

LA SOURCE DE L'ECOUTOT

880,92 x 239,87 x 304

Explorations en plongée

*Pierre Boudinet
C.S.Rhinâpi et CSPA*

1 Introduction

J'ai repris l'exploration de la Source de l'Ecoutôt ([figure 1](#)). Ce dans le cadre d'un projet plus vaste: l'exploration du système hydrogéologique dont cette cavité est un des exutoires. Le Gouffre du Paradis, et différentes cavités du plateau de Montrond font partie du projet et sont aussi en cours d'exploration. Ce système karstique, complexe, se situe dans le Doubs, au sud de Besançon ([figure 2](#), [figure 4](#)).

Les explorations au Gouffre du Paradis ([figure 3](#)) sont effectuées par un collectif qui réunit des personnes du Club Spéléologique Rhinâpi (désormais non-fédéré) et des personnes du CSPA. En revanche, l'exploration de la source de l'Ecoutôt s'effectue en solo, car c'est là que se situent l'optimum de sécurité et l'optimum de rendement.

Ce projet permet de satisfaire les différentes motivations, d'ordre scientifique, spirituel et sportif, qui constituent celles de la spéléologie telle que je la conçois et qu'elle me fut enseignée; elles ne souffrent pas d'être entravées par une réglementation ou une massification excessives.

L'exploitation scientifique des résultats, topographie et différents prélèvements, s'effectue en collaboration avec Pascal Reilé, hydrogéologue. Cela devrait permettre, notamment, de mieux comprendre l'histoire géologique récente du secteur, et de préciser les effets des périodes glaciaires.

Merci à Pascal pour tout ses renseignements, qui finissent par constituer un véritable cours, entretenant l'envie d'en savoir d'avantage. Merci à Benoît Decreuse, président de la ligue de Franche-Comté, pour d'autres renseignements spéléologiques importants ainsi que pour le gîte spéléo de Montrond, toujours apprécié après avoir été sous terre. Les prises de sections et autres mesures (coups de gouge par exemple) sont la continuation d'un échange d'idées avec Didier Cailhol, merci à lui pour cela et d'autres choses.

Merci à Denis Langlois, qui assure de loin la sécurité des plongées. Merci à Nathalie Verdois pour l'appui logistique sans lequel certaines plongées n'auraient pu être effectuées.

La Source de l'Ecoutôt avait été déjà explorée par différents groupes, et une topographie schématique existait déjà. J'ai repris et perfectionné cela; que les prédécesseurs veuillent bien trouver en ces lignes l'expression de mon respect et de mes cordiales salutations spéléologiques.

Enfin cet écrit permettra je l'espère de montrer des documents, transmettre une vision de la cavité, à des personnes qui ne pratiquent pas la plongée spéléologique. Un grand merci à Monsieur Dordor, que tout cela intéresse; pour son accueil bienveillant et sympathique, ainsi que l'autorisation de passage sur ses terres.

2 Quelques résultats

Le travail de l'année 2005 a consisté en un re-équipement de la cavité, avec un fil d'Ariane métré et fléché permettant de topographier; les agrès déjà en place (cablette et vieux fil d'Ariane) ne le permettant pas. Le fil était posé à l'aller et, systématiquement, la topographie effectuée au retour. Des courses supplémentaires ont permis d'effectuer tant à l'aller (eau plus claire) qu'au retour (de façon à exploiter complètement l'investissement d'une plongée) des travaux d'étude scientifique, prises de sections et prélèvements d'eau et de sédiments ([figure 5](#)).

Maintenant, la cavité est topographiée dans sa branche principale sur plus de 1600m, laquelle est en exploration en première. Les branches secondaires sont également en cours de re-exploration et de topographie. Les directions, longueurs, sections ont été mesurées, et non seulement évaluées de façon plus ou moins pifométrique; la carte de la [figure 6](#) parle d'avantage que du texte pour tout cela. L'interprétation sédimentologique, l'étude chimique des eaux sont en cours; la Source de l'Ecoutôt est un système complexe, avec une histoire complexe.

Mes travaux d'exploration à la Source de l'Ecoutôt, au Gouffre du Paradis, ainsi que dans d'autres cavités dépendant de ce système karstique ne sont pas terminés. Je souhaiterais qu'on les respecte jusqu'à leur terme.

3 A propos de la topographie de la cavité

3.1 Sécurité et compréhension de la cavité

J'estime que ce que j'ai effectué est assez général pour être intéressant dans un large éventail de situations et être exposé ici – D'autres démarches topographiques restent possibles: une spéléologie performante ne saurait être dogmatique et toutes les solutions doivent être adaptées au contexte (cavité et hommes).

"Ce qui compte, c'est l'étude de la cavité" - Cyrille Brandt.

Un des risques de la plongée spéléologique est de se perdre, et de ne pas avoir assez d'air pour disposer du temps nécessaire à retrouver la sortie. Il est clair que ce risque augmente:

- Si l'on ne sait pas où l'on est dans la cavité et quelles sont les grandes directions de celle-ci.
- Si l'on n'a aucune idée de ce que l'on va trouver au cas où un incident (emmêlement, perte du fil due à une crampe, par exemple) aurait fait perdre le contact avec le fil d'Ariane.

Il s'ensuit que dresser une topographie précise est une nécessité pour que la plongée suivante soit plus sûre, ce n'est en aucun cas une tâche supplémentaire qui serait facultative, ou seulement un enjeu de communication.

Afin d'optimiser chaque plongée, et d'effectuer une tâche à la fois, la topographie a été systématiquement effectuée au retour, après que l'équipement en fil d'Ariane l'ait été à l'aller.

Les principes ne sont pas modifiés par la présence de l'eau, seul diffère le détail, et le fait que l'on travaille seul.

⌘ Le fil d'Ariane est muni tous les dix mètres d'étiquettes ([figure 7](#)) portant une indication de distance, ainsi il peut être utilisé de façon similaire à un topofil. Des marques intermédiaires tous les cinq mètres permettent d'accroître la précision, qui restera de toutes façons limitée, parce que:

- Tout temps passé dans l'eau correspond à une consommation d'air qui pourrait manquer pour ressortir du siphon en cas de souci, on ne peut consacrer à la topographie qu'un temps limité. D'un autre côté, effectuer d'avantage de plongées pour atteindre une précision supérieure revient à cumuler d'avantage de risques.
- La mesure des directions est en générale très limitante (cela explique d'ailleurs que des marques sur le fil tous les cinq mètres seulement ne soient pas limitantes). Le compas est moins facile à lire précisément sous l'eau. Le point topographique est moins aisé à matérialiser et à viser. Il y a des sources d'erreurs systématiques en raison des nombreuses pièces métalliques portées sur le plongeur.
- L'eau se fixe sur le nylon du fil d'Ariane, comme sur le nylon (polyamide) des cordes spéléo et modifie légèrement sa longueur, de façon plus ou moins quantifiable et réversible.

⌘ Les étiquettes sont, outre l'indication de distance, munies d'une flèche pour indiquer le sens de la sortie. Elles sont découpées en biseau pour pouvoir lire le sens au toucher en cas de panne d'éclairage (situation assez scabreuse comme on peut l'imaginer), mais surtout pour que l'indication de sens survive si l'inscription devient peu lisible. Le fil d'Ariane est utilisé pour topographier, mais c'est l'agrès auquel on suspend sa vie: son diamètre et sa résistance doivent être adaptés au contexte (agilité manuelle, quantité à emporter, abrasion par la cavité, notamment). Si il y a des bifurcations, des galeries secondaires, l'ensemble des fils posés doit constituer une arborescence orientée, de façon que perdu et retrouvant le fil en n'importe-quel endroit, on puisse le suivre méthodiquement jusqu'à la sortie, sans aucune ambiguïté.

⌘ Les directions sont relevées avec une boussole ou un compas, porté le plus souvent au poignet, ou bien sur le dos de la main comme cela se fait en parachutisme. Portant sur soi des bouteilles et

autres objets en acier, une déviation plus ou moins importante et plus ou moins compensable existe, et dépasse de toutes façons ce qui est rencontré en spéléologie classique. Cela, associé aux autres sources d'erreurs, ne doit pas laisser espérer obtenir facilement et systématiquement une précision inférieure à 10%; cela correspond qualitativement au degré 3 de l'UIS. Pour obtenir une précision plus élevée, il faudrait une bonne visibilité, et effectuer des visées très soigneuses entre des points topographiques bien matérialisés. Des spits plantés au sol de la galerie ont été la méthode de Bertrand Léger, pour le captage d'eau au Goul de la Tannerie (Ardèche).

- ⌘ Dans le plan vertical, l'indication du profondimètre ou de l'ordinateur de plongée, utilisé par ailleurs pour le contrôle des paliers de décompression, donne directement la profondeur sans passer par des angles ou dénivelés. *Certains ordinateurs permettent, via une interface, de charger sur PC le profil de plongée, c'est à dire un graphe de la profondeur en fonction du temps. Si l'on se déplace à vitesse constante, cela peut donner une idée très grossière de la coupe développée de la cavité. C'est illusoire lorsqu'il y a des variations de vitesse dues par exemple à des étroitures à franchir, ou bien des zones dans lesquelles on palme et d'autres dans lesquelles on se tracte avec les mains sur des becquets rocheux.*
- ⌘ Pas plus que le téléphone portable ou le GPS ne passe sous terre, le laser-mètre ne passe en siphon. On en reste donc aux techniques classiques, traditionnelles, qui commencent à devenir obsolètes et lentes dans les cavités "sèches".

3.2 Prise de sections "On n'y voit pas loin " et "Il faut rester sur l'agrès"

En spéléologie classique, le carnet topographique est structuré pour la prise de notes de façon à pouvoir, à chaque point topographique, relever et noter les dimensions de la galerie (hauteur en haut et en bas, largeurs à droite et à gauche). Le tableur du logiciel Visual Topo, utilisé par beaucoup de spéléologues, est également structuré de cette façon qui sous-entend que l'on relève une section à chaque point topographique. Cette démarche est possible aussi en plongée, mais seulement si la visibilité est suffisamment bonne. Dans ce cas, les distances "haut", "bas", "droite", "gauche", peuvent être estimées suffisamment rapidement par le plongeur, et notées lorsqu'il se déplace vers le point suivant. Travailler à deux au décimètre rajoute des risques de manipulation d'un "agrès" supplémentaire pas toujours tendu, outre qu'il faut le double de matériel de plongée et que la mesure des directions reste, encore, limitante.

Tout cela donne un résultat correspondant qualitativement au degré B ou C de l'UIS. Lorsque la visibilité est mauvaise et ne permet plus de voir tout le temps les parois, il n'est plus possible de procéder ainsi et la démarche topographique est qualitativement changée:

- ⌘ Seule la direction du fil, et non celle de la galerie peut être relevée assez précisément: on obtient un squelette topographique inclus dans la cavité, et qui rend correctement compte de celle-ci seulement lorsque le nombre de visées est suffisamment important. Les écarts de direction entre celles du squelette et celles de la galerie se compensent alors statistiquement, et les écarts relatifs de distance deviennent également négligeables. L'éclairage ne constitue plus un facteur limitant (vision des parois). Un éclairage trop puissant est inadapté, parce-que les particules dans l'eau diffusent la lumière.
- ⌘ Les sections ne pouvant facilement être prises en grand nombre, il faut prendre celles qui sont le plus représentatives d'une portion donnée de galerie.
- ⌘ Il faut une technique qui permette simultanément de satisfaire les deux exigences suivantes:
 - "D'aller voir au bord de la galerie et mesurer ce que l'on ne verrait pas en restant sur le fil".
 - "De rester en contact avec l'agrès qui assure la sécurité".

Un petit dévidoir dimensionné comme un dévidoir de secours peut être une solution, avec un fil étiqueté et métré tous les mètres, et un mousqueton pour pouvoir rapidement se longer et dé-longer du fil principal. Pour lever une section on procède ainsi

- Se longer au fil principal.
- Partir d'un côté de la galerie, noter la profondeur en passant au fond puis la distance au fil principal une fois arrivé au bord. Monter au plafond, noter la profondeur, et redescendre de l'autre côté de la galerie. Une fois arrivé, noter la distance au fil

principal. Tous les détails intéressants tels que niveaux de dépôts sédimentaires, marques de corrosion, sont également notés, et une section est dessinée ([figure 8](#)) pour mémoriser les principaux traits morphologiques de la galerie (surcreusements, strates apparentes, etc...)

Cette méthode n'est pas nouvelle. Elle est d'habitude décrite et enseignée dans différents "stages" de plongée comme étant une technique de réchappe, pour retrouver le fil d'Ariane si on le perd. Employée dans un contexte exploratoire, le droit à l'erreur est moindre.

Le "cône de recherche" est une technique en principe systématique de retrouver le fil d'Ariane si l'on est perdu. Principe succinct: on amarre là où on peut le fil de son dévidoir de secours et on se déplace dans la direction supposée de l'axe de la galerie sur une certaine longueur (plusieurs diamètres) en gardant son fil tendu. Ensuite, on rejoint la paroi de la galerie et on parcourt une section, c'est à dire tourne autour de l'axe de la galerie. Au bout d'un peu plus d'un tour, si il y a un autre fil dans la galerie, le fil du dévidoir de secours sera obligatoirement en contact avec lui, il n'y a alors plus qu'à ré-embobiner pour le trouver

Que ce soit pour prendre une section en exploration ou pour la réchappe, en situation de faible visibilité, le risque de ne pas parcourir correctement la section demeure, par exemple de rater le dessous d'une partie surplombante, ou bien une fois arrivé en haut de redescendre du même côté. Ainsi la "connaissance de la cavité" reste primordiale. Si l'on s'égare, aucun artifice technique ne peut y suppléer totalement

⌘ Il n'est plus possible d'effectuer une série de visées en étoile séparées par de faibles angles (10 ou 20°) pour obtenir la forme précise de la galerie comme on le ferait dans un puits, les seules mesures dont on dispose sont les quatre précédemment décrites. La précision est limitée, à cause de l'élasticité du fil principal, de la non-perpendicularité des agrès, etc.. Ainsi, la méthode de mise au propre diffère également:

- Il est inutile de reporter les distances "haut", "bas", "droite", "gauche" dans le logiciel puisqu'elles ne sont pas connues partout. Le logiciel ne sert plus que pour le squelette de la galerie en plan et en coupe, et pour le diagramme des directions ([figure 9](#), réalisée avec *Visual Topo*, auteur *Eric David*). Par contre, il est précieux que les commentaires et image de chaque section soient liés à la ligne à laquelle ils correspondent; "Visual Topo" possède une telle fonctionnalité qui permet de positionner tous ses souvenirs dans la cavité.

- Il faut utiliser un autre logiciel pour traiter les différentes sections, mettre à l'échelle de ce qui a été mesuré le dessin tracé sur la base de ce qui a été vu. En rajoutant différentes macros à des documents OpenOffice, et suite aux réflexions ci-dessus, j'ai été conduit à fabriquer un outil informatique pour automatiser un minimum cet ensemble de tâches, il est maintenant utilisable pour d'autres travaux.

4 A propos de la plongée

4.1 Les conditions de plongée

La [figure 10](#) présente une coupe très schématique de la cavité. La zone d'entrée n'est pas haute, cela crée une contrainte quant à la taille des bouteilles de plongée qui peuvent être confortablement passées et à la façon de les y passer. Les quelques 400 premiers mètres sont une zone assez rocheuse, la présence de becquets constitue une facilité pour se tracter dessus avec les mains, ce qui est plus optimal que de palmer en pleine eau. Toutefois, cette partie de la galerie n'est pas rectiligne et « ça râcle », les dépôts argileux ne sont pas absents, la visibilité reste ordinairement limitée. Ensuite, il y a d'avantage de dépôts argileux et on doit palmer, avec la contrainte de ne pas les mettre trop en suspension. Le Doubs est un karst septentrional, la température moyenne de l'eau est de 10C° et la pression du froid est plus importante.

4.2 L'autonomie en plongée

4.2.1 Une formation continue. Il existe quelques grandes règles, et différents organismes ont publié des "référentiels" pour l'apprentissage initial et la pratique en nombre. Néanmoins, chaque exploration spéléologique est un apprentissage, qui s'effectue par adaptations successives aux contraintes générées par la ou les cavités explorées; ce jusqu'à ce que la solution trouvée ne soit plus optimale et doive être remplacée. En conséquence, il est intéressant de pointer, relativement à des plongées plus simples, les adaptations auxquelles l'exploration de cette cavité a conduit:

4.2.2 La hiérarchie des risques change. Comme dans toute pratique spéléologique, la question posée est "Qu'est-ce qui peut ne pas se dérouler comme prévu, et comment éviter que cela n'ait de conséquences trop graves?" Aux risques classiques, de problème de fil d'Ariane, d'orientation, et de panne d'air se rajoutent de nouveaux risques, qui peuvent devenir limitants sur une plongée de plusieurs heures:

- Le risque de crampe empêchant de rentrer, ou de rentrer à vitesse suffisamment rapide.

- Après séjour dans la zone des 20m assez long, le risque d'accident de décompression loin de la sortie. Même bénin, il pourrait empêcher de palmer ou se tracter jusque dehors. L'usage de mélanges suroxygénés est une bonne solution pour ôter ce risque. Un test a été effectué lors de l'une des plongées pour vérifier et exemplifier cela:

Conjointement aux tables calculées et adaptées pour les mélanges employés et au "timer" qui permet de contrôler le temps et la profondeur, un ordinateur de plongée réglé pour de l'air a été emporté.

Au retour, à 1000m de l'entrée, l'ordinateur indiquait plus de 90 minutes de paliers de décompression dans une zone où il n'aurait pas été possible de continuer à se déplacer en les effectuant (passage d'un seuil haut). Ce alors que la procédure "mélanges" n'imposait aucun palier à cet endroit.

Après passage du seuil, l'ordinateur a continué ses petits calculs et, même si la durée indiquée pour les paliers avait diminué, elle restait toujours importante à 500m de la sortie, avec une petite flèche clignotante qui voulait dire "ne remonte pas moins profond".

J'ai continué ma progression et à 300m de la sortie, après une succession de "bip", l'ordinateur s'est éteint voulant signifier par là qu'à l'air les procédures de

décompression auraient été fortement violées, avec un risque important d'accident. Quant à moi, je suis ressorti frais et dispos. Conclusion: l'emploi de mélanges suroxygénés allie confort (moins d'attente dans l'eau froide, à consommer les bouteilles sans se déplacer) et sécurité; de la même façon que l'emploi des techniques légères dans les cavités alpines (moins de kits à transporter par une équipe réduite, plus rapide). L'analogie est vaste et englobe également le souci de rapidité, précision, et finitude du temps alloué; commun au traitement des problèmes dans les siphons et dans les puits arrosés.

- Le risque d'hypothermie, pouvant entraîner outre des problèmes de motricité, et de surconsommation d'air, des pertes de mémoire et autres problèmes cognitifs diminuant la perception de la cavité. Il s'agit d'une plongée intégralement en déplacement, il est moins facile de manger et boire quelque-chose, on ne peut pas emporter une batterie (trop lourde) pour alimenter un gilet chauffant.

4.2.3 Les règles d'autonomie en air doivent être adaptées: La règle dite des tiers est une règle dangereuse, elle constitue seulement une limite théorique, très crûment la "limite inférieure de plantage de gueule". En pratique: il faut prendre des marges de sécurité plus confortables, adaptées à l'occurrence simultanée de plusieurs risques. Mais prendre des marges de sécurité trop confortables augmente le nombre de plongées nécessaires à effectuer une tâche donnée et/ou les efforts (et la lenteur) à emporter du matériel plus lourd.

Il y a une optimisation à effectuer entre la réduction du risque à l'échelle d'une plongée, et la réduction d'un risque global croissant avec le nombre de plongées.

Références Bibliographiques:

- ⌘ Inventaire Spéléologique du Doubs, Tome III, pages 329 et 330. Ed GIPEK, 24 Rue Champlimans, Ornans.
- ⌘ Pascal Reilé, Etude hydrogéologique et géologique de la Grotte des Chaillets, Le Turbigot N°10 (revue du GCPM), 1998, pages 63-75.

5 LES FIGURES

Figure 1 ([Retour](#))



Images Pierre Boudinet

Figure 2 (Retour)

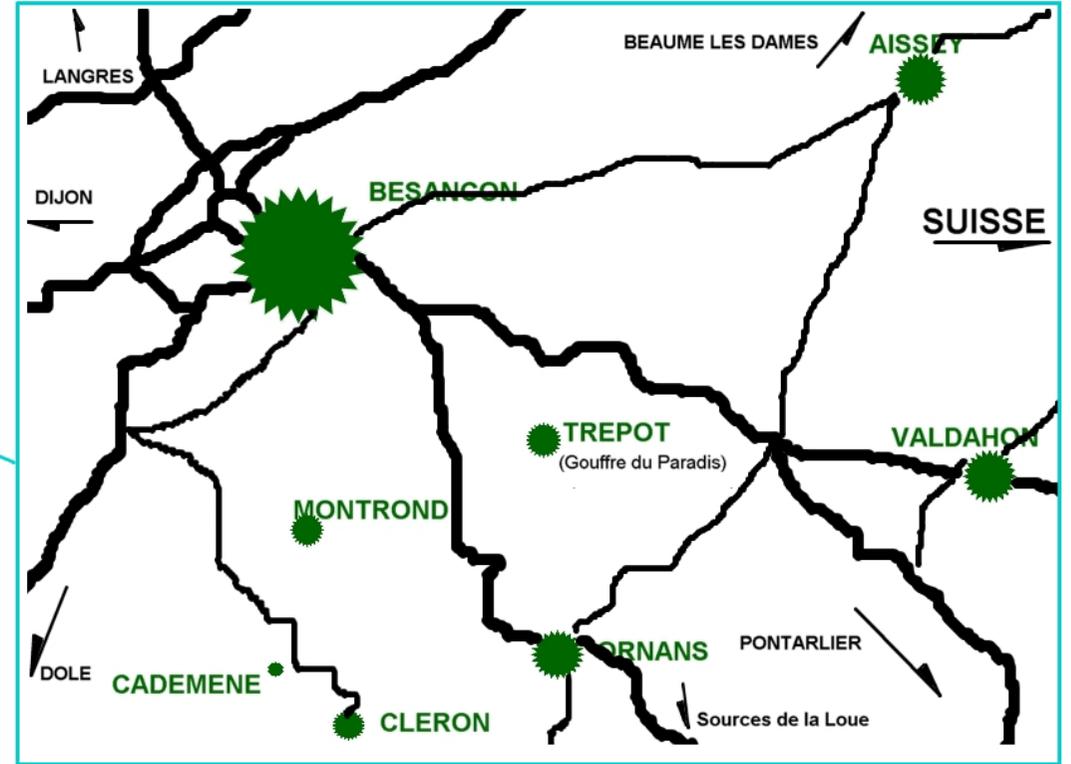
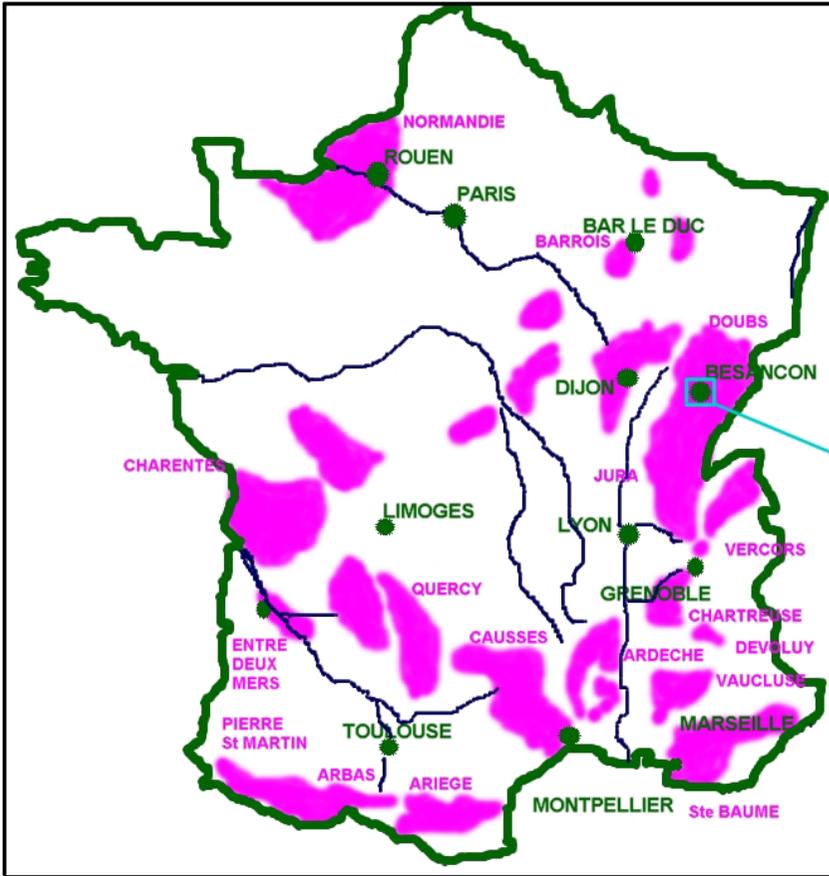


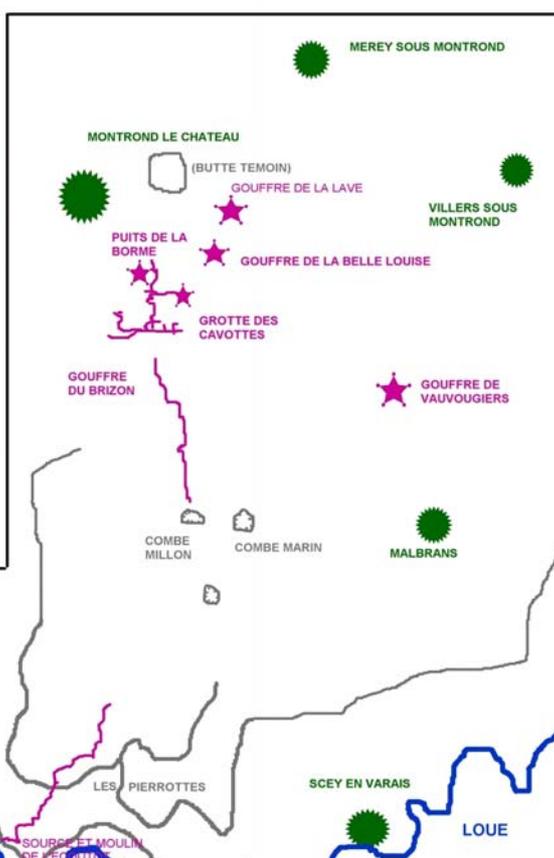
Figure 3 (Retour)



Figure 4 (Retour)



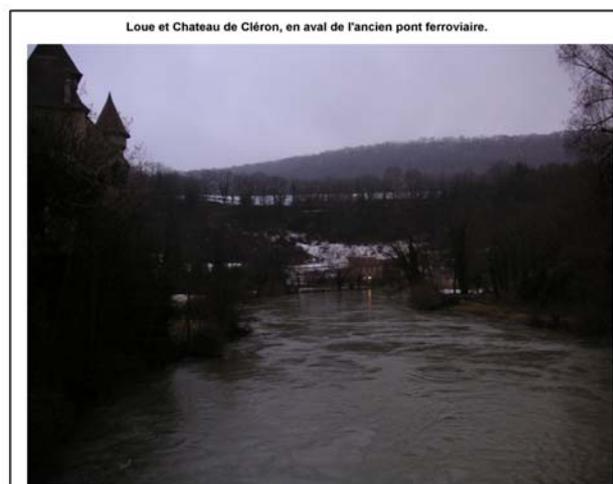
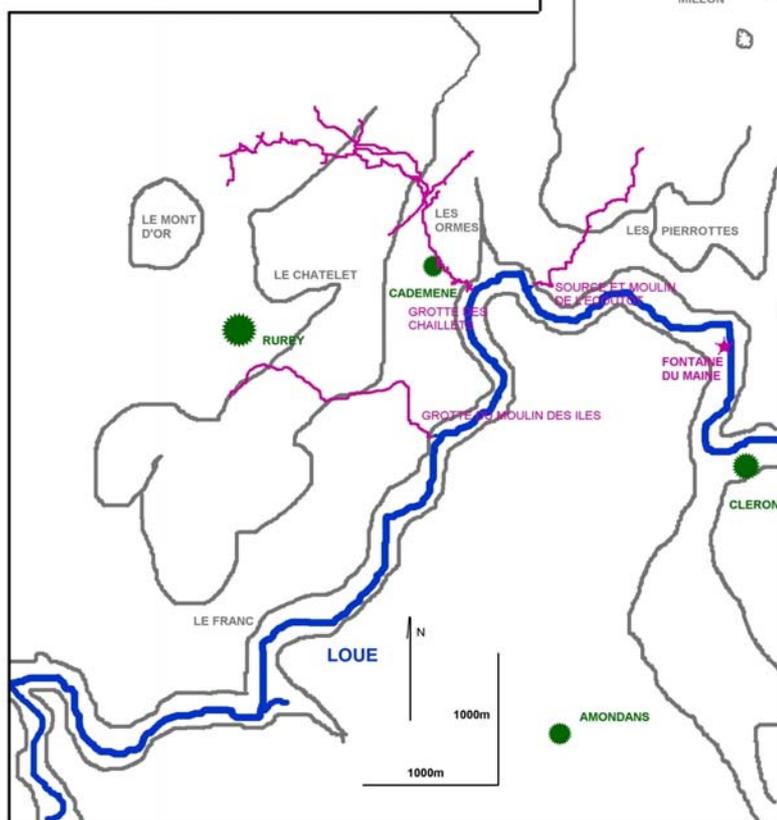
Vue vers le nord depuis Cademene



Entrée du Gouffre de la Belle Louise



Vue du plateau de Montrond



Loue et Château de Cléron, en aval de l'ancien pont ferroviaire.

Figure 5 ([Retour](#))



Figure 6 (Retour)

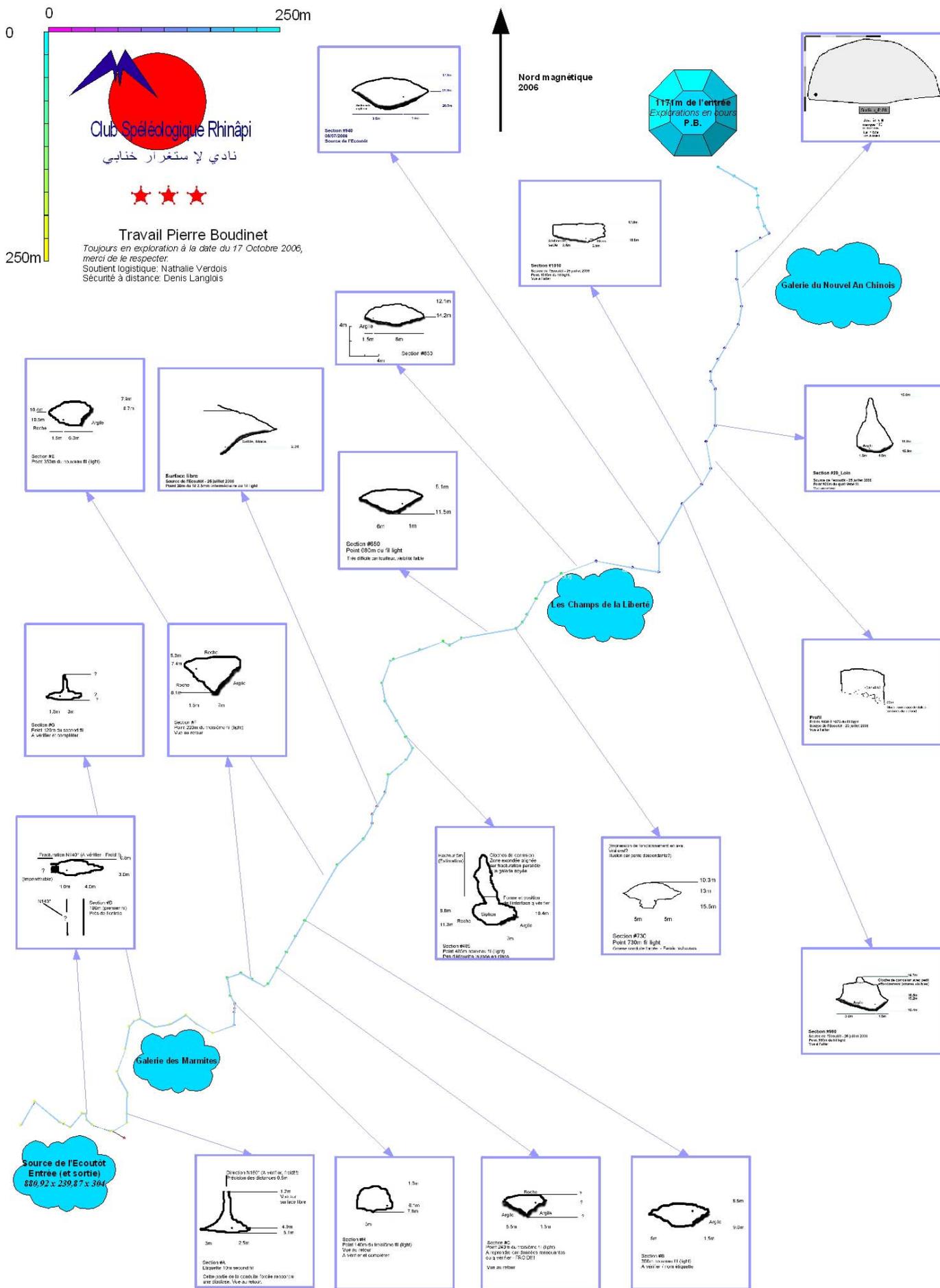


Figure 7 ([Retour](#))

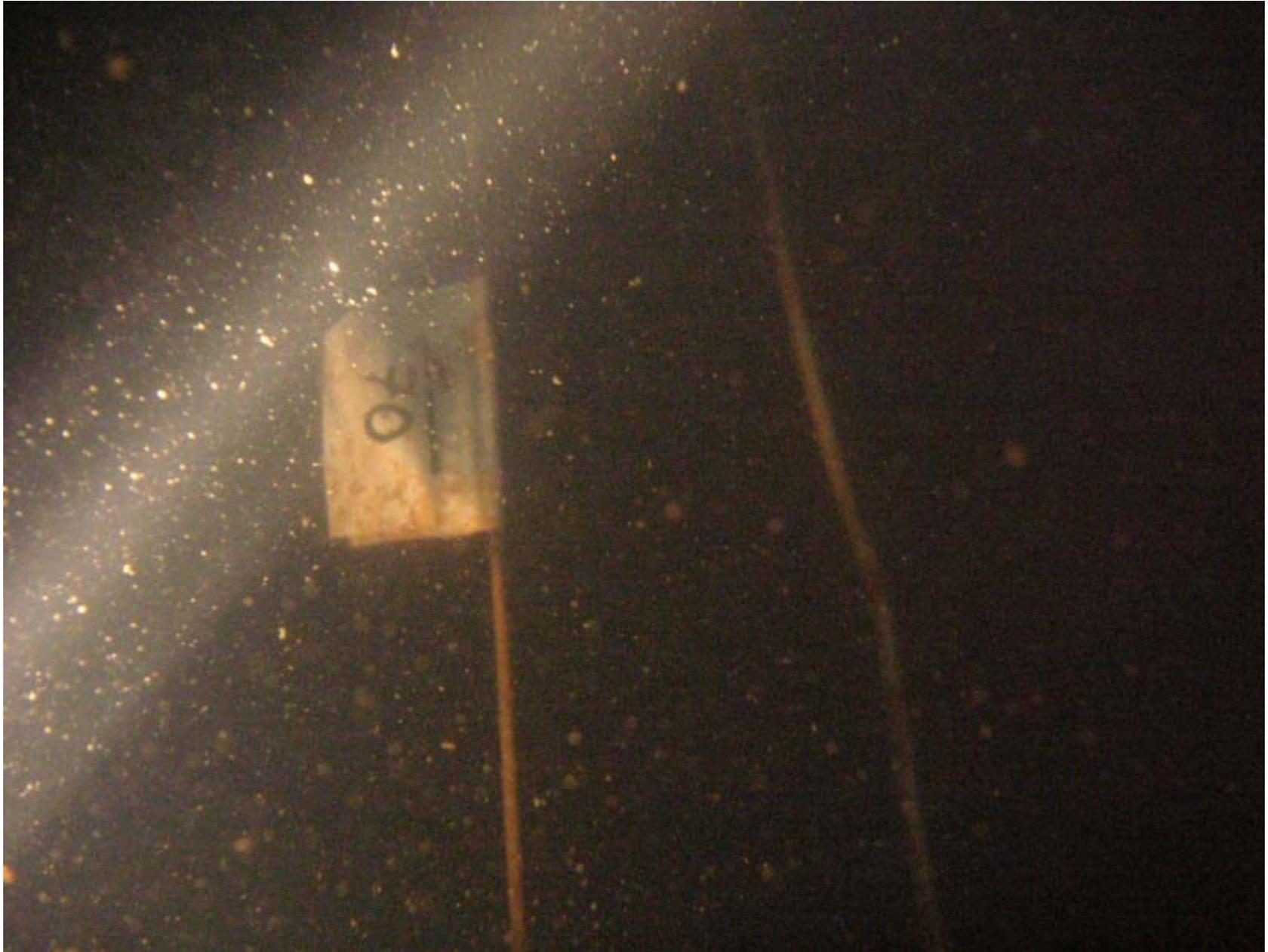
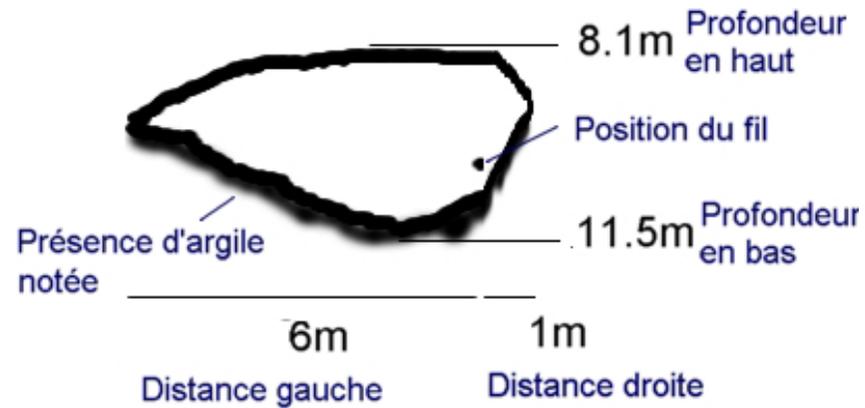


Figure 8 (Retour)



Section #680

Point 680m du fil light

Position de la section sur le fil

Figure 9 (Retour)

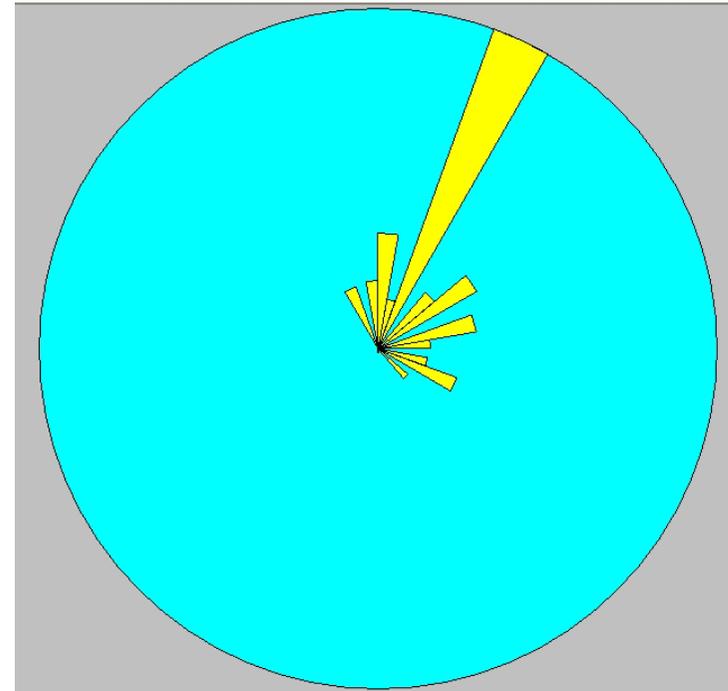


Figure 10 (Retour)

