

## Sommaire

Stage de responsables topographes organisé par le Comité Départemental de Spéléologie du 94  
(avril et mai 2005)

<b>1- Les stagiaires et les encadrants</b>	<b>2</b>
<b>2- Le compte rendu journalier des 3 week-ends de formation</b> Françoise Lidonne	<b>3</b>
<b>3- La topographie souterraine</b> Françoise Lidonne	<b>13</b>
<b>4- Le choix de l'échelle du dessin</b> Daniel Chailloux	<b>24</b>
<b>5- Un logiciel de topographie</b> Françoise Lidonne	<b>26</b>
<b>6- Du dessin sous terre à la topographie finale</b> Françoise Lidonne	<b>38</b>
<b>7- Le pas à pas en photos de la radio localisation en surface</b> Françoise Lidonne	<b>47</b>
<b>8- Bilans et réalisations des stagiaires</b>	<b>50</b>
Stage topo dans le Doubs Philippe Pétour	51
Les topographies des Cavottes (Doubs)	53
Les topographies et carte des galeries souterraines (Oise)	55
<b>9- Annexes</b>	<b>58</b>
Le dessin d'une topographie Daniel Chailloux	59
Boussole universelle Chaix à pointeur laser Daniel Chailloux	63
Dispositif de visée pour compas Suunto Daniel Chailloux	65
La radio localisation appliquée à la spéléologie Daniel Chailloux	68
Cas d'étude : la topographie de la grotte de Malaval Daniel Chailloux	76
<b>10- Les symboles topographiques</b>	<b>81</b>
Extrait "ON STATION, A complete handbook for surveying and mapping caves" de George R. Dasher	

## Les stagiaires et les cadres

### Les stagiaires :

François CHAUT	baltimore@libertysurf.fr
Arnaud GARLAN	garlan.arnaud@wanadoo.fr
Claude GAUTIE	claud.gautie@wanadoo.fr
Alain GRESILLAUD	agresillaud@cgg.com
Philippe GUILLEMIN	phil_guillemin@yahoo.fr
Philippe PETOUR	ppetour@free.fr
José LEROY	

### Les cadres :

Daniel CHAILLOUX	dchaillo@club-internet.fr
Françoise LIDONNE	francoise.lidonne@mageos.com



## Compte rendu journalier des 3 week-ends de formation

### Samedi 2 avril

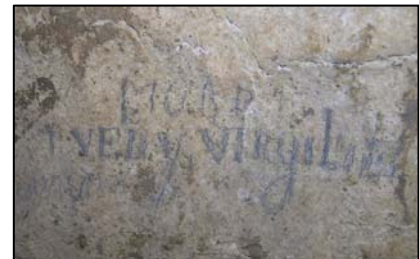
#### Objectifs :

- présentation et utilisation du matériel topographique
- réalisation de la topographie, avec dessin au 1/200, des galeries d'entrée
- étude du logiciel de topographie « VisualTopo »

Avant de partir sur le terrain, nous présentons la cavité que nous devons topographier. Il s'agit d'une cavité bien connue dans la région du Doubs mais un relevé très précis n'a jamais été réalisé. C'est donc l'objectif que nous avons pour ce week-end.

Le matériel pour effectuer ces relevés est présenté en salle. Nous avons le laser mètre d'utilisation très simple. La boussole et le clinomètre de Topochaix sont regardés, principalement pour la lecture des graduations (degré, grade, pourcentage) qu'il ne faut pas confondre. L'un des deux appareils est équipé d'un pointeur laser ce qui facilite la précision de la visée. Après plusieurs essais de visée, nous préparons les carnets topo ; feuille d'information sur la journée, feuilles de relevés et feuilles de dessin. Nous prévoyons le crayon avec des mines (0.5) et la règle rapporteur indispensable pour les tracés de direction et de pente. Cette utilisation de la règle rapporteur demandera un peu d'entraînement par tous ceux qui ont essayé le dessin sous terre.

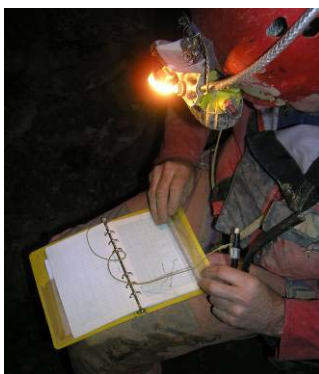
Le matériel est dans les bidons étanches, le pique nique dans les kits, nous partons à l'entrée du trou. Sur place, les deux équipes sont organisées. Nous visitons les galeries d'entrée pour savoir ce que nous avons à dessiner et nous en profitons pour faire quelques remarques géologiques (différence de calcaire : Callovien et Bajocien) et autres (des inscriptions anciennes sur les parois).



Inscription sur la paroi

Vu l'heure, nous avons préféré pique niquer dehors avant de commencer le travail. Le temps est agréable et nous en profitons.

Une première équipe, encadrée par Daniel, commence par la topographie de la doline puis la galerie d'entrée que nous notons GE. C'est Claude qui sera le dessinateur pour toute cette journée. Les autres placent les stations et donnent les mesures. Plan et profil, au 1/200, sont réalisés simultanément. 70,41m seront relevés par cette équipe.



La deuxième équipe, encadrée par Françoise, s'est dirigée dans la galerie de la trémie notée GT. La première station GT01 est placée à la bifurcation pour qu'elle puisse être utilisée par l'autre équipe. Nous pourrions ainsi raccorder nos feuilles. C'est Philippe qui commence le dessin. En cours de journée, les rôles dans l'équipe seront échangés. Chacun a pu avoir un aperçu de l'importance de chaque équipier dans ce travail de relevés topographiques (76,54m de représentés).

A 18h, nous arrêtons nos travaux et regagnons le gîte. Rangement du matériel et un apéritif réunit tout le groupe. Le dîner est agrémenté de tous les commentaires de la journée et diverses informations sur les topographies déjà réalisées par les uns ou les autres.

En soirée, nous commençons à étudier le logiciel de topographie VisualTopo. Les indications pour une mise en route aisée sont données. Nous entrons les données de la journée et observons les résultats sur l'écran. Nous comparons avec les tracés sur feuilles puis nous archivons correctement celles-ci : numérotation des pages, date, échelle... Tout ce qui est indispensable pour que la mémoire soit définitivement conservée.



Assemblage de tous les dessins réalisés au cours de la journée

D'autres réalisations sont présentées sur l'ordinateur : topographie sur plusieurs années, fusion de plusieurs topographies de cavités sur une même zone...

La soirée s'achève assez tardivement et un repos bien mérité attend chacun d'entre nous.

#### Résultats de la journée :

- longueur de galerie topographiée :  $70,41m + 76,54m = 146,95m$
- nombre de stations :  $15 + 12 = 27$
- temps de topographie :  $4h45 + 5h$
- temps passé sous terre :  $4h45 + 5h$

### **Dimanche 3 avril**

#### Objectifs :

- suite de la topographie au 1/200 de la galerie d'entrée et de la galerie des planches (GPL)
- radio localisation de la trémie qui obstrue la galerie de la Trémie
- visite de la suite du réseau et photographies d'une galerie inférieure concrétionnée

Dimanche matin, nous essayons de repérer sur le plan la position probable de l'extrémité de la galerie de la Trémie, en vue du repérage magnétique. L'azimut est pris à partir de la bordure du bois de la doline d'entrée (Az :  $120^\circ$ ). Il s'agit d'une approximation puisque nous ne connaissons pas sa localisation exacte, la topographie n'étant pas achevée jusqu'à ce point.

Nous reprenons tout le matériel de topographie ainsi que la balise magnétique et le GPS. Nous nous rendons sur le terrain.

Arrivés sur place, boussole en main, nous nous dirigeons dans la direction évaluée à une distance de 110 à 120 m du bois.

Deux d'entre nous sont partis poser la balise émettrice au point extrême de la galerie de la Trémie. Celle-ci doit être installée le plus verticalement possible. Nous la suspendons au plafond.



Dès que cette balise est en fonctionnement, en surface, on a pu entendre un signal dans les écouteurs branchés au cadre récepteur. Nous recherchons le lieu où le signal est perçu le plus fort. Nous n'étions pas au bon emplacement et nous avons dû nous déplacer jusqu'au moment où le signal a été le mieux entendu. Puis, le cadre récepteur est pivoté verticalement pour obtenir un signal nul. Un fil a été tendu dans cet axe.



Nous nous sommes déplacés et avec la même méthode, nous avons tendu un deuxième fil. Le croisement des deux devrait nous donner le point à la verticale de la balise émettrice. Cependant, une triangulation est réalisée avec un troisième fil tendu de la même façon. En affinant ce triangle, on a obtenu la localisation de l'extrémité de la galerie. Nous relevons les coordonnées avec le GPS ce qui est aisé puisque nous nous trouvons au milieu d'un champ.

Par triangulation, le point est localisé.

Ensuite, nous avons placé le cadre récepteur à 10m de ce point et perpendiculairement au fil tendu. Par inclinaison du cadre, nous avons trouvé un angle qui, multiplié par un coefficient, va nous indiquer la profondeur à laquelle est fixée la balise. Cette profondeur est estimée entre 8,90m et 9,30m. (voir chapitres sur la radio localisation)



La lecture de l'inclinaison pour calculer la profondeur

Pour pouvoir retrouver ce point dans le champ, nous décidons de faire la topographie de surface. En partant de ce point localisé (EXT05), nous prenons la direction du bois de la doline (Az 291°), puis l'angle du bois (EXT 03) qui est bien caractéristique et rejoignons la station d'entrée (GE00). Nous avons parcouru 109,95m en 4 visées. Nous pourrions donc connaître les coordonnées du point d'entrée GE00.



les mesures de direction et de pente avec le Topochaix

Quelques uns retournent débrancher la balise. A leur sortie, nous décidons de casser la croûte tous ensemble.

Pour l'après-midi, deux équipes sont organisées. La première continuera la topographie de la galerie d'entrée (GE08) se dirigeant vers la galerie des planches.

La deuxième ira voir la galerie concrétionnée pour faire des photos qui documenteront la suite de la topographie.

Dans l'équipe topographe, encadrée par Daniel, c'est Alain qui a le carnet et qui fait le dessin. Ses coéquipiers lui donneront les mesures nécessaires au tracé du plan et du profil. Ils y passeront 1h30.

Le deuxième groupe va équiper le puits descendant vers la galerie concrétionnée. La partie la plus remarquable est celle recouverte de fleurs de gypse. Nous y avons aussi noté des plaques d'argile de dessiccation. Celles-ci peuvent avoir une épaisseur de plusieurs dizaines de centimètres. Nous prenons quelques photos et au retour croisons l'autre équipe.



Une fleur de gypse



Dessiccation d'argile

Le week-end s'achève et nous nous donnons rendez-vous dans deux semaines.

#### Résultats de la journée :

- longueur de galerie topographiée : 19,85m
- longueur topographiée en surface : 109,95m
- nombre de stations : 8 + 4
- temps de topographie : 1h30 + 0h25
- temps passé sous terre : 2h30 (équipe topo) + 2h30 (équipe photo)

#### Coordonnées en Lambert 2, Clark 80

- point de la Trémie (EXT05) : X 0882152  
Y 2244010  
Z 455m
- entrée de la doline (GE00) : X 0882075  
Y 2244055  
Z 455m

## Samedi 16 avril

### Objectifs :

- report des données avec le logiciel de topographie VisualTopo
- scan des dessins réalisés sous terre pour importation dans un logiciel de dessin
- les premières étapes de préparation au dessin de la topographie avec un logiciel de dessin
- présentation de quelques topographies réalisées en cavité (Malaval, Lozère) et en carrière (Chauffour, Oise)

Toute l'équipe se retrouve à Fontenay (94) pour apprendre la démarche de mise au net du dessin topographique. Chacun a apporté son ordinateur portable. Nous avons un scanner et un vidéo projecteur.

Notre première étape consiste à entrer toutes les données de mesure dans le logiciel de topographie. Nous indiquons les informations essentielles à compléter pour que les calculs puissent s'effectuer et qu'on puisse obtenir plan, projection... (voir chapitre VisualTopo). Nous répondons individuellement aux questions des stagiaires. Ce logiciel est étudié dans ces différentes possibilités.



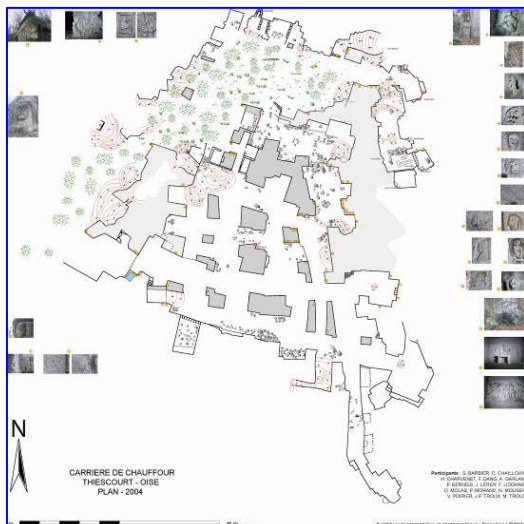
L'étape suivante a consisté à scanner tous les dessins réalisés sous terre (voir chapitre comment scanner une page dessin). Chacun de ces scans est transféré sur tous les portables pour un traitement de l'image (voir chapitre du dessin sous terre à la topographie finale).

L'importance de ce travail nous mène à 13h où le repas sera un moment d'échanges sur les expériences de chacun.

Avant de nous remettre devant les écrans, nous présentons des travaux achevés de topographie :

- la grotte de Malaval en Lozère dont la topographie présente un développement de 8 709 m, avec 1 700 visées.

Le tracé est entièrement dessiné au 1/200 et sera présenté sous la forme d'un atlas. Toute la topographie est reprise dans un quadrillage de carrés présentant 49 planches topographiques en A3. Une autre affiche présente la topographie totale positionnée sur la carte IGN. D'autres documents (coupe géologique, carte avec le tracé des failles...) permettent de mieux comprendre la formation de cette cavité (voir documents de Daniel Chailloux).



- la carrière de Chauffour dans l'Oise

La topographie montre le développement de la carrière mais surtout l'emplacement des sculptures réalisées par les soldats pendant la guerre de 14-18. Ce travail peut servir de mémoire d'un passé historique.

Les présentations de ces autres réalisations démontrent l'importance d'un travail de relevés de précision. Il ne s'agit pas seulement de reproduire un cheminement mais de permettre une analyse du secteur où elles sont effectuées. De ce travail topographique, on peut émettre des hypothèses, faire des vérifications...

Chaque stagiaire a pu poser toutes les questions sur ces réalisations et tirer des informations pour un travail ultérieur.

Nous reprenons nos travaux sur la cavité des Cavottes. Nous étudions maintenant l'importation de tous ces documents (cheminement de VisualTopo, scans des dessins) dans le logiciel de dessin. Chacun fait ses essais. Daniel et Françoise sont présents pour les aider.

Quelques petites mises en commun permettent de faire progresser le groupe. A la fin de la journée, chacun aura réussi le dessin d'une partie de la cavité.



### **Dimanche 17 avril**

Objectif : dessin final de la topographie des galeries d'entrée des Cavottes

Chacun retrouve son travail de la veille. Entrer les données topographiques, scanner la page topo du dessin, la préparer pour l'importer dans le logiciel de dessin ne semblent plus avoir de secret pour l'ensemble du groupe.

Nous entamons le travail de dessinateur à l'écran. La notion de calque, indispensable pour ce genre de travail, est abordée : calque pour le cheminement, calque pour les scans, calques pour les tracés, calque pour les textes... Chacun devra trouver sa méthode pour s'y retrouver facilement et surtout pour pouvoir modifier une épaisseur de trait, une couleur... le plus aisément possible.

La notion d'échelle est vue très rapidement avec la nécessité de mettre tous les documents importés à la même échelle. La notion de rotation est aussi montrée pour le repositionnement correcte d'un scan dessin sur le cheminement.

Les outils : plume, crayon, ciseaux, mesure... sont étudiés en fonction des besoins. Nous donnons de suite les raccourcis clavier qui permettent de gagner du temps. D'autres fonctions sont expliquées si la demande s'en fait sentir : magnétisme du point, de la grille... pour la création de l'échelle graphique. Les symboles sont employés. (voir chapitre dessin)

Dans toute cette partie, chacun progresse à son rythme et à la demande (voir dans le chapitre réalisation).





## Samedi 21 mai

Objectif : topographie d'une galerie souterraine

- présentation et utilisation d'instruments de relevé différents du premier week-end de formation
- autre méthode de pose des stations topographiques

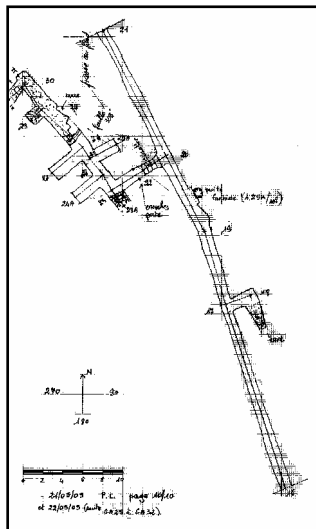
Nous avons choisi de réaliser la topographie d'une galerie souterraine près de Thiescourt (Oise). Nous voulions démontrer que ce travail de topographie peut s'effectuer dans divers milieux souterrains. Ici, nous nous trouvons dans une galerie creusée par les Allemands au cours de la 1<sup>ère</sup> guerre mondiale. En relation avec une association de sauvegarde du patrimoine, nous relevons le tracé de ce souterrain situé dans les bois.

Etant donné la configuration du lieu, nous avons été amenés à utiliser d'autres instruments ainsi qu'une autre méthode pour matérialiser les points topo.

L'utilisation de la boussole et du clisimètre Suunto a demandé un petit entraînement. Ces instruments permettent la lecture de la direction et de la pente en visant des points situés plus en hauteur. Ne pouvant matérialiser les stations topo au sol, peu ou pas de caillou sur le sol et des parois très lisses, nous accrochons au plafond un ruban portant le point et le nom de la station. Dans ce cas, nous n'avions plus besoin du décamètre pour symboliser le cheminement. Toutes nos visées de longueur ont été effectuées au laser mètre.



Pour plus de précision, toutes les mesures, direction et pente, ont été données en visée directe (dans le sens du cheminement) et en visée indirecte (sens inverse au cheminement). Elles étaient acceptables s'il y avait moins de 2 degrés d'écart. Par deux fois, nous avons dû reprendre la direction car l'écart était trop important (plus de 6°). Cela était dû à la présence de fer dans l'environnement. Ce principe de double visée permet d'éviter de telles erreurs et rend donc la topographie très précise. Les marquages sont laissés en place en fin de galeries qui pourraient être désobstruées ultérieurement.



Sur le dessin sont notés toutes les petites salles, escaliers, les encoches de porte... ainsi que les puits remontants fantasmés. Il s'agit d'une altération du calcaire qui, en se transformant, crée des cheminées de forme bien arrondie et qui se vide au fil du temps. Nous retrouvons le bouchon de terre à la base de la cheminée. Ce phénomène est très visible en de nombreux endroits de la galerie. Quelques uns ont dû être sécurisés.

A chaque station topo, nous relevons les largeurs gauche/droite perpendiculairement au cheminement et les hauteurs haut/bas verticalement à la station. Ces données restant assez identiques confirment la régularité du creusement de cette galerie.

Pour ce tracé, nous avons employé des feuilles A4 de papier millimétré. Ce milieu étant sec et la galerie assez rectiligne, ces feuilles ont parfaitement convenu pour le travail de dessin.

La soirée a été consacrée au report des points topo sur l'ordinateur avec le logiciel VisualTopo que nous avons étudié au 2<sup>ème</sup> week-end de formation. Chacun a pu se remettre en mémoire les étapes à ne pas omettre pour obtenir le squelette du cheminement (voir chapitre sur VisualTopo). Nous avons pu comparer le résultat obtenu avec le tracé du plan réalisé sous terre.

Ne pouvant reporter ce plan sur la carte puisque nous ne connaissions pas les coordonnées d'entrée et que celles-ci ne pourront pas être relevées avec le GPS car positionnées sous un couvert végétal, un de nos objectifs du lendemain est déterminé : faire une topographie de surface de l'entrée à la bordure du bois puis à la route.

*Résultats de la journée :*

- longueur de galerie topographiée : 236,42m
- nombre de stations : 33
- temps de topographie : 5h45

**Dimanche 22 mai**

Objectifs :

- Finir de topographier la galerie commencée la veille
- Faire la topographie de surface pour positionner l'entrée de la galerie
- Topographier la galerie inférieure (galerie du sable)

La topographie des galeries souterraines est poursuivie selon la même méthode que la veille : visée directe et inverse pour les pentes et les directions, mesure des longueurs avec le laser mètre, placement des points topo accrochés au plafond. Le dessin est toujours réalisé sur une feuille A4 de papier millimétré à l'échelle de 1/200 (1cm représente 2m sur le terrain).

Nous placerons 19 stations supplémentaires dans la galerie principale. Nous notons toutes les sorties obstruées dont certaines seront visibles en surface. Nous nous arrêtons à la station GA40 située au début du tas de terre qui bouche la suite de la galerie. Nous laissons en place le point topo car cette partie doit être désobstruée la semaine prochaine par l'association de sauvegarde du patrimoine. Nous y continuerons la topographie ultérieurement.



Nous réaliserons la topographie de surface depuis l'entrée de la galerie (GA01) vers le chemin d'accès à travers le bois. Là aussi, la direction a du être reprise car la porte en fer déroutait l'aiguille de la boussole. A l'entrée du chemin (SUR06), nous relevons les coordonnées au GPS mais les satellites jouent un peu à cache cache. Nous continuons le cheminement le long du bois pour atteindre la route. De nouveau, nous reprenons des coordonnées au point SUR13. Au report, ces coordonnées ne nous sembleront pas bien fiables. Nous avons longé le milieu de la route sur 160m en relevant la direction.

Les estomacs commencent à nous rappeler à l'ordre et nous nous installons en bordure du bois pour pique niquer. Mais avant d'entamer le repas, un agrandissement de la carte IGN est sorti pour tenter de localiser le cheminement que nous venons de réaliser autant sous terre qu'en surface. Les feuilles de dessin topo sont raccordées pour mieux se rendre compte du développement réalisé. Après divers constats : la sortie menant de l'autre côté de la route semble encore loin, où sont les autres entrées aperçues... nous apprécions notre repas.

Nous décidons de prospecter dans les bois à la recherche de ces différentes sorties entrevues sous terre. C'est en entrant dans l'une d'elles que Daniel, Arnaud et Françoise progressent dans une galerie qui passe sous la route et ressort dans le bois en face. Nous apprendrons le soir que nous nous trouvons très proche de la partie où nous avons arrêté notre topo du matin. Cette galerie présente trois niveaux et de nombreux diverticules dont certains menaient à une sortie maintenant

obstruée par un glissement de la terre. Nous en baliserons trois pour pouvoir les retrouver à une autre venue. Nous y avons passé facilement 2h30.

Nous avons aussi quelques informations sur les carrières indiquées sur la carte.

Curieux de tous ces nouveaux renseignements, nous voulons entrer les données sur l'ordinateur. Installés en bord de chemin, nous complétons notre travail de la veille. Françoise dicte les mesures pendant que les autres tapent sur leur clavier. Seul, José profitera de ce moment pour faire quelques photos numériques.



La fin de journée se terminera par la topographie de la galerie du sable. C'est une galerie inférieure qui arrivait dans la carrière de la Botte, située à proximité. Nous pouvons supposer que c'est par cette carrière que la galerie a du être creusée. La pente de sable semble avoir servi à faire remonter des charges. Nous reprenons à la station GA03 pour placer la GA41et terminons à GA61. Nous sommes descendus de 25 mètres.

#### *Résultats de la journée :*

- longueur de galerie topographiée : 232,47m
- longueur topographiée en surface : 302,55m
- nombre de stations : 54
- temps de topographie : 5h30 (dont 0h45 en surface)
- temps passé sous terre : 5h30
- temps de prospection : 2h30 (dont 0h45 passé sous terre)

#### **Prolongements du stage topographie**

Le travail de recherche sur les galeries souterraines à Thiescourt (Oise) s'est prolongé le samedi 28 mai. Des stagiaires ayant suivi cette formation ont entraîné de nouvelles personnes (Patrick, Sylvie, Jean Philippe et Magali) dans cette activité de topographie.

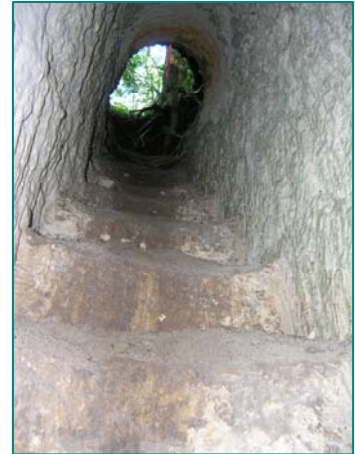
Le matin a été consacré au repérage de toutes les entrées avec l'aide d'un des membres de l'association de sauvegarde du patrimoine. A l'ouest de la route, 11 entrées ont été repérées. Certaines sont impénétrables par la surface (entrée B06 au niveau des restes du blockhaus), d'autres ont un prolongement assez réduit (entrée 10). Quelques unes permettent un cheminement plus important (entrée 07 à la station B03 qui communique avec la galerie déjà topographiée et qui se prolonge à l'opposé de la route) ou pourraient rejoindre la galerie principale après une désobstruction (entrée en prolongement de la station GA15).



A l'est de la route, 4 entrées sont notées. Celle qui s'ouvre par une petite doline et qui descend en pente pour arriver sur un petit puits nécessitant une corde porte la station B00. Une autre a été repérée un peu plus loin à gauche du chemin. Elle s'ouvre par une descenderie et donne dans la galerie intermédiaire de celle traversant sous la route. Les parois sont dans un calcaire plus déchiqueté et présente une forme plus en ogive. Une de ces entrées est un puits de 3,50m. La quatrième est celle par laquelle nous étions sortis la dernière fois. Elle débute par un escalier aux marches très irrégulières puis s'abaisse avant de se retrouver dans une petite salle.

L'après-midi, nous avons réalisé une topographie de surface pour localiser toutes ces entrées et trouver un point où le GPS pouvait capter suffisamment de satellites pour nous donner la position.

Nous avons donc relié par un cheminement les quatre entrées qui se situent du même côté de la route. Nous avons commencé par celle qui nécessite une corde en nous dirigeant vers le chemin de terre (A03) puis en rejoignant le milieu de la route (A08). Puis, nous sommes repartis de la station sur le chemin de terre pour cheminer vers les autres entrées (A19 : la descenderie ; A24 : le puits ; A27 : l'escalier).



Nous avons essayé de réaliser le même travail sur la partie de l'autre côté de la route. Là, les broussailles sont beaucoup plus importantes et entravent la progression. Nous avons donc commencé par la bordure du champ qui présente, sur la carte, une ligne droite avec un angle bien marqué (station topo B01). Par ce point, nous avons donc réussi à rejoindre 3 autres accès de galerie (B03 : entrée avec le piquet de fer et qui rejoint la sortie à l'opposé de la route ; B06 : le blockhaus dont l'entrée n'est pas pénétrable ; B09 : entrée basse menant dans une petite salle remplie de rondins de bois).

Nous avons également vu les deux carrières indiquées sur la carte. L'une d'elle est assez envahi par la végétation et par une entrée sous la falaise, on accède à un puits. L'autre est plus dégagé mais présente peu d'intérêt, seule une entaille dans la paroi montre le volume des blocs de calcaire qui pouvaient être extraits.

*Résultats de la journée :*

- longueur topographiée en surface : 432,60m
- nombre de stations : 40
- temps de topographie : 4h15
- temps passé sous terre : 0h45
- temps de prospection : 1h30 (dont 45mn sous terre)

Nous envisageons de poursuivre ce travail sur quelques jours au mois de juillet et certainement plusieurs week-ends jusqu'à la fin de l'année. Nous communiquons régulièrement notre travail à l'association qui sauvegarde cette mémoire de la guerre de 14-18.

**Françoise Lidonne**  
juin 2005

## La topographie souterraine

Pourquoi la topographie ?

L'organisation d'une équipe topo

Utilisation des instruments : laser mètre, compas, clinomètre

Utilisation du carnet de topo et du rapporteur

Les stations topo

Le dessin sous terre

Collecte des données sur pc

Numérisation et logiciel

### Pourquoi la topographie ?

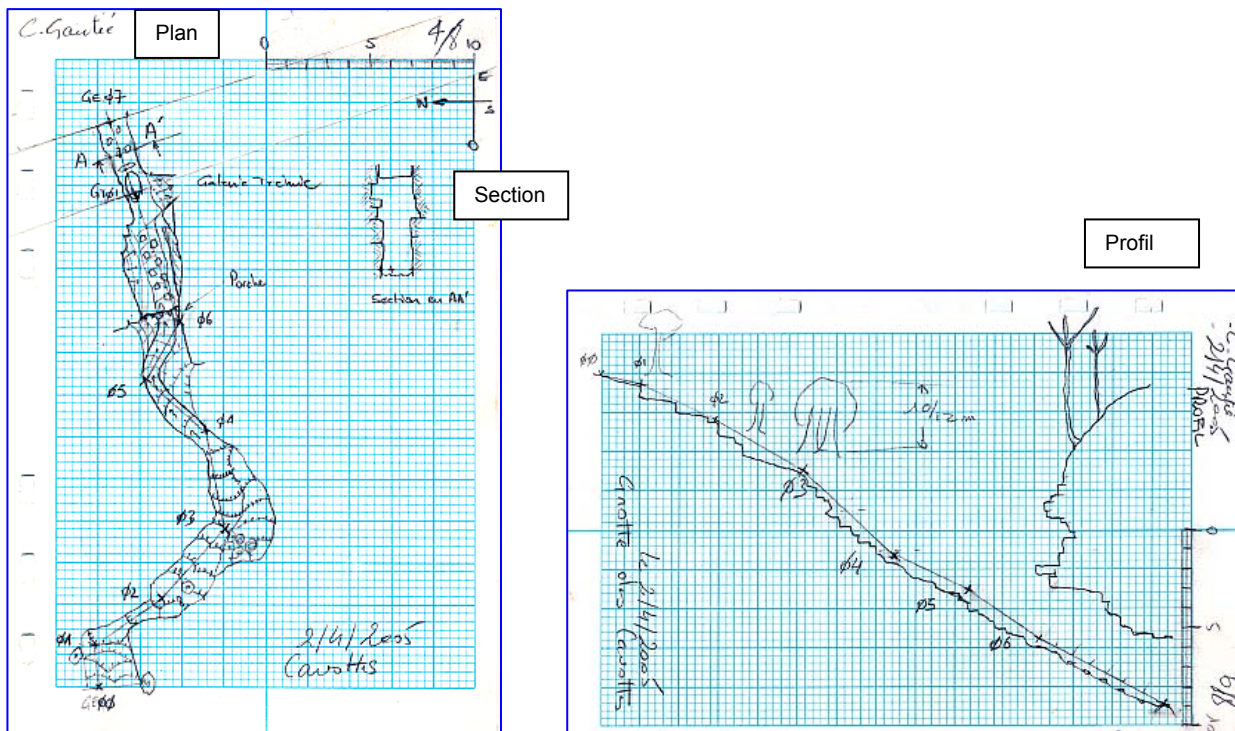
Une topographie de précision va permettre de localiser des points caractéristiques de la cavité : failles, départs d'une galerie, remplissages, creusements, concrétionnements... Elle mentionne toutes les observations morphologiques, géologiques, biologiques... qui seront faites au cours de l'étude de la cavité. Elle doit permettre, par report en surface, de repérer divers indices qui pourront compléter cette étude : pertes, dolines...

### L'organisation d'une équipe topo

Une équipe topo se compose de plusieurs personnes. Trois équipiers semblent être un bon nombre. Leur travail consiste à effectuer des relevés de mesure (longueur, direction, pente) et à réaliser le dessin (cheminement et habillage) à une échelle prédéterminée. Le dessin présente le plan et le profil exacts de la cavité ainsi que les sections de galerie aux points les plus caractéristiques.

*Cheminement* : ligne brisée dont les intersections sont les stations. Ce cheminement est le squelette de la cavité qui prend en compte les mesures de longueur, de direction (angle par rapport au nord magnétique) et de pente (angle par rapport à l'horizontale) entre deux stations consécutives.

*Habillage* : contour de la galerie qui sont dessinés grâce aux données des mesures intermédiaires entre les stations et aux stations mêmes. Ce sont les mesures de largeur gauche/droite à partir du cheminement pour le tracé du plan et des hauteurs haut/bas pour le dessin du profil de la cavité.



Pour cette réalisation, l'équipe va devoir s'organiser pour effectuer les différentes tâches. Le mode opératoire peut varier en fonction du nombre de personnes, du matériel utilisé, du type de cavité (galerie boueuse, méandre...) mais les étapes restent identiques.

Nous avons choisi de nous répartir sur trois postes :

Le 1<sup>er</sup> équipier est celui qui chemine toujours en tête. Il va choisir les stations à placer. Celle-ci doit être visible de la station précédente sans qu'aucun obstacle gêne la lecture de la longueur. La tension du décamètre est un bon moyen de vérification. Cette station doit être placée de manière que l'équipier qui effectue les mesures puissent le faire sans difficulté. Donc, pas de station située trop en hauteur où on ne peut s'y placer pour lire le compas. Eviter de choisir une station collée en paroi où celui qui lit les instruments ne peut y placer la tête... Cette station doit faciliter le départ vers la station suivante. Il est préférable de choisir les stations dans l'axe moyen de la galerie. Dans certains cas, il peut être judicieux de mettre une station sur un ruban accroché en hauteur. Une station sera placée à un croisement pour favoriser la reprise du cheminement dans une autre galerie. On fera de même si on perçoit un départ éventuel.

Cet équipier doit, parfois, observer la suite du cheminement pour effectuer le meilleur choix pour poser la station. Cette station, extrémité d'un segment du cheminement, doit être un point précis et matérialisé sur le terrain. Un numéro y sera placé et sera fort utile pour une reprise ultérieure. Nous laissons donc en place une marque, ruban de couleur, portant le numéro de la station et son emplacement exact.

Cet équipier donnera les mesures des largeurs et hauteurs dans l'ordre exact d'écriture dans le carnet, pour rendre la prise de notes plus aisée : largeur gauche, largeur droite, haut, bas. Chacune de ces mesures sont prises à partir du point topo. Les mesures de largeur sont données perpendiculairement au cheminement. Pour mesurer au laser mètre, il faut mettre le bout du laser sur la station.



Mesure laser à gauche de la station

Ruban accroché en hauteur, point de la station à la base du ruban



Le 2<sup>ème</sup> équipier a pour rôle de prendre les mesures de direction et de pente. Il est placé à la station précédente et lit en direction de la dernière station placée (visée directe). Si les mesures s'effectuent vers la station précédente, il s'agit d'une visée indirecte. Ne pas oublier de le noter sur le carnet de relevés, aux risques de surprise au moment de l'entrée des données dans le logiciel. Cet équipier donnera également des mesures intermédiaires entre les deux stations. Ces mesures de largeur, toujours prises perpendiculairement au cheminement, peuvent être données tous les deux mètres ou à des points plus particuliers afin de faciliter le travail du dessinateur. Les hauteurs prises verticalement à la station et en cours de cheminement facilitent le dessin du profil de la galerie.

Il donnera aussi des directions de fissure/faille, de longueur dans le prolongement du cheminement quand la galerie fait un coude... toutes les observations utiles à noter sur le dessin de la topo.

Une mesure de longueur est donnée dans le prolongement du cheminement.





La longueur entre deux stations peut être mesurée à l'aide d'un décamètre ou d'un laser mètre. Chaque instrument a ses avantages et ses inconvénients.

Le décamètre positionné sur le cheminement permet d'indiquer à quelle distance de la station d'origine on effectue les mesures intermédiaires de largeur. De plus, la matérialisation de ce cheminement aide pour prendre les largeurs perpendiculairement. Ce sont ces mesures qui facilitent la réalisation du dessin. On perd donc cette précision si on utilise uniquement le laser mètre.

Par contre, le laser mètre est plus précis pour les longueurs puisque n'intervient plus la tension du décamètre (celui-ci fait toujours une légère flèche). Il est également bien pratique pour les mesures des hauteurs qui sont parfois difficilement appréciables.

Une association des deux instruments peut être un bon choix.

Le compas sert à mesurer les directions. Plusieurs instruments existent. Pour ce 1<sup>er</sup> week-end, nous avons utilisé le topochaix (le suunto a été utilisé pour le 2<sup>ème</sup> week-end de formation). Le topochaix, placé tangent au décamètre, permet d'obtenir une bonne précision de mesure. Toutefois, il faut être vigilant sur la bonne tenue de l'instrument : boussole bien horizontale et bien stabilisée pour la lecture, coins de l'instrument bien tangents au décamètre. La lecture doit se faire en étant à la verticale du compas.



Selon la pente, on peut être amené à tenir le compas de manière inversée. Dans ce cas, il faut lire les nombres à l'intérieur de la rosace pour être toujours en visée directe. La base des chiffres est vers le lecteur. Evitez de faire des calculs de mesure qui pourraient entraîner des erreurs.

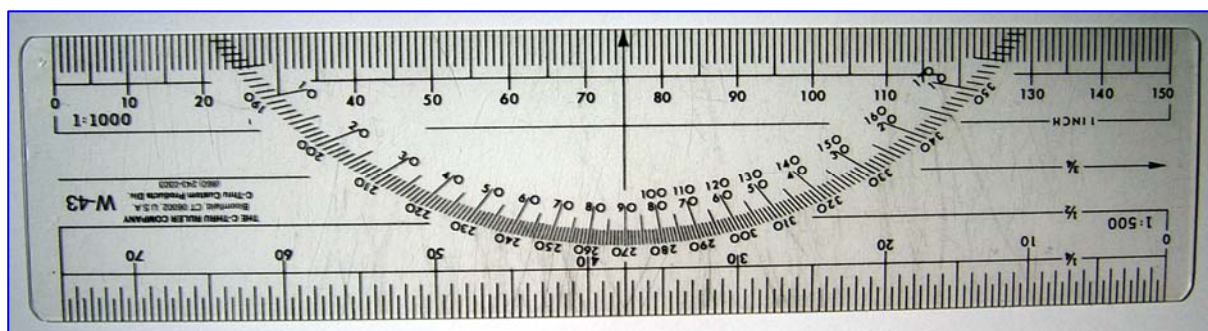
Avant de commencer les relevés, précisez l'unité de mesure (degré ou grade). Il est préférable de conserver la même unité pour toute la réalisation de la topographie qui peut demander de nombreuses séances de relevés.

Le clinomètre va mesurer les pentes. Plusieurs instruments sont utilisables. Nous avons choisi le topochaix. Compas et clinomètre sont sur le même instrument. Pour la mesure de la pente, nous plaçons le clinomètre verticalement sur le décamètre. Celui-ci doit être très tendu pour éviter une flèche qui fausserait légèrement la mesure. Le système, avec blocage de l'aiguille, permet une lecture aisée de la pente. Attention aux unités choisies et à bien préciser le signe + ou - surtout quand la pente est faible et donc difficilement appréciable par celui qui note les mesures.



### Utilisation du carnet de topo et du rapporteur

La règle rapporteur est indispensable pour tracer le dessin en respectant les différentes mesures : longueurs à l'échelle choisie, angles de direction et de pente. Ce rapporteur que nous avons utilisé a des graduations en degré d'où l'importance de faire les mesures dans cette même unité. Attention à bien utiliser le bon côté de la règle selon l'échelle que nous avons retenue. (dans notre travail, l'échelle est de 1/200<sup>ème</sup> : 1cm = 2m)





## Le carnet topo

Notez sur la 1<sup>ère</sup> page le nom de la cavité, les noms des participants, le temps de topo réel qui est différent du TPST (Temps Passé Sous Terre), les références des appareils de mesure, les unités de mesure et autres commentaires : cette page constitue le compte rendu de topo.

Tournez la page.

Destinateur : C. Gauthier  
Date : 21/4/2005  
Page : 2 de 2

Station	Fédération Française de Spéléologie			Largeur		Hauteur	
	Longueur	Azmut	Pente	gauche	droite	haut	bas
GE00	2,06	a 83	a -12	0,6	2,1	-	0
GE01	4,1	a 144	a -25	0,6	2,45	-	0
GE02	5,09	a 131	a -28,5	0,8	1,1	-	0
GE03	6,33	a 80	a -43	1,8	1,3	-	0
GE04	4,17	a 40	a -25	1,8	0	-	1,5
GE05	4,40	a 120	a -30,5	0	1,8	-	1,7
GE06	7,32	a 70	a -28	1,2	0	-	1,4
GE07	5,15	a 72	a -26	30	9	3,6	1,3
GE08	6,09	a 70	a -18	1,61	1,7	5,6	1,1
GE09	8,74	a 27	a +02	1,35	10,6	7,3	
GE10	3,80	a 60	a +30	1,5	7,5	15	7,6
GE11	3,03	a 29	a +29	1,53	1,87	4,9	1,10
GE12	2,32	a 92	a +20	1,62	1,67	2,7	1,10
GE12	62,60m	Longueur topographique		1,35	5,0	2,4	1,10

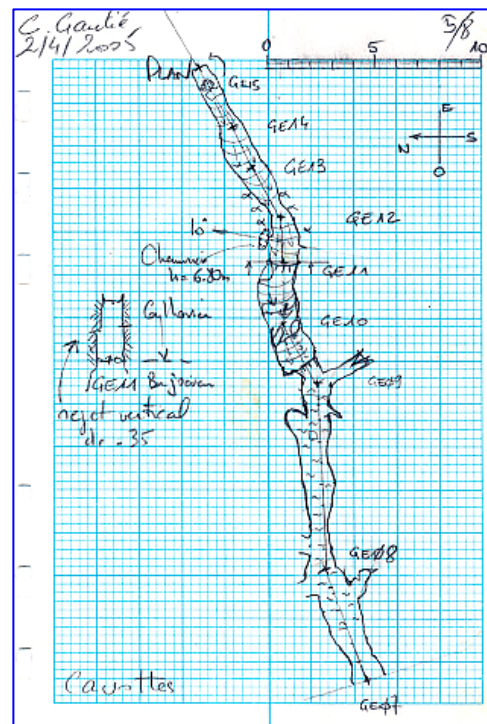
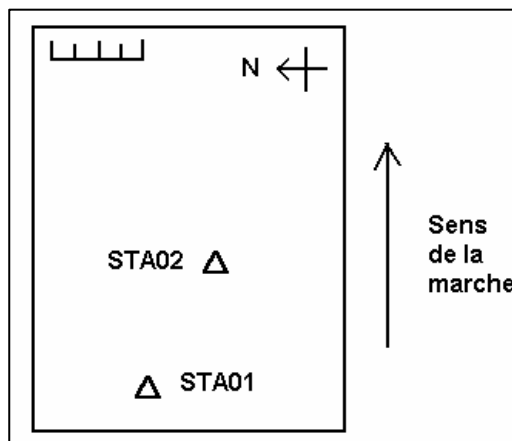
Destinateur : C. Gauthier  
Date : 21/4/2005  
Page : 1 de 2

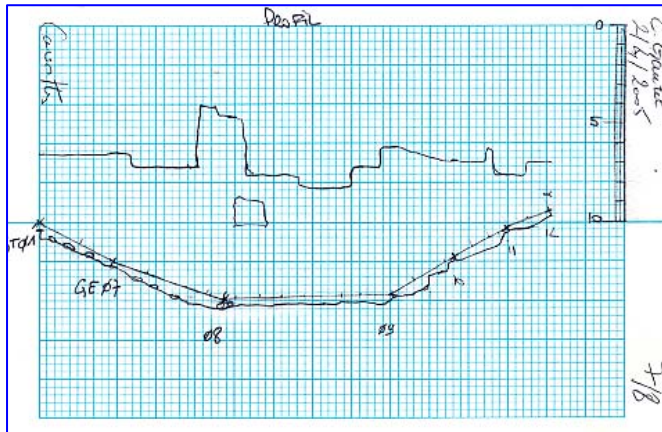
### Fédération Française de Spéléologie

Cavité : Grotte des Cavettes  
Date de saisie des données :  
Zone dans la cavité : Zone + Cavité Entrée  
Date de la topographie : 05 AVR 2005  
Objectifs : TOPO  
Référence de la topographie : GE (Galerie Entrée)  
Str. Origine :  
Stations utilisées : GE00 GE01 - 15  
Destinateur : C. Gauthier  
Instruments : D. CHAILLOU / A. GUILHAUD  
Dynamètre : A. GUILHAUD / D. CHAILLOU  
Environnement :  
Autre :  
Unité de mesure :  
Long. : m Az : ° Pente : °  
N° Compas : CHAIX DC + L. BIERE  
Echelle : 1/200  
N° Caisimètre : CHAIX DC + L. BIERE  
Temps passé sous terre : 4h45  
Temps de topographie : 4h45  
Date et heure d'entrée dans la cavité : 2 AVR 2005 16h15  
Date et heure de sortie de la cavité : 2 AVR 2005 19h00  
Notes :  
GE : galerie entrée  
Longueur topographique ce jour : 70,44m

Le tableau de la page de gauche va contenir les paramètres des visées : les stations topo, la longueur mesurée, la direction, la pente et les dimensions de la section de la galerie à la station. Ces paramètres permettent de tracer le plan et le profil de la cavité. Chaque station peut être définie par un repère alphanumérique. Ici nous avons choisi « GE » pour Galerie Entrée. La suite des stations commence par GE01, puis GE02, etc.

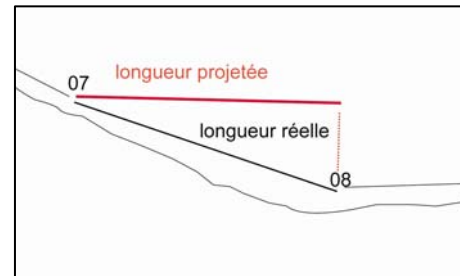
La page de droite est quadrillée. Sur chaque page nous reportons le numéro de page, une croix cardinale (le Nord n'est pas nécessairement en haut de la page), et l'échelle graphique. La cavité va être dessinée afin que le sens de la marche corresponde à la lecture de bas en haut de la page. Ici le cas s'y prête bien car la galerie est longiligne.





Nous dessinons le profil de la galerie au cours de la progression. Il apparaît donc les mesures du bas et du haut à chaque station mais également les irrégularités du sol ou du plafond entre chaque station.

Ce profil est très utile pour le calcul des longueurs projetées quand la pente est supérieure à 10 degrés. C'est cette longueur projetée qui est reportée sur le plan.



### Les stations topo

Le GPS peut donner les coordonnées de l'entrée quand les satellites ne jouent pas à cache-cache et que le terrain est suffisamment dégagé. Sinon se reporter à la carte IGN. Avec ces coordonnées d'entrée, chaque point topo aura ses coordonnées correspondantes sur la surface. Parfois, une topographie de surface va permettre de mieux situer certains points caractéristiques et compléter donc la topographie de la cavité. De plus, la connaissance des coordonnées donne la possibilité de fusionner, avec le logiciel VisualTopo, la topographie de plusieurs cavités. Cette fusion donne une vue d'ensemble d'une zone sur un massif.

Reprenons les stations topo qu'elles soient sous terre ou en surface.

Les premières mesures topo sont relatives à la visée, entre la station GE00 et la station suivante GE01 :

- la longueur de la visée : à l'aide du décamètre.
- l'azimut de la visée : à l'aide du compas.
- la pente de la visée : à l'aide d'un clinomètre.

Ensuite, différentes mesures sont relevées entre la station 00/01 et les parois de la cavité perpendiculairement et à l'horizontale de la station 01, puis verticalement vers le haut et le bas de la station.

Des mesures entre les stations sont prises de manière identique, perpendiculairement ou verticalement au cheminement. Ainsi, le long de la visée, matérialisée par le décamètre toujours en place entre les stations 01 et 02, nous relevons les points remarquables : élargissement et rétrécissement de la galerie, renforcement, un point bas du plafond, un gour, une coulée de calcite, un bloc, etc... Toutes ces indications sont nécessaires pour la réalisation du dessin (plan et/ou profil) et pour la nomenclature de la cavité.

Chaque station topo sera repérée par une marque (par exemple : ruban plastifié qui se coupe à la main) portant le nom de la station. La numérotation peut être continue mais pour des galeries annexes une lettre peut être ajoutée (exemple : GA 35, GA35A, GA35B...)

Attention dans la page de relevés des données aux reprises de stations : il s'agit de reprendre à des stations déjà en place et déjà notées dans le carnet.

Station de GT04 à GT05, les cotes sont données en GT04 et en GT05

Reprise à la station GT04 vers GT06, pas de cote à la station GT04 connue déjà précédemment

Reprise à la station GT07 (donc pas cote à indiquer) vers GT09

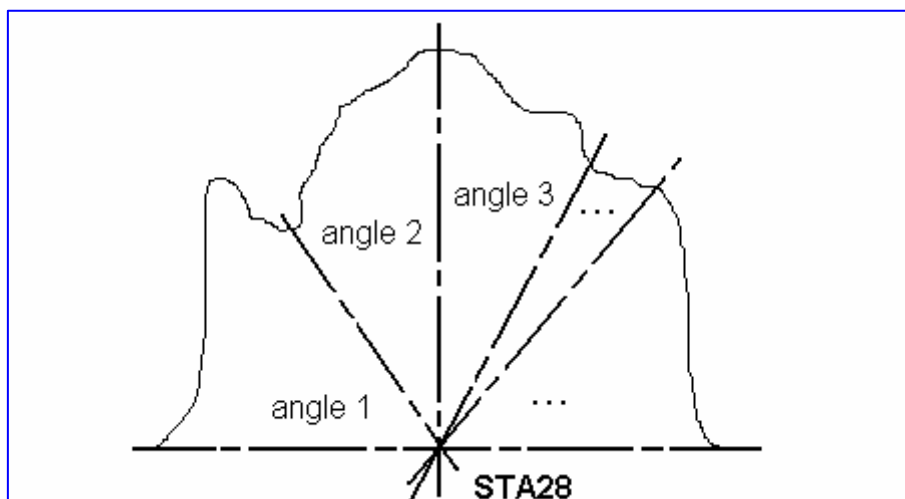
Il est judicieux de barrer les cases qui ne sont pas à utiliser, cela évite des erreurs dans les lignes de prise de notes.

Dessinateur : \_\_\_\_\_ Page : 2 de 8  
 Date : 2/04/05.

Station	Fédération Française de Spéléologie			Largeur		Hauteur	
	Longueur	Azimut	Pente	gauche	droite	haut	bas
GT01	4,39	di. 154 in.	di. -2,5 in.				
GT02	6,15	di. 180 in.	di. -34 in.	3,02	1,05	2,44	0,25
03	6,20	di. 107 in.	di. -24 in.	1,93	2,34	4,11	0,20
04	4,80	di. 74 in.	di. -4 in.	2,36	→ 5,27	0,15	
05		di. // in.	di. // in.	0,84	0,56	6,16	0,6
04		di. // in.	di. // in.				
06	13,25	di. 193 in.	di. +1 in.				
06	5,02	di. 103 in.	di. -13 in.	← 2,16	10,74	1,13	
07	6,13	di. 94 in.	di. -1 in.	0,78	1,21	10,91	0,25
08		di. // in.	di. // in.	0,25	0,63	4,74	0,25
07		di. // in.	di. // in.				
09	3,75	di. 142 in.	di. -0,5 in.				
09	7,50	di. 237 in.	di. +1 in.	→	→	11,8	0,23
10	8,55	di. 249 in.	di. 0 in.	0	1,74	11,38	0,53
11	1,85	di. 116 in.	di. -09 in.	→	1,65	11,26	0,34
12	67,53	Longueur topographiée		0	→	11,57	

D'autres relevés pourraient être nécessaires en oblique pour tracer la section de la galerie à la station considérée ou à un point caractéristique du cheminement. La position de cette section sera mentionnée sur le plan (voir page 13).

Section de la cavité à la station STA28 (exemple)



Nous utilisons ici : le topochaix, pour la mesure de la pente (le tenir bien vertical)  
 et le laser mètre, pour la mesure de longueur de la station aux points de la section.

Il peut être judicieux d'avoir les deux instruments positionnés l'un avec l'autre pour conserver le même point choisi pour les deux mesures.

## Le dessin sous terre

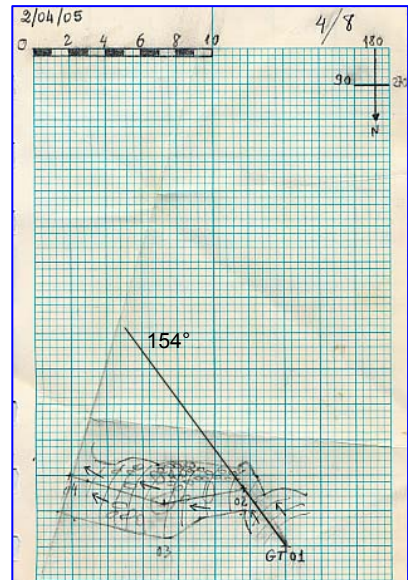
Une fois l'échelle déterminée, le dessin de la cavité (plan, profil et sections) est effectué au cours de la progression. Plus le dessin est précis et propre, moins il y aura de travail pour le report. Plan, profil et sections sont dessinés à la même échelle.

On commence par indiquer l'orientation choisie (dans l'exemple, le nord est placé vers le bas de la page). Elle doit nous permettre un dessin plus aisé sur la page. Puis, il faut dessiner l'échelle graphique.

Pour le dessin du plan, on place la station au mieux sur la feuille. Une idée de la configuration de la suite de la galerie aide à se positionner sur la page quadrillée.

De la station marquée, on trace la direction donnée en utilisant le rapporteur. Attention à bien lire les graduations et si besoin se repérer à la croix cardinale pour s'orienter. On note parfois quelques erreurs dans ces tracés.

Sur cette droite, on indique la longueur donnée (longueur projetée quand il y a une pente) en utilisant la règle graduée avec l'échelle que nous nous sommes fixés. Une petite croix va indiquer la nouvelle station. On gomme le trait en trop. Choisir un porte-mine de pointe 0.5 avec une gomme à son extrémité. Ce crayon est toujours attaché à un anneau du carnet.



On obtient le squelette du cheminement. Il reste à dessiner les parois de la cavité. L'aide est apportée par l'équipier qui donne les mesures intermédiaires (largeur gauche, largeur droite). Celles-ci sont toujours prises perpendiculairement au cheminement. On indique la cote (exemple : à 2m, à 5m de la station).

Le dessinateur se place dans le sens du cheminement et en arrière des co-équipiers qui donnent les mesures. Cela lui permet de mieux observer les points choisis et de dessiner au fur et à mesure sur sa feuille. Toujours dans sa progression, il va dessiner ce qu'il voit au sol. Parfois des mesures complémentaires lui seront nécessaires : longueur d'un bloc, début d'un remplissage, arrivée d'eau... Toutes ces mesures et ces détails sont bien sûr reportés à l'échelle choisie. Le quadrillage et les graduations de la règle nous aident dans ces tracés.

D'autres signes sont placés : courbes de niveaux avec flèches, argile, eau, concrétions... Le nom des stations est écrit en dehors du dessin pour éviter de le surcharger.

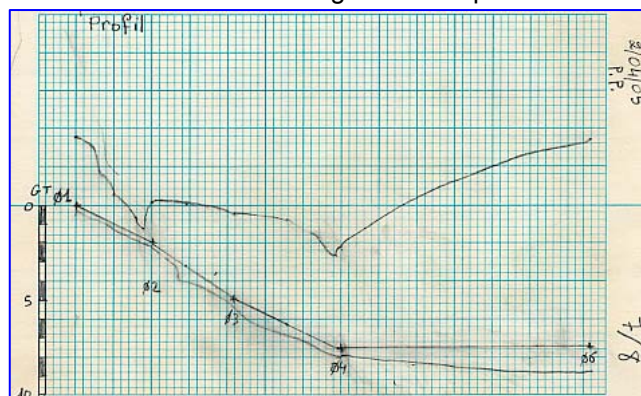
Le même travail est recommencé entre chaque station. Donc autant d'angles que de distances nécessaires sont relevés puis reportés sur le papier quadrillé du carnet.

A certains endroits, il peut être intéressant de dessiner une section de la galerie : détails géomorphologiques, géologiques...

Le profil que nous dessinons au cours de la progression est une coupe développée où chaque tronçon conserve sa longueur. Nous avons donc besoin des mesures de longueur et de pente.

Placer la 1<sup>ère</sup> station à gauche de la feuille. Là aussi, le positionnement sur la page va dépendre de la suite de la galerie (horizontale, descendante... de la variation de la hauteur du plafond...).

Avec le rapporteur, on va indiquer l'angle de pente, attention aux signes donnés +/- . On trace cette droite sur laquelle on va marquer la longueur réelle mesurée à l'échelle choisie.



On place les mesures haut/bas et on dessine ce qu'on voit : découpe du plafond, abaissement..., ressaut... On peut aussi noter les concrétions, draperies,...., éboulis, marmite...

### Pour raccorder deux feuilles

Une page quadrillée est insuffisante pour réaliser la séance topo, il sera donc nécessaire de raccorder des pages. En fin de séance, on pourra toutes les juxtaposer pour lire la topographie réalisée.

Méthode utilisée pour raccorder deux pages :

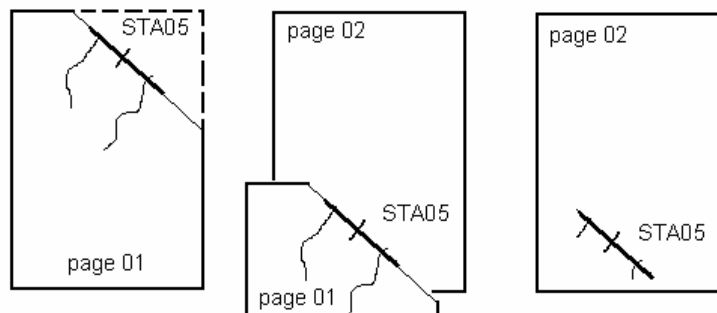
Plier la page terminée par le haut perpendiculairement à la dernière visée.

La placer sur une nouvelle feuille en faisant bien coïncider les carreaux.

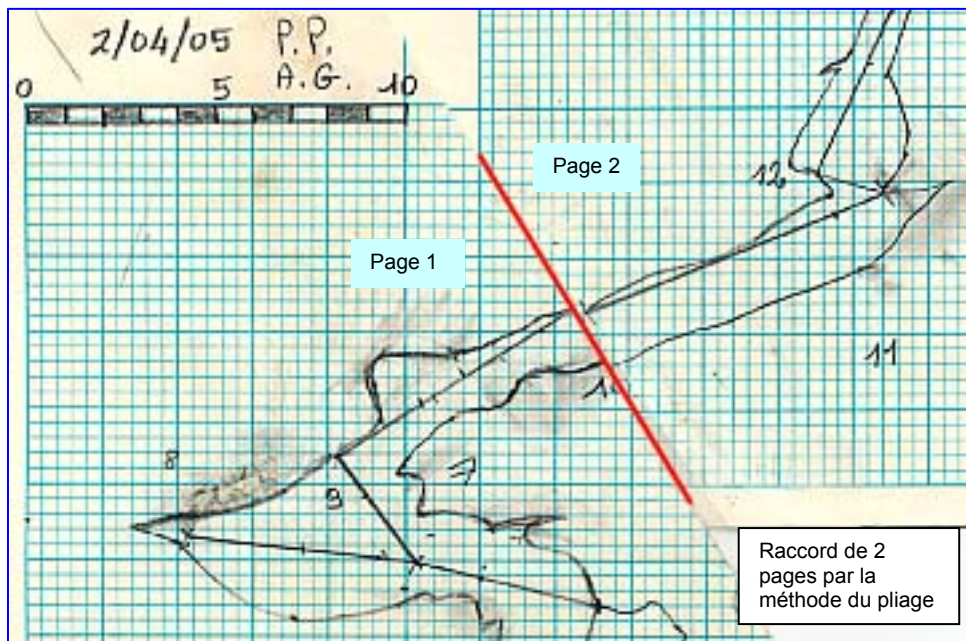
Reporter en bas de la page suivante la ligne de pliage, la station, ci-dessous STA05, et ses 2 points droite et gauche.

Ne pas oublier de reporter l'orientation et l'échelle sur cette nouvelle page.

En fin de séance topo, pensez à numéroté et à dater toutes vos feuilles.



### Exemple de deux pages raccordées sous terre



## **Collecte des données sur pc**

Si le travail sur le terrain est terminé, maintenant va commencer une longue phase de report et de dessin sur l'ordinateur. Les différentes étapes de ce travail sont développées dans le chapitre suivant. Nous ne vous donnons ici qu'un bref aperçu de ce qui vous reste à faire.

### Visual Topo

Saisir les paramètres des stations, sans oublier de saisir sur la 1<sup>ère</sup> ligne la première station. Visual Topo génère le plan, la coupe développée et projetée, la vue 3D et d'autres vues.

Pour en savoir plus, télécharger la dernière version de Visual Topo V4.9 : <http://vtopo.free.fr>

Il est également possible d'exporter le cheminement (en DXF) vers des logiciels graphiques justement pour y ajouter des détails et des notes complémentaires.

## **Numérisation et logiciel**

On peut utiliser entre autres Adobe-Photoshop pour reprendre les images scannées des pages quadrillées. Puis, reprendre ensuite dans Adobe-Illustrator par exemple les fichiers générés par Visual Topo ou Photoshop.

### Adobe Photoshop

Scanner le dessin de chaque page quadrillée. Scanner en mode N/B – texte et mode trait à 300 dpi. Effacer les détails inutiles et contraster les parois de la cavité. Conserver le quadrillage sans pour autant qu'il domine par rapport aux parois. Ajuster si nécessaire l'axe vertical réel du document avec le quadrillage en appliquant une rotation automatique au document scanné : la correction va être de quelques dixièmes de degrés. Chaque page est enregistrée dans un fichier distinct, mais tous les documents sont à la même échelle pour l'assemblage ultérieur. Le fichier enregistré en .TIF pèse environ 30 à 40 Ko.

### Adobe Illustrator

C'est un logiciel graphique (dessin vectoriel) professionnel. Pas forcément à disposition à la maison. Mais vous pouvez chercher un logiciel qui propose les fonctionnalités utilisées ci-dessous.

Il permet d'assembler les documents correspondant aux pages unitaires quadrillées et donc de générer le plan de la cavité.

L'assemblage se fera par juxtaposition aux marques de pliage. C'est très facile et magique !

La version 10 d'Adobe Illustrator permet d'importer des fichiers DXF provenant de Visual Topo. Ainsi on importera le squelette de la cavité qui servira de guide pour assembler les pages de dessin.

### Dimension du plan et intérêt du logiciel

Illustrator version 10 permet de gérer une feuille virtuelle de 5 x 5 m. Certes pas facile à imprimer, mais nous avons ainsi de la marge pour choisir l'échelle du plan. Nous imprimerons donc sur des feuilles A4, voire A3, que nous joindrons ensuite.

La mise en forme consistera en un jeu de patience et de ténacité pour reprendre les contours de la cavité. Ajouter les détails : rivière, blocs, gours, etc. Mettre de la couleur pour rendre la lecture plus attrayante et plus claire.

Y a plus qu'à ! Outre se procurer ce genre de logiciel, les nombreuses fonctionnalités et outils vous permettront de revivre la cavité comme si vous y étiez. Mais ceci demande des heures de travail, voire des jours.

#### Notons l'outil « calque »

Il permet de travailler le graphisme par couches superposables. Vous pouvez ensuite additionner et/ou sélectionner chaque couche pour obtenir une vue plus ou moins détaillée de la cavité. Que demander de mieux ?

#### **Bibliographie et références**

Topographie souterraine de Pascal Prophete, dossier instruction février 1998 (EFS)

Carnet topo : en vente chez Expé – Spelema (http://www.expe.net) sous la référence ref 750 (16 euros)

Feuilles quadrillées (par 100) : en vente chez Expé – Spelema (http://www.expe.net) sous la référence ref 749 (17,2 euros)

**Françoise Lidonne**  
Juin 2005

## Le choix de l'échelle du dessin

par Daniel Chailloux

L'échelle du dessin (e) représente le rapport de la longueur mesurée sur le papier (l) sur la longueur horizontale réelle correspondante sur le terrain (L) :

$$e = l/L$$

Dans le domaine qui nous intéresse, la topographie souterraine, on va parler d'échelles au 1/100<sup>ème</sup>, au 1/200<sup>ème</sup>, au 1/500<sup>ème</sup> ou au 1/1000<sup>ème</sup>.

- e = 1/100<sup>ème</sup> signifie que 1cm sur le dessin correspond à 100 cm (1 m) sur le terrain
- e = 1/200<sup>ème</sup> signifie que 1cm sur le dessin correspond à 200 cm (2 m) sur le terrain
- e = 1/500<sup>ème</sup> signifie que 1cm sur le dessin correspond à 500 cm (5 m) sur le terrain
- e = 1/1000<sup>ème</sup> signifie que 1cm sur le dessin correspond à 1000 cm (10 m) sur le terrain

### Comment choisir la bonne échelle ?

Cela dépend de plusieurs critères. Tout d'abord si on a une idée du développement de la grotte et de la largeur de ses galeries, on pourra choisir une échelle 1/200<sup>ème</sup> ou 1/500<sup>ème</sup> si son développement est inférieur à 3 km.

Au 1/100<sup>ème</sup> et au 1/200<sup>ème</sup>, il est possible de reporter à l'échelle des détails décimétriques tels que les blocs remarquables ou caractéristiques qui jonchent le sol de la galerie.

### La mine de crayon !

Le choix du diamètre de la mine du crayon a aussi son importance. Les diamètres normalisés que l'on trouve couramment sont 0,5 mm et 0,7 mm.

Avez-vous déjà imaginé ce que représentait un trait de crayon sur la feuille de dessin à l'échelle 1/100<sup>ème</sup> ?

- Pour une mine de 0,7 mm :  
 $L = l/e > 0,7 \text{ mm} \times 100 = 7 \text{ cm} !$
- Pour une mine de 0,5 mm :  
 $L = l/e > 0,5 \text{ mm} \times 100 = 5 \text{ cm} !$

Un petit tableau récapitule cette réflexion :

Echelle	Mine 0,5 mm	Mine 0,7 mm
1/100 <sup>ème</sup>	5 cm	7 cm
1/200 <sup>ème</sup>	10 cm	14 cm
1/500 <sup>ème</sup>	25 cm	35 cm
1/1000 <sup>ème</sup>	50 cm	70 cm

Mais fort heureusement, une mine de 0,7 mm trace un trait plus fin que 0,7 mm d'épaisseur.

On veillera donc à ne représenter que les détails qui en valent la peine. Sur un dessin au 1/100<sup>ème</sup> ou au 1/200<sup>ème</sup>, des détails pluri-décimétriques vont pouvoir être reportés.

Des détails de 20 cm x 20 cm sur le terrain se traduiront par des symboles de 2 mm de côté au 1/100<sup>ème</sup> et de 1 mm de côté au 1/200<sup>ème</sup>.

Sur un dessin au 1/500<sup>ème</sup> ou 1/1000<sup>ème</sup>, on se contentera de relever des détails d'ordre métrique ou pluri-métriques : 1 m x 1 m = 2 mm<sup>2</sup> au 1/500<sup>ème</sup> et 1 mm<sup>2</sup> au 1/1000<sup>ème</sup>.



### **L'échelle graphique :**

La feuille de dessin devra toujours comporter l'indication de son échelle. On doit l'indiquer sous la forme d'une **échelle graphique**. Ceci est important dans le cas de reproduction à une échelle différente de l'échelle d'origine.

Cette échelle se présente sous la forme d'un segment de droite divisé et gradué de gauche à droite. Fréquemment, afin de pouvoir apprécier les fractions de divisions, on ajoute sur la gauche, un talon divisé plus finement et gradué de la droite vers la gauche.

On dira qu'un dessin est à petite échelle quand le rapport qui l'exprime est petit ( $1/10000^{\text{ème}}$ ). On dit qu'un dessin est à grande échelle lorsque le rapport est grand ( $1/200^{\text{ème}}$ ).

### **Pour conclure sur le choix d'une échelle :**

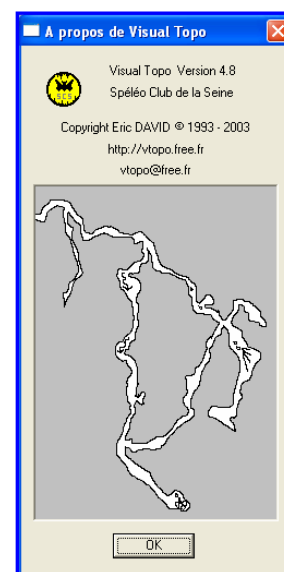
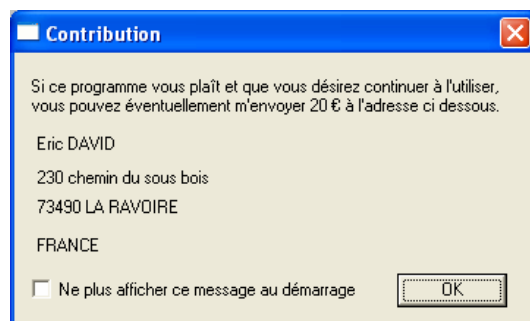
- L'échelle choisie donnera de la clarté dans la lecture du document. Tous les détails figurés doivent être lisibles.
- Elle dépendra de la surface à représenter.
- Les dimensions du document produit ne doivent pas être exagérées.
- Elle dépendra également de l'utilisation future (insertion dans un document A4, un bulletin, un atlas).

Cette notion d'échelle graphique s'applique aux plans, aux profils et aux sections des galeries de la cavité.

## Le logiciel de topographie : Visual Topo

Pour la saisie des données, nous avons choisi le logiciel Visual-Topo version 4.9 [© Eric DAVID 1993-2005]

Le logiciel étant distribué sous forme d'un shareware (téléchargement gratuit et utilisation illimitée), l'auteur du logiciel demande, à chaque démarrage, une modeste participation pour son travail.



Visual Topo est un logiciel de topographie spéléologique qui permet, à l'aide des relevés effectués sur le terrain, de calculer et de représenter les topographies : en plan, en coupe, en projections, en animation 3D... Ces topographies peuvent être imprimées ensuite à l'échelle que nous choisissons. Il est également possible d'exporter les fichiers en .DXF pour les importer dans un logiciel de dessin.

Visual Topo permet la fusion de topographies de plusieurs cavités ou d'un réseau important. Chaque cavité reste indépendante toutefois toute modification intervient automatiquement sur la fusion qui, elle, ne peut être modifiée.

Une topographie de surface peut être intégrée à la topographie d'une cavité.

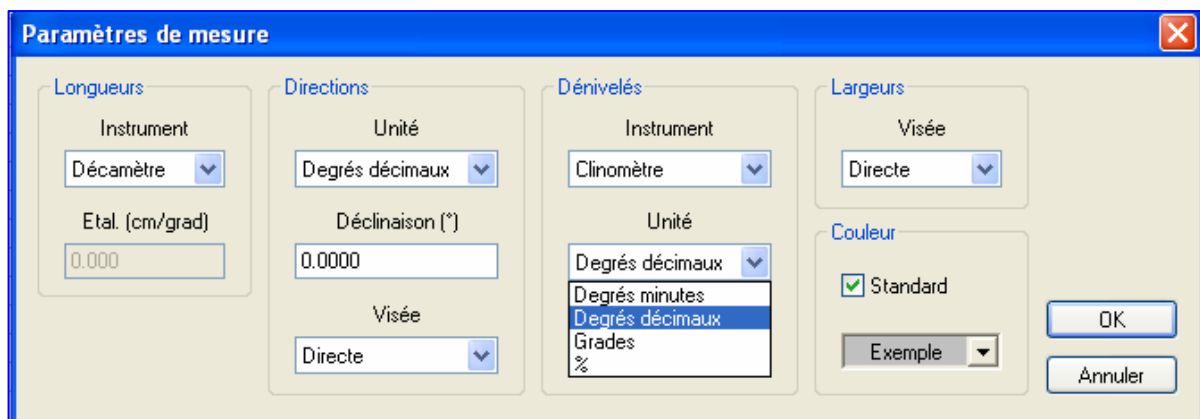
Dans ce document, il n'est pas question de vous expliquer toutes les possibilités de ce logiciel, ce qui est très bien fait dans le fichier joint. Ici, il s'agit de vous donner les premières astuces pour démarrer votre travail.

### La saisie des données

#### Saisir les relevés topographiques d'une nouvelle cavité

Il faut exécuter la commande « fichier – nouveau ». Un tableau apparaît. Avant de compléter ce tableau, vous devez donner les paramètres de vos mesures. Pour cela, vous cliquez « cavité – mesures » ce qui ouvrira une boîte de dialogue. Vous devez renseigner chacune des cases :

- longueurs : topofil ou décamètre
- directions : plusieurs choix dans les unités, attention pour les degrés exprimés en ° et mn ou les degrés décimaux (.5 = 1/2° ou 30mn)
  - déclinaison
  - visée directe ou indirecte (sens du cheminement ou inverse au cheminement)
- dénivelés : instrument (préciser celui utilisé pendant la topographie)
  - unité (même remarque que pour les directions)
  - visée directe ou indirecte



- largeurs : visée  
La visée est directe quand on va dans le sens de la progression. Attention : dans le cas d'un « copier-coller » d'une topographie effectuée du fond vers l'entrée sur une autre en progression de l'entrée vers le fond, il n'y aura qu'un seul sens pris en compte pour les largeurs. Ceci entraîne des erreurs dans la largeur aux stations de la topographie dont l'entrée (dans la commande « situation ») est annulée. Ceci est évité avec la commande « fusionner » mais vous ne pouvez plus rien modifier (impossibilité d'ajouter des commentaires ou des photos). Les entrées pour chaque cavité sont conservées. Dans tous les cas, dans le carnet topo, on note largeur gauche la visée à gauche du topographe, largeur droite à sa droite dans le sens du cheminement.
- couleur : standard coché, le tracé est en noir  
couleur, le choix d'une couleur décoche automatiquement la case standard

Valider, la ligne de mesure apparaît dans le tableau. D'autres lignes de mesure peuvent être insérées dans un même tableau dans le cas de modifications d'instruments, de sens des visées... ou si souhaitez faire apparaître une partie du cheminement d'une couleur différente.

Attention : pour entrer vos mesures, tenez compte des entêtes des colonnes et non pas de la ligne des paramètres des mesures.

	Pt Dép.	Pt Arr.	Dép Topof.	Arr Topof.	Longueur	Direction	Pente	Gauche	Droite	Haut	Bas	I	CP
1	Param	Deca		Degd	Clino	Degd	0.0000	Dir,Dir,Dir	255.0,0				
2	GA01	GA01			0.00	0.00	0.00	0.62	1.32	0.86	1.33		
3	GA01	GA02			3.50	309.00	-32.50	0.70	0.77	0.43	1.57		
4	GA02	GA03			7.75	278.00	-49.00	0.00	1.80	0.30	1.57		
5	GA03	GA04			9.12	306.00	1.00	0.70	1.71	0.35	1.47		
6	GA04	GA05			18.20	306.00	2.00	0.52		0.45	1.53		
7	GA05	GA05A			2.31	39.00	19.00		0.66	0.63	1.60		
8	GA05A	GA05B			3.08	319.50	-2.00	0.35		0.40	1.51		
9	GA05B	GA06C			2.91	59.50	0.00	1.32	0.91	0.30	1.53		
10	GA05B	GA05D			2.58	332.50	2.00	0.49		0.30	1.52		
11	GA05D	GA05E			2.45	59.50	0.00	1.65	0.46	0.35	1.54		
12	GA05	GA06			22.84	306.00	2.00	1.54	0.56	0.42	1.49		
13	GA06	GA07			5.56	305.50	2.00	0.58	0.51	0.32	1.60		

Vous pouvez insérer ou supprimer des lignes dans ce tableau avec les commandes :

- Edition – insérer des lignes
- Edition – supprimer des lignes

Pour couper, copier, coller, il ne faut sélectionner que la première partie du tableau (colonnes jusqu'au trait rouge), les colonnes de calcul ne peuvent pas être collées.

## La station de départ

Le premier point saisi n'est pas obligatoirement le point d'entrée de la cavité. On peut commencer par n'importe quel point de la cavité (fond d'une galerie...). Par contre le premier point saisi doit avoir un nom identique pour sa station de départ et d'arrivée (exemple : GA01 – GA01). Il faut reprendre cette station à la ligne suivante pour éviter les erreurs de calcul (exemple : GA01 –GA02).

La station d'entrée sera indiquée dans « cavité – situation » mais ne pas oublier dans « cavité – options » de cocher entrée 0 ce qui donne les calculs à partir de cette entrée. Si vous ne cochez pas cette case, les calculs des coordonnées sont effectués à partir du premier point saisi et non plus des coordonnées d'entrée.

## Les stations

Chaque station porte un nom différent comme dans le carnet topo. Lettres majuscules ou minuscules sont différenciées et ne confondez pas le zéro 0 et la lettre O. Une station non reliée à une autre déjà connue ne pourra être prise en compte. Le calcul sera impossible.

Les visées peuvent être saisies dans n'importe quel ordre mais obligatoirement une station doit être connue pour pouvoir être reliée au reste du cheminement.

	Pt Dép.	Pt Arr.	Dép Topof.	Arr Topof.	Longueur	Direction	Pente	Gauche	Droite	Haut
1	Param	Deca		Degd	Clino	Degd	0.0000	Dir,Dir,Dir	255,0,0	
2	GA01	GA01								
3	GA01	GA02			3.50	309.00	-32.50	0.70	0.77	0.43
4	GA02	GA03			7.75	278.00	-49.00	0.00	1.80	0.30
5	GA03	GA04			9.12	306.00	1.00	0.70	1.71	0.35
6	GA04	GA05			18.20	306.00	2.00	0.52		0.45
7	GA05	GA05A			2.31	39.00	19.00		0.66	0.63
8	GA06	GA07			5.56	305.50	2.00	0.58	0.51	0.32
9	GA07	GA08			16.66	308.00	1.00		0.83	0.51
10	GA08	GA09			4.05	343.00	1.00	0.60	0.35	0.46
11	GA08	GA10			4.32	315.00	1.00	0.45	0.60	0.40
12	GA05A	GA05B			3.08	319.50	-2.00	0.35		0.40
13	GA05B	GA06C			2.91	59.50	0.00	1.32	0.91	0.30
14	GA05B	GA05D			2.58	332.50	2.00	0.49		0.30
15	GA05D	GA05E			2.45	59.50	0.00	1.65	0.46	0.35
16	GA05	GA06			22.84	306.00	2.00	1.54	0.56	0.42
17										
18										

GA06 n'est pas connue.

GA05 connue, GA06 est pris en compte

Pour obtenir le bouclage, il faut le préciser dans « cavité – options ». Les boucles seront détectées et fermées automatiquement. Attention une erreur de bouclage va se répartir proportionnellement à leur longueur sur toutes les autres visées.

## Les informations sur la cavité

Pour rentrer les informations sur la cavité, cliquez « cavité – situation » puis complétez la boîte de dialogue ouverte :

- Nom de la cavité
- Nom du club
- Entrée : vous devez entrer le nom de la station que vous considérez comme entrée. Il ne s'agit pas obligatoirement de votre première station saisie.
- Coordonnées : précisez la projection utilisée, elle sera utile pour le quadrillage kilométrique (voir plan – options) et donc le positionnement de la cavité sur une carte.

## Le calcul

Ce logiciel va effectuer tous les calculs pour représenter les documents : plan, coupe, projection... Pour cela, il faut les paramétrer. Ouvrir la boîte de dialogue par « cavité –options » et cocher les cases correspondantes à votre choix :

- entrée (les calculs s'effectuent à partir du point considéré comme entrée)
- boucles (à cocher si vous souhaitez que les boucles de votre cheminement se ferment automatiquement, attention aux écarts !)
- perpendiculaires (dans nos mesures, les largeurs sont prises perpendiculairement au cheminement)
- hauteurs
- Nord (nord magnétique est celui que nous utilisons pour les directions données par la boussole. Attention la déclinaison n'est pas prise en compte dans les calculs, important pour un positionnement des cavités sur une carte)

Pour effectuer les calculs, cliquez sur l'icône de la calculatrice. On voit apparaître les coordonnées de chaque station à partir du point zéro de l'entrée. Si le calcul est impossible, une erreur s'est glissée dans le tableau. Les plus fréquentes sont :

- la 1<sup>ère</sup> ligne ne comporte pas les mêmes stations départ/arrivée
- le point d'entrée n'est pas déterminée dans « cavité – situation »

On a besoin d'effectuer les calculs pour pouvoir afficher plan, projection, coupe...

## Les résultats

Dans « cavité – résultats », des informations sont données sur la cavité :

**Résultats**

Cavité: Carrière de la Botte - (L1)

**Carrière de la Botte**

X: ... Y: ... Z: ... (LT1)

**Mesures**

Point haut	Point bas	Dénivelé
+0 m	-26 m	26 m
Développement	Extensions	
469 m	459 m	

**Divers**

Visées	Verticalité
72	0.022

**Boucles et écarts de fermeture**

	Départ	Arrivée	Long. (m)	Ecart (m)	Ecart (%)
Trier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	CHA05	CHA08	70.62	0.45	0.63
2	CHA35	CHA35	60.90	0.59	0.97
3	CHA35	CHA36	77.21	0.79	1.03
4	CHA39	CHA39	32.38	0.33	1.03
5	CHA41	CHA46	159.90	1.76	1.10

Ecart moyen ...

OK

CDS 94

Nom de la cavité

Coordonnées

Point le plus haut / point le plus bas (par rapport à l'entrée notée 0)  
Dénivelé

Développement de la topographie  
Nombre de visées effectuées entre deux stations

Verticalité (proche de zéro = cavité assez horizontale)

Divers calculs sur les bouclages

	Départ	Arrivée	Long. (m)	Ecart (m)	Ecart (%)
Trier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	CHA05	CHA08	70.62	0.45	0.63
2	CHA35	CHA35	60.90	0.59	0.97
3	CHA35	CHA36	77.21	0.79	1.03
4	CHA39	CHA39	32.38	0.33	1.03
5	CHA41	CHA46	159.90	1.76	1.10

Ecart moyen 1.39 %

Nom du club ou du groupe spéléologique

Mesures			Divers	
Point haut	Point bas	Dénivelé	Visées	
<b>+0 m</b>	<b>-260 m</b>	<b>260 m</b>	<b>44</b>	
Développement	Extensions		Verticalité	
<b>376 m</b>	<b>104 m</b>		<b>0.723</b>	

Extensions (cumul de toutes les longueurs projetées)

Verticalité (se rapprochant de 1 = cavité bien verticale)

### Les commentaires et les photos

A une station donnée, il est possible d'insérer un commentaire ou d'y associer une photo. Pour cela, il faut double cliquer dans la colonne « CP » sur la ligne désirée. Une boîte de dialogue s'ouvre pour saisir le commentaire. Ecrivez ce commentaire et validez.

	Pt Dép.	Pt Arr.	Dép Topof.	Arr Topof.	Longueur	Direction	Pente	Gauche	Droite	Haut	Bas	I	CP
1	Param	Deca		Degd	Clino	Degd	0.0000	Dir,Dir,Dir	255,0,0				
2	GA01	GA01			0.00	0.00	0.00	0.62	1.32	0.86	1.33		
3	GA01	GA02			3.50	309.00	-32.50	0.70	0.77	0.43	1.57		
4	GA02	GA03			7.75	278.00	-49.00	0.00	1.80	0.30	1.57		
5	GA03	GA04									1.47		
6	GA04	GA05									1.53		
7	GA05	GA05A									1.60		
8	GA05A	GA05B									1.51		
9	GA05B	GA05C									1.53		
10	GA05B	GA05D									1.52		
11	GA05D	GA05E									1.54		
12	GA05	GA06									1.49		
13	GA06	GA07									1.60		
14	GA07	GA08									1.60		
15	GA08	GA09									1.50		
16	GA08	GA10									1.53		
17	GA08	GA11									1.53		
18	GA11	GA12									1.53		
19	GA12	GA13									1.55		
20	GA13	GA14									1.16		
21	GA14	GA15									0.60		
22	GA09	GA16			4.40	338.50	-0.50	0.54	0.57	0.61	1.54		
23	GA16	GA17			19.32	343.00	-1.00	0.43		0.40	1.51		

Après validation, une lettre apparaît dans cette colonne « CP » :

- C : commentaire
- P : photo
- CP : commentaire et photo

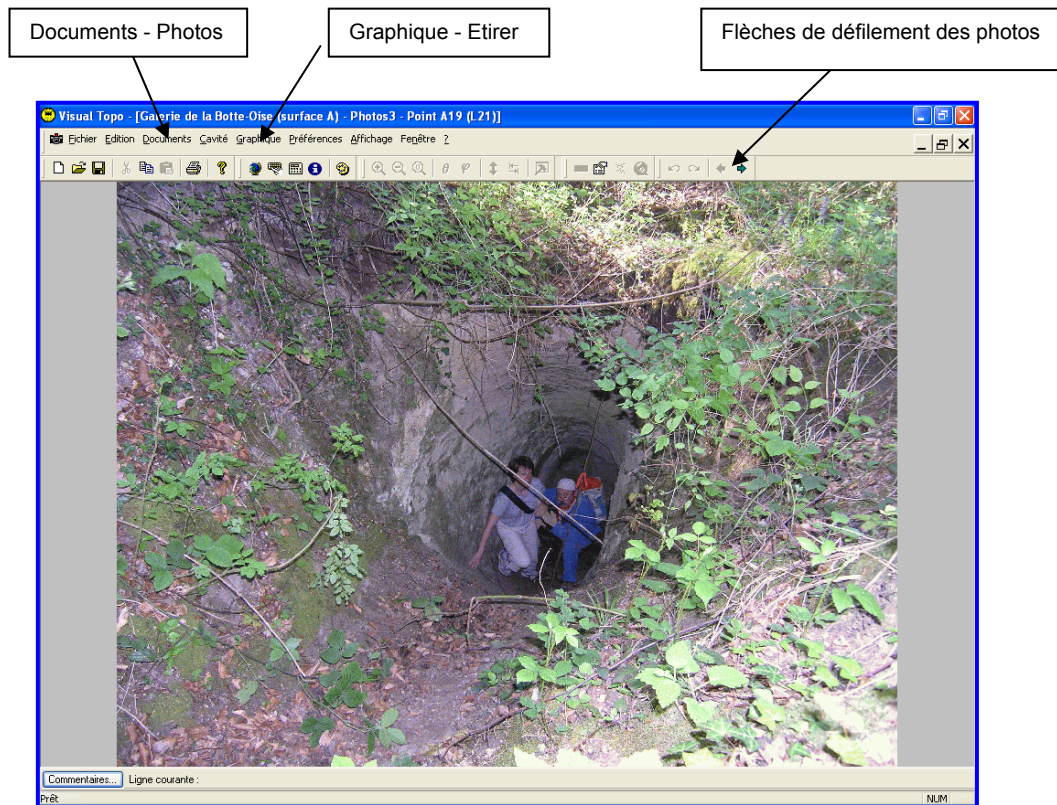
Pour l'ouvrir, cliquez sur la case, la boîte de dialogue s'ouvre.

Pour le supprimer, cliquez sur la case et efface le contenu puis validez. La lettre s'efface de la colonne.

Pour insérer une photo, vous ouvrez la boîte de dialogue comme pour le commentaire. Dans la partie photo, vous cliquez sur l'icône « ouvrir » et vous sélectionnez votre photo. Un aperçu apparaît dans la zone « aperçu ». Validez.

	Pt Dép.	Pt Arr.	Dép Topof.	Arr Topof.	Longueur	Direction	Pente	Gauche	Droite	Haut	Bas	I	CP
1	Param	Deca		Degd	Clino	Degd	0.0000	Dir,Dir,Dir	0,147,0				
2	A00	A00			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.53		C
3	A00	A01			3.98	286.00	-1.00				0.25		
4	A01	A02									0.88		
5	A02	A03									0.40		C
6	A03	A04									1.17		
7	A04	A05									1.58		
8	A05	A06									1.49		
9	A06	A07									1.59		
10	A07	A08									1.50		C
11	A03	A09									1.50		
12	A09	A10									1.50		
13	A10	A11									1.50		C
14	A11	A12									1.50		
15	A12	A13									1.50		C
16	A13	A14									1.50		
17	A14	A15									1.50		
18	A15	A16									1.50		
19	A16	A17									1.50		
20	A17	A18			7.62	18.50	0.00				1.50		
21	A18	A19			6.64	9.50	-22.00				1.50		C
22	A19	A20			5.41	348.00	-45.00	0.75	0.67	1.21	1.65		

Vous pouvez aussi visualiser toutes les photos associées aux différentes stations de la cavité. Celles-ci sont présentées dans le même ordre que les lignes du tableau de données. Pour en obtenir la liste, cliquez « documents - photos ». La première photo s'ouvre. Dans la barre de titre, apparaissent le numéro de la station topo et la ligne où elle se trouve dans le tableau. Si la photo est plus grande que la fenêtre, cliquez « graphique – étirer » et la photo apparaîtra entière.



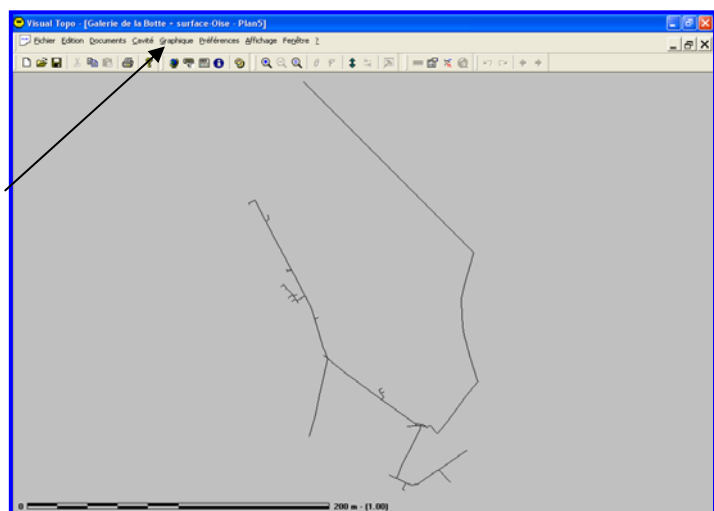
### La lecture des représentations de la cavité

Le visionnement des représentations de la cavité n'est possible qu'après avoir effectué le calcul. Pour les afficher, cliquez « documents » et choisir ce que vous souhaitez voir : plan, projection, coupe développée, orientations, rendu 3D, animation et photos.

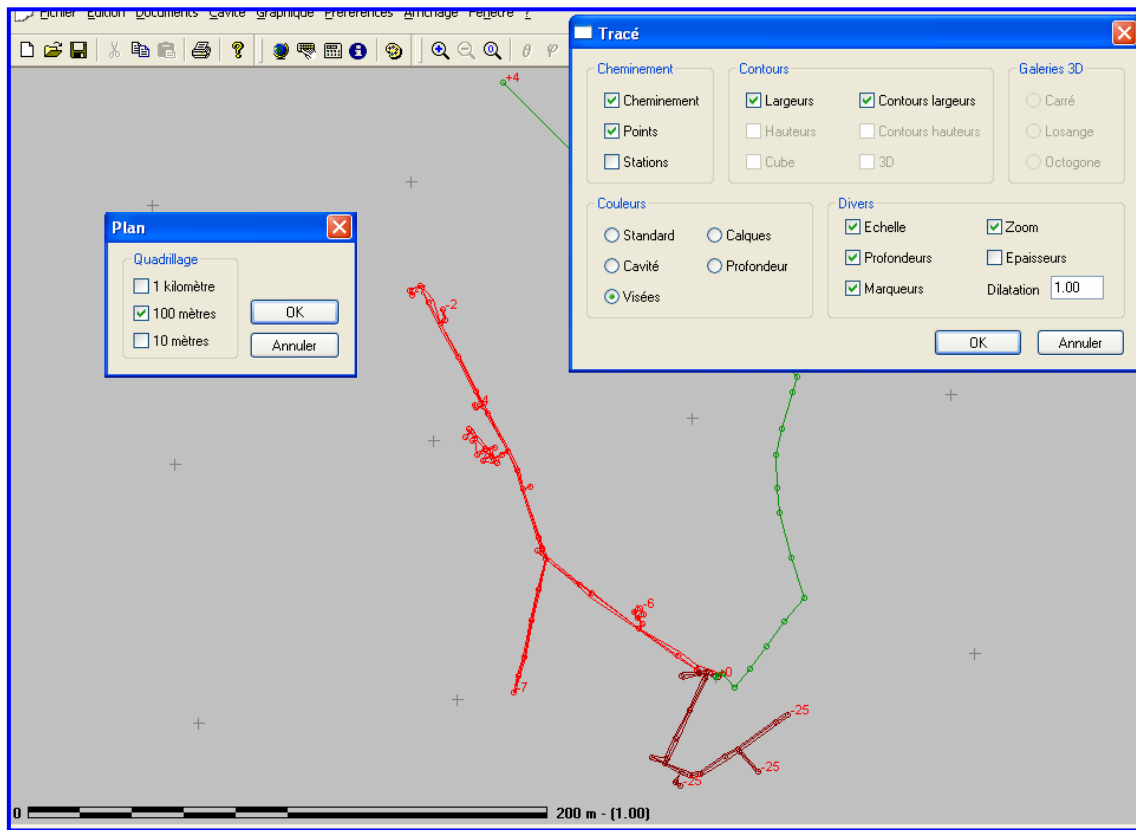
#### Le plan

La commande « documents – plan » ouvre le squelette du cheminement. Pour que d'autres informations s'affichent sur ce tracé, il faut ouvrir « graphique » et cliquer « tracé ». Une boîte de dialogue s'ouvre. Selon les informations désirées, il faut cocher les cases dans les chapitres : cheminement, contours, couleurs, divers.

Si les contours ne sont pas accessibles, il faut retourner dans « cavité – options » et cocher « perpendiculaires, hauteurs ».



Un quadrillage kilométrique, hectométrique ou décimétrique peut être affiché. Ce quadrillage est aligné sur le Nord de projection (celle choisie dans la situation de la cavité). Ce quadrillage aide pour le positionnement de la cavité sur une carte.

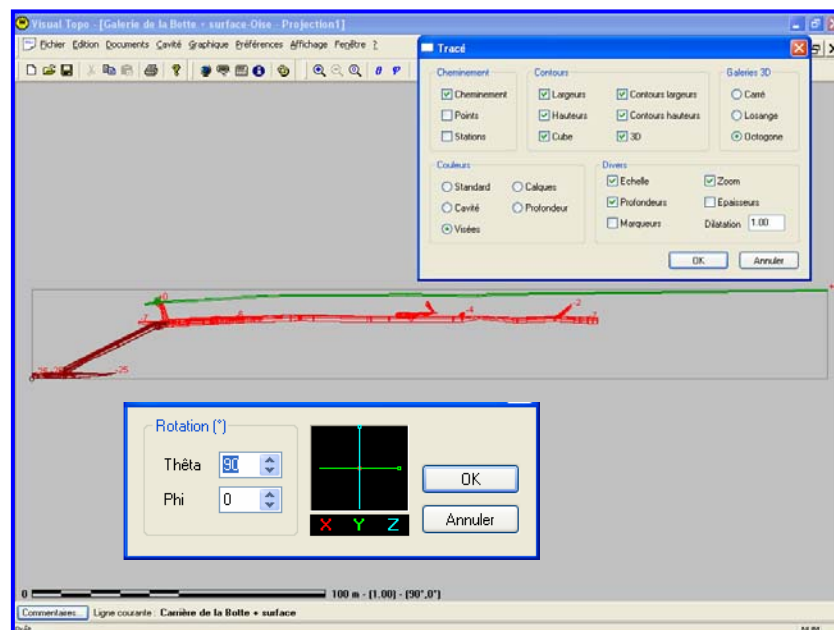


### La projection

Avec « graphique – tracé », on retrouve les mêmes possibilités qu’avec le plan. Mais, en plus, on a accès à la dimension 3D.

Il est possible d’orienter cette projection selon différents axes. On peut les faire varier avec les icônes «  $\theta$  et  $\phi$  ».

Avec le click, la variation est de  $10^\circ$  ; Shift + click =  $-10^\circ$  ; Ctrl + click =  $1^\circ$  ; Shift + Ctrl + click =  $-1^\circ$ .

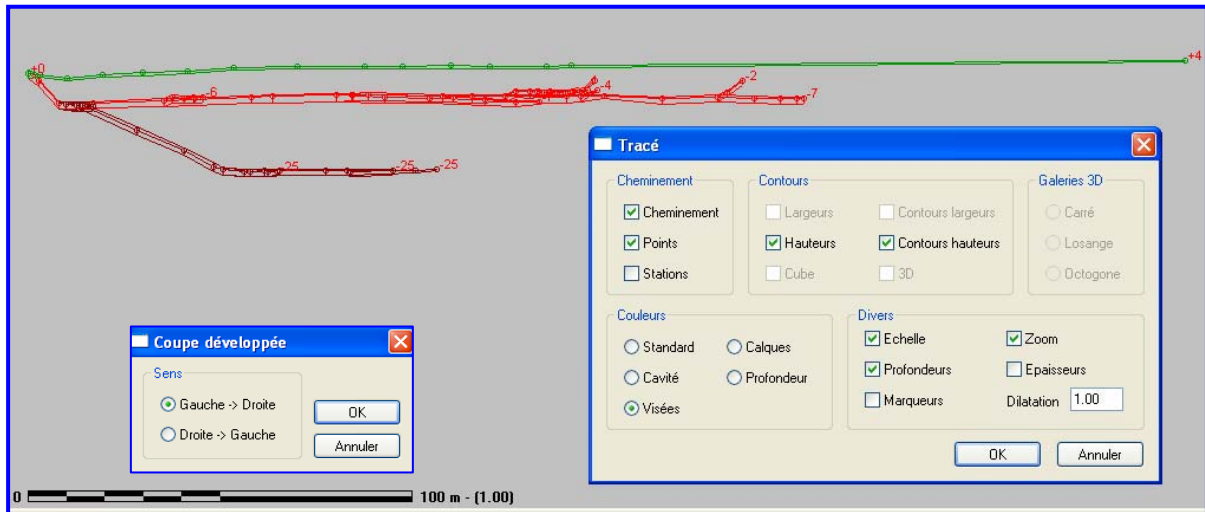




## La coupe développée

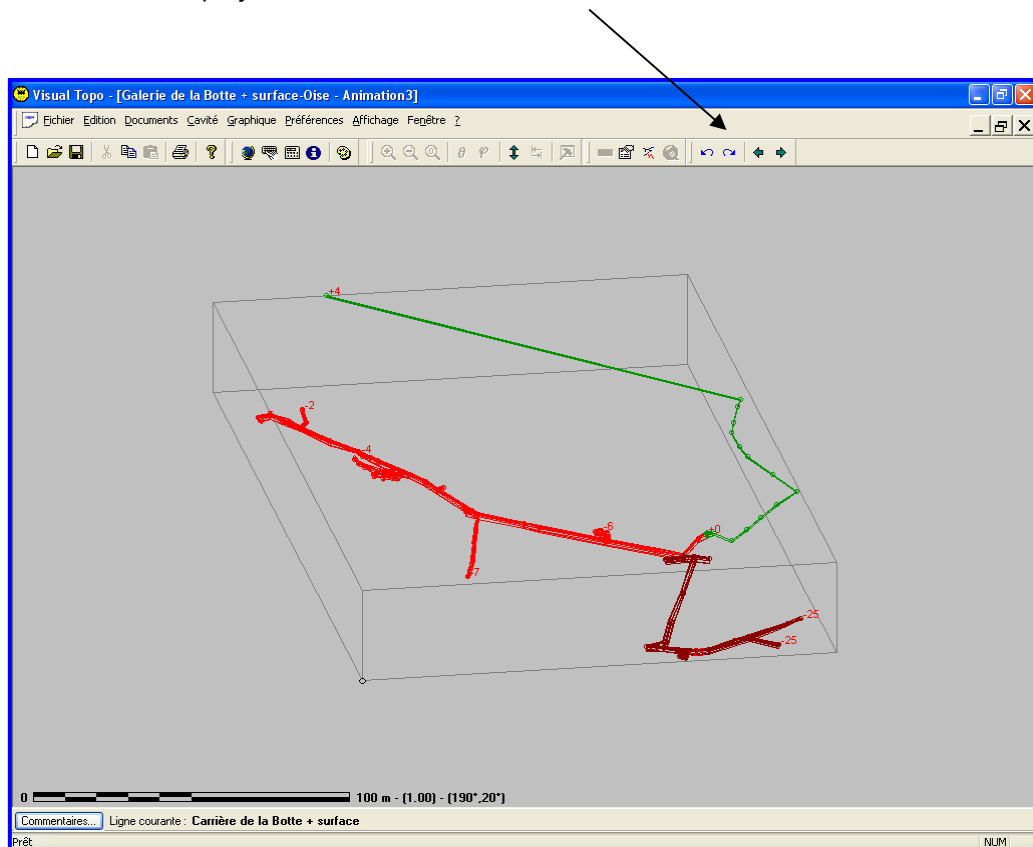
La coupe développée permet de voir la cavité dans tout son développement avec les pentes des différentes galeries.

Vous avez accès par « graphique – tracé » à différentes possibilités d'informations et surtout aux contours et hauteurs. Avec « graphique – options », on peut orienter le sens du développement.



## L'animation

Ces différentes flèches permettent de lancer ou de stopper l'animation. Les autres affichent successivement diverses projections.



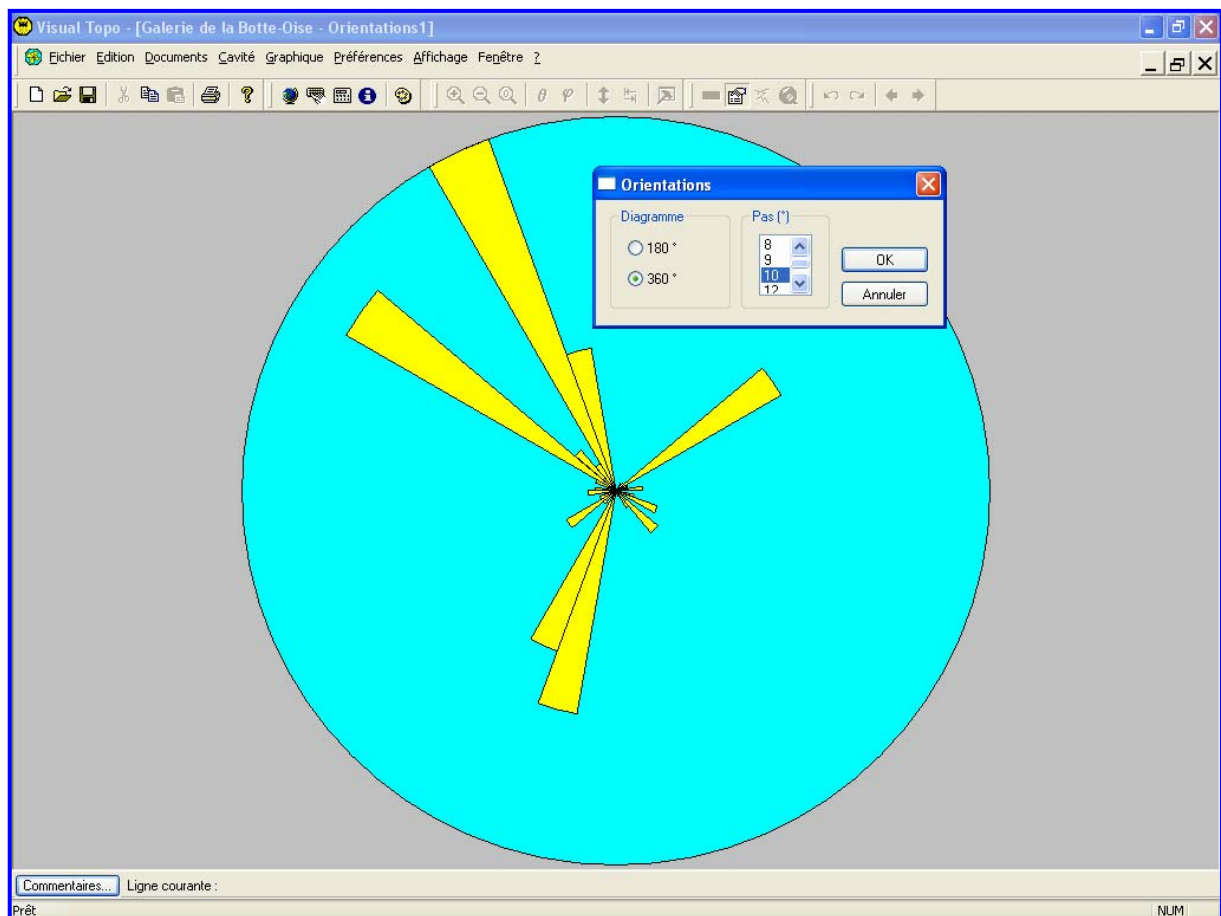
## Le rendu 3D

C'est avec le mouvement de la souris que vous pouvez lancer une animation de ce rendu 3D. Pour arrêter le mouvement, il suffit de cliquer sur le dessin sans bouger la souris. Vous retrouverez des commandes semblables aux autres documents.

## Le diagramme des orientations

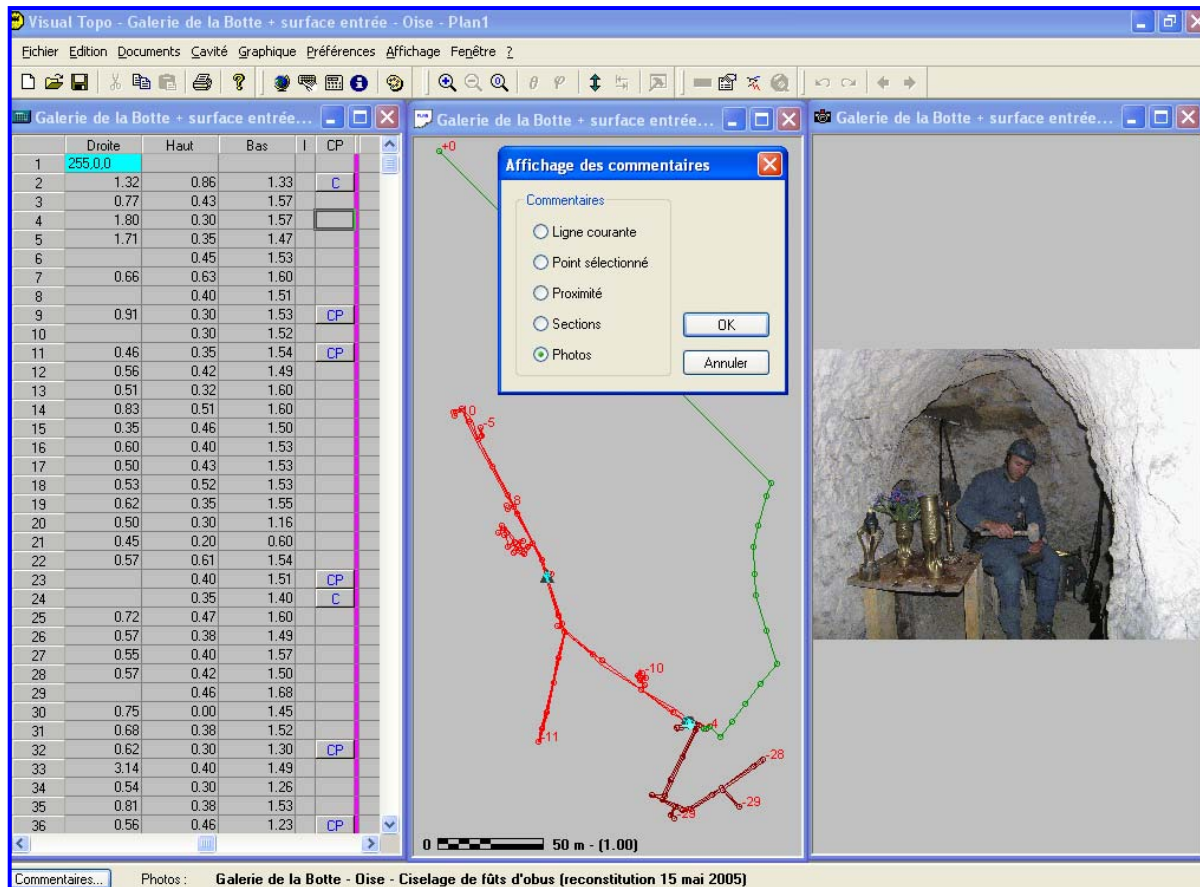
Ce diagramme donne l'orientation générale cumulée de toutes les galeries de la cavité. Le Nord est toujours celui que vous avez fixé dans l'option calcul.

Avec la commande « graphique – options », vous pouvez modifier la forme du diagramme et la valeur du pas (nombre de degrés) de chaque secteur angulaire.



## Les photos

En choisissant d'afficher plusieurs fenêtres, vous pouvez avoir vos photos visibles avec un triangle sur le document plan qui vous en donne la position. Avec l'affichage « commentaires » en bas d'écran, vous sélectionnez ce que vous souhaitez avoir comme information si vous en avez entrée dans votre tableau.



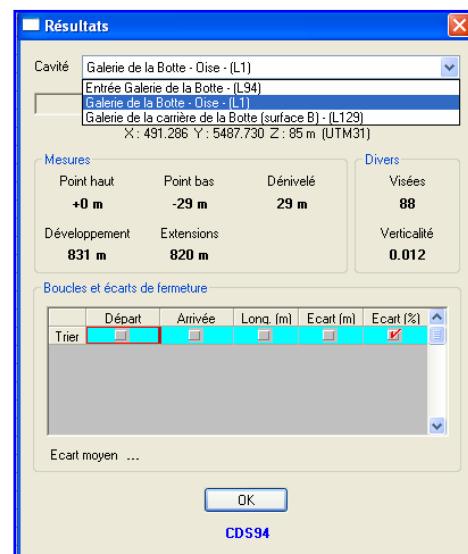
## Positionner plusieurs cavités sur un même document

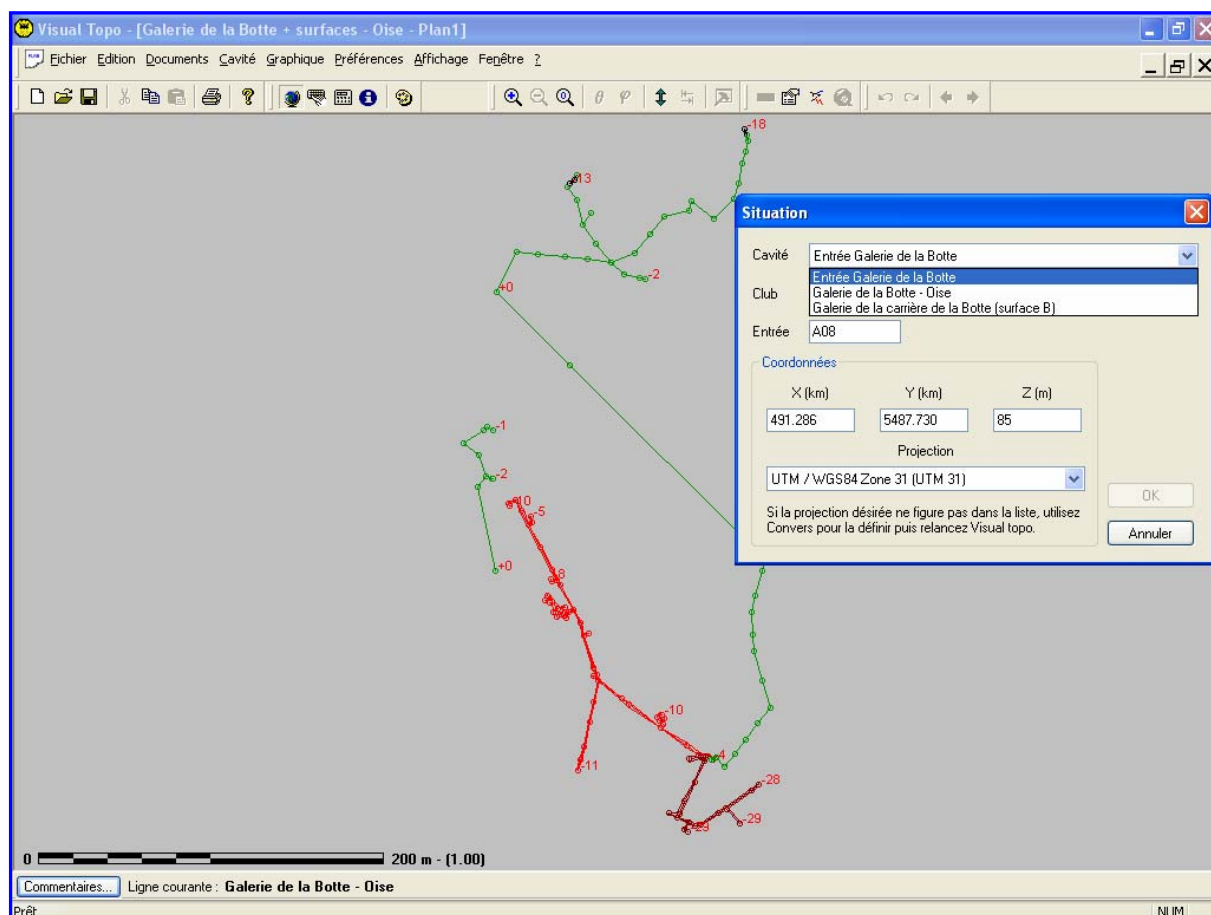
Pour réunir plusieurs cavités sur un même document, on ouvre le fichier d'une cavité puis on utilise la commande « fichier – fusionner ». On peut fusionner autant de cavités désirées.

### Attention :

- les coordonnées des cavités doivent être toutes indiquées dans la même projection.
- dans « cavité –options », entrée=0 doit être cochée.
- pour sauvegarder, il faut changer le nom du fichier.
- après la fusion, on ne peut plus rien modifier dans ce fichier de fusion.
- on peut travailler sur les autres fichiers des cavités séparément.

Les résultats sont donnés cavité par cavité, il n'y a pas de cumul.





## Impressions des divers documents

Pour les représentations de la cavité, vous avez le choix avec « mise en page » :

- standard, la topographie occupe toute la feuille
-   l'échelle, vous indiquez la valeur de l'échelle de votre choix. Le nombre de feuilles nécessaires est affiché. La première feuille présente l'assemblage général.
- fenêtre, vous pouvez imprimer la fenêtre que vous avez déterminée sur votre document.

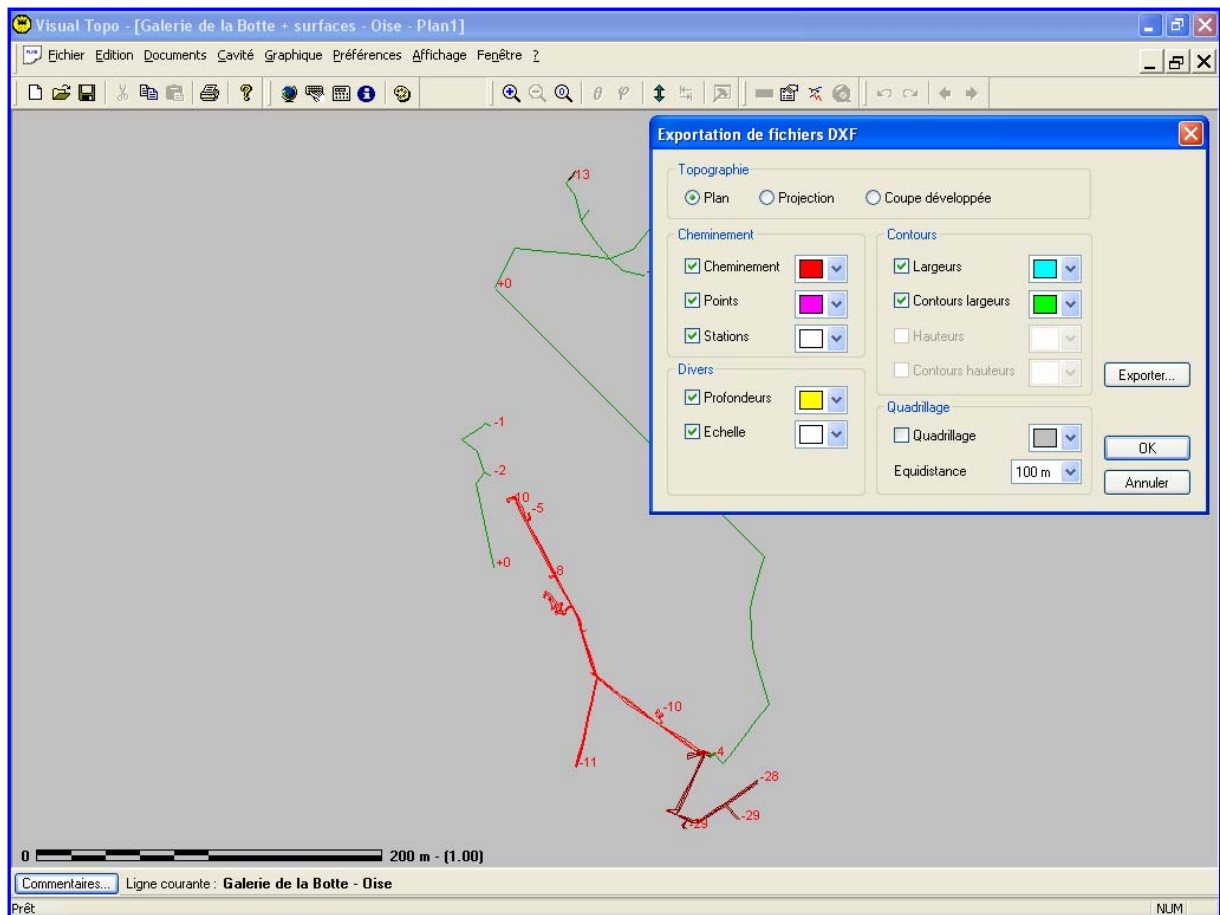
## Sauvegarde des fichiers

La sauvegarde des fichiers se fait au format .TRO

## Exporter un fichier

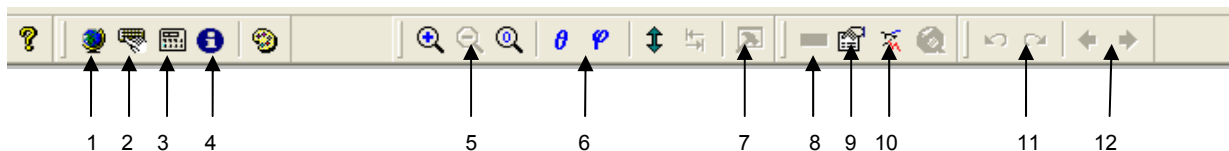
Il est possible d'exporter les fichiers pour qu'ils soient utilisables avec des logiciels de dessin. La commande « fichier – exporter – autodesk DXF » va exporter et enregistrer le fichier choisi au format .DXF. Une boîte de dialogue permet de sélectionner la représentation topographique que l'on souhaite exporter : plan, projection, coupe développée. Cheminement, points, stations, profondeur, échelle, contours, quadrillage sont organisés sur des calques différents.

Cheminement, points et/ou stations ainsi que l'échelle sont toujours à conserver pour la suite du travail sur le dessin topographique.



## Affichage d'icônes à l'écran

En affichant les différentes barres d'outils, vous aurez accès aux icônes qui ouvrent directement les boîtes de dialogue. Selon le document ouvert, certaines icônes seront accessibles.



- 1 situation (accessible dans tous les documents)
- 2 options de calcul (accessible dans tous les documents)
- 3 calcul (accessible dans tous les documents)
- 4 résultats (accessible dans tous les documents)
- 5 zoom : +, -, arrière (accessible dans le plan, la projection, la coupe développée, le rendu 3D)
- 6  $\theta$ ,  $\phi$  (uniquement avec la projection)
- 7 recréer ((uniquement avec le rendu 3D)
- 8 mesure (uniquement avec le tableau des données)
- 9 options du document (accessible dans tous les documents graphiques et les photos)
- 10 paramètres du tracé (accessible avec le plan, la projection, la coupe développée, l'animation, le rendu 3D)
- 11 animer avant/arrière (uniquement avec l'animation)
- 12 précédent/suivant (uniquement avec les photos)

C'est un gain de temps sur les heures que vous pourrez passer devant votre écran !

A vous de jouer et de découvrir toutes les possibilités de ce logiciel !

**Françoise Lidonne**  
Juin 2005

## Du dessin sous terre à la topographie finale

Le travail du topographe dessinateur n'est achevé qu'en milieu souterrain. Il lui reste à rassembler toutes ses feuilles topo sur un seul document, quelque fois plusieurs selon le développement de la topographie ou de l'échelle choisie pour l'impression finale.

Le dessinateur va donc passer un certain nombre d'heures, parfois assez important, à sa table de travail avec scanner, ordinateur, divers logiciels et imprimante.

Dans ce document, nous aborderons les différentes étapes de réalisation pour aboutir au dessin final de la topographie.

1. méthode pour scanner les feuilles topo de dessin
2. préparation de ces feuilles pour l'importation dans un logiciel de dessin
3. importation du cheminement à partir de VisualTopo
4. le dessin avec un logiciel de dessin vectoriel et l'importance de la création de calques
5. le choix de l'échelle pour la production à communiquer

### Comment scanner les feuilles de dessin topo ?

#### Ouverture du scanner

Si vous possédez « Photoshop » ou un autre logiciel similaire, vous ouvrez le scanner à partir de ce logiciel. Pour cela, dans « fichier », cliquez « importation » puis l'ouverture du scanner. Selon le modèle, il est possible d'accéder directement aux différents paramètres indispensables pour scanner les feuilles de dessin.

#### Paramétrage du scanner

Il est nécessaire de paramétrer le scanner pour le type d'image en « texte/mode trait » (voir figure 1). Cela permet d'avoir des fonds de feuilles transparentes et que seuls les traits apparaissent. C'est important afin, dans une étape ultérieure, de pouvoir superposer ce dessin sur le cheminement du logiciel de topographie. Tous les tracés, dessins et cheminement, restent visibles.

#### Choix de la résolution

La résolution la plus adéquate à choisir serait de 150 dpi.

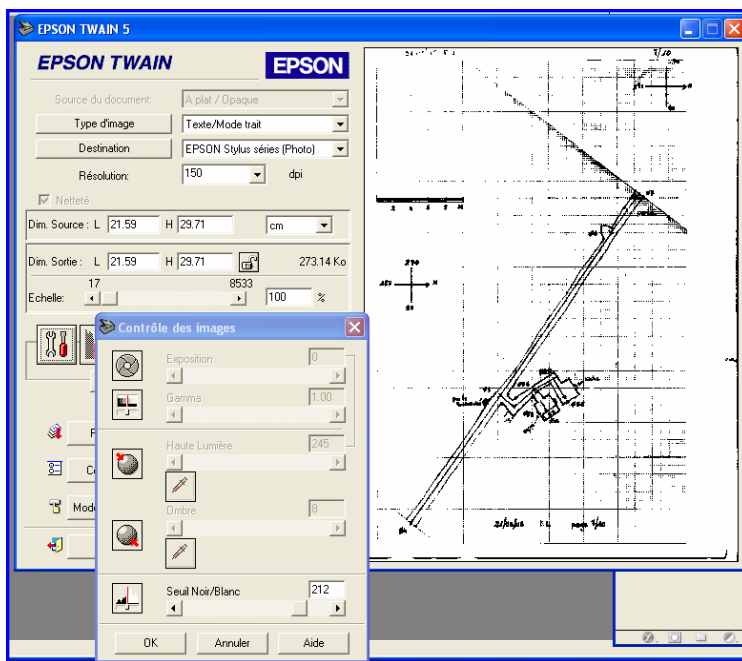


Figure 1

#### Intensité du trait

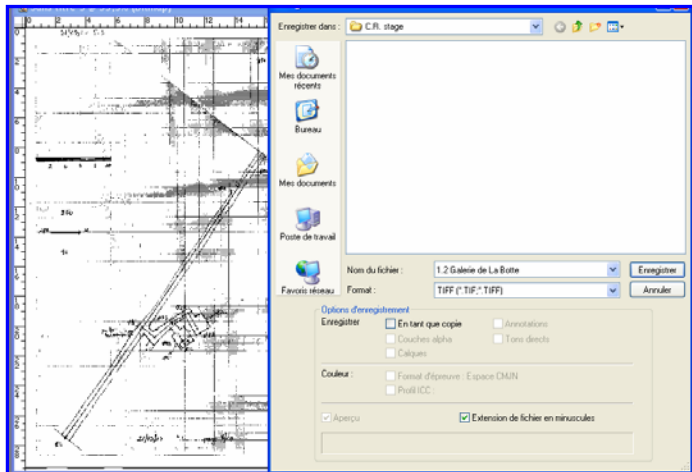
Il peut être utile de modifier l'intensité du noir pour que le tracé soit suffisamment distinct : travailler en plus clair ou plus foncé (voir figure 1).

#### Pré numérisation et recadrage

On peut pré numériser la feuille pour voir le résultat. Dans certains cas, il sera nécessaire de recadrer la page pour ne pas avoir trop de portion inutile.

Attention à l'orientation du dessin. Parfois, il peut être intéressant de conserver la flèche du Nord. Ce trait pourra aussi nous aider à vérifier la verticalité ou l'horizontalité de la feuille. Si vous ne pouvez pas placer la feuille avec le Nord vers le haut (utilisation de feuille millimétrée A4 dans une cavité rectiligne et sèche), ne vous inquiétez pas le logiciel d'image vous permet la rotation dans le sens désiré mais surtout conserver la croix cardinale. Dans le cas d'un oubli, votre erreur sera bien visible quand vous importerez le tracé dans le logiciel de dessin. Vous serez donc obligé d'effectuer une rotation avec l'outil rotation. Vous vous en sortirez toujours mais avec des étapes supplémentaires mangeuses de temps.

Pensez à conserver également une échelle graphique. Elle sera indispensable pour mettre à l'échelle tous les documents (du cheminement exporté du logiciel topographie et/ou des scans dessins).



### Numérisation et enregistrement

Quand le résultat pré numérisé convient, on va numériser la page. On recommence ce travail autant de fois qu'il y a de pages dessins à numériser. Pour enregistrer ces scans, on utilise le format « .TIFF » (voir figure 2). On conserve la compression LZV.

Figure 2

### Classement des documents

Il faut trouver une méthode de classement des documents numérisés (par date, par page...) de manière à pouvoir les retrouver plus facilement en concordance avec les pages originales du carnet. Pensez qu'en fonction du développement de la cavité, vous pouvez avoir de très nombreuses feuilles topo. Un classement bien méthodique facilite une recherche éventuelle : raccordement à une station par la découverte d'une nouvelle galerie par exemple. On a aussi recours aux originaux pour affiner le tracé ou les détails de la topo avec le logiciel de dessin.

### **La préparation des feuilles dessins scannés**

Les feuilles dessin de votre carnet topo ont été toutes scannées. Il faut maintenant les nettoyer avant de les importer dans le logiciel de dessin.

### Vérification de la verticalité ou de l'horizontalité de la feuille

Au moment du scan, il est possible que votre feuille se soit inclinée de quelques dixièmes de degré. Cela peut se corriger aisément, il faut :

-sortir du mode « Bitmap » pour passer en mode « niveaux de gris » (figure 3).

-prendre l'outil mesure (symbole d'une règle), placé sous la pipette.

-se placer, très précisément, sur une ligne du dessin. Un zoom + donne une meilleure précision. Tirer le trait de mesure en conservant le clic gauche de la souris appuyé. En haut de l'écran,

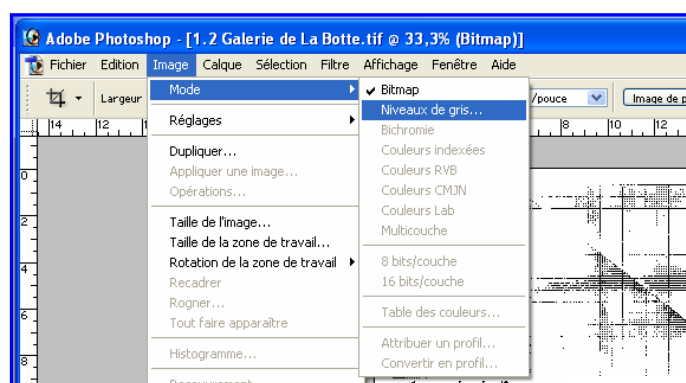
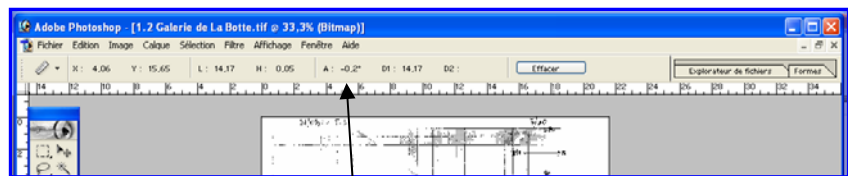


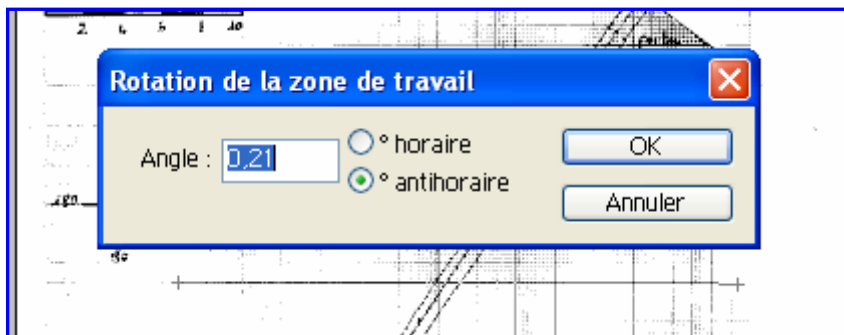
Figure 3

diverses mesures s'affichent. Vous pouvez y lire l'angle d'inclinaison A de votre trait.



A : angle d'inclinaison du trait

Pour redresser la feuille, cliquez « image, rotation de la zone de travail, paramétrée ». Une fenêtre s'ouvre qui indique le degré d'angle et nous laisse à fournir le sens de la rotation. En cliquant OK, la feuille se redresse automatiquement.



### Nettoyage de la page

Pour faciliter la lecture du tracé au moment de l'importation dans le logiciel de dessin, il est préférable de retirer tout ce qui est inutile pour le tracé du dessin.

Avec l'outil gomme, vous effacez tous les traits inutiles de la feuille (par exemple : le quadrillage de la page, les textes...). Gardez le nom des stations.

Les flèches d'orientation deviennent inutiles puisque vous avez orienté toutes vos pages le nord vers le haut.

En variant la taille de la gomme, la précision devient plus nette. Il est indispensable de conserver l'échelle graphique pour effectuer le calcul de pourcentage de réduction pour mettre cheminement et scan à la même échelle.

### Sauvegarde du travail

Si vous avez modifié le mode image, il faut toujours revenir au mode « bitmap » avant d'enregistrer le travail au format .TIFF

En utilisant les touches raccourcies clavier pour modifier les différents outils, on gagne du temps.

Exemples :

barre espace : main pour déplacer la page de travail

ctrl + barre espace : zoom +

ctrl + alt + barre espace : zoom -

outil gomme + touche virgule : diminution de la taille de la gomme

outil gomme + touche deux points : augmentation de la taille de la gomme

ctrl + Z : retour en arrière sur le travail effectué

ctrl + W : fermeture du document

....



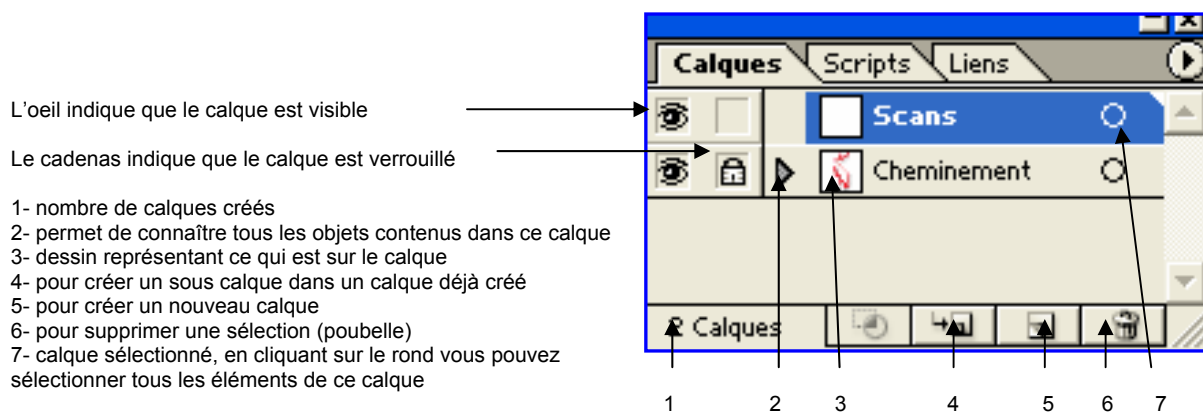
## Le dessin avec un logiciel de dessin vectoriel

Pour cette réalisation du dessin, une organisation méthodique sera à trouver. Il est important que vous puissiez modifier une partie de votre travail, par exemple l'épaisseur des traits ou une couleur, en une seule sélection simple à trouver. Pour cela, les calques et/ou sous calques le permettent aisément. Un objet (segment, point, caillou...) peut toujours être transformé, supprimé séparément. Mais, commençons par ouvrir un document.

Il vous faut ouvrir un nouveau document en déterminant le format de votre page de travail. Ce format pourra être changé selon le format d'impression que vous choisirez. La fonction « mise à l'échelle » vous aidera à le réduire ou à l'agrandir. L'orientation de la page est à déterminer. Là aussi, vous pourrez la changer ultérieurement en fonction du développement de votre topographie. Renseigner les autres cases.

Sur le 1<sup>er</sup> calque, vous importerez le cheminement de Visual Topo. Par la commande « fichier – importer » vous choisissez le fichier DXF que vous voulez voir apparaître. Le cheminement se positionnera au mieux sur une feuille A4. En cliquant sur le calque, vous pouvez le renommer pour savoir à quoi il correspond (indispensable quand vous aurez plusieurs calques). Chaque élément de cet import étant indépendant, il est fortement souhaitable de verrouiller ce calque. Aucune modification intempestive ne pourra s'effectuer.

Vous allez donc avoir besoin d'un 2<sup>ème</sup> calque pour importer vos scans. Créez un nouveau calque et nommez-le.



On va pouvoir importer un scan d'une des feuilles du carnet topo. Celui-ci apparaît sur la page à une échelle différente de celle du cheminement. Pour superposer l'ensemble, il faut mettre nos différents tracés à la même échelle. A vous de choisir si c'est le cheminement ou les scans que vous modifiez.

### Comment mettre à la même échelle ?

Avec l'outil « rectangle » que nous positionnons sur une des échelles et avec l'affichage « informations », nous pouvons connaître la mesure de longueur (W) en mm des échelles graphiques. Une règle de trois reste à calculer pour savoir le pourcentage de réduction ou d'agrandissement à affecter à l'un des calques.

Pour affecter ce pourcentage, il faut prendre l'outil « mise à l'échelle » après avoir sélectionné tous les éléments à réduire. Vous entrez la donnée dans « uniforme » pour qu'il n'y ait aucune déformation du tracé. Tout se met proportionnellement à la même échelle.

C'est avec l'outil « sélection » (flèche noire) que vous sélectionnez les objets ou un calque complet (double clique sur le rond dans le cadre du calque choisi).

## Comment positionner les différents tracés les uns sur les autres ?

Maintenant que vous avez le cheminement et vos scans dessins, il faut les positionner sur les stations. Rien de plus simple !

Vous en sélectionnez un en cliquant dessus puis vous l'emmenez sur le point topo désiré.

Parfois, votre dessin ne se place pas avec exactitude sur le cheminement et une légère rotation sera utile. Pour cela, sélectionnez le scan que vous voulez pivoter, prenez l'outil « rotation ». Vous placez, par un clic de souris, le centre de votre rotation. En cliquant en un autre point, vous effectuez le mouvement d'angle qui amènera au mieux votre dessin sur le cheminement.

Cet outil « rotation » sera aussi très utile si vous n'avez pas placé correctement le Nord de votre scan. Toujours sélectionner ce que l'on veut modifier puis double cliquer sur l'outil rotation. Dans la fenêtre ouverte, vous entrez le degré d'angle de rotation nécessaire (angle négatif précédé du signe – pour tourner dans le sens inverse des aiguilles).

## Et le dessin !

Votre travail est presque prêt pour le dessin. Vous remarquez que les traits de votre scan vont masquer ceux que vous voulez dessiner. Un bon moyen d'y voir plus clair, rendez vos scans moins opaques. Dans la fenêtre « transparence », vous diminuez la valeur de l'opacité (uniquement des éléments sélectionnés). Cela s'appliquera à tous les autres scans qui seront ajoutés ultérieurement dans ce même calque.

Il ne vous reste plus qu'à prendre votre plume. Pensez à créer un nouveau calque pour le tracé des contours. Gardez toujours les autres cadencés.

Vous allez choisir :

- l'épaisseur du trait dans la fenêtre « contour »
- la couleur du trait : carré contour en avant (en bas de la fenêtre « outils ») puis dans la fenêtre « couleur » choisir la couleur voulue (une pipette apparaît pour la sélection de la couleur)
- le fond : « aucun » (carré plein barré dans la fenêtre « outils »)

## Pour dessiner

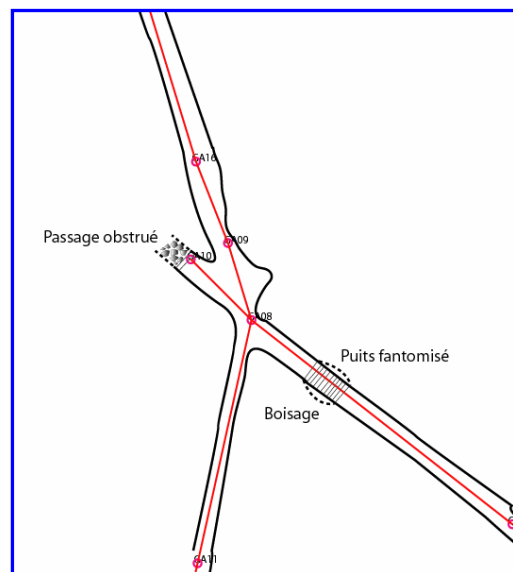
Vous aurez parfois besoin de regarder vos originaux pour vous aider dans votre travail de dessin. Gardez les auprès de vous.

### *Les contours*

Avec la plume (outil plume ou touche P du clavier), vous tracez les traits des contours de la galerie. A chaque clic de souris correspondra l'extrémité du segment tracé. Pour ceux qui ont une forme arrondie, vous devrez tracer une courbe. Maintenez le clic de la souris et tirez une tangente à la courbe que vous voulez obtenir.

Pour dessiner un autre segment sans point commun avec le précédent, validez votre tracé puis déplacez votre plume. Continuez de dessiner.

Si vous voulez apporter une modification au tracé, sélectionnez ce tracé, prenez l'outil « crayon ». En vous plaçant sur votre trait, vous le refaites. L'ancien se modifie pour adopter le nouveau réalisé. C'est assez magique !



Extrait de la galerie souterraine dans l'Oise

### *Les cailloux*

Les cailloux peuvent être dessinés avec un dégradé de noir donnant une impression d'éclairage dans un sens. Choisissez le carré plein avec un dégradé (petit carré du milieu au-dessous), vous pouvez varier ce dégradé, en ouvrant « fenêtre – dégradé de couleurs » puis en faisant glisser le curseur. Vous dessinez les cailloux avec la plume et ils se chargent de l'ombrage sélectionné.

### *Les pointillés*

Dans « contour », en cochant la case « pointillé » et en précisant la longueur de vos points, vous obtenez un trait en pointillés. L'épaisseur du trait reste à votre choix. Il peut avoir la forme que vous désirez.

### *Les courbes de niveau*

Les courbes de niveau sont des lignes courbes que vous réalisez comme pour les contours de forme arrondie. Choisissez cependant une épaisseur de trait plus fine et une couleur dans la palette proposée.

Pour une forme arrondie et fermée, vous pouvez utiliser l'outil « ellipse... ».

### *Remplissage d'une surface*

Vous choisissez, pour votre fond, la nuance de votre choix. Puis, vous dessinez avec la plume ou le crayon le contour de la forme à remplir (pensez à sélectionner un calque convenable pour des modifications éventuelles).

Pour des remplissages particuliers (eau, gravier), vous choisissez dans la bibliothèque des formes de nouvelle topo le fond désiré. Puis, avec le crayon vous dessinez la forme de ce remplissage.

### *Autres détails*

Utiliser la bibliothèque « nouvelle topo » mise au point par des spéléologues suisses. Vous la trouvez avec « fenêtre, bibliothèque ... , autre bibliothèque » et vous la sélectionnez dans vos documents. Elle présente des formes, des nuances, des styles, des symboles qui correspondent à notre besoin de topographie spéléologique.

La taille de la forme ou du symbole (exemple : le symbole indiquant le Nord) peut être modifiée comme vous le souhaitez en utilisant la mise à l'échelle.

Certaines formes (entrée, ressaut, puits) sont à dessiner en utilisant la plume. Le sens du tracé permet de les placer d'un côté ou de l'autre du trait. Elles peuvent avoir

### *Texte*

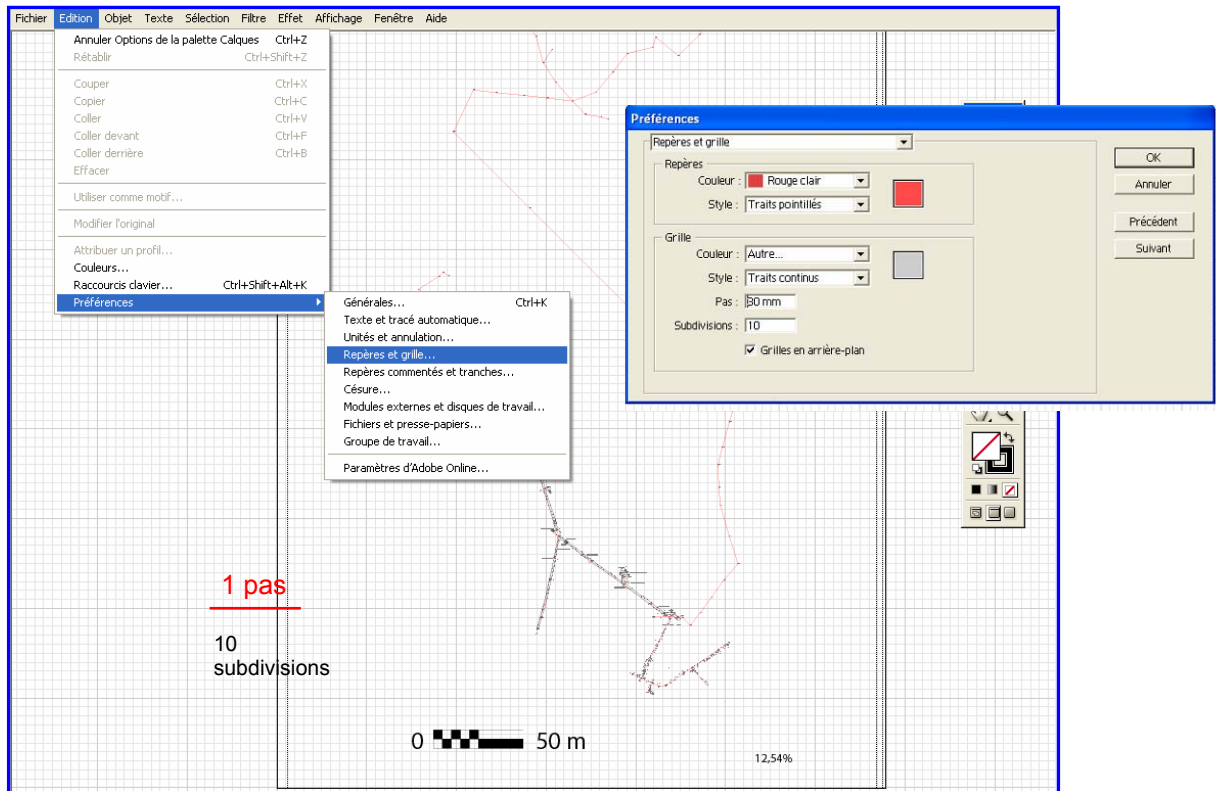
Pour écrire votre texte, vous choisissez : le caractère, la police, la taille, la forme du paragraphe. Il se place où vous voulez sur votre page. Pensez à créer un autre calque.

### *Echelle graphique*

Pour tracer une échelle graphique, plusieurs commandes peuvent être intéressantes :

- « affichage – grille » une grille quadrillée apparaît. Chaque grand carreau a une mesure déterminée appelée pas. Chaque pas a un nombre de subdivisions. Pas et subdivisions peuvent être modifiés à notre désir.

- « édition – préférences – repères et grille... » ouvre une fenêtre qui vous permet de faire les modifications.



- « affichage –magnétisme de la grille » rend les points de chaque carré de la grille magnétique. En plaçant un point avec la plume, il viendra se mettre automatiquement à l'angle du carré le plus proche. Cela permet de tracer des formes géométriques parfaites. C'est utile pour les rectangles de l'échelle graphique ou pour la placer.
- « objet – associer » ou les touches « Ctrl + G » permet de réunir tous les éléments en un seul objet. Ceci va unir tous les rectangles de l'échelle. De tracés indépendants au départ, ils deviennent un seul objet qui sera sélectionné et déplacé comme un objet unique. Pour dissocier ces éléments, « objet –dissocier » ou « Ctrl + Maj. +G ».

En utilisant astucieusement toutes ces commandes, le tracé d'une échelle graphique est grandement facilité. Presque un jeu d'enfant !

### *Le cadre de la page*

Vous tracez à la plume le cadre de votre page puis vous le réduisez par la mise à l'échelle (98% devrait convenir) pour qu'il apparaisse à l'impression.

### *Le nettoyage des points isolés*

Par la commande « objet – tracé – nettoyage », la fenêtre qui s'ouvre permet de sélectionner ce que l'on veut supprimer de notre dessin. Il s'agit de points isolés qui restent invisibles mais qui peuvent gêner lors d'une sélection. En les supprimant ainsi que les objets invisibles et que les tracés de texte vides, vous rendez le travail plus propre.

## Les indications à porter sur la topographie

Plusieurs indications sont indispensables :

- la situation de la cavité :
  - nom de la cavité
  - massif et zone sur le massif
  - commune et département
  - coordonnées en précisant la projection et le système géodésique
  
- la représentation :
  - plan
  - profil
  
- Echelle et orientation
  - échelle graphique avec mesure (toujours une échelle graphique qui restera quelque soit les agrandissements ou réductions que pourraient subir la topographie)
  - nord géographique ou magnétique
  - année de réalisation (elle permettra de calculer la déclinaison magnétique pour de futurs travaux des années plus tard)
  
- Instruments utilisés
  - décamètre ou laser mètre (sa marque et modèle)
  - compas et clinomètre (marque et modèle)
  
- Renseignements topographiques et année
  - année(s) de la topographie
  - nom des participants et/ou clubs
  - nom du dessinateur et/ou de celui qui réalise la synthèse topographique

### **Autre application : le report topographique sur une carte**

L'entrée de la cavité peut être positionnée sur la carte IGN. Il est donc possible d'y superposer la topographie et d'y étudier le développement. Une topographie bien précise est une source de renseignements et un outil de référence pour des études scientifiques ou autres travaux particuliers.

Dans une zone où s'ouvrent plusieurs cavités, il est intéressant de les replacer sur un même plan. La fusion des différentes topographies peut révéler une orientation générale des galeries, un système de failles, des galeries qui se superposent, une possibilité de jonction... Toutes ces informations seront utiles pour une suite du travail d'exploration.

Dans certains cas, une topographie de surface apporte des renseignements complémentaires à la topographie souterraine :

- position et développement d'un cours d'eau asséché par rapport à un point connu de la topographie
- accident du terrain qui aurait une incidence sur la morphologie de la cavité
- cheminement entre deux entrées proches de cavité pour affiner leur position respective sur la carte
- cheminement entre l'entrée de la cavité et un point caractéristique de la cavité repéré par radio localisation
- ...

C'est pour ces deux derniers cas que nous avons, durant ces journées de stage, réalisé des topographies de surface. Celle-ci a permis de mieux positionner, avec des coordonnées de plus en plus précises, la topographie souterraine.

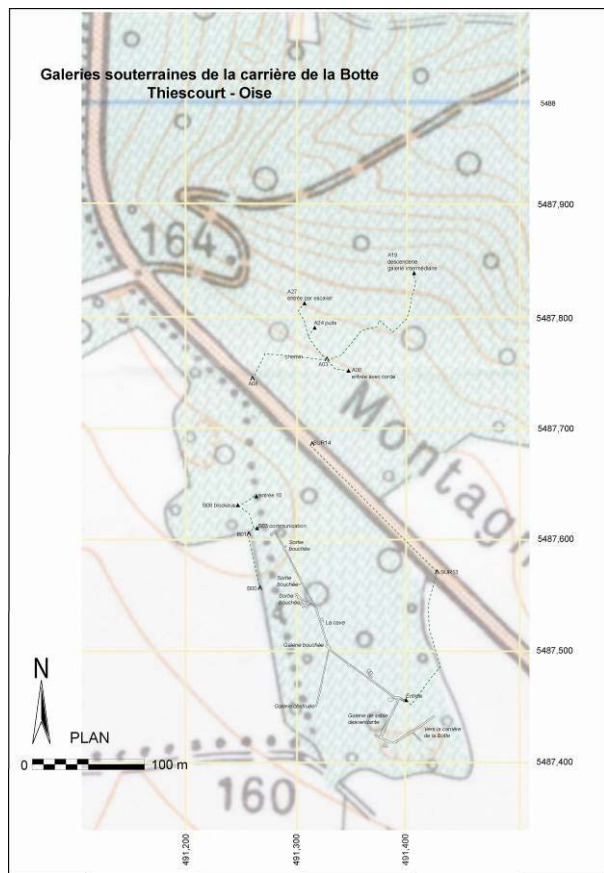
## Passons à un exemple pratique

Sur le 1<sup>er</sup> calque, vous importez l'extrait de la carte dont vous avez besoin. Au préalable, vous l'avez scannée, recadrée avec un logiciel d'image pour ne garder que la zone utile. Parfois, il est intéressant de conserver le quadrillage des coordonnées (Lambert ou UTM selon ce que vous avez précisé dans « situation » du logiciel de topographie). N'oubliez pas que vous pouvez toujours modifier l'opacité.

Sur un 2<sup>ème</sup> calque, vous importez votre dessin topographique. Il est fort probable que vous n'avez pas importé le cheminement avec le quadrillage des coordonnées. Dans ce cas, il vous faudra recommencer cette importation, la superposer à celle existante et tracer les croix du quadrillage sur un autre calque. Puis, pensez à rendre invisible les calques inutiles (cheminement, scans...) quand vous importez sur la carte.

Vous aurez certainement besoin de mettre vos deux documents à la même échelle. Vous en maîtrisez déjà bien la méthode !

Vous placez votre dessin topo à l'aide des croix de votre quadrillage de projection ou du point d'entrée de la cavité si celle-ci est portée sur la carte ou que vous l'avez calculée.



Vous pouvez importer autant de dessins topographiques, de cavités comme de surface, que vous voulez. Portez sur votre carte, toutes les informations qui vont vous paraître intéressantes. A l'aide de vos différents calques, vous garderez ou supprimerez des éléments en fonction de vos communications.

## **Exporter le travail**

Ce document topographique achevé exporté en JPEG devient une image qui peut être insérée dans un autre document Word par exemple.

## **Enregistrer le document**

Tous vos documents seront enregistrés en format .ai (si vous utilisez Illustrator) mais vous pouvez aussi les enregistrer en .PDF. C'est le format à utiliser pour les envois car lisible par plus d'utilisateurs.

Et maintenant, bonnes réalisations !

**Françoise Lidonne**  
Juin 2005

## Le pas à pas en photos de la radio localisation en surface

Si la topographie de la grotte a été reportée sur la carte géographique, l'équipe de surface se déplacera dans la zone supposée être à la verticale de la balise émettrice. Sinon, une approximation du lieu sera nécessaire. La recherche peut en être un peu plus longue.

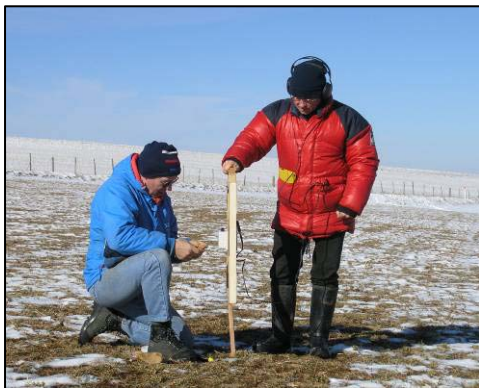
La balise émettrice a été placée dans la cavité le plus verticalement possible au point que l'on souhaite déterminer en surface. A une heure convenue entre les deux équipes, elle est mise en fonctionnement. L'équipe de surface va donc commencer la recherche de ce point.



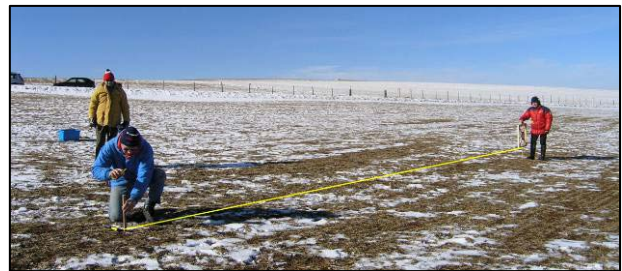
La balise réceptrice est positionnée à l'horizontal (sur une caisse par exemple) pour que le signal reçu soit perçu plus vite. Ecouteurs aux oreilles, la recherche du point à l'aplomb de la balise émettrice commence.



La localisation s'effectue par une méthode de triangulation.



Dès la réception du signal, il faut orienter le cadre récepteur, tenu verticalement, de manière à obtenir un signal nul. Le signal est nul sur la longueur de la ligne de champ. Une cordelette tendue entre deux piquets marquera cette ligne.



On se déplace sur le terrain, en dehors de cette ligne et à une dizaine de mètres, pour retrouver un autre signal. A nouveau, le cadre récepteur est placé de manière à obtenir un signal nul. On tend une deuxième cordelette qui va croiser la première au point supposé de la balise émettrice.



Si les deux cordelettes ne se croisent pas, il faut se déplacer de manière à se rapprocher du point éventuel de leur croisement. La direction des cordelettes donne une bonne indication. Dans un terrain plat et dégagé, le repérage est plus facile. Dans un terrain accidenté ou broussailleux, la manœuvre devient plus délicate.

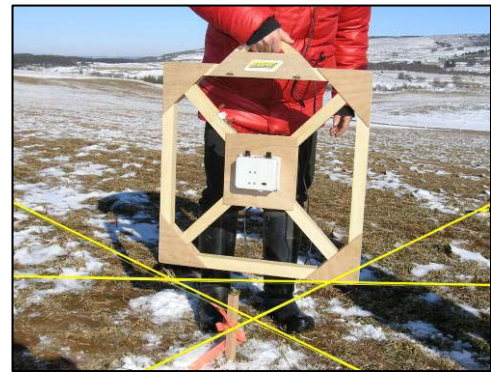


Le signal est maximal quand le cadre est placé perpendiculairement à la ligne de champ. Il sera perçu avec une intensité variable en fonction de l'orientation du cadre.

On recommence une troisième fois la même manœuvre et on tend une autre cordelette. On obtient un triangle appelé triangle d'incertitude. C'est à l'intérieur de ce triangle que l'on va affiner la recherche du point.



Le cadre récepteur est placé à l'intérieur de ce triangle. On recherche le signal nul en faisant pivoter verticalement le cadre. C'est à l'aplomb de cet endroit que se situe la balise émettrice. Le point est donc repéré en surface.



L'information peut être complétée par l'indication de la profondeur de la balise.



On va se placer, le long d'une des cordelettes, à une certaine distance du point trouvé (distance multiple de 10 mètres pour faciliter le calcul). Cette distance est mesurée au décamètre, il faut de la précision.

Le cadre est placé perpendiculairement à la cordelette (représentant la ligne de champ) pour recevoir le signal maximum. Il est progressivement incliné jusqu'au moment où le signal devient nul. Avec le rapporteur placé sur le côté du cadre, on mesure l'angle d'inclinaison.





Puis, on lit dans un tableau, affiché sur le cadre, un coefficient avec lequel on va multiplier la distance. Ce produit (distance au point x coefficient) donne la profondeur à laquelle se situe la balise.



P = k(α) x D		Dizaines de l'angle alpha (α)								
P = profondeur D = distance		0	1	2	3	4	5	6	7	8
angle alpha (α)	0	0.707	0.852	1.031	1.262	1.576	2.033	2.778	4.239	8.565
	1	0.720	0.868	1.051	1.289	1.614	2.091	2.880	4.468	9.523
	2	0.733	0.884	1.072	1.317	1.653	2.152	2.988	4.722	10.72
	3	0.747	0.904	1.092	1.345	1.681	2.216	3.105	5.006	12.26
	4	0.761	0.924	1.111	1.373	1.709	2.283	3.230	5.325	14.31
				1.438	1.827	2.430	3.511	6.098	21.47	
				1.486	1.870	1.875	2.509	3.670	6.573	28.64
				1.532	1.910	1.925	2.593	3.843	7.127	42.97
				1.577	1.948	1.978	2.683	4.032	7.781	85.94

Angles remarquables		
α	P = D	P = 0.707 x D
18.4°		
0°		

C'est Daniel Chailloux qui a fabriqué cette balise et qui nous en a donné toutes les explications. Elles ne sont certes pas complètes dans ce document mais il nous en explique toujours la théorie avec un grand plaisir. (voir chapitre la radio localisation)

**Françoise Lidonne**  
(texte et photos, année 2005)