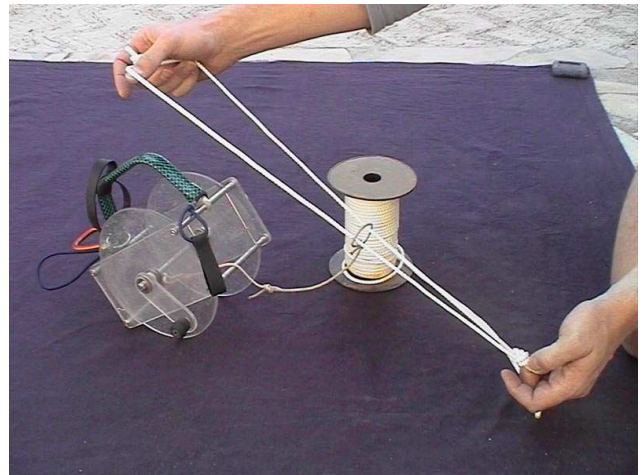
- Classiquement, le fil est directement amarré autour de l'axe central
- Une évolution consiste à intercaler un brin de fil, amarré à l'axe ou fixé sur une flasque d'un côté et terminé par une boucle à l'autre extrémité. Le fil est noué dans la boucle.
- Une subtilité consiste à amorcer le fil d'Ariane par une large boucle. La terminer par un nœud proéminent (pour pouvoir en attraper aisément l'extrémité), puis réaliser une tête d'alouette dans la boucle de la cordelle amarrée au dévidoir.

1976 - Agen Allwedd (Llangattock – Royaume Uni) : un plongeur en cours d'exploration déroule tout le fil que contient son dévidoir. N'ayant pas amarré l'extrémité du fil au dévidoir, il continue de progresser sans fil-guide. Heureusement, la visibilité restée bonne lui permettra de retrouver l'extrémité du fil.



Boucle initiale avec nœud.

Cette astuce permet de libérer le fil, une fois intégralement déroulé, du dévidoir sans avoir à jouer du sécateur.



Réalisation de la « tête d'alouette ».

A condition de ne pas se louper dans la manipulation et de ne pas effectuer une seconde tête d'alouette.



Etat final.



Détail du nœud.

Photos. : F.V.

En coiffant toujours de la même façon le dévidoir (par-dessus pour réaliser le nœud, par-dessous pour le défaire), on s'en sort plutôt bien.

A chacun de voir ce qui lui convient. Les doigts de fées s'accommoderont de la tête d'alouette, les radicaux et les cérébraux (à défaut d'être manuels) useront un médiateur incisif.

3.2.2. Bobinage

Une fois le fil convenablement métré et amarré, reste à le disposer sur le dévidoir.

Ce stade mérite aussi une attention particulière. On prendra soin de répartir régulièrement le fil le long

de l'axe, sans trop serrer ni le laisser trop lâche.

Immergé, le fil se gorge d'humidité et gonfle. En conséquence, mieux vaut éviter de le remplir au maximum.

Trop remplir un dévidoir n'est pas judicieux.

Des spires se libèrent et entravent le mécanisme (avec un dévidoir caréné) ou le plongeur (avec un touret).



Photo. : Eric Julien

Mieux vaut ne pas de serrer les spires, afin qu'en cas de rembobinage le fil occupe le même volume dans le dévidoir et qu'il conserve sa fonctionnalité. Après une utilisation en siphon, il est pertinent de débobiner, au sec, toute la longueur utilisée « in situ », afin de la rembobiner convenablement.

On éludera pudiquement les malencontreuses expériences de rembobinage, avec un dévidoir saturé par le fil gonflé et encombré de « caouèches », alors qu'il aurait fallu qu'il engloutisse encore plusieurs dizaines de mètres.

Il est pertinent d'apporter un soin tout particulier au positionnement des étiquettes durant le bobinage. Il faut s'assurer qu'elles soient bien à plat et non repliées sur elles-mêmes.

Dans ce cas, il faudra prendre le temps, une fois en siphon, de déplier les marquages pour pouvoir les consulter.

Toujours fonctionner avec un fil en tension, lors de la préparation à l'extérieur, comme en situation.

Le fil, toujours épris de liberté, est plus « docile » ainsi.

Le plongeur minimise aussi les risques d'emmêlement, car le fil résistera en cas d'accrochage, au lieu de s'épancher en volutes gracieuses mais capricieuses.



Photo. : F.V.

3.2.3 Accrochage final sur le dévidoir

L'extrémité initiale du fil doit impérativement être fixée, au risque de se retrouver emmêlé dans la longueur de fil équivalente à celle qu'on aura bobinée sur le dévidoir. Il faut cependant que le fil demeure rapidement accessible, que

l'extrémité puisse être libérée sans manipulations particulières.

Un nœud dans un anneau de chambre à air, passé ensuite autour du corps du dévidoir, ou un nœud de cabestan autour de la manivelle, donnent satisfaction.

3.2.4 Blocage de la manette du dévidoir

L'extrémité du fil amarré, reste à empêcher le dévidoir de dévider « à l'insu de son plein gré ».

Habituellement, quelque soit le modèle de dévidoir utilisé, l'anneau de chambre à air accroché :

d'un côté : sur le dévidoir, de l'autre enserrant la manette, est fonctionnel.

L'ergonomie peut être renforcée par un nœud sur le « caouèche », car ici aussi, le dévidoir peut être « dégainé » rapidement et en situation de stress (recherche de fil perdu par exemple).

Jean-Marc Lebel dans la Fontaine couverte (Haute-Marne) le 11/05/1996 en pointe dans le S.7 :

« Je suis à court d'anneaux de caoutchouc pour les amarrages, j'utilise donc la technique (proscrite) des tours morts sur aspérités. Arrêt sur dernier plomb

largable dans l'argile ; La visibilité s'est annulée totalement derrière moi et comme prévu le fil est complètement lâche (un amarrage tour-mort a lâché, je le vérifierai par la suite). La sortie se fait donc en aveugle, très délicatement en tenant le fil à deux mains et mon dévidoir s'est échappé dans la manœuvre. »

4 Les amarrages

4.1 Conditionnement des amarrages

On aura compris l'inanité (à moins de ne pouvoir faire autrement) de réaliser les amarrages en ligotant le fil directement sur la roche :

- le frottement direct use prématurément le fil ;
- si l'amarrage saute, une longueur supplémentaire de fil lâche est libérée dans le siphon ;
- le métrage est faussé.

Il est d'usage d'utiliser un intermédiaire entre la roche et le fil,

Des colliers auto-bloquants (de type outillage électrique) semblent, dans certains cas (arche rocheuse, lame d'érosion, bloc percé ou cintré) donner satisfaction, sans cependant égaler le caouèche (défaut d'élasticité).

qui absorbe, partiellement, les sollicitations diverses auxquelles le fil est soumis (plongeur accroché qui tire, vibrations durant les crues).

Le médiateur le plus adapté, disponible et bon marché est sans conteste le « caouèche », l'anneau découpé dans d'antiques chambres à air de voitures usagées. L'avènement du « tubeless » dans l'industrie pneumatique en fait une denrée rare.

Un ersatz, aussi efficace que bon marché, reste à découvrir.

Reste à se poser la question du déséquipement et la façon dont un dévidoir pourra (ou ne pourra pas) absorber ces colliers.

Pour ceux qui ne sont ni fortunés, ni soutenus par une fédération ou d'autres généreux mécènes, l'aspect financier est à prendre en compte.



Photo.: F.V.

*Amarrage réalisé avec un collier auto-bloquant.
La rigidité l'empêche de « coller » au bloc rocheux.*

On réalise une « tête d'alouette » (en aplatissant l'anneau, on le pose autour du fil avant de passer la boucle d'une extrémité du caouèche dans celle de l'autre extrémité, puis on serre, comme une cravate autour du cou).

L'unique boucle est alors passée autour de saillies des parois, de blocs rocheux qui jonchent le sol. Ils constituent autant d'amarrages providentiels.

Photos.: F.V.



Une variante consiste à réaliser préalablement une queue de vache sur le fil, puis à confectionner la tête d'alouette dans la boucle. L'intérêt réside dans la possibilité d'éloigner le cheminement du fil-

guide de l'amarrage, lorsque celui-ci est situé en-dehors de l'espace d'évolution.

Attention au faussage du métrage avec cette technique.

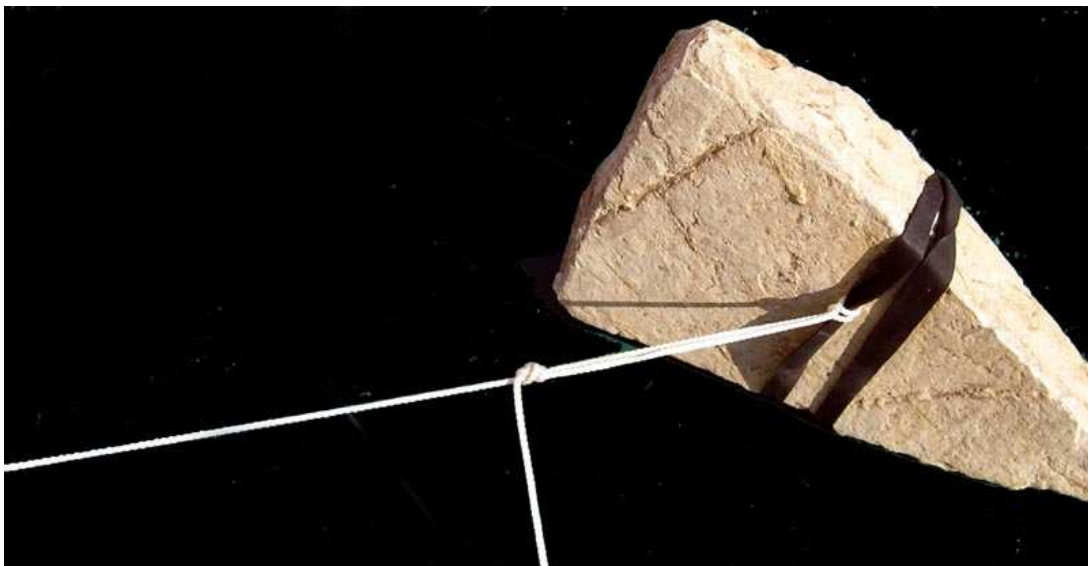




Photo.: Stéphane Havard

Caouèche qui a sauté : un amarrage supprimé.

Le caractère rebelle et volage (une constante stygobique ?) de ces anneaux extensibles impose un conditionnement préalable.

Ici encore, le panel est riche et divers :

- enfiler les anneaux sur ses bras et ses avant-bras (au risque de se comprimer les membres avec les plus courts et de perdre les plus larges) ;
- les porter dans un mousqueton (à large ouverture). Les deux mains sont requises à chaque fois qu'on a besoin d'un caouèche, il n'est pas rare de faire des nœuds ou de perdre quelques anneaux à l'ouverture du mousqueton, pour peu que l'on n'ait pas saisi l'anneau le plus proche de l'ouverture ;



Caouèches sur un mousqueton.

Photo.: F.V.

- David Perez, un plongeur espagnol a confectionné un montage astucieux. Il pratique plusieurs incisions dans un morceau de tuyau d'arrosage et y coince quelques anneaux. On peut ainsi emporter plusieurs anneaux de taille différente. Le tuyau peut être allongé, ou de diamètre supérieur, pour en accrocher plus.
- On le porte proche de l'anneau auquel on l'accroche, afin qu'il ne traîne pas et ne gêne pas l'accès au reste du matériel.



Photo. : David PEREZ



Caouèches en faisceau

- Le faisceau est d'usage courant, composé d'un bouquet de 10 anneaux, plaqués et encravatés par un autre caouèche en tête d'alouette. Un nœud d'arrêt maintient l'ensemble. La boucle libre est passée, comme un bracelet, autour du poignet ou dans un mousqueton. Il suffit de tirer à la demande sur un anneau pour le libérer. Ce système efficace n'est pas exempt de défauts. Lorsque le nombre de caouèches diminue, la tension de la tête d'alouette aussi et certains précieux anneaux jouent les files de l'air. Le résultat est identique si la tête d'alouette est trop serrée.

Photo.: F.V.

- Dernier détournement d'objet en date : le Ring'o, un anneau percé utilisé pour disposer les cordes d'escalade au relais.

Avec un peu de maîtrise et une fixation judicieuse et ferme, on peut s'en sortir avec une seule main sans (trop) essayer d'anneaux.



Le Ring'o vide



Le Ring'o garni

4.2 Les amarrages « artificiels »

Comme pour le commun des mortels, la vie du plongeur souterrain n'est pas si douce.

- Il n'est pas rare que les parois de la galerie n'offrent aucune aspérité pour amarrer le fil à l'endroit voulu, ou que la roche soit trop friable pour supporter la tension d'un caouèche.
- Il est fréquent, qu'au sol, la roche ou la couverture de sédiments (sable, argile, graviers... etc) soit totalement lisse.
- des sections irrégulières, bordées de dangereuses sections-pièges, imposent un positionnement du fil draconien nécessitant parfois des amarrages artificiels.

Dans ces cas, des lests largables, auxquels le fil sera accroché, remplaceront avantageusement les amarrages naturels. Petit aperçu, non exhaustif, de lests utilisés :

- plombs traditionnels de plongée ;
- plombs largables (200 ou 300g) coulés dans des moules à gâteaux ;
- « Quercyrails » : des vis ferroviaires, parfaites pour cet usage (coincées dans des fissures, plantées dans les sédiments) ;
- filets remplis de graviers ou de sédiments trouvés sur place.

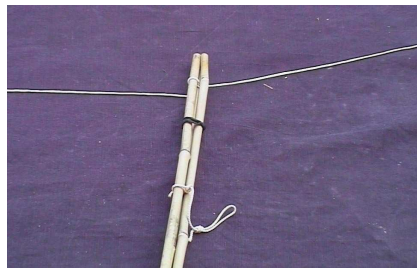
Si le sol est recouvert de sable, d'argile ou de graviers ?

Des tuteurs agricoles, piquets de tente, fers à béton, piquets de bois ou tout autre système d'ancrage peut être planté dans les sédiments.

Attention à la longueur. Trop court, l'ancrage peut sauter, trop long, il devient problématique à transporter.

Une astuce consiste à les disposer autour d'une bouteille-relais, glissés sous des caouèches.

Une option intermédiaire (développée pour cause d'usage de propulseurs au-dessus d'un sol d'argile volatile) consiste à lester des flotteurs avec un plomb, relié par un morceau de fil d'un bon mètre de haut. On amarre le fil-guide sous le flotteur afin de décoller le fil du sol, en plus de le positionner idéalement dans le conduit.



Plomb de plongée

Tuteurs agricoles associés

Quercyrail

Pour le transport et la mise en œuvre, mieux vaut dissocier les éléments et accrocher les

« caouèches » et les amarrages largables ailleurs que sur le dévidoir pour éviter les sacs de nœuds.

Jean-Marc Lebel dans le siphon 4 de la branche est, après l'étranglement terminale du réseau Dejeau-Chaland, le 18 juin 2000 :

« ... J'ai juste le temps d'apercevoir la suite en méandre avant que la visibilité ne s'annule. Je suis parti avec un stock d'air déjà bien entamé, l'étranglement est le seul passage dans un laminoir, où je ne suis pas sûr que le fil soit bien positionné. Aussi je préfère repasser l'étranglement maintenant plutôt que de risquer d'être en limite d'air au cas où il faudrait un peu chercher mon passage. Je déroule encore quelques

mètres histoire d'avoir un peu plus de visibilité pour amarrer un plomb largable. Rien n'y fait, on n'y voit goutte. Je dois donc réaliser la manœuvre en aveugle. Bien entendu une fois le plomb lié au fil et le fil coupé du dévidoir, un autre plomb lié au dévidoir refuse de se séparer du premier. Et le tout dans le noir, il faut tenir d'une main le plomb récalcitrant et son élastique, de l'autre le fil conduisant vers la sortie et le sécateur dans la dernière. Je suis content d'avoir coupé le bon....hem hem. »

5 Techniques d'équipement

On n'équipe pas un siphon en débobinant simplement un fil derrière soi, à la manière d'un certain personnage de la mythologie grecque chargé d'en découdre, dans un labyrinthe, avec une moitié de bovin.

Si un (ou plusieurs) fil est déjà en place dans le siphon on peut s'en éloigner si la galerie est assez large. Dans des siphons plus intimes, on équipe son fil sur le précédent en solidarisant les lignes, pour éviter de

s'emmêler dans l'ancien en équipant le neuf.

L'équipement, s'il est réalisé pour demeurer durablement, tendra à éviter tout frottement du fil contre la roche.

Il doit passer dans la partie la plus confortable de la galerie, en permettant, autant que faire ce peut, une progression régulière en limitant les changements de rythme et la négociation de passages.

Photo. : F.V.



Solidarisation des fils d'Ariane lors du rééquipement d'un siphon.

Il en résulte que :

- l'équipement d'un siphon nécessite expérience et pratique ;
- l'utilisation d'un dévidoir n'est pas innée et requiert un apprentissage.

5.1 L'amarrage initial

Fixer le fil. L'amarrage initial du fil doit être hors de l'eau, bien au-dessus du niveau de la vasque.

Si le siphon connaît des fluctuations de niveau conséquentes, anticiper et amarrer en un point qui soit toujours hors d'eau.

Il doit être « béton », constitué d'un nœud solide (nœud de chaise, de huit...etc.) autour d'un arbre, d'un rocher, sur un piton, quelque chose de sûr qui ne plie, ni ne rompt.

Confierait-on sa vie à un anneau de chambre à air vétuste autour d'un

gros galet, ou un nœud « incertain » sur un arbrisseau ?

Lorsque la configuration s'y prête, on peut décaler le fil en plafond ou le plaquer contre une paroi au-dessus de la vasque afin qu'il passe hors de la zone où les plongeurs s'équipent. On minimisera les accrochages, le piétinement lors de la préparation avant l'immersion.

Dès le fond de la vasque, installer rapidement un nouvel amarrage, afin que le fil soit positionné dans l'axe de la galerie.

Jean-Marc Lebel, le 18 juin 1994, c'est le grand jour pour la Font de Baignes, qui a livré peu de temps auparavant le passage vers une suite prometteuse via une étroiture au fond de la vasque d'entrée (-11).

Jean-Marc amarre son fil quelques mètres en amont de l'étroiture afin qu'il ne le gêne pas lors du franchissement de l'étroiture au retour.

« Erreur. La visibilité est très réduite au retour, le courant a charrié l'argile soulevée à l'équipement. Aussi, si le retour se fit sans difficulté, le nez sur le fil dans la grande galerie, la sortie par l'étroiture me demandera quelques minutes de recherche en aveugle pour trouver le bon passage.

Je poserai minutieusement un fil longeant le passage exact lors de la prochaine plongée, le soir même. »

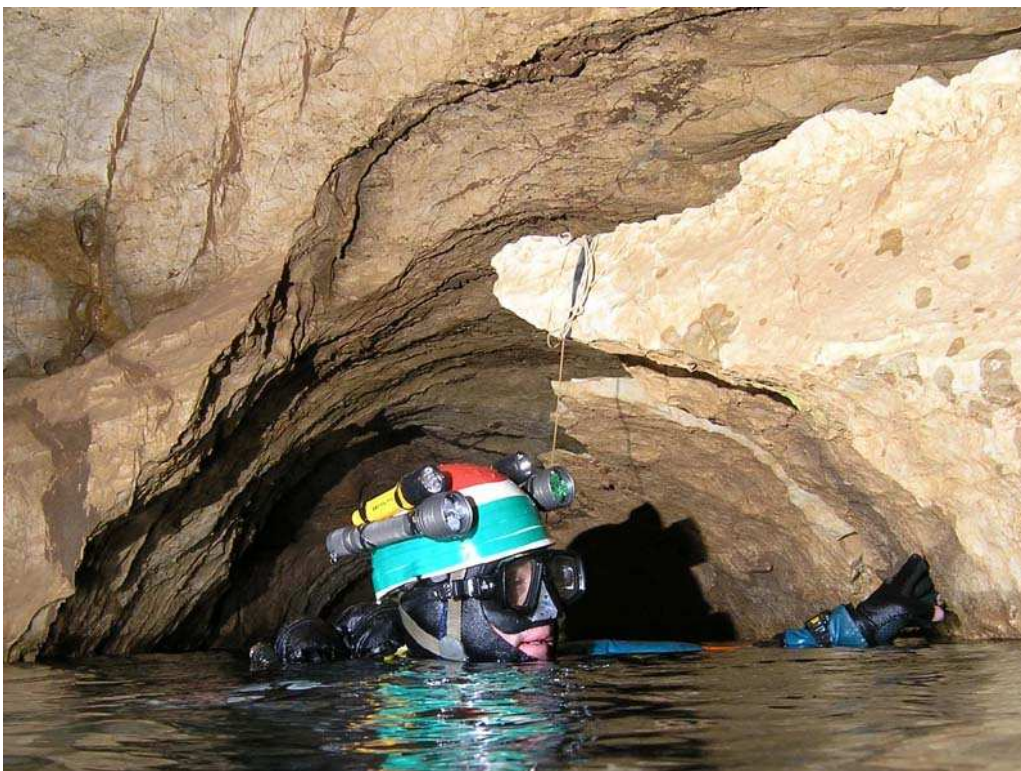


Photo. : F.V.

Amarrage initial hors d'eau.

5.2 Tenue du dévidoir

Plus encore qu'un fil équipé, le dévidoir, en cours d'utilisation, doit être tenu loin du corps et des palmes, bras tendu.

Le fil en cours de déroulage doit être maintenu en tension en permanence. Un fil lâche à une propension inimaginable à l'accrochage.

Combien de plongeurs se sont emmêlés dans le fil qu'ils déroulaient ?

Selon la morphologie de la galerie et les caractéristiques du siphon, il peut être judicieux de longer le dévidoir, via une dragonne passée autour du poignet.

La dragonne libère une main, parfois bien utile pour la confection de certains amarrages, et assure le dévidoir qui pourrait jouer les filles de l'air en allant se bloquer dans une section impénétrable, isolant du même coup le plongeur de sa ligne de vie.



Dévidoir tenu loin du corps.

Jean-Marc Lebel dans le Puits de la Brême, le 14/04/1996, « ...La poursuite est plus une navigation aux instruments qu'une progression : on ne voit plafond ou paroi que lorsqu'on bute dedans, comme cela se produit à 140m (je ne manque pas



Dragonne en sandow.

Photos. : F.V.

l'occasion alors de m'emmêler une palme dans le fil d'où de magnifiques arabesques acrobatiques au milieu des nuages d'argile : dire qu'il fait 27° à l'ombre des terrasses ombragées où coulent des fontaines de Pastis et de bière fraîche...) ».

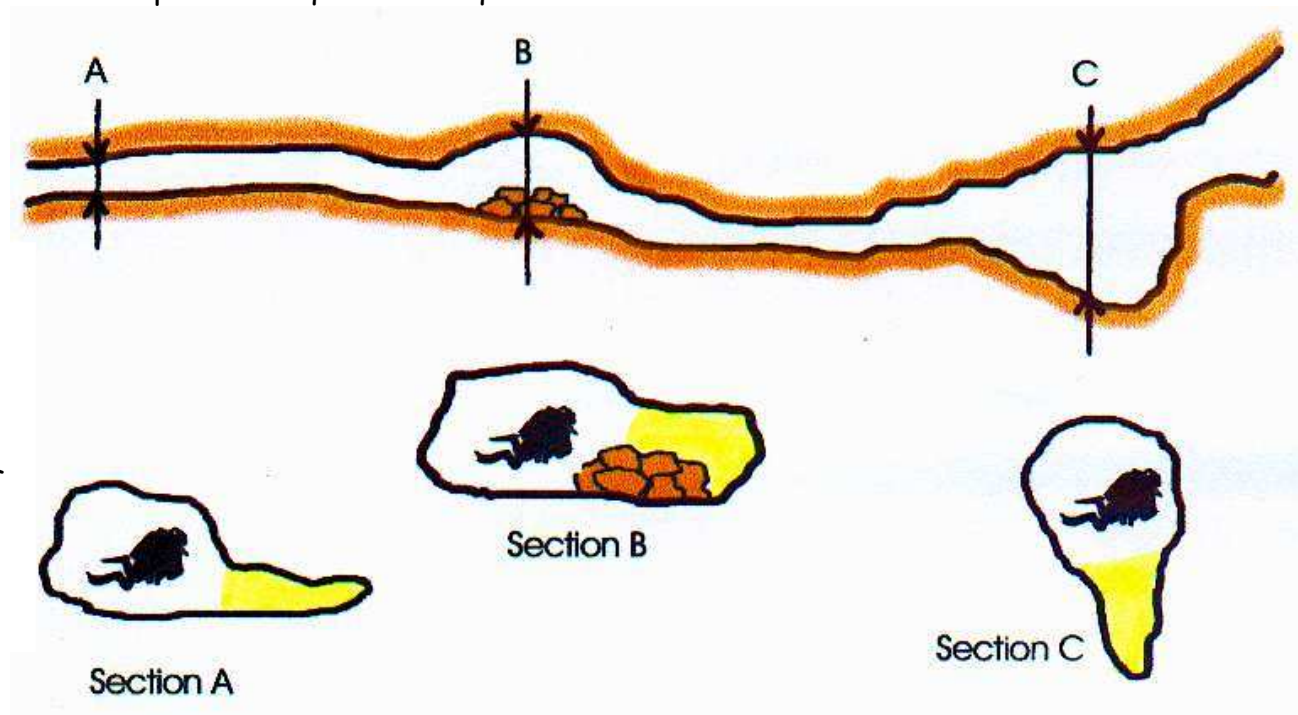
5.3 L'espace d'évolution

L'installation d'un fil d'Ariane dans un siphon, pour un équipement durable ou une plongée ponctuelle, tend à respecter un « espace d'évolution ».

Pour un équipement idéal, quand la morphologie du siphon s'y prête, c'est le « champ » théorique dans lequel le

plongeur doit pouvoir progresser autour du fil d'Ariane (dans un rayon équivalent à la longueur de son bras) sans heurter d'obstacle, ni se coincer, le tout sans visibilité (on s'organise pour le pire).

Schéma : Cyril Marchal.



On y gagne en rythme de progression (plus régulière), en confort (moins de raclements et chocs) et en sécurité (risques de coincement). Le plongeur, libéré cette pression, est mieux concentré sur les autres paramètres à gérer.

Ceci dit, dans certains siphons « intimes », franchis « ventre à roche », cette notion est purement théorique.

1977 - Grotte de la Castelette (83) : de retour d'une plongée d'exploration dans un siphon très trouble au retour, le plongeur est bloqué à 15m de la sortie car

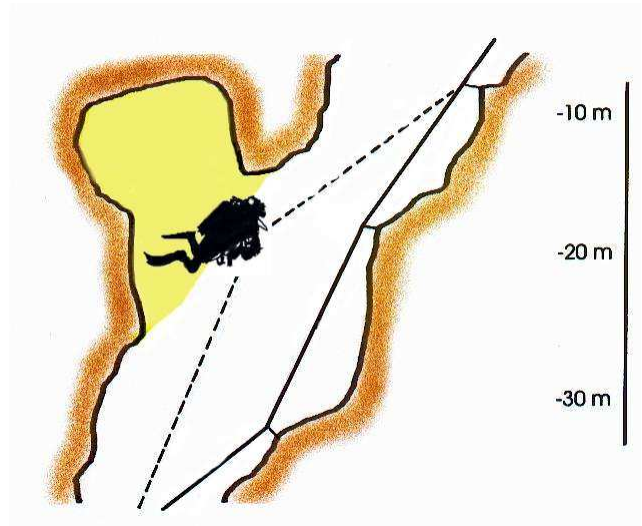
Les « sections-pièges », ces restrictions de volume, contiguës à la partie pénétrable de la galerie, doivent faire l'objet d'une méfiance toute particulière.

Il suffit d'un amarrage mal placé, d'une fixation qui saute, d'un fractionnement oublié ou négligé pour que le fil aille se tendre, dans une marge ou un tronçon du conduit humainement impénétrable.

son fil s'est glissé sur le côté de la galerie (h=15cm). Il retrouve le passage pénétrable après 15 minutes de recherches en aveugle et sort avec les bouteilles vides.

Un passage a été baptisé « dead man's handshake » dans la source de Keld Head (U.K.), suite à une mésaventure survenue à Jochen Hasenmayer, dont il ne s'est tiré qu'avec l'aide de Geoff Yeadon.

Mésaventure dont l'origine réside dans la rupture d'un amarrage, occasionnant le glissement du fil dans une longue portion rigoureusement impénétrable.



Un œil avisé, une « lecture » attentive de la galerie (dès l'aller) participeront de l'anticipation de ces pièges, de l'adaptation et de la sécurisation de l'équipement en conséquence.

Dans le même ordre d'idées, il est salutaire de se retourner régulièrement pour s'assurer du positionnement correct du fil. On bénéficie aussi d'un aperçu sur ce que pourra être la visibilité au retour.

A lire.

Martyn Farr : 1991 « Darkness Beckons » p.142-146.



Lecton piège verticale.

Photos. : F.V.



Lecton piège horizontale.

Photos. : F.V.

Une simple déviation pourra suffire à maintenir le fil dans une section appropriée.

Si un amarrage est situé hors de l'espace d'évolution, un morceau de fil, ou une « chaîne » de caouèches dévieront le fil pour qu'il évite une zone exposée, qu'il demeure dans la partie la plus confortable de la galerie.



Déviation avec un bout de fil.

Si la longueur de la déviation est supérieure à un petit mètre (une longueur de bras de plongeur), il peut être judicieux de marquer, au niveau de

la bifurcation, le sens de sortie (avec un caouèche côté sortie, comme à un carrefour) afin d'éviter les erreurs d'aiguillage.



Pour éviter une section piège dans la partie inférieure de la galerie, ou éloigner le fil d'un sol recouvert de sédiment volatile, on peut avoir recours à des flotteurs (bouteille ou bidon plastique rempli d'air, pains de styroflène extrudé...etc) amarrés sur la ligne via un bout de ficelle.

Attention à bien doser le gonflage du flotteur (pas la peine de tirer le fil vers les plafonds) et à s'assurer de la perennité de sa flottaison.

Bouteille gonflée d'air pour maintenir un câble au-dessus d'un sol de sable dans une galerie « scooterisable ».

5.4 Fractionner

5.4.1 Généralités

Le fractionnement (fixation de la ligne à un amarrage fixe - aspérité, lame d'érosion- ou mobile - bloc, lest largable -) régulier et judicieux (localisation, distance entre les amarrages) doit éviter que le fil n'aille glisser ou se tendre, derrière

le plongeur, dans une portion de la galerie trop étroite pour qu'il puisse la franchir au retour (section piège). On évite aussi, si le fil est coupé (usure, plongeur emmêlé), qu'il y ait une trop grande longueur de fil libre dans la galerie.

5.4.2 Espacement des amarrages

Au cas où le fil se serait rompu derrière le plongeur, à l'aller, la zone de recherche à couvrir lors du retour, pour retrouver l'autre extrémité du fil (celle qui ramène à la sortie) sera d'autant plus réduite

que l'écart entre les amarrages l'aura été lors de l'équipement.

En règle générale (et en théorie), la fréquence de fractionnement (distance entre les amarrages) avoisine 10m.

Photo. : F.V.



Fil d'Ariane volontairement équipé le long d'une paroi.

5.4.3 Latéralisation de l'équipement

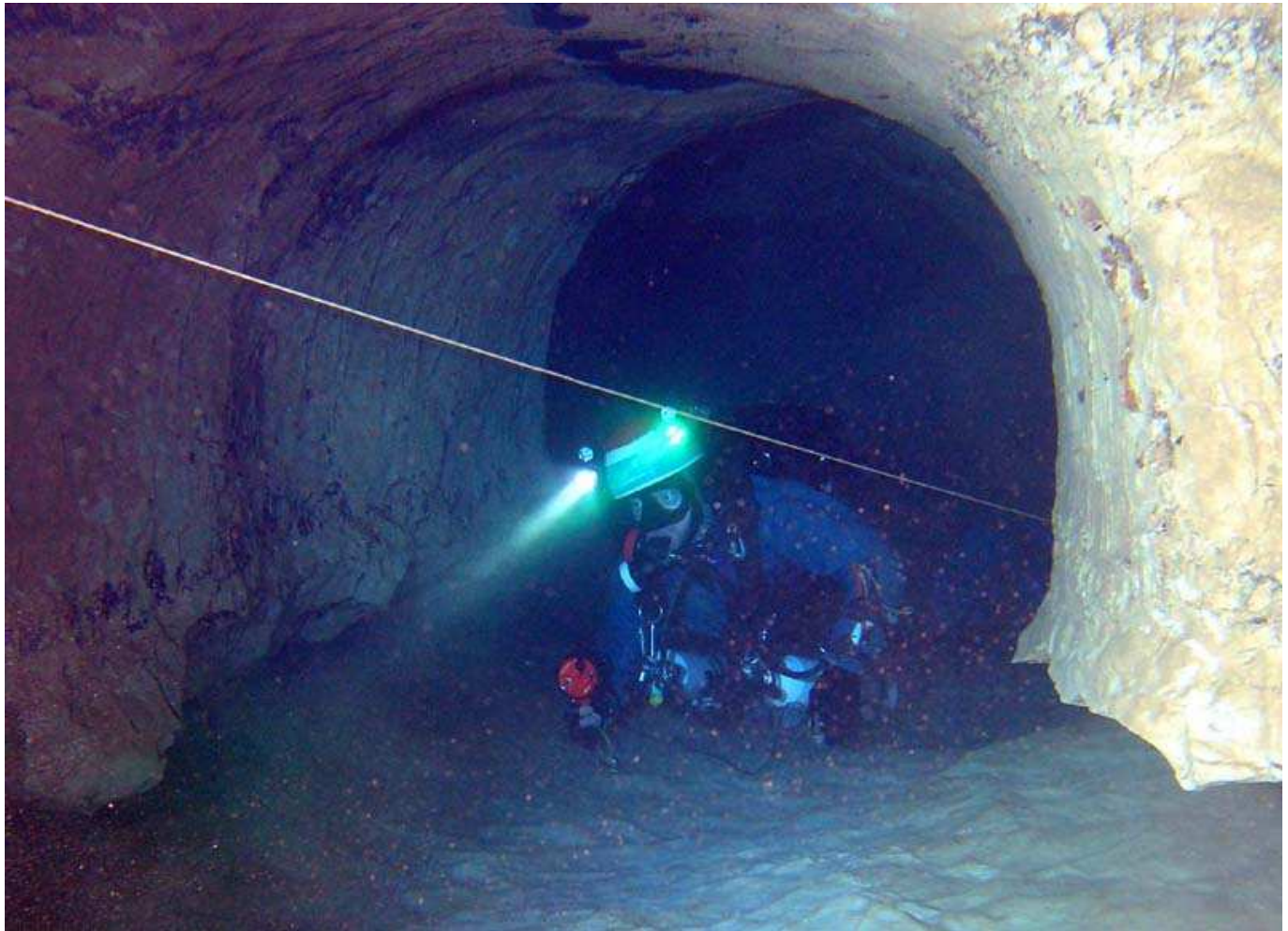
Autant pour le confort de la progression que pour diminuer les risques d'emmêlement, on évite les changements de rive en privilégiant (autant que faire se peut) un côté de la galerie.

Un fil équipé sur une paroi constitue un élément supplémentaire de repérage, en cas de problème d'orientation au retour.

Si on tient le fil à main droite à l'aller, dans un siphon équipé toujours en rive gauche, alors au retour, on le tiendra dans l'autre main.

Si, en pensant se diriger vers la sortie, on tient toujours son fil dans la même main qu'à l'aller, c'est qu'il est temps de se poser des questions.

Photo. : F.V.



Quand le fil d'Ariane recoupe la galerie.

5.4.4 Un fil (ou une araignée ?) au plafond

La « gouroutisation » n'est pas notre tasse de thé, mais s'il est une pratique à déconseiller, c'est bien l'équipement du fil en plafond :

- c'est particulièrement pénible à tenir à la main (il faut une souplesse « kamasoutriaque ») ;
- la tête est souvent désaxée (on perd la vision globale de l'espace d'évolution et les lampes de casque éclairent ailleurs) ;
- le risque de chocs est augmenté (casque, robinetteries) ;
- celui de s'emmêler aussi.



Photo. : F.V.

Fil d'Ariane équipé en plafond ...

Le milieu souterrain s'accorde plutôt mal des généralités. Aussi, le lecteur avisé aura saisi qu'on ne fractionne pas une modeste galerie sinueuse, argileuse et cernée de sections pièges, de la même façon qu'un vaste corridor rectiligne à la section quadrangulaire.

Il en sera encore autrement avec sols argileux, dont il sera préférable d'éloigner l'espace d'évolution de nos gais palmipèdes (gare à la tou - ou - ou - ou - ou - illeu !).

Dame nature est pourvue d'une imagination fertile lorsqu'il s'agit de sculpter les artères telluriques (à moins que les lois qui régissent la genèse du karst demeurent péniblement accessibles à l'entendement humain ?)

Les plongeurs souterrains, passionnés par l'étude et l'exploration de ce milieu, s'engagent dans toutes les voies, même les plus étroites et les

plus torturées, où la théorie n'est pas toujours applicable stricto sensu.

A l'image d'un choix de configuration, l'équipement d'un siphon demeure avant tout la gestion d'un cas particulier (le siphon, un secteur précis au sein d'une galerie noyée), auquel le plongeur doit savoir s'adapter.

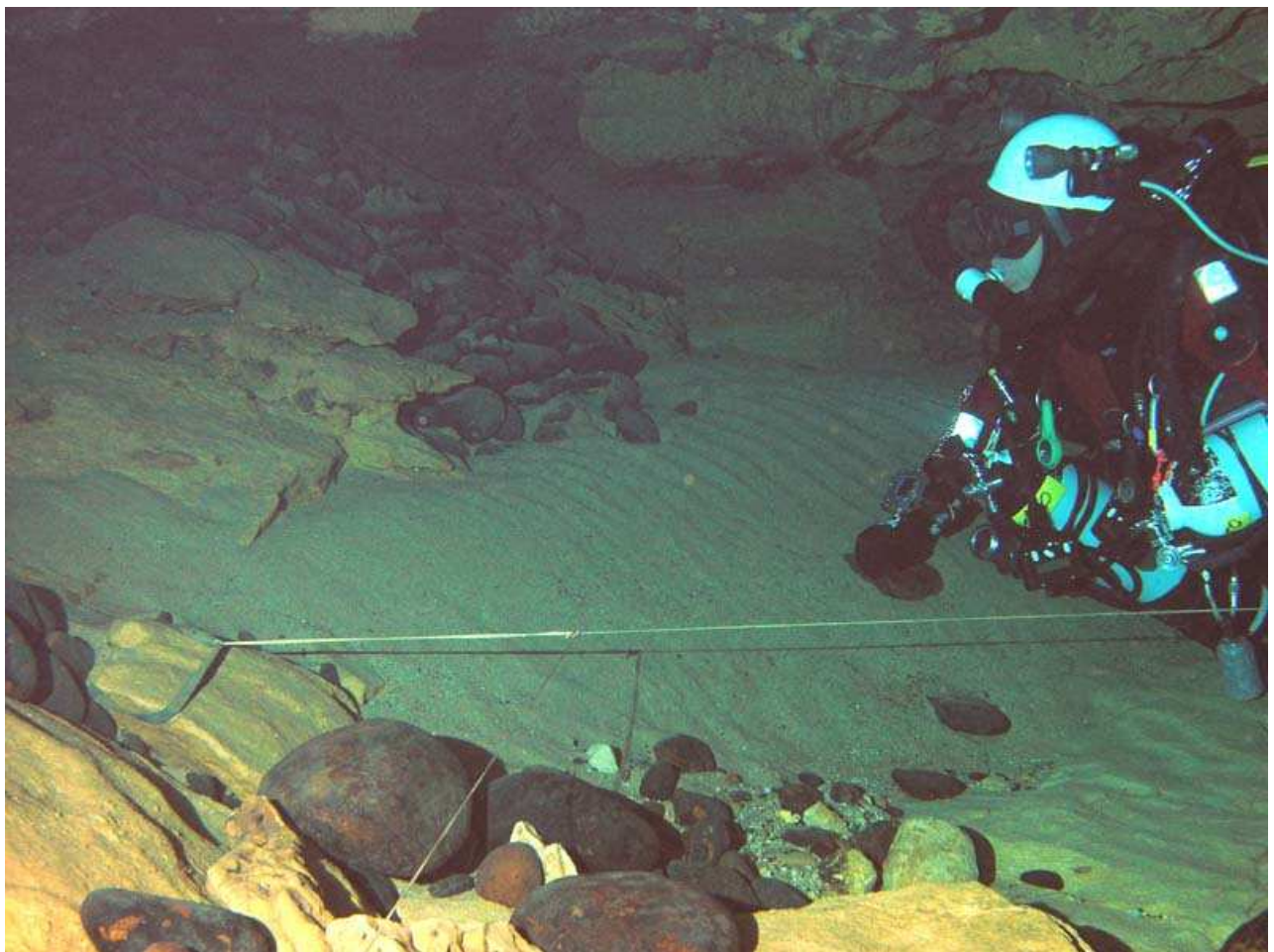


Photo. : F.V.

Ammarrage déporté et rehaussé dans un virage, pour éviter que les plongeurs passent trop près du talus de sable en arrière-plan.

5.5 Disposition du fil sur les amarrages

5.5.1 Accessibilité du fil au niveau de l'amarrage

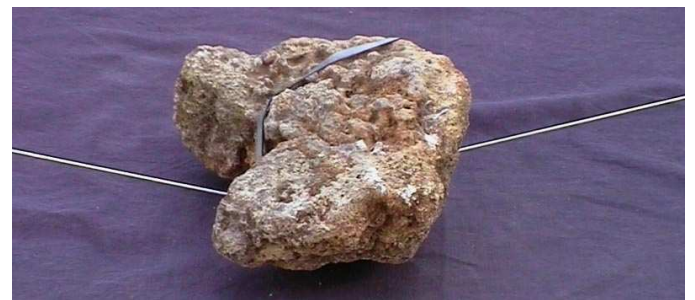
On y songe rarement lorsqu'on équipe, car l'esprit est déjà mobilisé sur bien des paramètres à gérer. Ceux de l'équipement (positionnement du fil, sections à éviter...etc.) cumulés à ceux de la plongée (consommation, équilibrage ...etc.). Lors d'un retour sans visibilité (c'est souvent dans ces conditions qu'on regrette d'avoir négligé certains « détails »), arrivé à un fractionnement, il arrive que le fil soit plus ou moins dévié (changement notable d'inclinaison ou d'orientation) après l'amarrage.

Pour éviter de se retrouver là, en butée, à tâtonner dans le vide, ou à sonder le sol en quête du fil-guide, il convient d'apporter un soin particulier, lors de la pose des

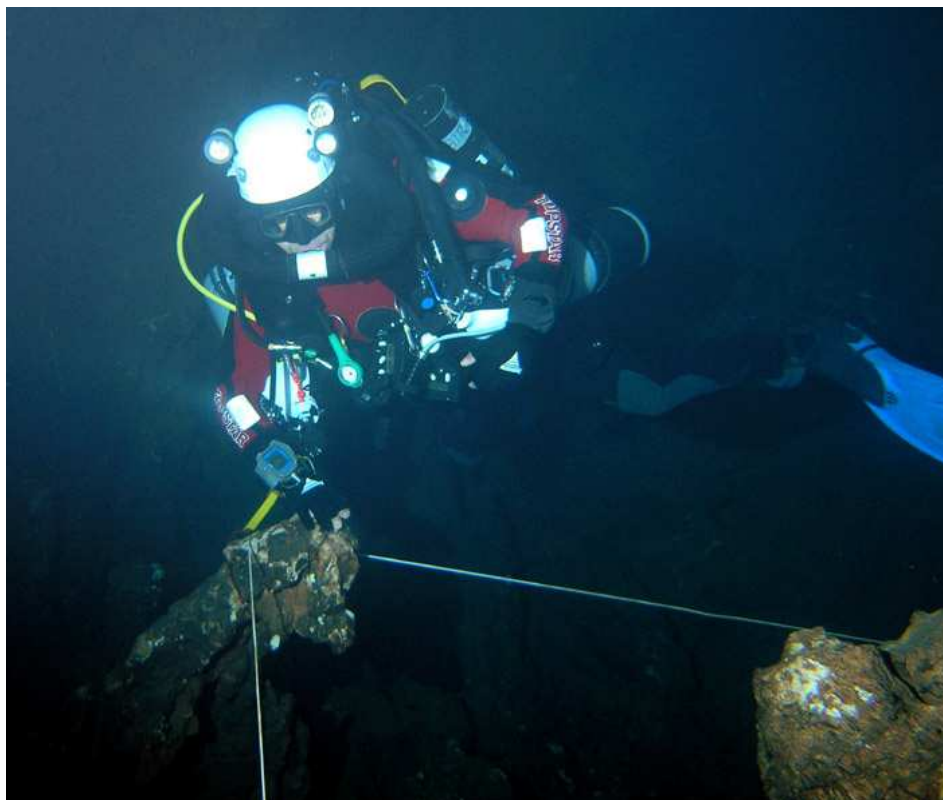
amarrages, à ce que l'autre brin du fil demeure accessible aisément de l'autre côté d'un fractionnement.

La gamme de petits tracas se décline aussi dans cette configuration-là, mais on retiendra essentiellement les cas :

- des blocs retournés sur le sol côté fil,



- du fil plaqué contre la paroi ou le sol.



Fractionnement derrière un gros becquet : en cas de visibilité nulle, il faudra chercher un peu avant de retrouver le brin, en aval de l'amarrage.

5.5.2 les angles aigus

Lorsque la galerie est affectée de virages prononcés, le cheminement du fil est analogue.

Un amarrage au niveau duquel l'angle du fil est fermé, doit être particulièrement « soigné ». Si vient à sauter ou à lâcher, la longueur de fil mou dans le siphon peut être gênante. De ce fait, le risque de s'égarer dans une section piège augmente.

La facilité consiste à équiper à l'intérieur du virage, mais on peut

ainsi exposer le fil à des frottements sur la roche. Sa durée de vie n'en serait alors que plus réduite.

Sur l'extérieur du conduit, on peut :

- doubler l'amarrage (deux caouèches au lieu d'un) ;
- doubler le fractionnement lorsque c'est possible (deux amarrages dans le virage) ;
- utiliser un matériau plus robuste que le caouèche (fil électrique, cordelette ...etc.).

Photo. : F.V.



Deux amarrages dans l'extérieur d'un virage à 90°

5.6 carrefours et bifurcations

Les karst européens ne sont pas ceux de Floride ou du Yucatan.

Ce n'est pas pour autant que les galeries latérales et autres ramifications soient à négliger, sous le « Vieux Continent ».

La multiplication de fils au niveau d'un carrefour induit un risque d'erreur d'orientation.

étiquette rigide, une flèche en plastique ou d'autres artefacts,

sur le fil qui rejoint la sortie.

Le principe en vigueur consiste à signaler uniquement la sortie et rien d'autre.

Dans le cas de galerie principale flanquée de ramifications, on peut jouer aussi avec la nature du guide.

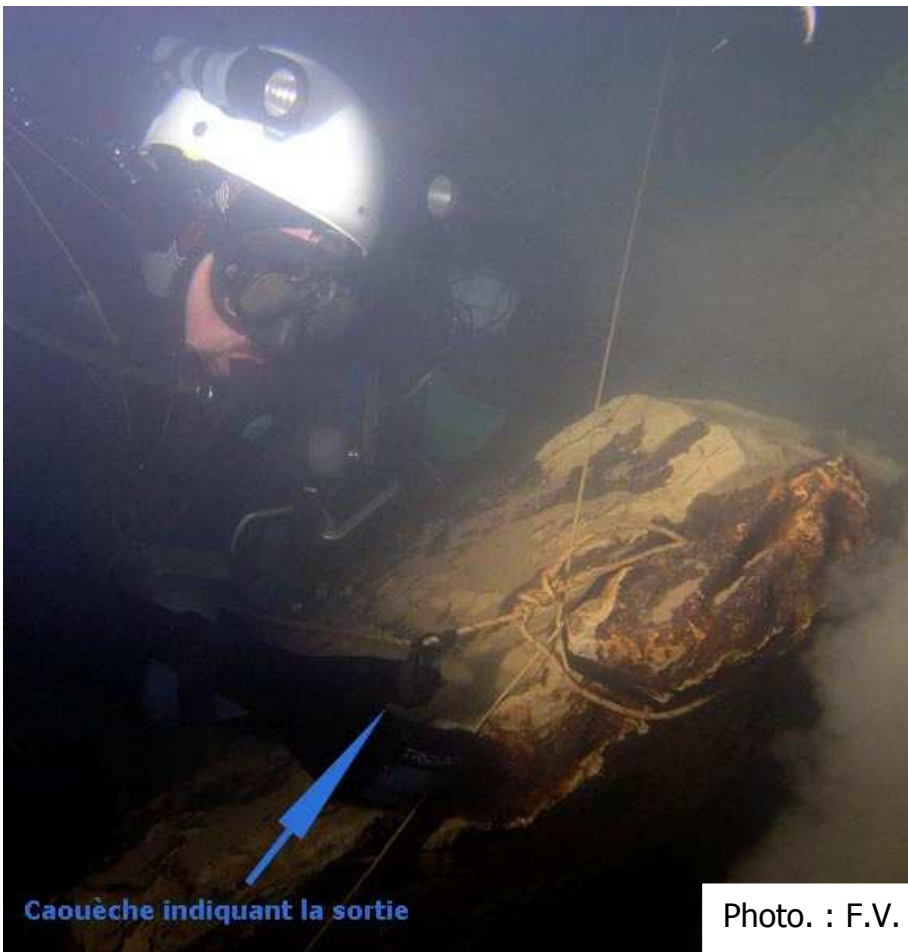
Dans un siphon équipé en câble, ce matériau peut-être réservé au cheminement principal, et le fil synthétique à tous les autres conduits.

On peut également jouer de la différence de diamètre (fil principal épais, ramifications plus fines), de nature (polyamide et nylon), de couleur lorsqu'on est assuré que la visibilité ne descend pas au-dessous d'un certain seuil.

Dans les siphons clairs, et qui le demeurent même au passage des plongeurs, on peut

éviter un raccordement direct, et amarrer le fil secondaire à proximité du fil principal.

Le principe veut que le fil principal soit accessible depuis le point de départ du fil secondaire. Soit environ une envergure de bras.

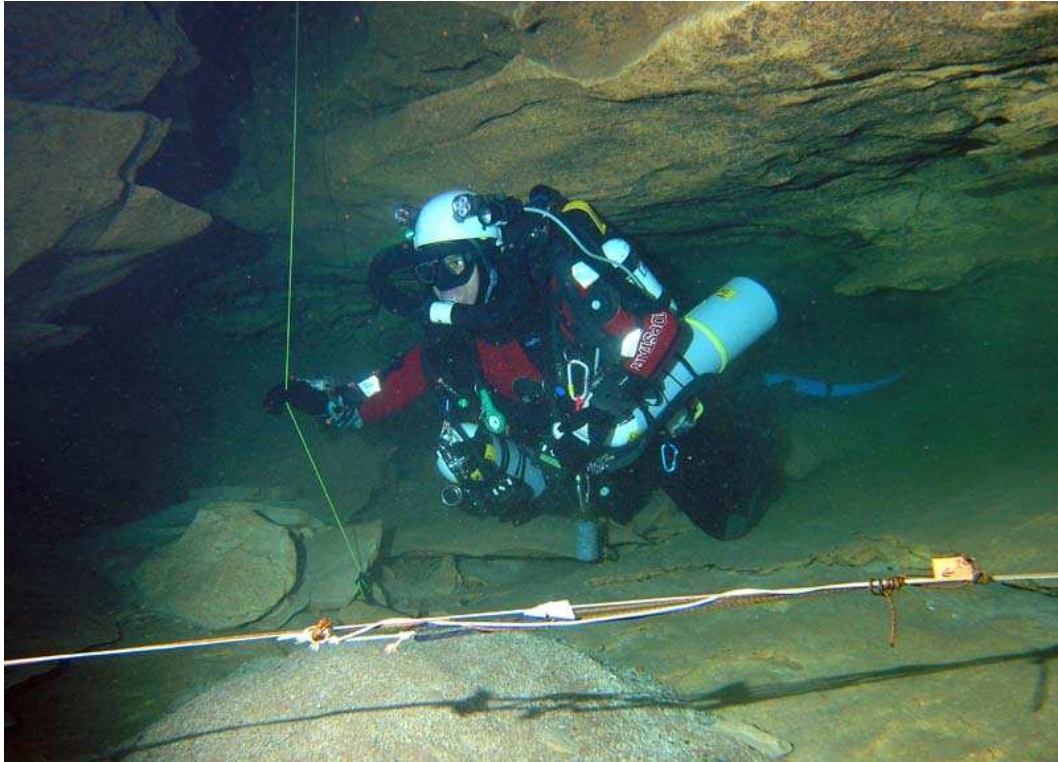


Caouèche indiquant la sortie

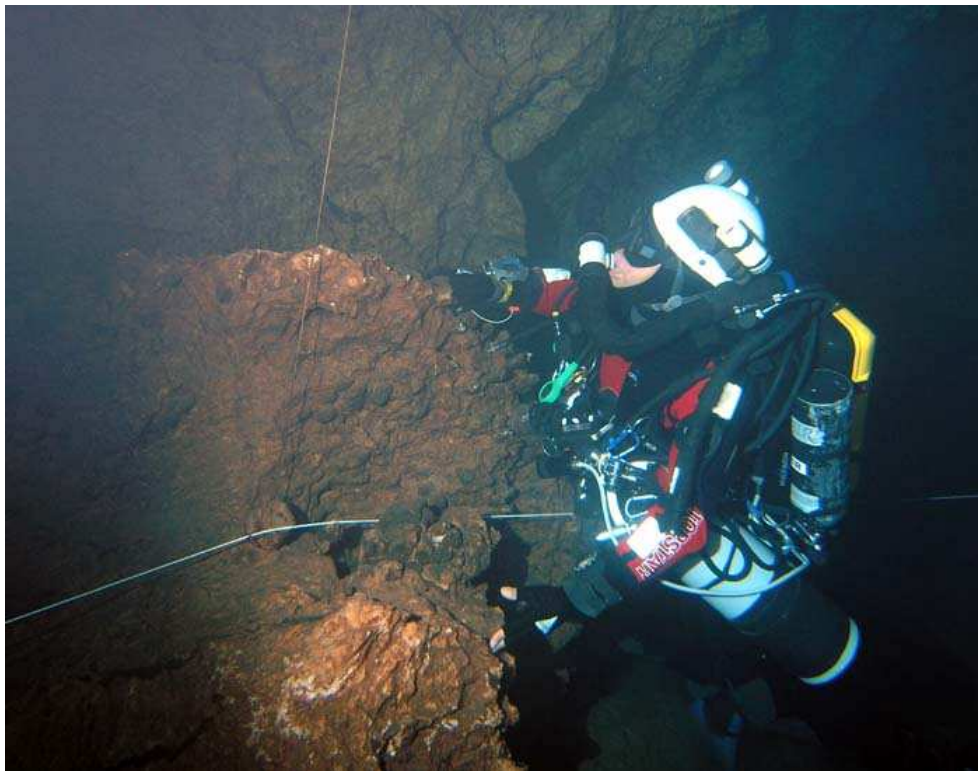
Photo. : F.V.

Plusieurs accidents ont eu cette origine, le plongeur pensait se rapprocher de la sortie alors qu'il s'en éloignait.

Il est judicieux, lorsque qu'il existe un carrefour de fil, de marquer l'embranchement en fixant un élastique de chambre à air, une



Galerie latérale équipée d'un fil de nature et de couleur différentes du principal, et non raccordée.



Cheminée équipée en fil polyamide, raccordée au fil-guide (câble) principal.

Lorsqu'on doit se séparer du fil principal, pour évoluer dans une partie non ou mal équipée (recherche de matériel perdu, mesure de la largeur, inspection d'un secteur, remontée dans une cheminée ...etc.), il ne faut pas compter sur la clarté inaltérable de l'eau, la puissance de ses éclairages ou son sens inné de l'orientation pour le retrouver.

L'installation d'un fil s'impose. L'idéal serait de réaliser un amarrage initial « costaud », sur le sol ou une paroi, avant de solidariser ce nouveau fil au principal (nœud) et partir ensuite vivre ses aventures.

Si le fil principal passe en pleine eau, ou bien qu'il n'existe pas d'amarrage « costaud » à disposition dans les alentours immédiats, on n'a guère d'autres opportunités que de s'amarrer directement sur le fil.

Dans ce cas, trois impératifs :

- le fil secondaire ne doit pas se défaire du principal ;
- si le fil principal venait à rompre, le fil secondaire doit demeurer solidaire ;
- ce raccord doit être considéré comme un carrefour, la direction de sortie doit être évidente au retour, lorsqu'il faudra déséquiper le fil secondaire.

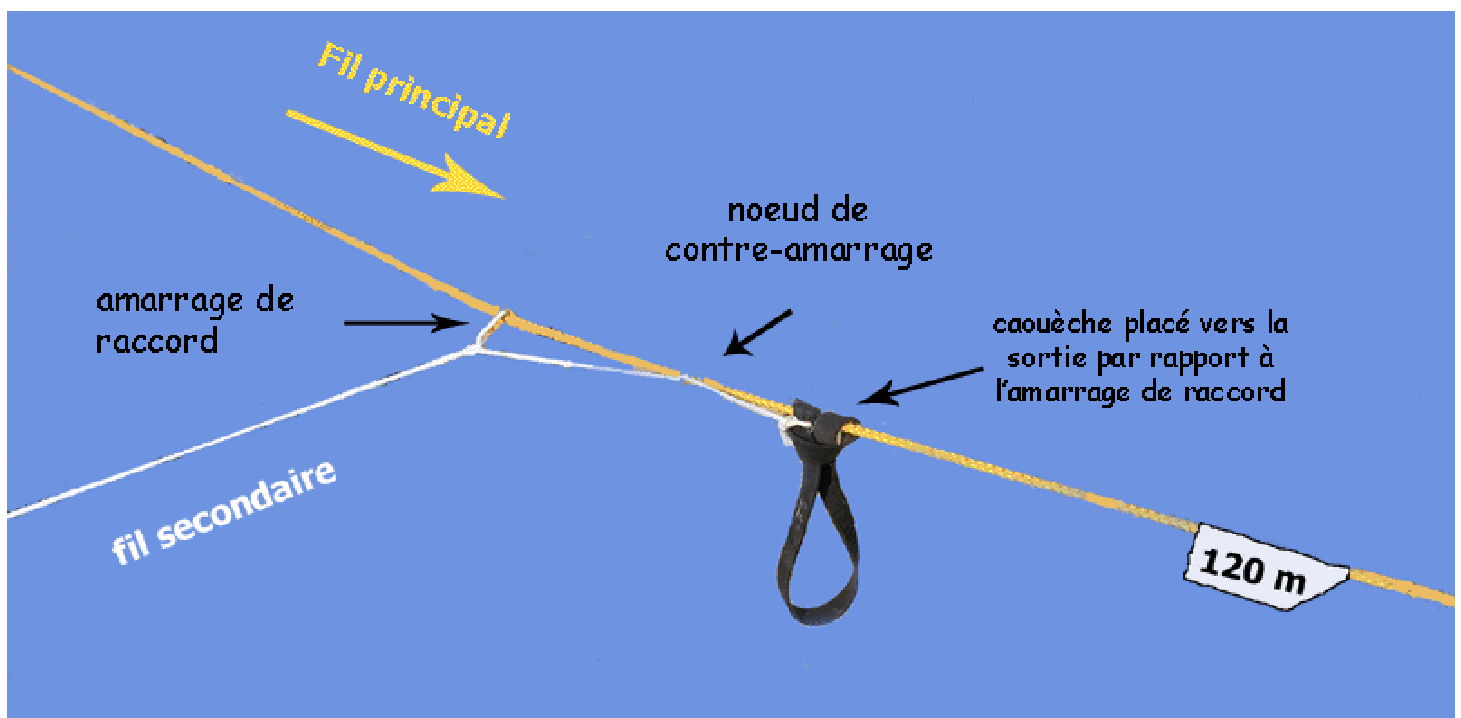


Photo. et montage : F.V.

On pratique alors en plusieurs temps :

- nouer le fil secondaire au principal par un amarrage de raccord : un nœud qui ne se défait pas tout seul (nœud de chaise par exemple car facile à « tricoter » sous l'eau). Ce nœud a pour fonction de raccorder les deux lignes, mais il revient à faire une boucle autour de la ligne principale (qui peut coulisser) ;
- pratiquer un ou deux nœuds de contre-amarrage (des nœuds

plats ou de pêcheur) sur la ligne principale, côté sortie par rapport à l'amarrage de raccord. Afin que les deux fils restent solidaires, même si la ligne principale était sectionnée ;

- installer un caouèche en tête d'alouette à l'extrémité du fil secondaire, côté sortie sur le fil principal par rapport à l'amarrage de raccord, pour assurer son orientation au retour.



Photo. : F.V.

5.7 L'amarrage final

Exception faite des siphons franchis (où l'on est généralement à l'aise et à l'air libre) le dernier amarrage est souvent une opération délicate.

On est au plus loin de l'entrée, au moment le plus engagé de la plongée, avec des réserves (gaz, éclairage) et peut-être un moral entamés (dégradation des conditions, froid).

C'est le moment où les risques augmentent. Celui de s'emmêler dans son propre fil, celui de s'empêtrer dans le reste de fil présent sur le dévidoir, celui d'égarer le dévidoir.

Après les grandes heures des dévidoirs abandonnés aux terminus, les nouvelles générations ont à cœur de ressortir leur outil-fétiche, le compagnon de leurs explorations et des gestions de galères (recherche de fil perdu par exemple).

Parvenu au terme de la plongée, dérouler un peu au-delà de l'amarrage

final la longueur de fil nécessaire à la confection du nœud + une quarantaine de cm supplémentaires.

Bloquer illico le dévidoir, l'accrocher sur soi et couper le fil.

Il est temps de réaliser le nœud final (qu'on aura préalablement répété au chaud et au sec pour le confectionner de façon automatique, sans avoir à réfléchir). Penser à nouer aussi le fil du dévidoir pour éviter qu'il se débobine involontairement durant le retour, au cas où le blocage du dévidoir sauterait.

Dans le cas d'explorations en cours, on peut laisser 40 cm de fil libre, après l'amarrage, pour faciliter le raccord du dévidoir lors de la future exploration.

Il est plus simple de nouer deux brins de fil que de raccorder deux amarrages.



Photo. : F.V.

5.8 Quelques astuces en vrac

Ce dévidoir est incontournable, certes, mais c'est une bricole supplémentaire sur la panoplie, déjà bien garnie, du plongeur cavernicole. On croise souvent des plongeurs qui l'accrochent assez haut, sur la bretelle du bi. A cet endroit, il encombre l'espace visuel et réduit l'amplitude des mouvements des bras.

A l'usage, nous avons préféré l'accrocher au bas du bi (attache basse de la bretelle).

Les inconvénients de ce choix : on risque d'oublier le jouet au bord de la vasque, car rangé hors du champ de vision. Sa résistance peut aussi être mise à rude épreuve si l'on s'assoit dessus (en post-siphon).



Photo. : Gilles di Raimondo

6 Précautions d'usage

6.1 Les fils en place

De nos jours, rares sont les siphons qui ne sont pas équipés.

Toujours vérifier un fil en place.

Rappel : ce n'est pas parce qu'un fil est dans un siphon :

- qu'il a été correctement équipé (respect de l'espace d'évolution, pas de section-piège);
- que l'équipement est toujours en état (les crues, des plongeurs peuvent avoir fait sauter des amarrages) ;
- qu'il est toujours fiable (les crues peuvent l'avoir détérioré, rompu par abrasion).

6.2 La quantité ne fait pas la sécurité : un seul fil par siphon.

En siphon, la multiplication des équipements va à l'encontre de la sécurité, abondance de biens nuit.

Un fil, ça va, deux fils ...

Trop de siphons se recyclent petit à petit en musées du fil d'Ariane.

Chaque fois qu'on installe un fil dans un siphon, soit on le rembobine au retour (dans le cas d'une plongée de balade), soit on déséquipe l'autre (dans le cas d'un équipement durable - au retour si on est seul, en parallèle par un collègue si on plonge à plusieurs).

Déséquipement d'un ancien fil après avoir rééquipé le siphon.



Photo. : F.V.

Jean-Marc Lebel, le 19 juillet 1996, en reprenant les explorations dans la Font de Baignes, « ... une tentative de pointe toute fraîche, mais plutôt chaude... s'est soldée par un échec. Le fil d'Ariane a été retrouvé rompu à 420m, sans doute à la suite de crues hivernales. Le courant dans cette zone rétrécie doit être en effet assez violent, comme en témoigne un talus de galets arrondis et absent de dépôt. Je dépose alors le relais pour rééquiper. Je ne retrouve pas tout de suite le passage et, en revenant au fractionnement où j'ai laissé la bouteille, je retrouve le fil d'Ariane conduisant vers la sortie en boucle sur celle-ci, sectionné. Instantanément je mesure la précarité de ma situation : je vais devoir utiliser mon dévidoir non pas pour explorer mais cette fois pour retrouver le chemin de la sortie. Je sais également que la salle noyée à 410m est particulièrement tourmentée et argileuse à souhait. La première

tentative doit être la bonne. Je raboute mon dévidoir et commence la recherche en direction de la sortie en prenant soin de palmer haut et doux afin de préserver la visibilité. Je retrouverai le fil amarré à un plomb largable à une dizaine de mètres. Je retourne récupérer le relais à 420m puis après une petite hésitation de principe, décide d'abandonner la pointe pour cette fois... () Je mentionne cet incident car je pense qu'il est à méditer par notre communauté : aucune erreur ou négligence technique ne l'a provoqué (peut-on raisonnablement imaginer de vérifier minutieusement le fil sur 400m ?). Par contre, je me suis béni d'avoir réalisé un équipement soigné : fractionné très souvent (une rupture telle qu'elle s'est produite a alors des conséquences moins...longues). D'autre part, une réserve d'air toujours calculée large procure un confort moral qui prend toute sa dimension dans ce genre de situation. »

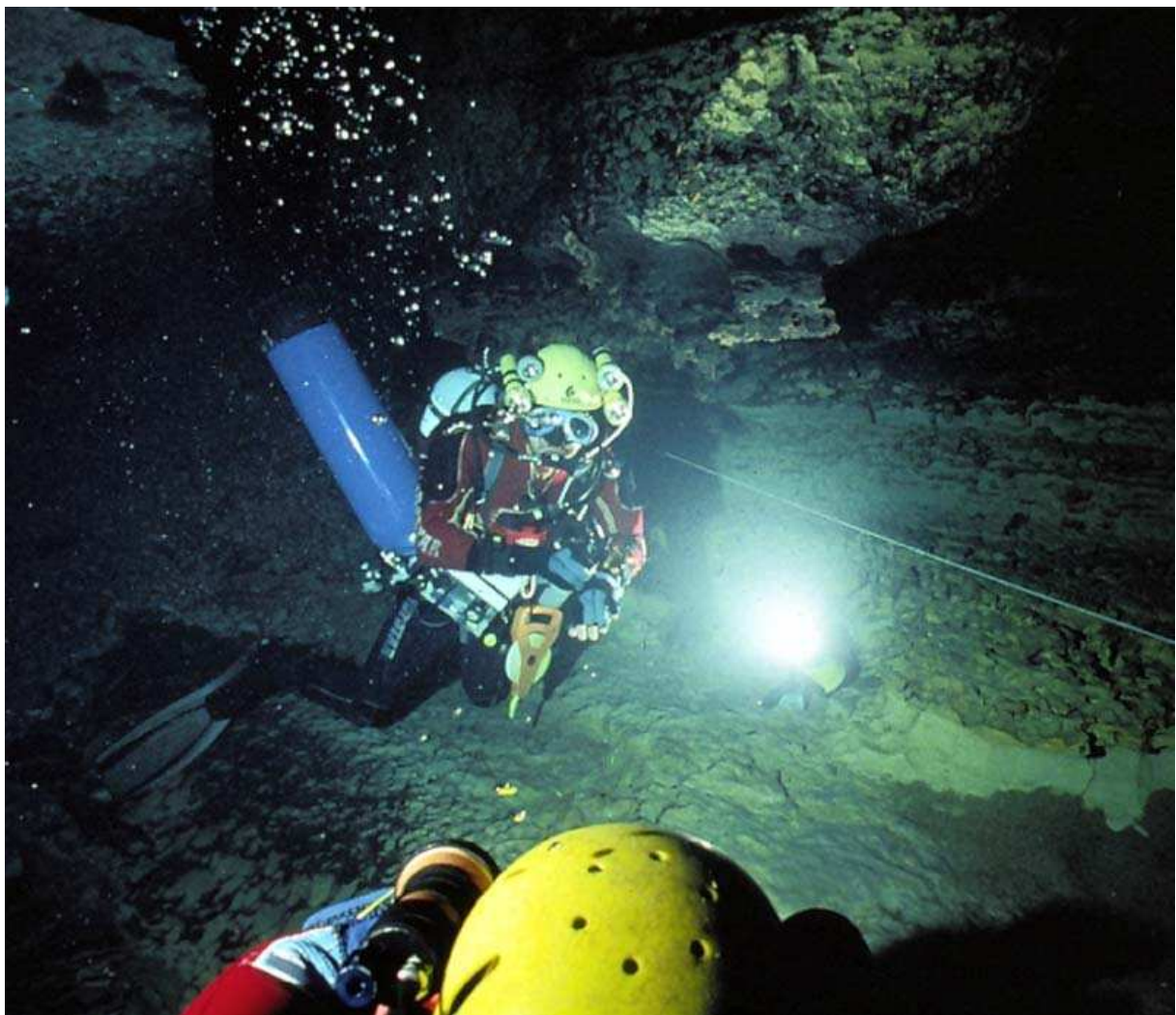


Photo. : Gérald Favre

Progression en suivant le fil des yeux : être sûr de son coup...

7 Progression en suivant un fil équipé

7.1 Généralités

Tenir le fil oui, mais comment ?

Toujours par contact direct. Les dragonnes, longues et autres intermédiaires ne préviennent pas lorsque le contact est perdu (mousqueton qui s'ouvre, fil rompu),

On peut alors continuer longtemps avant de se rendre compte qu'on n'est plus sur le fil.

Rien vaut la main, entre le pouce et les autres doigts, toujours en contact (d'aucuns, à la sensibilité exacerbée, évoquent une caresse).



Le fil indique juste le cheminement à suivre, ce n'est en aucun cas un moyen de progression (à moins d'avoir volontairement équipé en gros diamètre dans cette optique).

En l'occurrence, on évite de se tracter avec pour avancer, on ne tire pas dessus pour aller voir quelque chose hors de l'espace d'évolution.

Le fil est tenu bras tendu, le plus éloigné possible du corps et de préférence latéralement (plutôt

qu'au-dessus) afin d'éviter tout accrochage du plongeur.

Attention, lorsqu'on regarde du côté opposé de la galerie, en tournant la tête, le corps se décale de la parallèle au fil d'Ariane et le risque d'accrochage des palmes augmente.

Il faut s'obliger à le tenir constamment. Une fraction de seconde d'inattention peut suffire à perdre la ligne ou à en suivre une autre, qui ne ramène pas nécessairement vers la sortie.

Suivre le fil des yeux est réservé, pour des pratiquants très expérimentés et connaissant la

7.2 Evolution sur le fil

Se retourner : Pour communiquer avec un coéquipier par exemple, toujours se retourner face au fil. En lui tournant le dos on s'expose à s'y piéger (robinetteries, palmes).

Passer dessous : Mieux vaut s'en dispenser, mais il n'est parfois pas possible de faire autrement (fil en hauteur dans la galerie, proximité du plafond). Soit on se retourne face au fil, bras tendu pour l'éloigner, soit le bras qui le tient décrit un large quart de cercle au dessus de sa tête. Le fil

cavité, à certains types de siphons et certaines conditions de visibilité exceptionnelles.

est repris par l'autre main qui décrit à son tour un autre quart de cercle pour le ramener du coté opposé.

Passer un fractionnement : la main sur le fil reste dessus avant l'amarrage. L'autre main saisit le fil de l'autre côté du fractionnement, puis on replace l'autre main pour poursuivre la progression.

Un plongeur est responsable (de lui-même avant tout) du fil qu'il suit même s'il ne l'a pas équipé lui-même.

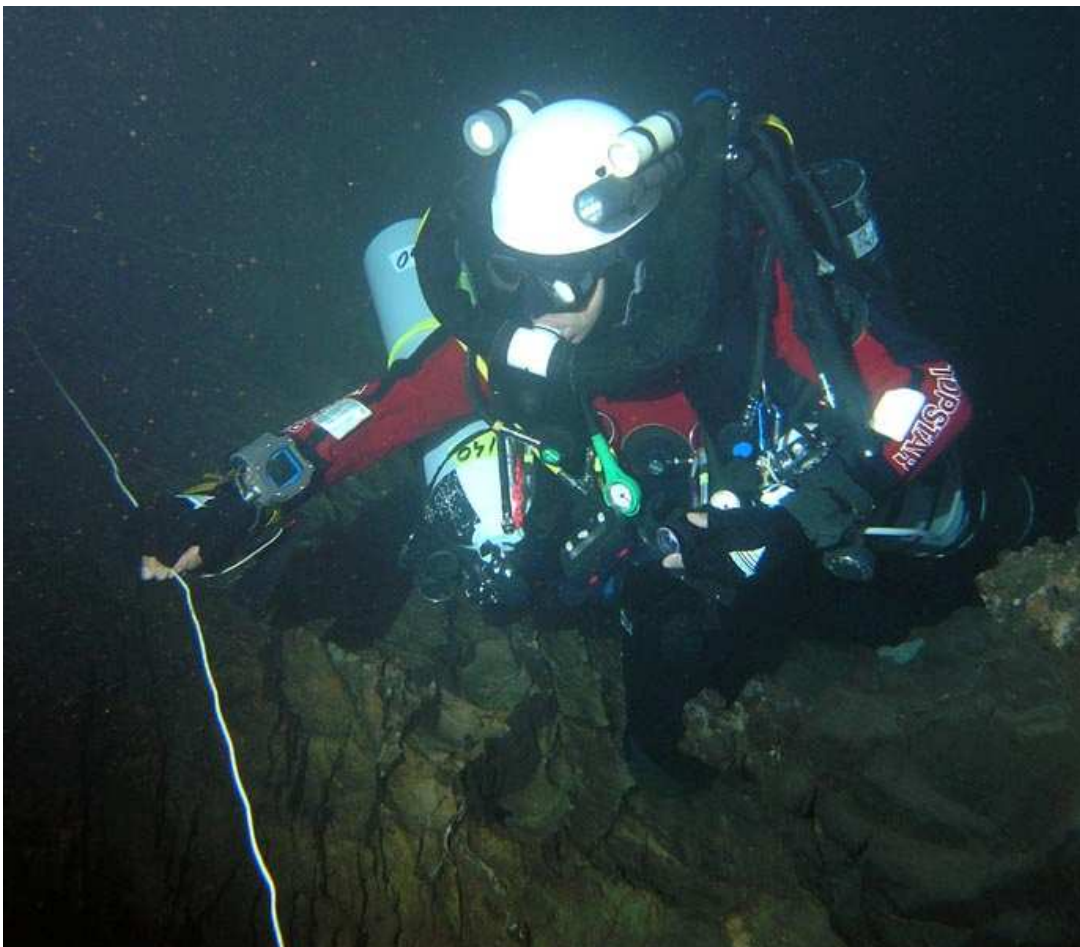


Photo. : F.V.

Toujours se retourner face au fil.

8 Techniques de réchappe

Il n'est jamais trop tôt pour s'enquérir des astuces qui permettront de se tirer d'un mauvais pas, sans trop de frais.

8.1 Perte du fil

Ce genre d'incident arrive plus souvent qu'on ne croit, et pas seulement aux autres.

Selon la morphologie (section « claire » ou torturée), l'autonomie en gaz et l'endroit où survient la « tuile » (profondeur), il peut être crucial de réagir correctement afin de ne pas passer trop de temps à retrouver le fil.

La technique de recherche de fil consiste à amarrer son fil (d'où l'intérêt d'avoir toujours un dévidoir fonctionnel, et garni, sur soi) dans la galerie, puis à effectuer un tour complet en conservant en permanence le contact avec la paroi. Il faut prendre soin à ne pas accrocher son fil, qui doit rester libre et suivre la trajectoire du plongeur.

Revenu à proximité du point de départ (il y a peu de chances de le retrouver), on rembobine le fil jusqu'à le mettre en tension.

Les deux principaux risques résident dans l'emmêlement et/ou la perte du fil.

Normalement, la ligne équipée sera piégée dans le fil utilisé pour la recherche.

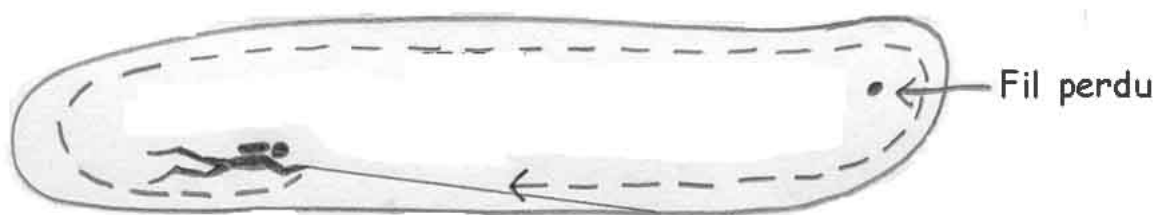
S'il n'y a rien, c'est qu'on a peut-être raté son coup, ou que le fil a été coupé et qu'il n'y en a plus dans cette portion du siphon.

On peut alors tenter à nouveau sa chance, ou aller la tenter plus loin, vers la sortie si on sait encore s'y retrouver.

La « lecture » du milieu devient cruciale pour s'orienter dans ces conditions.

D'où l'intérêt de la lutte contre l'analphabétisme ... dès lors qu'on débute en plongée souterraine.

S'il y a des cloches spacieuses et confortables, ou que le siphon « sort », mieux vaut aller attendre sagement que les conditions s'améliorent (parfois il faut une bonne semaine pour que la visibilité devienne correcte) ou qu'un collègue vienne porter secours, plutôt que de griller ses dernières réserves de gaz.



L'affaire survient en août 1995. En bas du puits désobstrué de 7m, un plan d'eau livre une amorce de galerie étroite. Il faut franchir une étroiture en décapelé au fond de la vasque, puis évoluer dans une galerie qui s'élargit (1,5 x 2,5m). Seulement ... le sol est recouvert de limon fort volatil. L'eau s'opacifie et la touille progresse dans la galerie. A 10m de la vasque, une fracture latérale se développe sur une dizaine de mètres jusqu'à un cul-de sac.

Lors de la seconde plongée, je franchis "allégre" l'étroiture d'entrée en décapelé et me retrouve donc dans "la peuf". Pour recapeler mes blocs (2 x 4l dans un kit spéléo), je choisis d'avancer jusqu'à doubler l'eau trouble. On s'habille mieux lorsqu'on y voit clair. Progressant avec la main droite sur le fil (installé la fois précédente) et le bi sous le même bras, je sens soudain le bi glisser et m'échapper.

Dans un réflexe, je le rattrape avec la main la plus proche... et lâche le fil. Nous voilà bien. Je brasse un peu, rien à faire, impossible

de remettre la main dessus. Il est bien là pourtant.

Et dans cette fracture de 1,5m de large, inutile de songer à une recherche méthodique.

*Qu'à cela ne tienne, je vais continuer d'avancer, doubler ce satané nuage de touille, et, une fois dans l'eau claire, je finirai bien par le retrouver ce fil ! La main sur la paroi de gauche, j'avance tranquillo et effectivement, la tête émerge bientôt du nuage. Dans l'eau translucide, je guette en rive droite le passage du fil. Mais Rien ! Soudain, je réalise. Quel c... ! Je me suis engagé dans la galerie latérale, déséquipée illico après l'explo lors de la plongée précédente. Ça ne s'améliore pas. Demi-tour dans la touille, au moins, tant que j'y suis, je sais que la zone d'entrée n'est pas loin. En gardant le contact avec la paroi de gauche, je retrouve le carrefour, et toujours avec la paroi pour guide, progresse vers le fond. Au bout d'une quinzaine de mètres, je double la touille et retrouve enfin le fil. Ouf!Soulagement. **Frank.***

8.2 Emmêlement

En cas d'accrochage « sévère » dans le fil, il peut s'avérer nécessaire de sectionner le fil pour se libérer.

Si d'autres plongeurs sont en même temps dans la cavité, il serait fort inconvenant de les abandonner à leur « triste » sort, après avoir coupé l'unique lien qui les conduit à la sortie.

Une technique de « désemmêlage » est enseignée dans certains stades.

Elle rencontre des adeptes et des sceptiques.

A chacun de s'y frotter et de se faire son propre avis.

Quoi qu'on en pense, cette technique requiert de la pratique et un entraînement régulier.

<http://www.plongeesout.com/articles%20publication/generaux/degagement%20fil/Degagement%20sur%20fil.htm>

En guise de conclusion

On l'a déjà dit, on va le répéter (à notre âge, on a l'excuse du radotage), un fil est dangereux et sournois.

Nous recommandons une méfiance systématique vis à vis des lignes, tant celles qu'on trouve en place dans les siphons, que celles qu'on déroule soi-même.

Pour continuer d'enfoncer quelques portes ouvertes, la pratique préalable en eau libre sera toujours moins punitive qu'une découverte (du matériel nouveau) ou des essais (techniques, nœuds), directement en siphon.

Cet article présente uniquement des pratiques et des techniques

appliquées et observées in situ depuis plusieurs années.

Elles ne sont pas universelles et peuvent être améliorées.

Certaines tomberont en désuétude. La raréfaction de chambres à air dans l'industrie automobile augure un terme à l'hégémonie du « caouèche ». Ces fils qui cassent devraient être supplantés par un matériau plus robuste, plus durable.

Enfin, on compte toujours sur le « sang frais » (et encéphales associés) pour faire évoluer les techniques, le matériel et l'activité, parce que côté « subterranean legend », ça commence à fatiguer.

Remerciements

Henri Bougnol, Didier Bruchon, Hervé Chauvez, Joël Enndewell, Gérald Favre, Stéphane Havard, Eric Julien, Jean-Marc Lebel, Cyril Marchal, M.Montigny, Josi Olave, David Perez, Bernard Sapin et Alain Vuagniaux pour leurs images, les montages et les schémas.

Jean-Pierre Baudu, Jean-Marc Belin, Didier Borg, Mehdi Dighouth, Sébastien Rocheil, Nicolas Schalk pour avoir joué le rôle ingrat de (taupe ?) modèle, pour les photos techniques.

Jean-Marc Belin, Serge Césarano et Cyril Marchal pour la relecture.

Aperçu bibliographique

- Guy De LAVAUR : 1953 « L'exploration des siphons et des fontaines vauclusiennes » Actes du congrès international de Spéléologie (Paris 1953) Tome V, p.209-211.
- Michel LETRONE : 1955 « Plongées souterraines : matériel et technique » Bul. Du Comité National de Spéléologie n°4, p.26-29.
- Jean-Pierre THIRY : 1985 « Techniques de plongée souterraine » Société spéléologique de Wallonie – Liège, 66 p. Manuel belge.
- Robert PALMER (et col.) : 1990 « Cave Diving : The Cave-Diving Group Manual » Mendip publishing (Castle Carey press). Manuel britannique.
- Philippe BIGEARD : 1996 - « Spécial Fil d'Ariane » Info-Plongée n°71, 26 p.
- Jean-François MANIL : 2001 « la plongée fond de trou » Librairie spéléo – Bruxelles, 52 p.
- Pierre-Eric DESEIGNE : Aout 2002 « L'équipement du spéléo. » OCTOPUS n° 38, Page 36.
- Frank VASSEUR : 2003 « La panoplie complète du plongeur spéléo. » Océans n°272, p.54-55.
- C.R.P.S. Pyrénées-Méditerranée (F.F.E.S.S.M.) : 2003 « Initiation à la plongée souterraine » C.D. Rom « Initiation ».

Aune ze ouaib

- <http://www.grupotriton.org/web/contenidos/Articulos/comparativaHilos/comparativaHilos.html>
- <http://www.pascalbernabe.com/materiel/fil.htm>
- <http://www.pascalbernabe.com/materiel/fil2.htm>