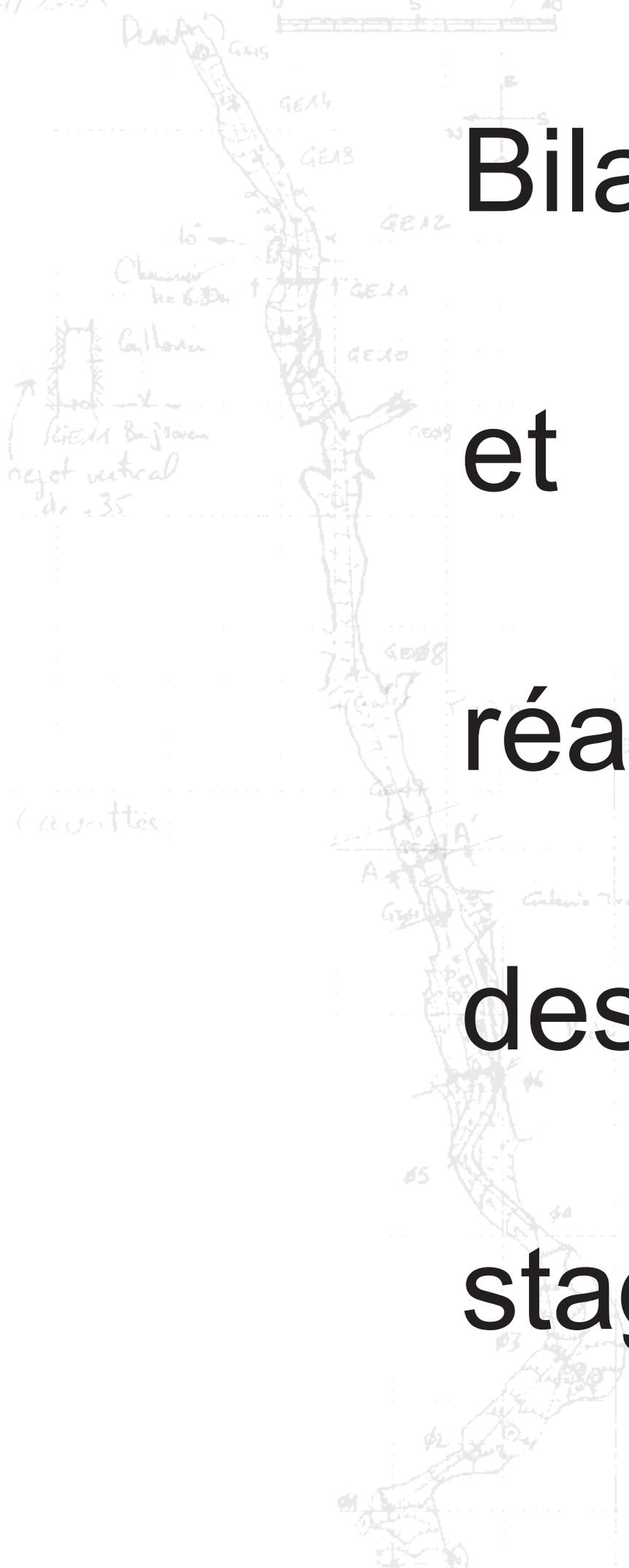


Carottes  
14/2005



Bilan

et

réalisations

des

stagiaires

2/4/2005  
Carottes

## Stage topo dans le Doubs

par Philippe Pétour



Cela faisait quelques années que j'entendais autour de moi une foulditude de mots, sinon barbares, du moins incompréhensibles pour un cerveau aussi étroit et embrumé que le mien. Quels mots, de quoi parle-t-il, a-t-il perdu la raison ? Non, j'explique aux gens. Qui parmi nous peut se vanter de maîtriser le déca, de se gausser des mesures relevées à l'aide d'un lasermètre ? Qui peut me dire, les œils dans les œils, " je suis capable de dessiner un plan et une coupe de grotte in situ et sans faire la moindre tache sur le papier ? " Bref, je désirais, plus que tout au monde, apprendre à taquiner la pente en degré (exclusivement) et me vanter tout azimut. Maintenant, c'est fait, je peux le dire, je

suis entré dans le club très select des topo-teurs. Je suis de la maison, comme on dit, je jubile, bref, je suis content.

Tout a commencé par une superbe matinée ensoleillée de ce début avril. Seule une légère brise portait à nos narines citadines un très léger fumet agricole à tendance porcine. Mais bon, cela fait partie du jeu, au même titre que la vision enchanteresse de Claude enfilant sa burry. Vous voyez le genre ! La première chose à faire fut de constituer deux équipes afin de topographier deux différentes galeries. La chose fut rondement menée par nos deux éminents cadres. Vous dites ? Ah oui, j'oubliais, nous étions à la très fameuse grotte des Cavottes.

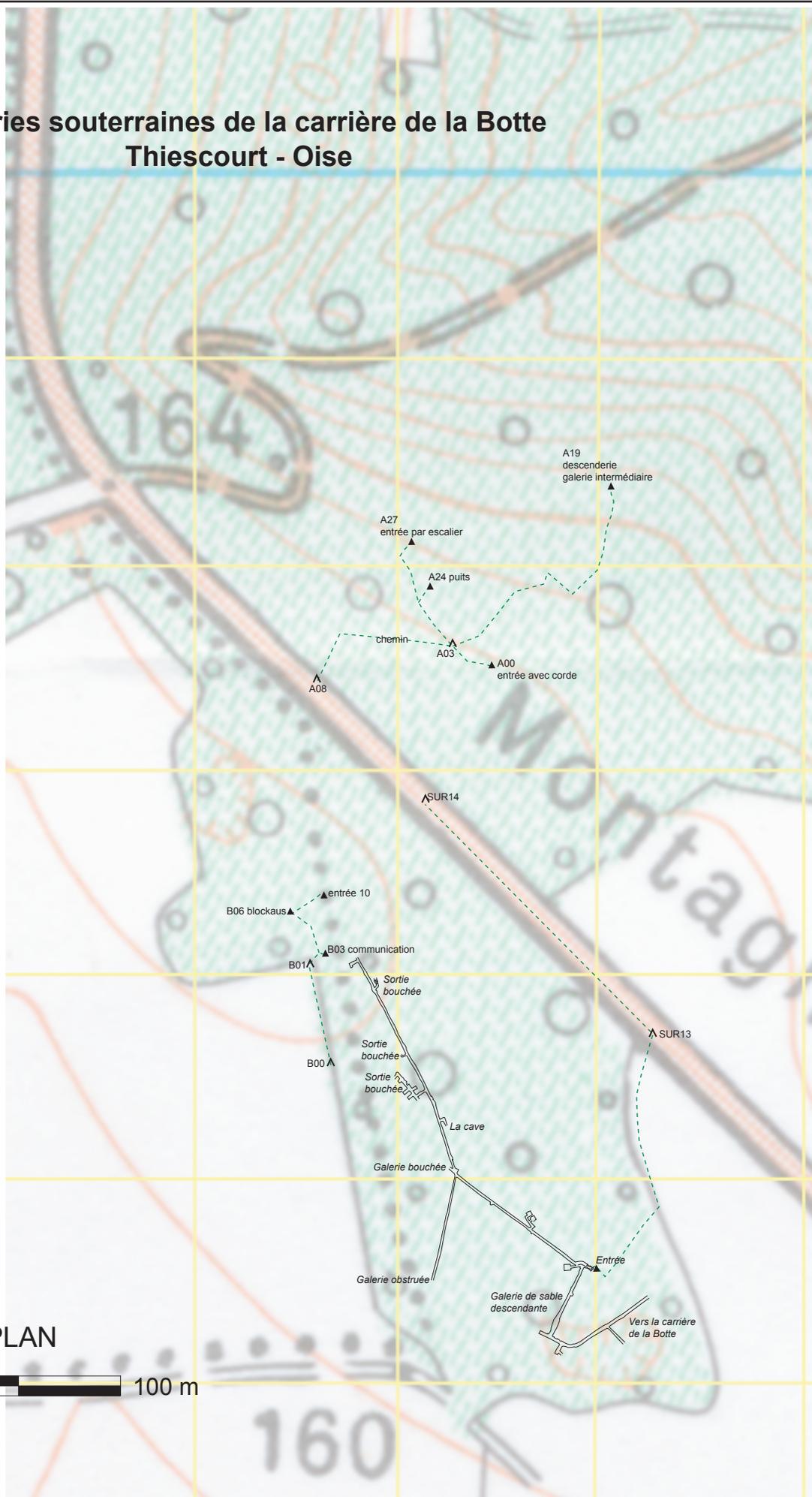
Une fois nos instruments en main (ah non, il y a erreur, pas ce genre d'humour chez nous), nous entamons notre approche. À cet instant, mon excitation est à son comble et n'a d'égale que mon angoisse de mener à bien ce nouveau défi. Je me dirigeais d'un pas alerte vers l'entrée de la grotte, prêt à affronter mon destin. N'écoutant que mon courage, je décide, en accord avec mes camarades du moment de prendre le crayon et de coucher sur le papier les informations savamment distillées par Arnaud et François (du célèbre club Abimes) sous le regard bienveillant de Françoise. Ce n'est pas facile, et mon orgueil en prit un sérieux coup. Heureusement, les copains étaient là pour me reconforter : "p'tain, mais qu'est-ce t'a fait" ; "c'est pas ça du tout" ; "t'as fait une tache là" ; "t'appuies trop sur le crayon" ; "il est trop gros ton caillou", une harmonie totale, une communion sans faille (ce qui n'est pas le cas de la grotte. Je sais, elle est facile celle-là). Heureusement, ma vengeance ne tarda pas, puisqu'ils durent subir mes railleries et quolibets à leur tour, et pour les mêmes raisons. C'est bon de se moquer, essayez et vous verrez. Il faut tout de même reconnaître que notre séance topo ce jour-là, nous emmena bien plus loin dans le temps que vers le fond du gouffre. Il est important de souligner, à notre décharge et à la différence de la seconde équipe, que nous produisîmes un travail de grande qualité et d'une extrême précision. La pudeur m'impose de ne pas en dire plus, il vous suffira de voir les différents résultats pour vous faire une idée. À la suite d'une très agréable soirée et d'une nuit... Bref, d'une nuit, Toute l'équipe se retrouve sur le terrain dès l'aube, aux alentours de 11h30. Une nouvelle fois, la matinée fut pour moi le théâtre d'une nouvelle et extraordinaire expérience. Comment localiser très précisément, quand nous sommes à l'extérieur, l'endroit où se situe le fond d'une galerie (une trémie, en l'occurrence). Facile, après avoir pris soin d'installer un émetteur au fond de la galerie, il suffit de se promener dans le champ en portant une antenne en bois et en écoutant un walkman intergalactique. Je ne sais pas exactement à quel moment, mais Daniel a dit : "c'est ici". Bien sûr, il a fallu quadriller le champ avec des ficelles jaunes (uniquement) en invoquant les forces électromagnétiques du mal. C'est très impressionnant et redoutablement efficace (bravo Daniel pour toutes tes prouesses techniques, sans rire). Après un frugal repas accompagné d'une surprenante boisson énergétique produite en bourgogne, nous descendons à nouveau sous terre. Cette fois encore, différents ateliers furent mis en place. Pour ma

part, j'étais plutôt attiré par la visite de cette fameuse galerie très concrétionnée dont nous avait abondamment parlé Françoise un peu plus tôt. Cette fois encore, elle avait raison, cette galerie très surprenante de par ses formes est de toute beauté. Nous avons évidemment profité de l'occasion pour gâcher de la pellicule numérique (c'est une nouveauté). Cette petite galerie est tenue cachée et close par quelques blocs bien disposés par certains spéléos locaux. La relative facilité d'accès à cette partie de la cavité la rend trop vulnérable et une sur fréquentation risquerait de lui être fatale. La suite du week-end fut très classique, retour au gîte, nettoyage du matériel, douche (pas pour tous, je tiens à votre disposition la liste de ceux qui n'ont pas souhaité se laver), et retour sur la région Parisienne. Merci à ceux qui, une fois de plus, nous ont donné un peu de leur temps.

J'ai aimé ce stage, et même si je ne pense pas avoir trouvé ma véritable vocation, je suis dorénavant capable de me joindre à une équipe topo pour donner un coup de main, ou plus simplement, bien plus apte à appréhender rapidement une cavité simplement en regardant une coupe ou un plan. Incroyable, non ?



# Galeries souterraines de la carrière de la Botte Thiescourt - Oise

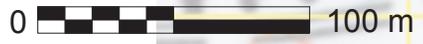


5488  
5487,900  
5487,800  
5487,700  
5487,600  
5487,500  
5487,400

491,200                      491,300                      491,400



PLAN



164  
160

# **ANNEXES**

## LE DESSIN D'UNE TOPOGRAPHIE

par Daniel CHAILLOUX  
dchaillo@club-internet.fr

*"Le dessin d'une topographie est une opération très importante et pourtant souvent négligée ou fantaisiste. J'ai vu trop de plans ou de coupes qui donnaient l'impression d'un ver de terre inexpressif et sans caractère. Il y a pourtant beaucoup de chose à faire figurer sur une topographie" a écrit Paul Courbon dans le Spelunca Spécial Topographie n°2 de 1972.*

Un levé topographique est indispensable à l'étude scientifique d'une cavité. Il revient à l'équipe topo de l'expédition de dresser le plan et la coupe de la grotte en mesurant la longueur, la largeur et la hauteur de chaque mètre des galeries parcourues, la profondeur des puits descendus, la hauteur des salles traversées. Il existe aujourd'hui des instruments de précision, coûteux certes, mais indispensables à la justesse des mesures. Le topographe saura s'entourer d'équipiers au moral solide et aux nerfs d'acier car les conditions de travail ne sont pas toujours très confortables, la vitesse de progression est lente et la concentration cérébrale est plus importante.

Heureusement aujourd'hui la tâche du topographe souterrain est facilitée par l'usage de nouveaux matériels de mesure de longueur. Le lasermètre, autrefois encombrant et onéreux est aujourd'hui miniaturisé et à la portée du budget d'un club. Les logiciels de topographie sont de plus en plus faciles d'emploi. Ils dispensent de longs et fastidieux calculs, grands consommateurs de temps. Le spéléotopographe est de plus en plus équipé d'un ordinateur portable qu'il n'hésite pas à apporter sur le terrain.

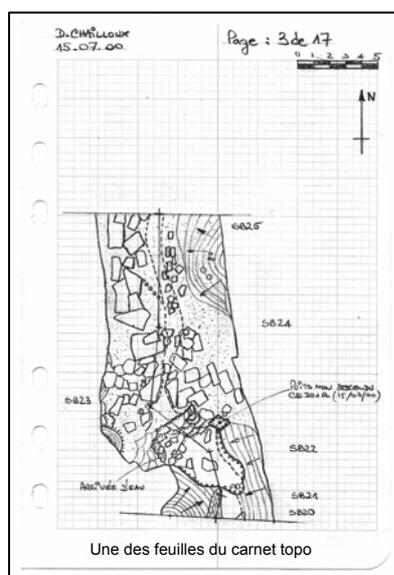
L'instrumentation ne fait pas tout, il y a aussi le "coup de patte" du topographe-dessinateur. Des notes lisiblement calligraphiées sur le carnet topo, des dessins explicites sans surcharge et l'utilisation des symboles topographiques en vigueur sont le gage d'un excellent rendu de la cavité explorée.

Le travail de terrain étant achevé, ce n'est pas pour autant que la topographie soit terminée. Il reste encore un long travail à faire, il s'agit de la transcription des notes et des croquis de terrain sur le papier car c'est bien ce résultat qui figurera dans le rapport de l'expédition.

C'est de cette partie finale de mise au net de la topographie que je voudrai vous parler dans cette courte note.

### LES LOGICIELS DE TOPOGRAPHIE

Le carnet topo renferme des données précieuses qu'il va falloir exploiter et faire causer !



Hier encore, les topographes utilisaient la bonne vieille méthode graphique (règle et rapporteur) ou la trigonométrie (sinus, cosinus, tangente) pour effectuer le report du plan et de la coupe. Ne devaient-ils pas ruser pour boucler un cheminement ! Dans les années 80, les calculettes programmables sont apparues. Elles ont, en leur temps, facilité la tâche du topographe.

Aujourd'hui de nombreux logiciels (Visual Topo, Toporobot) automatisent ces fastidieux calculs et éliminent les inévitables erreurs cumulées du report. Instantanément, d'un clic de souris, le squelette de la topo apparaît sur l'écran de l'ordinateur. De plus, si vous avez renseigné les champs hauteur et largeur des stations, la cavité apparaît en 3D !

Vous avez de plus la possibilité d'imprimer sur papier au format et à l'échelle qui conviennent, ces documents. Ils refléteront la vérité mais le dessin n'en restera pas moins simplifié et assez loin de la réalité de terrain.

## LES LOGICIELS DE DESSIN

C'est à cette étape que le topographe et son fameux "coup de patte" interviennent pour la seconde fois. Cette fois ci, bien au chaud chez lui, devant sa table à dessin. Nous sommes encore nombreux, il me semble, à faire usage de cette méthode de dessin qui consiste à utiliser le squelette de la topographie sorti tout droit de l'imprimante, de poser une feuille de calque dessus et d'habiller de tous ses détails, le futur plan de la grotte.

Ce travail est long, minutieux et fastidieux. Il requiert patience, soin et précision. La moindre erreur de tracé ne pardonne pas, la lame de rasoir sera utilisée pour gratter l'encre de chine.

Le dessin terminé devient une véritable "œuvre" dont vous êtes l'auteur. Il convient de la reproduire pour exploiter ses données et ainsi préserver l'original remisé dans un lieu sûr.

Aujourd'hui encore, l'informatique nous apporte une aide précieuse. Des logiciels de dessins vont nous venir en aide. Il en est un que j'utilise et que j'ai réussi partiellement à apprivoiser ! Il s'appelle Adobe Illustrator. Il s'agit d'un puissant logiciel de dessin vectoriel avec lequel vous disposez d'une très grande table à dessin virtuelle. La version 7 vous autorise une surface de dessin de 9 m<sup>2</sup> - 3 x 3 m. Dans la version 9, la surface est encore plus importante, 33 m<sup>2</sup> - 5,78 x 5,78 m.

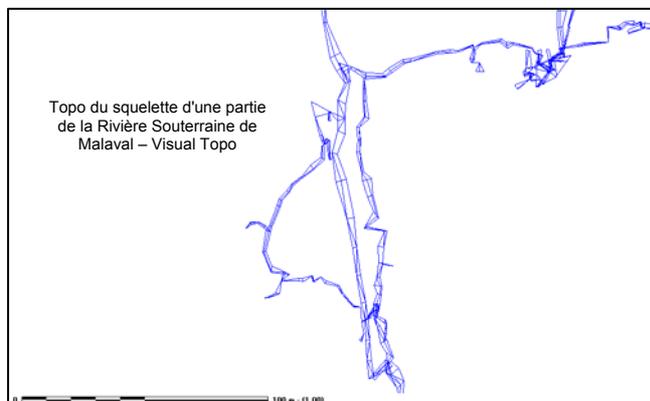
A partir de maintenant, méthode et patience vont être les maîtres mots du dessin topographique sur ordinateur.

Pour démarrer, il conviendra de rassembler les quelques documents préparatoires indispensables.

- Le squelette de la topographie sous forme papier faisant figurer l'échelle graphique et le nom des stations.
- Les feuilles de dessins du carnet topo sur lesquelles figure le croquis des galeries topographiées

A l'aide d'un scanner à plat associé à votre station de travail, vous allez devoir numériser tous ces documents et les "ranger" dans un répertoire d'images approprié.

Voici le mode opératoire que je me suis fixé :



- Ouvrez votre logiciel de traitement d'images préféré. J'utilise Adobe Photoshop LE - V5.
- Lancez l'opération de scan du squelette de la topo. J'utilise un scanner à plat Epson 1240U. Le dessin du squelette étant un document au trait, il convient de sélectionner Texte/Mode trait comme type d'image à numériser.

Cette sélection est très importante pour la suite des opérations puisqu'elle conditionnera la transparence du support du document sur lequel le dessin est réalisé et en particulier celle des pages du carnet topo.

- Prévisualisez la zone à digitaliser et lancez la numérisation.
- L'image du squelette apparaît alors dans la fenêtre de Photoshop. Il ne vous reste plus qu'à enregistrer l'image avec un extension \*.tiff dans un répertoire approprié.
- Répétez cette opération pour la digitalisation des feuilles de dessin du carnet topo. Vous profiterez de Photoshop pour épurer et nettoyer la page du carnet avec l'outil *Gomme*. Vous gagnerez ainsi en clarté pour les opérations futures et en particulier pour la taille des fichiers (20 à 40 Ko en moyenne). Si les feuilles du carnet topo sont parfaitement renseignées, date et n° de page, vous n'aurez aucun souci pour reconstituer le puzzle sous Illustrator. Chaque image enregistrée portera un nom distinctif, par exemple, 03-11-01 - Shunt fossile - page 7 de 18.tiff ou encore 03-11-01 - Shunt fossile - page 9 de 18.tiff.

## LA TABLE A DESSIN VIRTUELLE

Il est temps maintenant de préparer la table à dessin virtuelle dans Adobe Illustrator.

- Lancez le logiciel de dessin vectoriel, Adobe Illustrator. J'utilise la version 7.
- Créez un nouveau fichier et formater votre document. Vous devez définir les dimensions, largeur et hauteur, de votre plan de travail.

Par exemple, la cavité se développe sur une surface de 1 km de long par 300 m de large. Vous souhaitez dessiner la cavité à l'échelle du 1/1000<sup>ème</sup>. Vous allez donc définir un plan de travail pouvant recevoir, au minimum, un dessin de 100 cm de large pour 30 cm de haut, disons 120 cm par 40 cm. L'orientation du plan de travail est définie par le choix de l'icône *Portrait* ou *Paysage*.

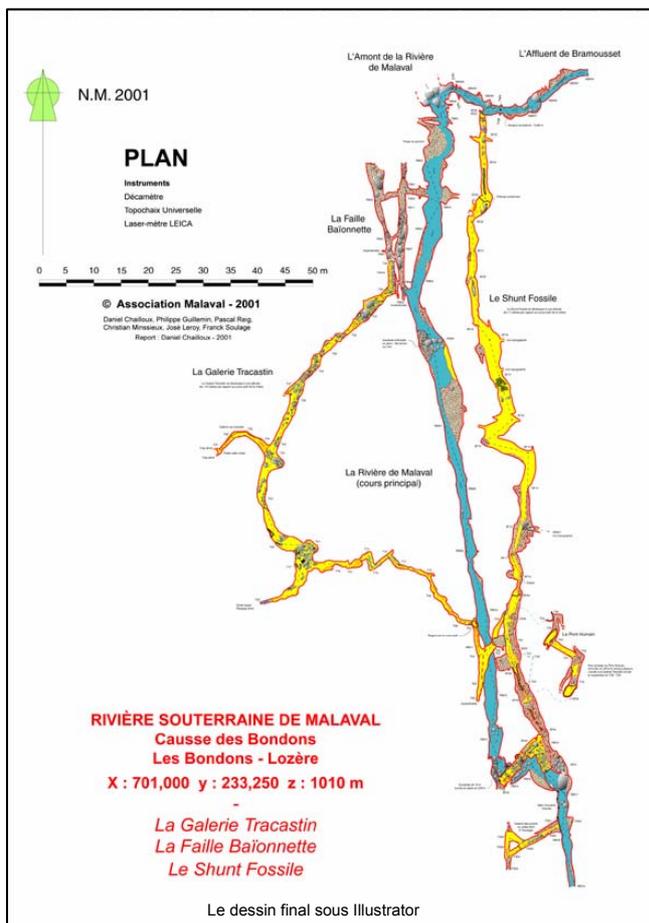
Vous comme moi ou la plupart d'entre-nous, nous disposons d'une imprimante pour le format A4 ou tout au plus pour le format A3. Afin de sortir une impression papier à l'échelle du 1/1000<sup>ème</sup> que vous avez précédemment définie, choisissez l'option *Zones juxtaposées*. En cliquant sur *OK*, vous ferez apparaître votre plan de travail découpé en 12 parties (pour cet exemple précis) représentant les 12 feuilles nécessaires pour imprimer la totalité de la topographie.

La disposition judicieuse des ces feuilles peut être modifiée à l'aide de l'outil *Page* de la palette des outils.

## LE DESSIN VECTORIEL

Votre plan de travail est prêt. Plongez-vous dans le monde du dessin vectoriel !

- Vous devrez tout d'abord procéder à l'importation de l'image \*.tiff du squelette de la topographie. Elle apparaît au centre du plan de travail. Grâce à l'outil *Mise à l'échelle*, il convient de la mettre à la bonne échelle. Cette image se place automatiquement sur un calque, le calque n°1 qui peut être renommé, Squelette topo, par exemple.



- Créez un nouveau calque que vous appellerez Scan Feuilles Carnet Topo par exemple. Dans ce calque, vous importerez les images des feuilles du carnet topo. Déplacez les et mettez les à la bonne échelle à l'aide de l'outil *Mise à l'échelle*. Vous remarquerez que les feuilles sont transparentes. Cette particularité vous aidera à assembler les feuilles topo sur le squelette.

- Sur de nouveaux calques que vous allez créer, vous pourrez commencer à dessiner. Ces calques porteront les noms évocateurs de Contour de Galerie, Eau, Gravier, Blocs, Courbes de Niveau, Signes Topo, Texte, Cartouche, ...

Cette notion de calque est très importante. Les calques peuvent être vus ou cachés, ils peuvent être actifs ou passifs.

Ayez toujours présent à l'esprit qu'un calque de niveau inférieur est caché par un calque de niveau supérieur et que dans un calque vous pouvez hiérarchiser les objets que vous dessinez (*Devant – Derrière*).

- C'est avec l'outil *Plume* que vous allez dessiner ou plutôt reproduire les formes que vous avez relevées sous terre et soigneusement notées sur le carnet.

Derrière l'outil *Plume* se cache un outil mathématique nommé *Courbe de Bézier* du

nom du mathématicien, Pierre Bézier, qui a mis au point ce type de tracé. Ces courbes sont définies par quatre points. Deux de ceux-ci, les points d'extrémités, s'appellent points d'encrage, les deux autres, points flottants, s'appellent points directeurs. Ils influent sur la forme de la courbe. A l'aide de ces quatre points, on peut décrire n'importe quelle courbe ; avec plusieurs segments de courbe on peut créer n'importe quelle forme.

## **CONCLUSION**

Ce concept de dessin ouvre des perspectives nouvelles vers l'élaboration des topographies souterraines. Les dessins de la forme des galeries et des blocs, des signes topographiques vont prendre une nouvelle dimension. La couleur va entrer en jeu. La topographie va changer de look.

Sans plus entrer dans le détail, je vous garantis un excellent résultat. Une fois encore, le "coup de patte" du dessinateur revêt une grande importance.

Il n'y a plus à hésiter, ranger cette revue, installez-vous devant l'écran de votre ordinateur, ouvrez le logiciel et d'un clic de souris tracez vos premières galeries !

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier Stéphane JAILLET, Président de la Commission Scientifique de la Fédération Française de Spéléologie qui m'a donné l'impulsion de départ pour l'utilisation de ce concept de dessin et m'a poussé à rédiger cette courte note, Stéphane MARECHAL, spéléologue et graphiste, qui m'a bien aidé dans les méandres d'Illustrator et tous les équipiers qui, sous le terrain, ont contribué à la réalisation des topographies que nous sommes fiers aujourd'hui de montrer.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

COURBON P., MARBACH G., CREAC'H Y., RENAULT Ph. - 1972 – La topographie spéléologique. Spelunca n°2, 4<sup>ème</sup> série. Numéro spécial consacré entièrement à la topographie souterraine.

FAUCHER M., MAUTREF A. - 1991 - Spéleo-Graphie – Un ouvrage de 332 pages riche de très nombreuses illustrations.

ALSPACH T., MURDOCK K. - 2001 – Adobe Illustrator 9 – Editions OEM – Guide d'utilisation du logiciel.

## **SITES INTERNET**

<http://arsip.free.fr> – Site de l'Association pour la Recherche Spéléologique Internationale à la Pierre Saint Martin

<http://www.learnresource.org> – Site de l'association de gestion de l'exploration de Lechuguilla Cave – Nouveau Mexique

# BOUSSOLE UNIVERSELLE CHAIX A POINTEUR LASER

par Daniel Chailloux

## Présentation

La Boussole Universelle Chaix est une boussole de type à bain d'huile dont l'équipage magnétique est solidaire d'une rose graduée qui permet la lecture directe de la direction.

La Boussole Universelle Chaix se compose de deux boîtiers :

- Le boîtier avant renferme le compas, sa ligne de foi axiale et sa loupe de visée directe de la direction. Le prisme grossissant de visée rabattable n'est guère utilisé pour la topographie souterraine.
- Le boîtier arrière renferme le cadran de mesures pendulaires. Le cadran est gradué en grades et en degrés. Ayant pris l'habitude de travailler en degrés, la partie supérieure est masquée.

Un petit taquet coulissant permet de maintenir ouvert et à plat les deux boîtiers.

## Utilisation habituelle

L'utilisation du prisme grossissant est impossible sous terre (poussière, buée, peu pratique par manque de lumière). La mesure de direction se fait en s'aidant du décamètre. Il faut aligner la ligne de foi axiale ou le bord gauche du boîtier sur le ruban.

Lorsque la station visée est située hors du plan horizontal, la mesure devient problématique. Les topographes astucieux ont trouvé des parades à cet inconvénient. Pour une visée montante, il suffit de placer la boussole dans un plan horizontal et de relever la partie clisimètre pour amener l'angle du boîtier en contact avec le décamètre. Lire alors la direction dans la loupe de visée directe. Pour une visée descendante, mettre la boussole dans un plan horizontal. Relever le clisimètre et le faire tangenter avec le ruban du décamètre. Lire la direction sur la couronne intérieure.

La mesure de la pente pose souvent problème également.

## Visée laser

La modification consiste à ajouter un pointeur laser orientable.

- Mesure de la direction

Le compas est maintenu horizontal durant la mesure. Quelque soit la position de la station d'arrivée, le faisceau laser pointe avec une grande précision.

- Mesure de la pente

Tenir la boussole sur le chant, dans un plan vertical. Pointer le laser sur la station. Appuyer sur le bouton libérant le pendule intérieur. Laisser au pendule le temps de se stabiliser et relâcher le bouton. L'aiguille du clisimètre se bloque et marque sur le cadran la pente exprimée en degrés. Il convient de préciser le signe, "+" si la visée monte, "-" si la visée descend.

## Modification pratique

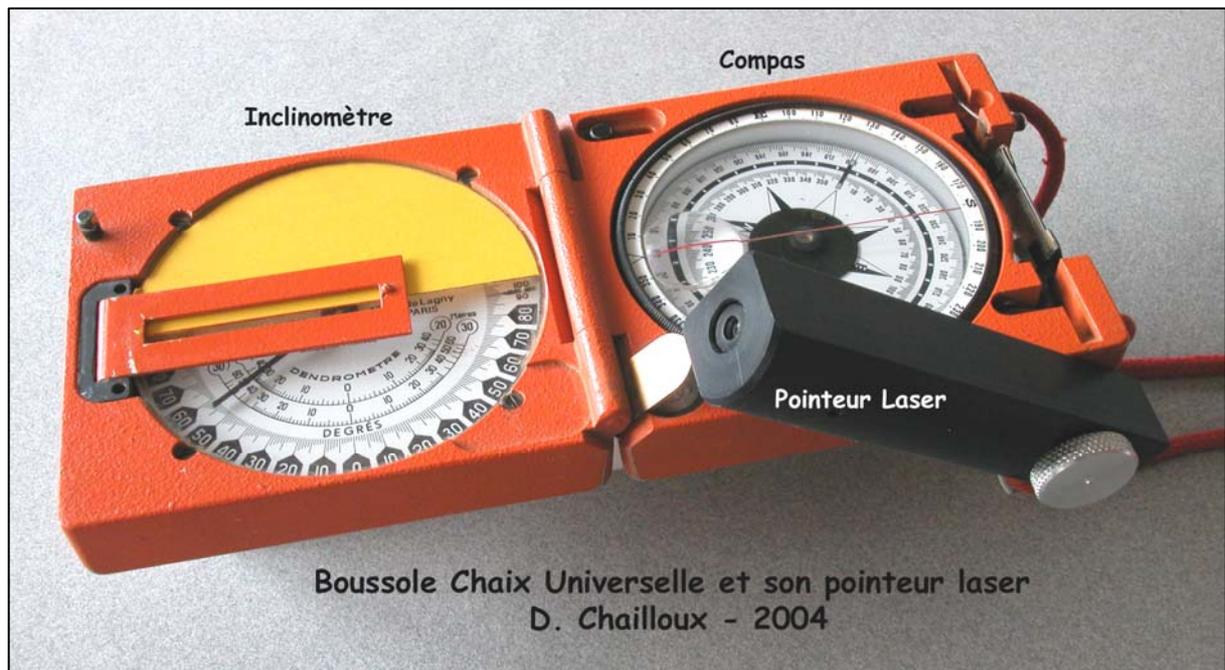
Le module laser mesure 8 mm de diamètre pour 27 mm de longueur. Il est muni d'une optique ajustable. Il émet dans le rouge (670 nm) et a une puissance de 1mW (Classe 2).

On le trouve chez Conrad Electronique ([www.conrad.fr](http://www.conrad.fr)) sous la référence 178330-33.

Alimenté sous trois volts par deux petites piles 1,5 volts, il consomme 40 mA ce qui lui confère une autonomie de près de 20 heures en fonctionnement continu.

Les piles sont déportées pour ne pas influencer le compas. Elles sont logées dans un petit bôtier muni d'un interrupteur de mise en service.

Le module laser est logé dans un bloc de Delrin qui s'articule autour d'un axe muni d'un bouton moleté pour assurer une bonne préhension.

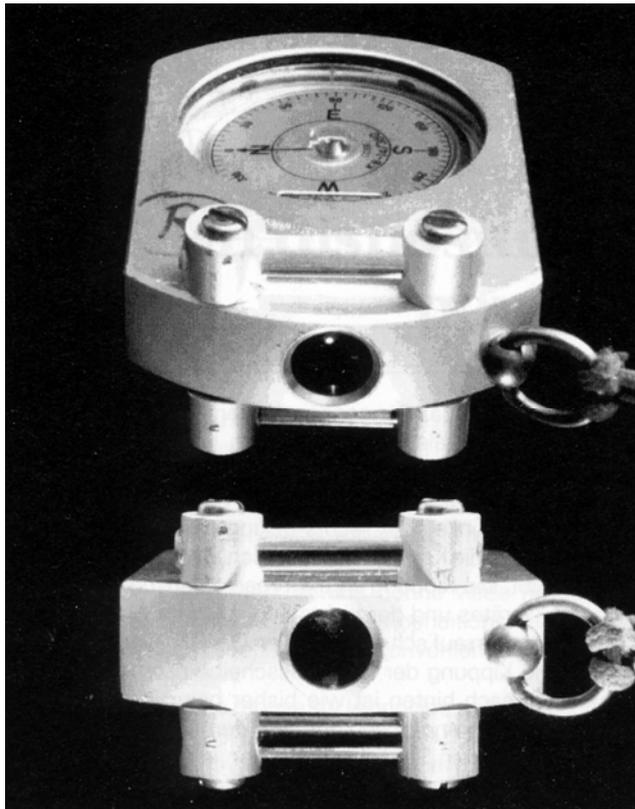


## Un dispositif de visée très pratique pour le compas Suunto

Texte repris de l'article paru dans Stalactite 1/91, bulletin de la Société suisse de spéléologie

et adapté par Daniel Chailloux

Lors de la topographie d'une grotte présentant des dénivelés importants, la mesure des directions des visées pose des problèmes de lecture. Outre les erreurs magnétiques et la mauvaise tenue du compas, celles dues au mauvais pointage du compas sont les plus importantes.



La lecture de l'instrument et une bonne appréciation de la station visée ne sont pas possibles d'un simple coup d'œil. Le dispositif présenté ici supprime ces inconvénients et permet une mesure très précise dans le cas de forts dénivelés.

Le dispositif mis au point par Clemens Trüssel, spéléologue suisse, repose sur le principe de la réflexion et de la réfraction de la lumière dans un cylindre de verre.

La photo montre l'installation sur le compas Suunto.

### Description du dispositif :

Deux tiges de verre de 5 à 6 mm de diamètre sont utilisées. Elles font office de lentilles cylindriques. Elles sont fixées parallèlement à la surface du compas Suunto, au-dessus et au-dessous de celui-ci.

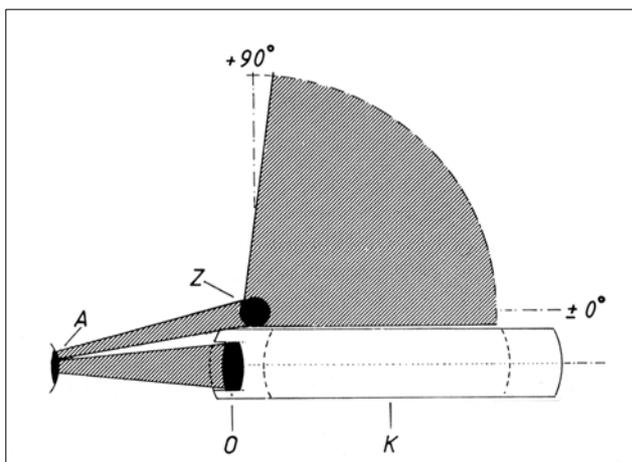


Fig. 1 - Vue de côté du dispositif

Zones hachurées : direction des rayons pour toutes les inclinaisons positives. (Les inclinaisons négatives ne sont pas représentées).

A : œil de l'observateur  
Z : tige en verre  
O : oculaire du compas  
K : boîtier du compas

- 1 – Les axes des tiges de verre doivent être exactement à angle droit de l'axe optique de l'instrument et parallèle à la surface de l'instrument.
- 2 – Un espace de 1 à 3 mm doit être réservé entre la surface de l'instrument et les tiges de verre pour permettre la visée de la station cible.
- 3 – La longueur des tiges de verre n'est pas critique. Une longueur de 2 à 3 fois le diamètre de l'oculaire suffit amplement.
- 4 – L'utilisation d'un demi cylindre serait également possible. Les essais réalisés ont montré un manque de luminosité.
- 5 – Les tiges de verre doivent se situer dans un plan vertical avec la lentille de l'oculaire de l'instrument.
- 6 – Le meilleure fixation s'est avérée être celle de supports fixés aux extrémités (voir paragraphe : Construction)

### Fonctionnement :

Quand l'inclinaison de la station cible est inférieure à  $+ 85^\circ$  et  $- 85^\circ$ , la visée est aisée et précise (Fig. 1). Le rayon lumineux qui provient de la station cible apparaît sur la tige de verre (sur celle du dessus ou du dessous) comme un trait vertical. Celui-ci se trouve toujours dans un plan avec le point visé et est toujours perpendiculaire à l'axe de la tige de verre quelle que soit la position du compas (Fig. 2a et 2b).

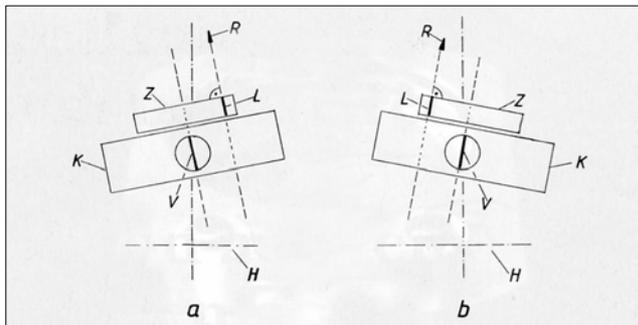


Fig. 2a et 2b - Position inclinée du compas :  
2a – à gauche, 2b – à droite

K : compas  
V : trait de visée du compas  
Z : tige de verre  
L : trait lumineux  
H : plan horizontal  
R : direction de la visée

Quand ce trait lumineux et le trait du viseur du compas sont alignés (verticalement), la mesure de direction est correcte (Fig. 3a).

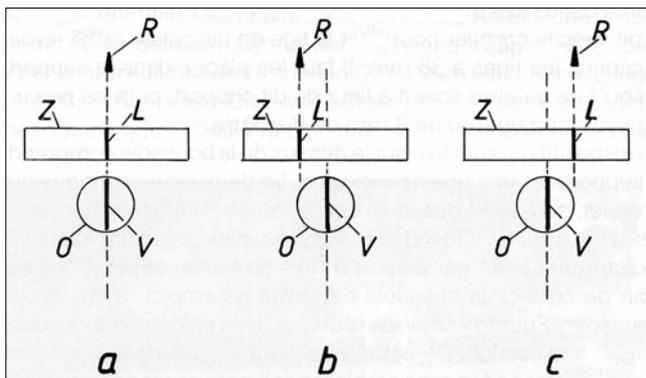


Fig.3a, 3b, 3c :

3a : bonne mesure  
3b : compas penché à droite (mauvaise mesure)  
3c : compas penché à gauche (mauvaise mesure)  
Z : tige en verre  
L : trait lumineux  
O : oculaire du compas  
V : trait de visée  
R : direction de la visée

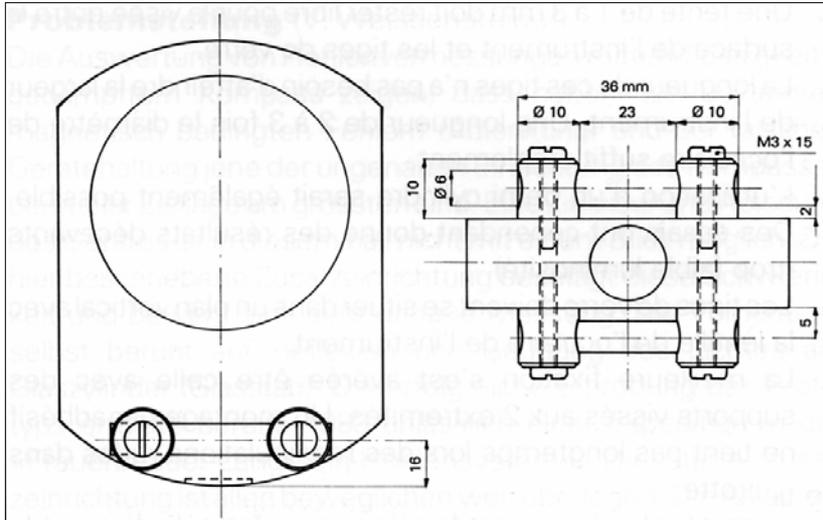
La moindre rotation du compas dans l'axe horizontal est visualisée par une déviation du trait lumineux sur la tige de verre vers la gauche ou vers la droite du trait de visée du compas (Fig. 3b et 3c).

Lorsque le compas n'est pas tenu horizontalement, la mesure est faussée. On reconnaît cette erreur quand le trait de visée du compas et le trait lumineux de la tige de verre ne sont pas alignés mais situés sur deux axes optiques (Fig. 2a et 2b).

Un basculement du disque du compas vers l'avant ou vers l'arrière se reconnaît par un simple coup d'œil dans l'oculaire du compas et peut être compensé par le tenue de l'instrument.

Lors des mesures sur de longues distances, il est important d'utiliser un éclairage puissant à la station cible. Si ce n'était pas le cas, le trait lumineux sur la tige de verre serait très fin et difficilement lisible. Une seule source lumineuse puissante devra se trouver à la station cible.

**Construction :**



*Fig. 4*

*Dessin de construction*

La modification de ce dispositif sur un compas Suunto demande un travail précis et soigné. Clemens Trussel propose le montage suivant (Fig. 4) :

C'est un dispositif plus simple que nous utilisons.

Basé sur le même principe, nous utilisons deux cylindres de verre de 2 mm de diamètre collés sur les surfaces supérieure et inférieure du compas par deux bandes étroites de scotch double face.

La photo n°5 montre le compas équipé tel que nous l'utilisons aujourd'hui :



*Photo 5*

## LA RADIO-LOCALISATION APPLIQUEE A LA SPELEOLOGIE

La radio-localisation consiste à déterminer depuis la surface, à l'aide d'un récepteur radio spécialisé, la position et la profondeur auxquelles une balise émettrice est placée sous terre, dans une grotte.

Ce dispositif est un complément à la topographie souterraine. Il permet très précisément :

- de "caler" une topographie souterraine par rapport au relief extérieur,
- de connaître les coordonnées GPS de points caractéristiques de la cavité,
- d'implanter en surface des repères correspondant à des stations topographiques particulières de la grotte (grandes salles, carrefour de galeries, siphon, ...) en vue de l'utilisation optimum d'un système de communication par le sol (système Nicola par exemple).
- d'effectuer un forage en vue de communiquer avec une équipe en difficulté dans la grotte,
- de connaître la profondeur d'un éventuel forage pour ouvrir une nouvelle entrée ou pour réaliser un pompage d'eau pour alimenter un village.

### Principe

La figure 1 montre comment se propagent les lignes de champ magnétiques produites par une bobine électromagnétique placée dans l'environnement d'une cavité souterraine.

Le point d'émergence "O" de la ligne de champ verticale située à l'aplomb de la balise s'appelle "Point Zéro" ou "Ground Zero – G.Z." chez les anglo-saxons. C'est ce point que l'on va tenter de déterminer ou plus exactement de radio-localiser.

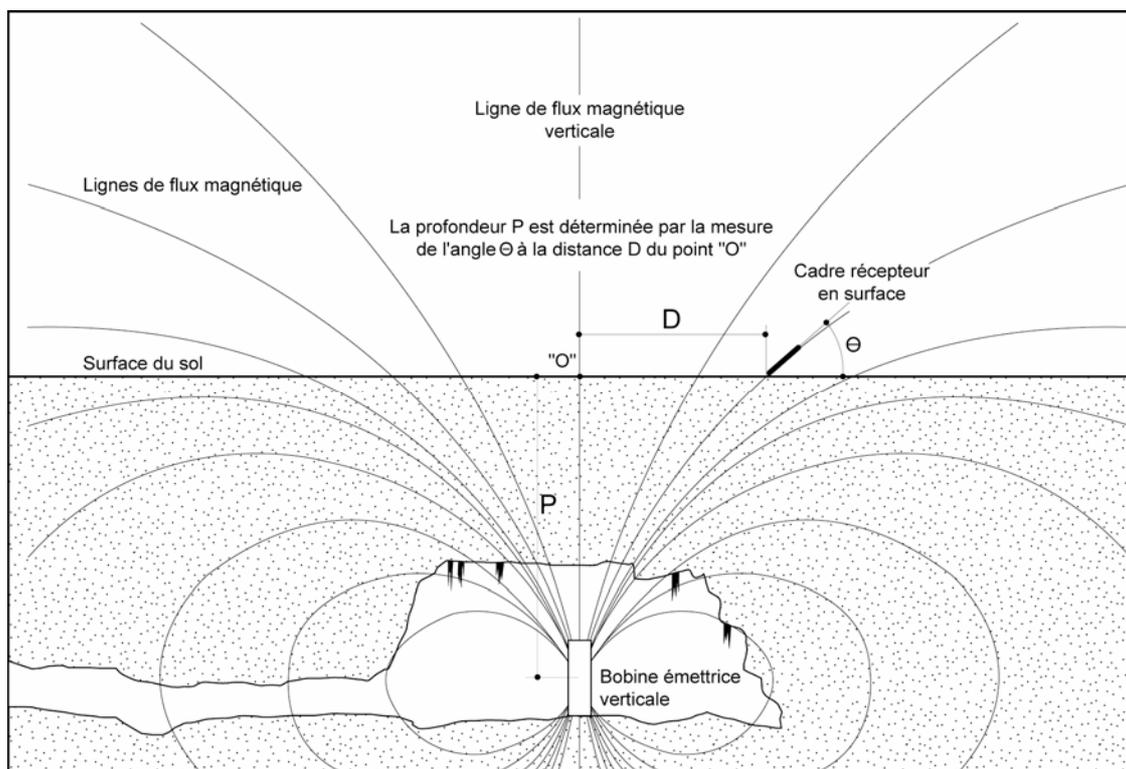


Figure 1

La balise émettrice doit être disposée dans la grotte en position la plus verticale possible. Pour cela, il est facile de la suspendre à une aspérité du plafond, de l'accrocher à un trépied au centre de la salle ou à proximité du siphon à localiser ou de la poser et la caler à l'aide du niveau à bulle.

La topographie de la grotte a été préalablement reportée sur la carte géographique. L'équipe de surface se déplace dans la zone supposée être à l'aplomb de la balise émettrice. Lorsque le signal

caractéristique reçu par le récepteur est perçu dans les écouteurs, la recherche du Point Zéro commence. La localisation par une méthode de triangulation va prendre entre 15 et 30 mn !

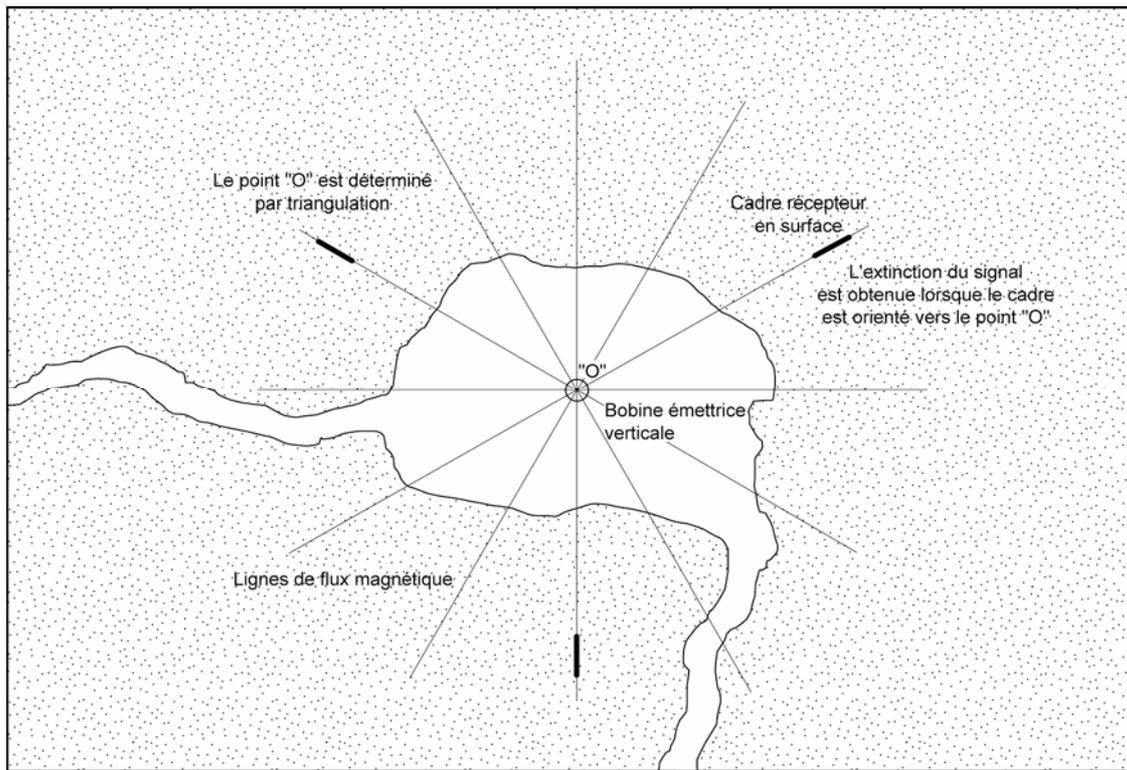


Figure 2

Le cadre récepteur constitue la bobine de réception qui va capter le signal émis. Le fil de cuivre est enroulé sur une structure carrée de 58 x 58 cm. L'électronique est protégée dans un petit boîtier fixé sur le cadre lui-même. Un casque permet l'écoute du signal basse-fréquence. Un réglage de sélectivité et de volume sonore permet d'ajuster le signal reçu en fonction des caractéristiques du terrain. Le cadre est très directif. Le signal ne sera pas perçu avec la même intensité selon son orientation.

### Les photos du récepteur et de l'émetteur



Le cadre récepteur



La balise d'émission (à gauche) sortie de son tube de protection (au centre) et le boîtier d'alimentation 24 volts (à droite)

## Procédure de repérage sur le terrain

### - Détermination du Point Zéro

1. Se positionner dans la zone supposée de l'aplomb de la balise émettrice. Dès que le signal est perçu, orienter le cadre pour chercher un signal nul (figure 3).  
Le signal est nul tout le long de la ligne de champ. Une cordelette tendue entre deux piquets (P1 et P2) va matérialiser cette ligne de champ.

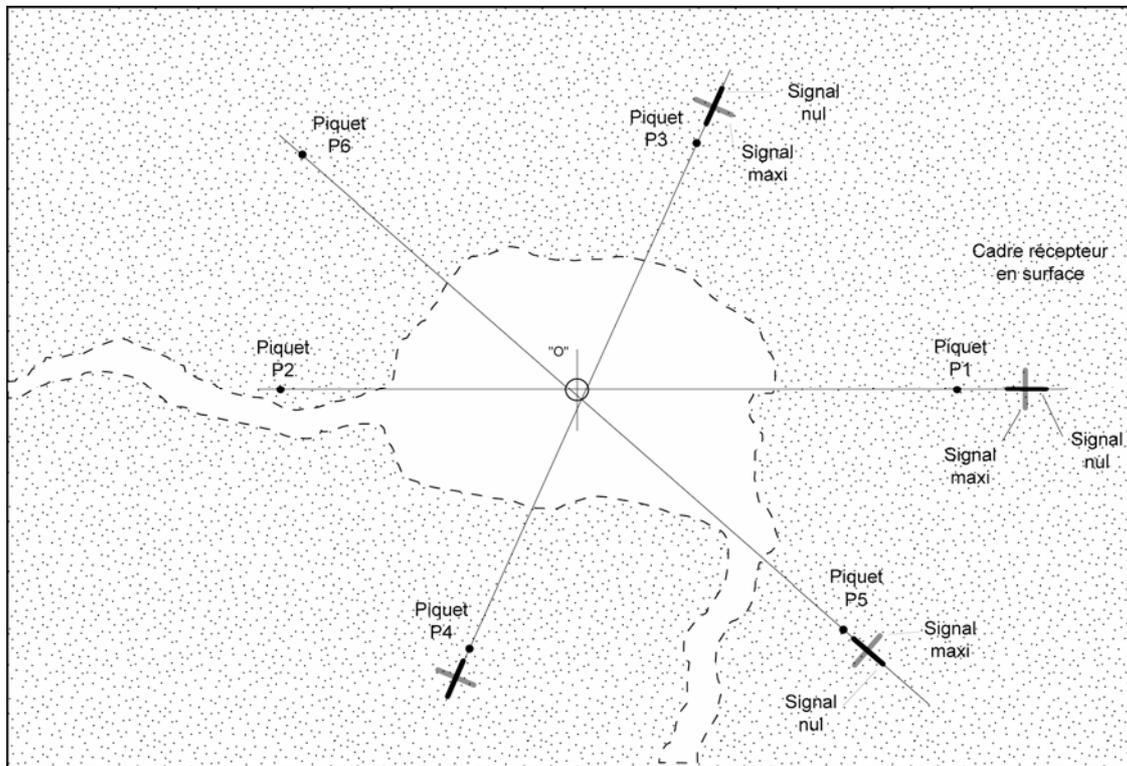


Figure 3

2. Se déplacer hors de cette ligne d'une dizaine de mètres et renouveler l'opération. Rechercher à nouveau un signal nul et tendre une nouvelle cordelette entre les piquets P3 et P4.

Les deux cordelettes se croisent en un point qui est théoriquement à l'aplomb de la balise émettrice.

3. Recommencer une troisième fois l'opération à partir d'un autre point et tendre une cordelette entre les piquets P5 et P6.

Les trois cordelettes devraient se croiser au point "O". Dans la réalité, elles laissent apparaître une zone triangulaire que l'on appelle le triangle d'incertitude.

C'est à l'intérieur de ce triangle qu'on va affiner la recherche.

4. Placer le cadre récepteur dans cette zone et rechercher un signal nul en orientant le cadre autour d'un axe vertical. C'est à l'aplomb de ce point que se situe la balise d'émission.  
Si la balise a été parfaitement installée verticalement, le "Point Zéro" est désormais repéré.

### - Détermination de la profondeur

Mais à quelle profondeur se situe la balise ? Le positionnement de la topographie sur une carte et les cotes altimétriques des stations souterraines peuvent nous donner un élément de réponse. Le cadre récepteur va nous le confirmer.

Se positionner, le long d'une cordelette, à une distance D du Point Zero. Mesurer la distance D à l'aide d'un double-décimètre.

Positionner le cadre perpendiculairement à la cordelette. La cordelette est l'image de la ligne de champ. Le signal est perçu relativement fort.

Incliner le cadre comme le montre la figure 4.

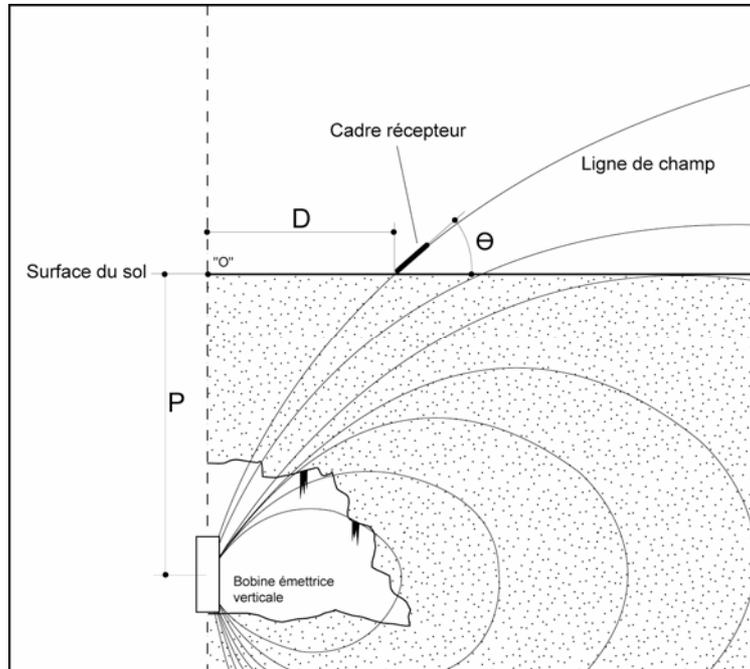


Figure 4

A un certain angle d'inclinaison, le cadre devient tangent à la ligne de champ. Le signal capté est nul. A l'aide d'un rapporteur axé sur le bord du cadre (figure 5), il est facile de lire la valeur de l'angle.

La ligne de champ est régie par une équation mathématique assez compliquée. La profondeur est une fonction de la distance et de l'angle d'inclinaison. La formule est la suivante :

$$P = \frac{2 D}{\sqrt{9 \tan^2 \Theta + 8} - 3 \tan \Theta}$$

Puisque nous connaissons la distance D et l'angle d'inclinaison, il est aisé, moyennant une calculatrice scientifique, de calculer la profondeur P !

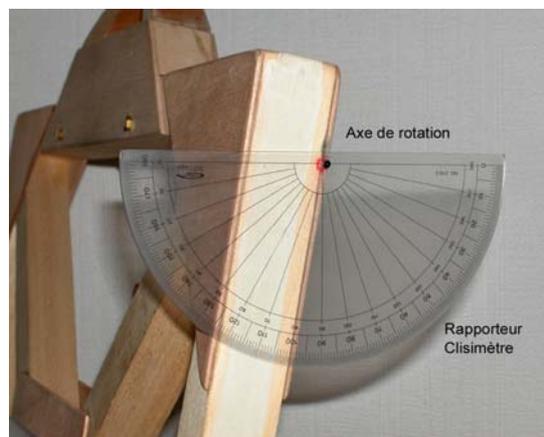
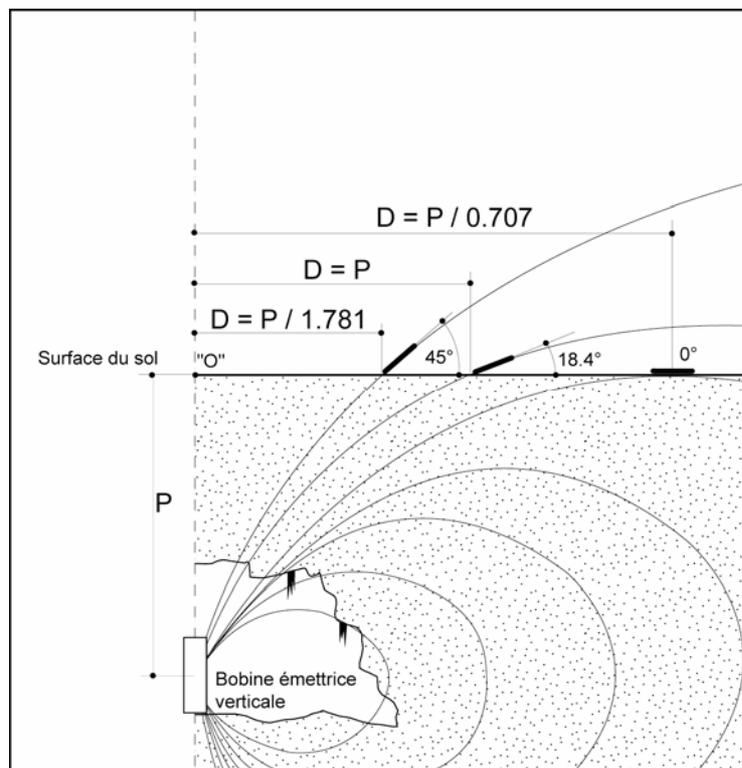


Figure 5

Rassurez-vous, un abaque avec pour entrée l'angle donne un coefficient "k". Il suffit de multiplier la distance D par ce coefficient "k" pour trouver la profondeur P. Pour un peu qu'on prenne des distances multiples de 10 mètres (10 ou 20 m), la multiplication est facile sur le terrain.

### - Cas particuliers

La figure 6 donne des exemples de cas particuliers d'angles d'inclinaison du cadre pour lesquels le signal est nul :



- Le cadre incliné à 45° donnera un coefficient de 1,781.

- Le cadre incliné à 18,4° donnera un coefficient de 1. La profondeur P sera égale à la distance D.

- Le cadre incliné à 0°, donnera un coefficient de 0,707.

Figure 6

L'abaque complet est le suivant :

| <b>P = k(α) x D</b>                |          | <b>Dizaines de l'angle alpha (α)</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |
|------------------------------------|----------|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                    |          | <b>0</b>                             | <b>1</b>     | <b>2</b>     | <b>3</b>     | <b>4</b>     | <b>5</b>     | <b>6</b>     | <b>7</b>     | <b>8</b>     |
| <b>Unités de l'angle alpha (α)</b> | <b>0</b> | <b>0.707</b>                         | <b>0.852</b> | <b>1.031</b> | <b>1.262</b> | <b>1.576</b> | <b>2.033</b> | <b>2.778</b> | <b>4.239</b> | <b>8.565</b> |
|                                    | <b>1</b> | <b>0.720</b>                         | <b>0.868</b> | <b>1.051</b> | <b>1.289</b> | <b>1.614</b> | <b>2.091</b> | <b>2.880</b> | <b>4.468</b> | <b>9.523</b> |
|                                    | <b>2</b> | <b>0.733</b>                         | <b>0.884</b> | <b>1.072</b> | <b>1.317</b> | <b>1.653</b> | <b>2.152</b> | <b>2.988</b> | <b>4.722</b> | <b>10.72</b> |
|                                    | <b>3</b> | <b>0.747</b>                         | <b>0.901</b> | <b>1.094</b> | <b>1.346</b> | <b>1.694</b> | <b>2.216</b> | <b>3.105</b> | <b>5.006</b> | <b>12.26</b> |
|                                    | <b>4</b> | <b>0.761</b>                         | <b>0.918</b> | <b>1.116</b> | <b>1.375</b> | <b>1.736</b> | <b>2.283</b> | <b>3.230</b> | <b>5.325</b> | <b>14.31</b> |
|                                    | <b>5</b> | <b>0.776</b>                         | <b>0.936</b> | <b>1.138</b> | <b>1.406</b> | <b>1.781</b> | <b>2.354</b> | <b>3.365</b> | <b>5.686</b> | <b>17.17</b> |
|                                    | <b>6</b> | <b>0.790</b>                         | <b>0.954</b> | <b>1.162</b> | <b>1.438</b> | <b>1.827</b> | <b>2.430</b> | <b>3.511</b> | <b>6.098</b> | <b>21.47</b> |
|                                    | <b>7</b> | <b>0.805</b>                         | <b>0.973</b> | <b>1.186</b> | <b>1.470</b> | <b>1.875</b> | <b>2.509</b> | <b>3.670</b> | <b>6.573</b> | <b>28.64</b> |
|                                    | <b>8</b> | <b>0.820</b>                         | <b>0.992</b> | <b>1.210</b> | <b>1.504</b> | <b>1.925</b> | <b>2.593</b> | <b>3.843</b> | <b>7.127</b> | <b>42.97</b> |
|                                    | <b>9</b> | <b>0.836</b>                         | <b>1.011</b> | <b>1.236</b> | <b>1.539</b> | <b>1.978</b> | <b>2.683</b> | <b>4.032</b> | <b>7.781</b> | <b>85.94</b> |

Abaque d'après Jean-Louis Amiard

## Construction

Les schémas électroniques originaux de cette balise sont visibles sur le site du Comité Départemental de Corrèze dont l'adresse est la suivante : <http://speleo19.free.fr> à la rubrique Matériel et Techniques. Jean-Louis Amiard, l'auteur de l'article, décrit le principe de la radio-localisation et donne le descriptif de l'émetteur et du récepteur. La balise s'appelle ARCANA, anagramme de Appareil de Repérage de Cavité Artificielle ou Naturelle Accessible.

Thierry Marchand décrit en images la construction des boîtiers émetteur et récepteur.

Philippe Vergon du Groupe Spéléo-Archéo de Mandœuvre apporte sa contribution en proposant les plans des circuits imprimés.

Daniel Chailloux, membre de l'Association de Recherche et d'Etude du Milieu Souterrain et auteur de cet article, s'est lancé dans la réalisation de cette balise.

### - La balise d'émission

Les composants de l'émetteur sont assemblés sur deux platines fixées au-dessus de la bobine électromagnétique.



La balise d'émission

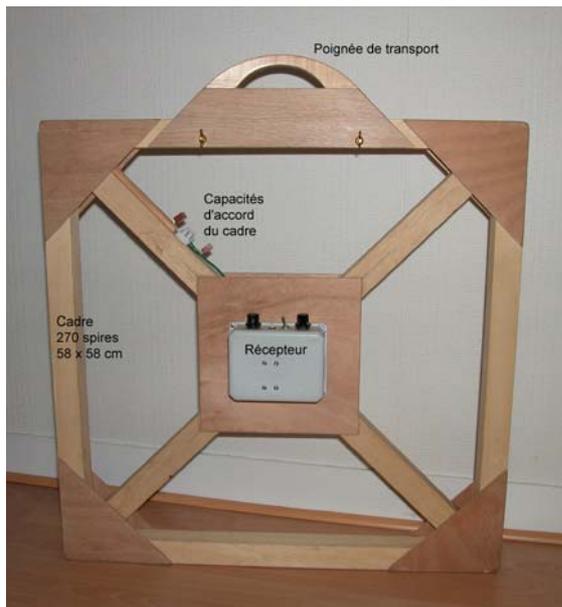
La platine supérieure regroupe les composants de l'oscillateur à 715 Hz ainsi que les transistors de pré-amplification du signal. Sur la platine inférieure sont implantés les transistors de puissance qui attaquent la bobine électromagnétique ainsi que les condensateurs d'accord.

La bobine est réalisée en fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre. 1000 spires sont enroulées sur un mandrin de 30 mm de diamètre et 200 mm de longueur. A l'intérieur du mandrin, sont logés 7 bâtonnets de ferrite qui canalise et concentre le champ magnétique émis.

L'ensemble, protégé par un tube en PVC de 80 mm de diamètre et de 38 cm de long, pèse 1,8 kg.

L'alimentation de l'émetteur est constituée de 6 piles 4,5 volts montées en série et délivrant 27 volts. Compte tenu de la consommation relativement faible de l'électronique, l'autonomie de la balise est d'environ une quinzaine d'heures. Un tube en PVC de 80 mm de diamètre et long de 28 cm protège les piles. Son poids est de 1,5 kg.

## - Le récepteur



Le cadre récepteur

Un cadre en bois sert de support aux 270 spires de fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre. Ce bobinage constitue le cadre récepteur directif du dispositif de radio-localisation.

L'électronique de réception est très simple. Un étage d'amplification apériodique possède un gain en tension réglable de 0,1 à 1500. Il est suivi d'un filtre à sélectivité moyenne réglable par un simple potentiomètre. Le signal détecté est dirigé vers un étage d'amplification dont la sortie est reliée à un casque d'écoute.

Le circuit est alimenté par deux piles de 9 volts. La consommation du récepteur est très faible, inférieure à 10 mA.

## Utilisation sur le terrain

### - Carrière souterraine du Grand-Lucé – Sarthe

Nous avons expérimenté cette méthode de radio-localisation dans une des carrières souterraines du Grand-Lucé – Sarthe. La balise avait été placée à environ 25 mètres de profondeur dans une salle d'extraction. La topographie souterraine des galeries nous a conduit, en surface, au-dessus la zone présumée.

Le signal a été perçu très distinctement. La triangulation a permis de matérialiser très précisément le Point Zéro situé à la verticale de la balise.

La détermination de la profondeur a confirmé une épaisseur de roche de 25 mètres.

### - Grotte de Malaval - Lozère

Divers repérages électromagnétiques ont été entrepris.

Non loin de l'entrée, nous voulions connaître l'origine de l'arrivée d'eau au plafond de la petite salle qui précède la porte du Trou Souffleur. Après avoir placé la balise d'émission non loin de la trémie du plafond, nous avons pu, avec une grande précision localiser en surface l'aplomb de ce point. Il est situé non loin du bosquet d'arbres à la lisière du champ de luzerne de la ferme des Combes.

Nous avons également voulu situer en surface la verticale de la station RM14 située au départ de la galerie supérieure du Shunt Fossile. Nous sommes dans la rivière. A la verticale de la station, nous avons pu remonter un puits jusqu'à 18 mètres de hauteur. Le sommet est colmaté par un conglomérat. Sans aucun doute, nous sommes en présence d'une ancienne entrée obstruée par un bouchon de remplissages calcifiés de quelques mètres d'épaisseur.

Il ne nous a fallu qu'un petit quart d'heure pour localiser ce point en surface avec une très grande précision puisque le triangle d'incertitude n'était que de 30 cm de côté. La profondeur est de 20 mètres.

L'intérêt de cette localisation est capital pour la ferme des Combes puisque aujourd'hui encore, l'eau courante de la ferme provient d'une source polluée ! Nous allons entreprendre un forage et un captage d'eau dans le cours de la rivière souterraine de Malaval pour apporter de l'eau potable à la ferme. Les analyses chimiques ont démontré la potabilité de l'eau.

## - Grotte de Nabrigas - Lozère

Pour démontrer le fonctionnement et la méthodologie de repérage, nous avons, avec succès, déterminé la localisation d'un point de la grotte de Nabrigas, célèbre grotte de Lozère découverte par Martel. Nous avons également pu calculer la profondeur à laquelle la balise était placée.

## Remerciements

Je tiens particulièrement à remercier :

- Thierry Marchand du Comité Départemental de Corrèze d'avoir rendu accessible les plans de la balise ARCANA,
- Pierre Bancel du Spéléo-Club de la Mare aux Noues de Franconville pour avoir su trouver les 1300 mètres de fil de cuivre émaillé du bon diamètre,
- Jean-Bernard Roche du même club que Pierre Bancel pour sa contribution à la fabrication de la bobine de l'émetteur,
- Michel Baille de l'Association AREMIS pour avoir largement participé à la réalisation du cadre du récepteur.

## Bibliographie

Compte tenu de la richesse des publications sur ce sujet, je ne liste ici que les principales :

- Bedford, Mike (1993) *An Introduction to Radio Location*, CREGJ 14, December 1993, pp16-18, 14
- Gibson, David (1998) *Radiolocation Errors Arizing from a Tilted Loop*, Compass Points 20, June 1998, pp11-12
- Pease, Brian (1996a) *3496 Hz Beacon Transmitter and Loop*, CREGJ 23, pp22-24
- Pease, Brian (1996b) *The D-Q Beacon Receiver – Overwiev*, CREGJ 24, pp4-6
- Les spéléologues du Causse de Limogne en Quercy (1992) *Balise de positionnement souterrain, Désobstruction à l'explosif*, pp59-60

Septembre 2004

--

Daniel CHAILLOUX  
17 rue Gabrielle d'Estrées  
91830 LE COUDRAY MONTCEAUX  
Tél. 01 6493 8586  
dchaillo@club-internet.fr

# La topographie de la grotte de Malaval

par Daniel Chailloux

Les connaissances spéléométriques sur les réseaux de Malaval et du Bramont souterrain résultaient jusqu'à la fin de 1999 de travaux conduits par Michel Chabaud pour la première cavité, et par Daniel André, Monique Puel-André et Marc Sahuquet pour la deuxième. Il était bien clair que les résultats obtenus n'étaient que des documents de reconnaissance spéléologique qui sont, par nature, entachés d'imprécisions, ils ne pouvaient tels quels servir de support à des recherches scientifiques.

La topographie de Malaval réalisée par Michel Chabaud et datée de 1976, recensait 5678 mètres de galeries dessinées sur un plan au 1/2000<sup>ème</sup>. En 2000, sous l'impulsion de Daniel André, nous avons entrepris de reprendre les explorations de ce fabuleux réseau. Le confortable aménagement du puits artificiel des Combes permet d'atteindre aujourd'hui le cœur du réseau beaucoup plus rapidement que ne pouvait le faire Michel. Le débouché dans la rivière se fait à environ mi-parcours du cours principal.

Malaval n'avait pas livré tous ses secrets !

En effet à la suite de quelques visites, nous avons eu la chance de découvrir de nouvelles galeries et en particulier une, que nous avons nommée La Galerie Chabaud, magnifiquement décorée d'anémolithes, des concrétions d'aragonite façonnées par les courants d'air. La topographie de ce nouveau réseau s'imposait et pour raccorder cette branche sur la topographie existante, nous avons donc décidé de reprendre la topographie sans occulter les travaux précédents. L'échelle choisie est le 1/200<sup>ème</sup>, c'est à dire qu'un mètre sur le terrain représente 5 millimètres sur le plan. Le choix de cette échelle a été dicté par la volonté de produire un document rapportant les détails morphologiques caractéristiques que révèle la cavité. Daniel André a soutenu notre détermination à produire un document utile pour les générations futures

A cette échelle, nous n'avançons pas bien vite ! L'exemple concret suivant illustre le temps passé sous terre pour topographier la galerie des Franciliens. Cette galerie est un réseau fossile découvert en avril 2004 et exploré en juillet dernier. Il n'y a aucune difficulté particulière de progression. Le levé topographique a nécessité 42 stations pour 218 mètres de développement. Nous avons passé 6 heures pour effectuer les relevés. La performance est de 36 mètres à l'heure ou sous une autre forme, un peu moins de 9 mn de temps passé à chaque station ! Seul le résultat compte. Nous avons pris pour habitude de dessiner sous terre à l'échelle le plan et le profil de la galerie. Nous reportons donc les blocs, les sur-creusements, les banquettes argileuses ainsi que les ressauts et même les stations et le cheminement topographique.

Ainsi depuis quatre années, un groupe de topographes de l'Association Malaval œuvre pour la réalisation d'une topographie rigoureuse à destination scientifique.

Le plan et le profil de la cavité sont très précis. Ce travail de longue haleine a permis d'avoir la certitude que le développement total connu de Malaval dépasse les 8 700 m. Les hauteurs des voûtes à l'aplomb de chaque station à chaque station ont toutes été relevées ; il en a été de même pour les largeurs et pour tout l'environnement immédiat. Bientôt, les caractéristiques géologiques, biologiques, cristallographiques, hydrogéologiques pourront être situées dans l'espace sous le Causse des Bondons ; on pourra connaître à tout instant quelle est l'épaisseur du plateau pour chaque point concerné, à quelle distance se situe tel étage géologique ou telle strate marneuse dont l'existence est capitale pour la genèse des excentriques d'aragonite, etc.

## ▪ La méthode de topographie

L'équipe est généralement constituée de 3 personnes, le dessinateur, le responsable des instruments de mesure et le responsable des stations.

La réussite de la topographie de la cavité dépend de la justesse des données, de la clarté des croquis et de la précision des détails. Le dessinateur a la responsabilité d'assurer des impératifs.

Les notes sont prises sur des feuilles pré-imprimées. Elles sont numérotées et datées.

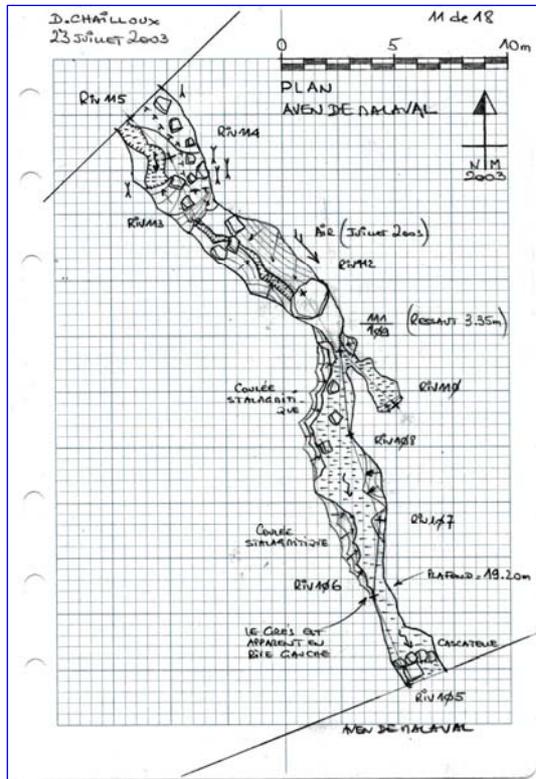
Les dessins du plan et du profil sont effectués sur des feuilles quadrillées au pas métrique. Elles sont transportées et rangées dans un classeur à anneaux qui les protège efficacement.

L'habillage du cheminement est dessiné directement sous terre, à l'échelle, en respectant donc les longueurs (projetées pour le plan) et les orientations à l'aide d'une règle-rapporteur facile d'utilisation.

Nous utilisons une boussole Chaix Universelle qui est un instrument qui combine un compas et un clisimètre pendulaire. C'est un matériel fragile, coûteux mais tellement pratique et précis. Le compas a été modifié pour accroître la précision de visée. Une petite diode laser colimatée, fixée sur le côté du boîtier permet de viser la

station. Grâce à cette innovation, la mesure des pentes est plus précise et celle des directions est facilitée pour des stations comprises entre  $-$  et  $+ 90^\circ$  par rapport au plan horizontal.

Pour les mesures de longueur, nous utilisons un double-décamètre en nylon. Vingt mètres maxi nous semblent une bonne distance entre deux stations. Cette longueur doit correspondre à la taille des feuilles de dessin, bien entendu pour l'échelle graphique choisie. Ici, nous avons opté de travailler au  $1/200^e$ . La taille des feuilles quadrillées fait  $150 \times 100 \text{ mm}$ , ce qui permet d'inscrire une portion de galerie de 30 mètres maximum dans la plus grande longueur.



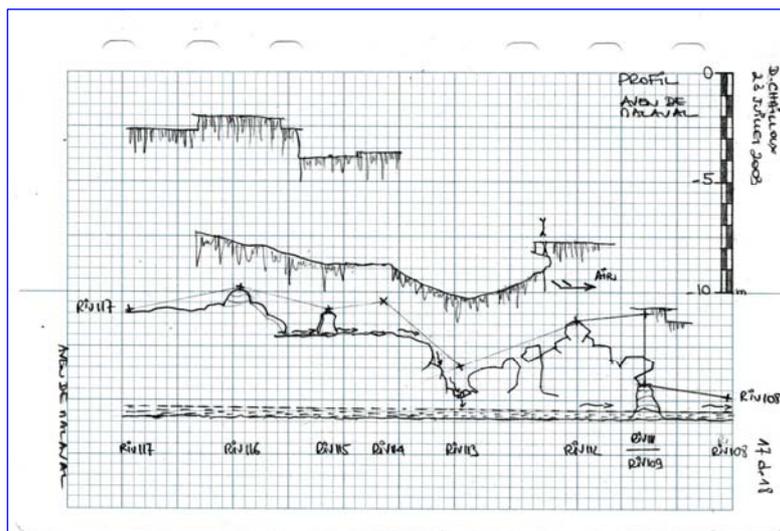
Plan

Les stations sont matérialisées par des points fixes caractéristiques, généralement situés au milieu des passages. Le nom de la station est inscrit sur un morceau de bande nylon de couleur. Le label des stations rappelle le nom de la galerie. Par exemple : RP03 = Rivière Principale – 3<sup>e</sup> station, RQ05 = Réseau de la Quarantaine – 5<sup>e</sup> station. Une liste des stations est tenue à jour.

Les cotes de largeur (gauche et droite) et de hauteur (haut et bas) sont mesurées au laser-mètre. Nous utilisons un LEICA Classic. Les mesures sont prises dans le plan perpendiculaire à la direction de la visée. Le laser-mètre permet de multiplier le nombre de mesures afin d'accroître la précision du dessin.

Le laser-mètre couplé au clisimètre permet également de dessiner avec grande précision la section d'une galerie. Cela prend du temps mais le résultat est là.

Nous utilisons le logiciel VisualTopo pour exploiter les mesures relevées sous terre. Le cheminement est exporté sous forme d'un fichier.dxf dans le logiciel de dessin vectoriel Illustrator 10. Les bibliothèques de symboles et de formes ont été développées par les topographes suisses.



Le profil de la galerie

Ce travail de topographie est actuellement dans la phase de mise au propre. Il est envisagé la réalisation d'un atlas topographique regroupant à l'échelle  $1/400^{\text{ème}}$  les nombreux carrés hectométriques qui représenteront les 8700 mètres que développe la grotte de Malaval.

### ▪ Les progrès topographiques

Un levé topographique est indispensable à l'étude scientifique d'une cavité. Il revient à l'équipe topo de l'expédition de dresser le plan et la coupe de la grotte en mesurant la longueur, la largeur et la hauteur de chaque mètre des galeries parcourues, la profondeur des puits descendus, la hauteur des salles traversées. Il existe aujourd'hui des instruments de précision, coûteux certes, mais indispensables à la justesse des mesures. Le topographe saura s'entourer d'équipiers au moral solide et aux nerfs d'acier car les conditions de travail ne sont pas toujours très confortables, la vitesse de progression est lente et la concentration cérébrale est plus importante.



Boussole Chaix Universelle  
et son pointeur laser

Heureusement aujourd'hui la tâche du topographe souterrain est facilitée par l'usage de nouveaux matériels de mesure de longueur. Le laser-mètre, autrefois encombrant et onéreux est aujourd'hui miniaturisé et à la portée du budget d'un club. Les logiciels de topographie sont de plus en plus faciles d'emploi. Ils dispensent de longs et fastidieux calculs, grands consommateurs de temps. Le spéléotopographe est de plus en plus équipé d'un ordinateur portable qu'il n'hésite pas à apporter sur le terrain.

L'instrumentation ne fait pas tout, il y a aussi le "coup de patte" du topographe-dessinateur. Des notes lisiblement

calligraphiées sur le carnet topo, des dessins explicites sans surcharge et l'utilisation des symboles topographiques en vigueur sont le gage d'un excellent rendu de la cavité explorée.

Le travail de terrain étant achevé, ce n'est pas pour autant que la topographie soit terminée. Il reste encore un long travail à faire, il s'agit de la transcription des notes et des croquis de terrain sur le papier car c'est bien ce résultat qui figurera dans le rapport de l'expédition.

### ▪ Les logiciels de topographie

Hier encore, les topographes utilisaient la bonne vieille méthode graphique (règle et rapporteur) ou la trigonométrie (sinus, cosinus, tangente) pour effectuer le report du plan et de la coupe. Ne devaient-ils pas ruser pour boucler un cheminement ! Dans les années 80, les calculettes programmables sont apparues. Elles ont, en leur temps, facilité la tâche du topographe.

Aujourd'hui de nombreux logiciels (Visual Topo, Toporobot) automatisent ces fastidieux calculs et éliminent les inévitables erreurs cumulées du report. Instantanément, d'un clic de souris, le squelette de la topo apparaît sur l'écran de l'ordinateur. De plus, si vous avez renseigné les champs hauteur et largeur des stations, la cavité apparaît en 3D !

Vous avez de plus la possibilité d'imprimer sur papier au format et à l'échelle qui conviennent, ces documents. Ils refléteront la vérité mais le dessin n'en restera pas moins simplifié et assez loin de la réalité de terrain.

### ▪ Les logiciels de dessin

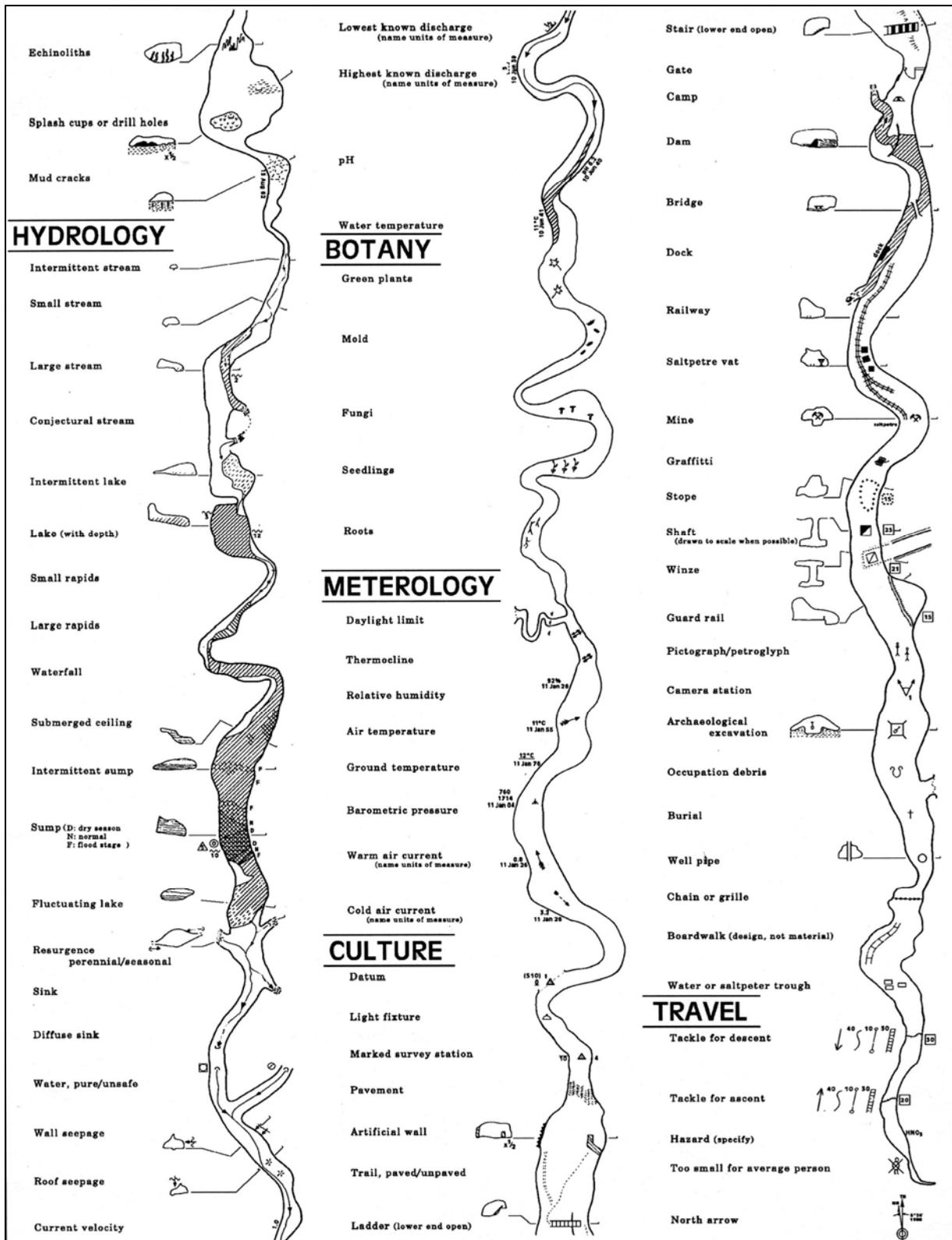
C'est à cette étape que le topographe et son fameux "coup de patte" interviennent pour la seconde fois. Cette fois ci, bien au chaud chez lui, devant sa table à dessin. Nous sommes encore nombreux, il me semble, à faire usage de cette méthode de dessin qui consiste à utiliser le squelette de la topographie sorti tout droit de l'imprimante, de poser une feuille de calque dessus et d'habiller de tous ses détails, le futur plan de la grotte.

Ce travail est long, minutieux et fastidieux. Il requiert patience, soin et précision. La moindre erreur de tracé ne pardonne pas, la lame de rasoir sera utilisée pour gratter l'encre de chine.

Le dessin terminé devient une véritable "œuvre" dont vous êtes l'auteur. Il convient de la reproduire pour exploiter ses données et ainsi préserver l'original remisé dans un lieu sûr.

Aujourd'hui encore, l'informatique nous apporte une aide précieuse. Des logiciels de dessins vont nous venir en aide. Adobe Illustrator est un puissant logiciel de dessin vectoriel avec lequel vous disposez d'une très grande table à dessin virtuelle.





**HYDROLOGY**

- Echinoliths
- Splash cups or drill holes
- Mud cracks
- Intermittent stream
- Small stream
- Large stream
- Conjectural stream
- Intermittent lake
- Lake (with depth)
- Small rapids
- Large rapids
- Waterfall
- Submerged ceiling
- Intermittent sump
- Sump (D: dry season  
N: normal  
F: flood stage)
- Fluctuating lake
- Resurgence  
perennial/seasonal
- Sink
- Diffuse sink
- Water, pure/unsafe
- Wall seepage
- Roof seepage
- Current velocity

Lowest known discharge  
(name units of measure)

Highest known discharge  
(name units of measure)

pH

Water temperature

**BOTANY**

- Green plants
- Mold
- Fungi
- Seedlings
- Roots

**METEROLOGY**

- Daylight limit
- Thermocline
- Relative humidity
- Air temperature
- Ground temperature
- Barometric pressure
- Warm air current  
(name units of measure)
- Cold air current  
(name units of measure)

**CULTURE**

- Datum
- Light fixture
- Marked survey station
- Pavement
- Artificial wall
- Trail, paved/unpaved
- Ladder (lower end open)

Stair (lower end open)

Gate  
Camp

Dam

Bridge

Dock

Railway

Saltpetre vat

Mine

Graffiti

Stope

Shaft  
(drawn to scale when possible)

Winze

Guard rail

Pictograph/petroglyph

Camera station

Archaeological  
excavation

Occupation debris

Burial

Well pipe

Chain or grille

Boardwalk (design, not material)

Water or saltpetre trough

**TRAVEL**

Tackle for descent

Tackle for ascent

Hazard (specify)

Too small for average person

North arrow