



> L'ESSENTIEL

DE LA TOPOGRAPHIE SOUTERRAINE

Auteur·e·s : Frédéric Bonacossa, Charles Ghommidh (†), Florence Guillot (coord.), Denis Langlois, David Pujol, Dominique Ros-Souterweb, en collaboration avec Christophe Bès, Laurent Blum, Jean Bottazzi, Michel Demierre, Christophe Duverneuil, Éric Sibert.



Fédération Française
de Spéléologie

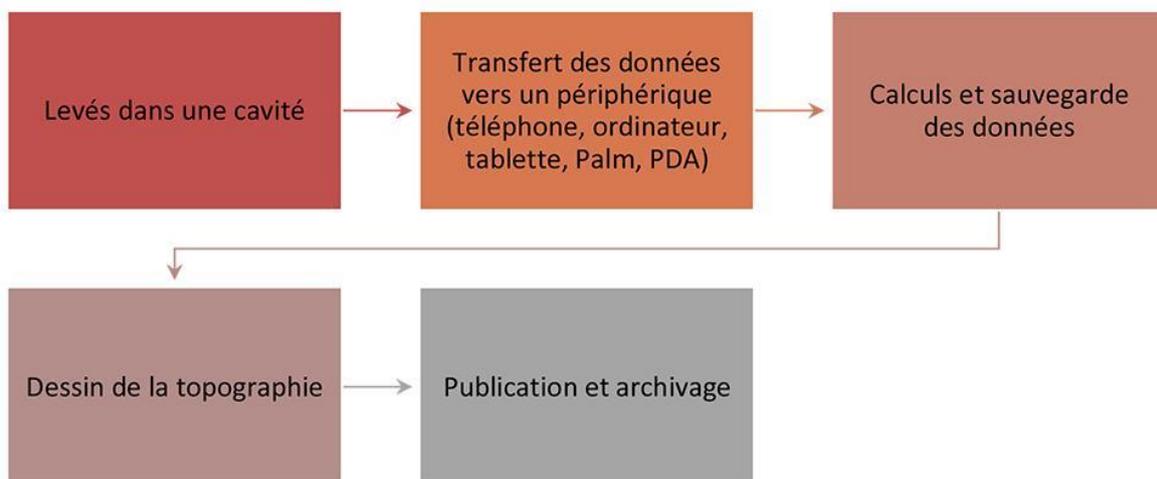
La Topo Kesako ?

La topographie d'une cavité est incontournable pour rendre compte d'une exploration :

- Elle permet de cartographier une cavité ou un système,
- Elle permet de comprendre cette cavité ou ce système,
- Elle permet d'aider à trouver des jonctions et des suites,
- Elle permet de publier, une découverte n'existant que si elle est publiée.

En expé, sur une période courte et intense, des spéléos d'expériences et d'habitudes très diverses vont œuvrer ensemble. Ça ne s'improvise pas ; il faut s'accorder par avance sur les méthodes de travail, les logiciels utilisés, les méthodes d'archivage, etc.

LES ÉTAPES DE LA TOPOGRAPHIE



D'après <http://souterweb.free.fr/topographie/genese/genesetopoaccueil.htm>

Le matos qu'il me faut

- un GPS : pour pouvoir pointer les entrées, enregistrer les accès,
 - un carnet topo (format A5) + au moins 2 crayons à papier,
 - un système de marquage des points,
 - un système de mesure :
 - *le DistoX, constitué d'un lasermètre Leica Disto X310, équipé d'une carte additionnelle DistoX2,
 - *ou un [Bric5](#) (plus cher que le distoX2, mais plus précis)
 - *ou encore un [Shetland Attack Pony6](#).
- [Le comparatif des trois de Marco Corvi sur Souterweb.](#)
- en option : un Palm, PDA, tablette ou téléphone Android, si je veux voir les données en direct ou dessiner dessus.

Le plus couramment utilisé en France est le distoX2 :

→ [Manuels d'utilisation complets](#) du DistoX

→ **Acheter le lasermètre Leica X310**

Le lasermètre est un instrument de mesure très précis. Il faut choisir le bon modèle pour monter le distoX2.

Il reste des Leica X310 d'occasion, mais on ne le trouve plus neuf.

On peut aussi se procurer la version américaine (E7400x) qui n'est qu'une dénomination commerciale pour les USA, c'est le **même** modèle, aussi capable d'afficher les mesures en unités métriques.

→ **Acheter la carte du DistoX2**

C'est maintenant Siwei Tian qui fabrique ces cartes. Vous pouvez le contacter par [Facebook](#).

→ **Acheter la batterie du DistoX** (LiPo amagnétique « nm053040 »)

Contactez la liste spéléo française, les frais d'expédition étant prohibitifs pour une unique batterie (achats groupés) <mailto:speleos-fr@speleo.com>

→ Monter le DistoX

Le montage (vous aurez besoin d'un copain spéléo qui manie bien le fer à souder pour l'électronique et a les doigts fins) :

[Manuel de montage](#) et [en anglais](#)

[Des conseils pour le montage](#)

[La boîte à outil du DistoX2](#)

Astuces :

*La prise de chargement usuelle des batteries de DistoX (PCB) s'arrache souvent. Vous pouvez en mettre une autre, souple (prise femelle reliée par un câble).

→ Étalonner le DistoX

[La procédure](#)

[Un exemple d'étalonnage](#)

Avant chaque sortie, pensez à vérifier l'étalonnage du DistoX :

- en comparant les valeurs azimuts avec un autre appareil (un compas lui-même vérifié...),
- ou en visant entre deux points aller-retour : cette vérification n'est correcte que si on pratique 4 visées avec une rotation axiale de 90° à chaque fois (on tourne le distoX sur lui-même comme lors de l'étalonnage). Ce qui fait donc 8 visées : 4 allers et 4 retours. Certains préconisent 5 visées seulement : 4 à l'aller et une seule au retour.

→ Comment protéger le DistoX ?

*[Un préservatif ?](#)

*Une boîte clip close ?



*Plus grand, lourd et cher, mais vraiment étanche et solide : Pelicase 1030



→ Utiliser le DistoX

Le DistoX prend simultanément trois mesures : distance, angle par rapport au nord magnétique (dit azimut) et pente par rapport à l'horizontale (zéro = horizontale).

Attention, notamment dans les passages étroits, à tenir le DistoX loin de perturbateurs magnétiques : éclairages électroniques, mousquetons acier, etc. Les lampes Armytek doivent être équipées de bouchons amagnétiques. Les batteries de rechanges ne peuvent pas être rangées dans votre poche de poitrine.

Attention, la mémoire du DistoX est limitée à 1000 visées. Si vous en faites plus et que vous ne les avez pas exportées, vous perdrez les premières.

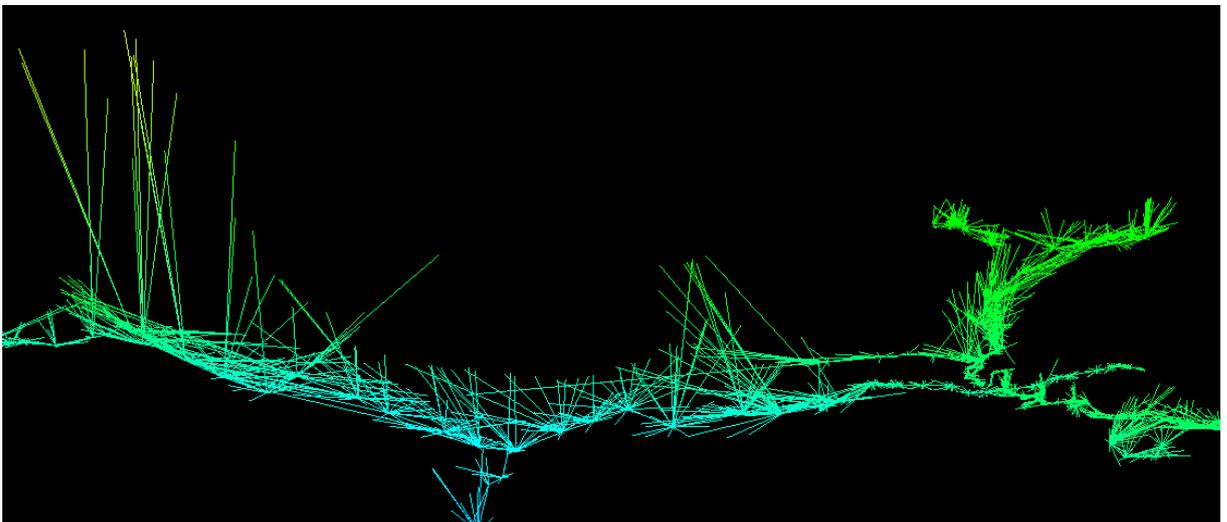
Les visées courtes décrivent mieux la cavité.

On réalise les mesures dans cet ordre :

1. Au minimum, une mesure à gauche du point, une à droite, une en haut, une en dessous. Pour dessiner et avoir un rendu 3D plus fin, des mesures de largeurs et hauteurs en plus peuvent être effectuées.

Ces mesures peuvent être visées de biais, si on veut rendre compte du profil au plus large de la galerie alors que le point topo est dans un coin de la galerie.

Dans les puits, pour donner du volume à la 3D, il faut prendre des largeurs supplémentaires, sinon votre puits sera écrasé (bissectrices par rapport à la pente). Idem pour les grandes salles : beaucoup de mesures permettront de mieux rendre compte du volume.



Exemple de mesures vues en coupe. Laurent Blum

2. Ensuite, on réalise la visée : on vise trois fois d'affilée le point suivant avec le plus de précision possible (le nombre de visées est paramétrable suivant le logiciel utilisé).
3. On va à la station suivante et on recommence.
4. Quand on arrive à la fin, on mesure les largeurs (gauche/droite) et hauteurs (haut/bas) du dernier point.

*Les manips sur le DistoX2

Attention : en mode silencieux, le distoX n'enregistre pas ;-(

→ Les Lidars

On entend maintenant souvent parler de Lidar (*Light Detection And Ranging*). Comme un DistoX, un Lidar utilise un faisceau Laser pour déterminer l'emplacement d'un point visé, mais réalise un grand nombre de points automatiquement ce qui permet d'obtenir un nuage de points. On le dit « texturé » quand s'y ajoutent des informations de couleur et d'aspect des points. Les nuages de points sont en trois dimensions, mais on peut les projeter en plan, en coupe, ou réaliser des sections de galerie. On peut aussi obtenir des nuages de points avec des photographies (photogrammétrie).

La topographie par Lidar est donc bien plus descriptive que nos levés au DistoX, puisque le nombre de points est beaucoup plus important. Mais actuellement, elle reste très peu pratiquée, car peu pratique.

*Leica propose un Lidar mobile (blk2go), dont la portée est de 25 m. Mais son prix est prohibitif et l'appareil reste fragile pour nos usages. Néanmoins, si on veut documenter une cavité ou une partie de cavité exceptionnelle, les résultats obtenus avec cet appareil sont très précis et il peut être loué.

*Depuis le modèle 12, les iPhone comportent un Lidar. La portée n'est que de 5 m. Son usage est très gourmand en énergie et il faut souvent prévoir une batterie annexe puissante. Il n'est pas simple à utiliser dans les puits et c'est encore difficile de lever en plusieurs étapes, car l'association de plusieurs nuages de points est parfois délicate. Il peut néanmoins servir à documenter une galerie ou une portion de galerie particulièrement intéressante. L'app Scaniverse, gratuite, permet de bons résultats et de nombreuses possibilités d'exports.



Exemple d'un levé Lidar texturé par iPhone d'une galerie de mine d'une centaine de mètres de long (vue en plan et d'une partie de l'intérieur). F. Guillot et D. Langlois



iPhone avec un *ring* lumineux.

Photo nulle à refaire avec quelqu'un qui le tient, mais il me faut un téléphone pour photographier mon téléphone et une personne pour le tenir 😊

*Un appareil convient à la spéléo, le [Caveatron](#). Il est moins précis que les Lidars des topographes, mais suffisant pour nos topographies. Il s'agit d'un projet open source et [il faut construire son appareil](#) soi-même.

Mettre photos avec caveatron et rendu : je n'ai pas !!!! ???? Qui a ???

Rappelons qu'en l'absence de données GPS sous terre, il faudra tout de même recalibrer les nuages de points Lidar pour qu'ils soient géoréférencés et vérifier qu'il n'y a pas de décalages des angles.

Comment je bosse sous terre ?

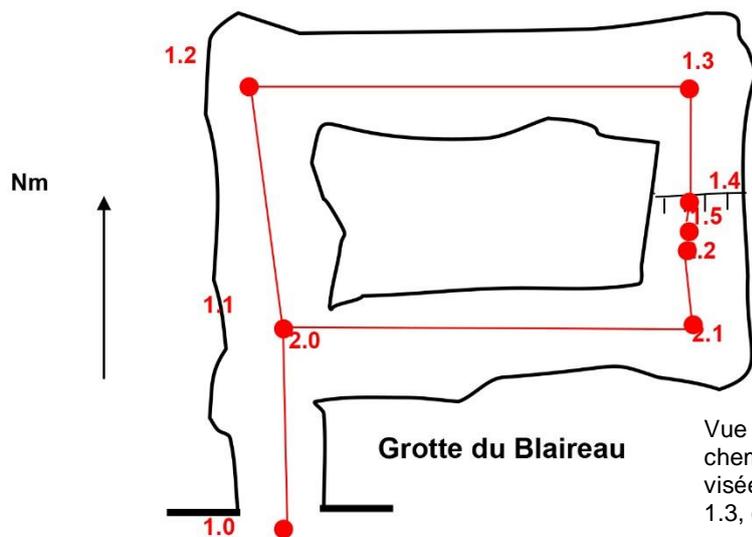
Plus d'infos : [La Taupographie pour les nuls de Charles Ghommidh](#).

→ Qu'est-ce que je note sous terre ?

On progresse de point (station) en point (station) et les visées sont des droites entre deux points. En même temps, on mesure et on dessine autour des points. Chaque visée mesure une longueur entre les deux points, un azimut (angle de la droite-visée p/r au nord magnétique) et une inclinaison (pente de la droite-visée p/r à l'horizontale).

Les mesures : Si on ne vérifie pas l'acquisition des données en même temps que l'on prend les mesures, il est vraiment conseillé de les noter sur le carnet. Certains diront qu'il faut toujours les noter, car même en acquérant les données on peut casser l'appareil... à vous de voir.

Il faut dessiner sur place : le plan et les sections et la coupe pour les cavités verticales.

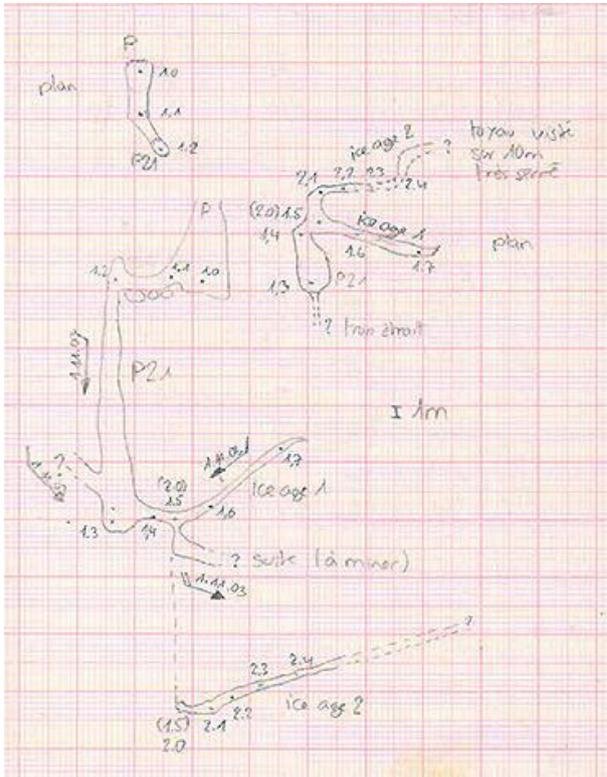


Vue en plan (de dessus) d'une cavité imaginaire : cheminement de la topographie et stations. Les visées sont : de 1.0 à 1.1, de 1.1 à 1.2, de 1.2 à 1.3, etc. Ch. Ghommidh

Les dessins : On dessine les parois des galeries et les éléments qui semblent d'intérêt. Ce sont ceux qui peuvent servir à un.e spéléo à se repérer dans la cavité et ceux qui apportent des informations sur la formation de la cavité ou les éventuelles traces archéologiques et les sites biospéléos d'intérêt. Il ne faut surtout pas oublier de noter les carrefours de galeries sur les dessins (même les arrivées en hauteur).

→ Dessiner et noter sur carnet

* Avec une page pour les dessins et une autre pour les données sous forme de tableau :

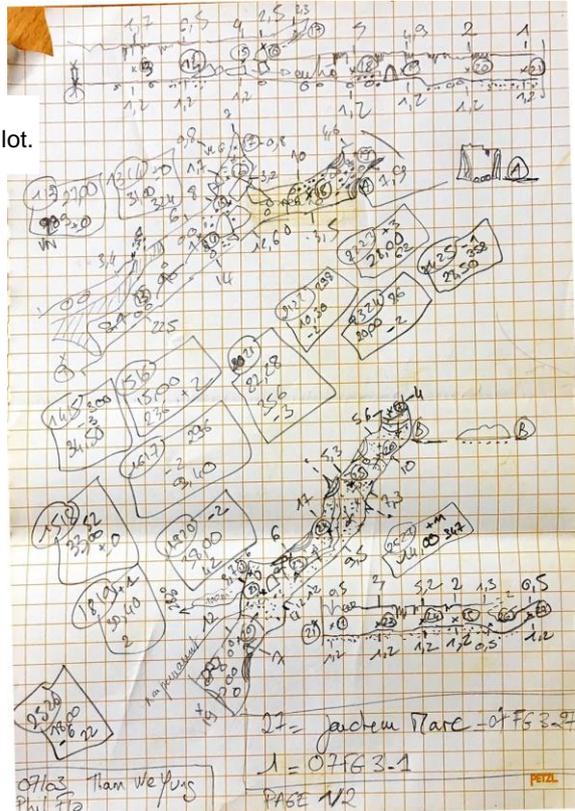


N° Li	Ni	Ni+1	-	-	-	-	-
1.0	-	-	1.5	1	0	0.3	fond de la vallée (fin dernier tron)
1.1	5.55	110	-24	0	0.6	1.5	1
1.2	3.15	300	+24	0.2	0.3	2	P21
1.3	2.1	0	-4.7				faite fond du pont à contrôler
1.4	3.85	350	+3	0.5	1	0.6	0.2
1.5	1.75	75	-6	0	0.7	0.3	3
1.6	3.5	110	+6	0.4	0.4	0.4	0.2
1.7	6.85	100	+28	0.6	0.3	0.2	0.2
2.0	-	-	0	0.7	0.3	3	
2.1	2.6	340	0	0.7	0.6	0.5	
2.2	1.5	70	+24	0.7	0.5	0.5	
2.3	3.6	110	+2.7	0.5	0	0.5	0.5
2.4	3	60	+6	0.4	0.5	0	0.4

Exemple notes de carnet avec tableau. [M. Demierre](#))

* Sans tableau :

Exemple de notes de carnet sans tableau. F. Guillot.



→ Dessiner et noter sur carnet électronique

Il faut connecter la tablette, le PDA, le Palm ou le téléphone que vous utilisez par Bluetooth avec votre DistoX.

3 solutions logicielles existent suivant le matériel que vous possédez :

- [Pocket topo](#) pour PC et PDA sous Win Mobile 6. À configurer en mode intelligent pour qu'il reconnaisse les mesures d'habillage de celles du cheminement.
[Aide pour l'installation des prérequis](#)
- [Auriga](#) pour les Palms
- [Topodroid](#) pour les téléphones Android ou les tablettes. C'est le plus utilisé et il est régulièrement mis à jour. Exporte et importe de très nombreux formats.
[Une traduction française de la doc.](#)

→ Éviter les erreurs

Avec les outils modernes de topographie, l'incertitude de mesure sur les distances est d'environ ± 2 mm (Disto laser Leica), et sur les angles $\pm 0.5^\circ$ (Tandem Suunto). Attention, il s'agit là de l'incertitude de mesure intrinsèque aux appareils utilisés, mais pas de l'incertitude de leur mise en œuvre !

En principe, les erreurs sont aléatoires et ne s'ajoutent pas systématiquement d'une visée à l'autre. Statistiquement, elles se compensent partiellement. Cette compensation partielle permet d'atteindre des précisions globales de l'ordre de 0.1 à 0.2 % lorsque les mesures ont été réalisées soigneusement. Avec une cavité d'un kilomètre, le point le plus extrême pourra ainsi être décalé d'une vingtaine de mètres.

Les erreurs systématiques sont graves. Un compas perturbé par la présence d'une masse magnétique à proximité (branche de lunettes, frontale...) ou d'un choc, un DistoX mal étalonné, peuvent induire des décalages significatifs.

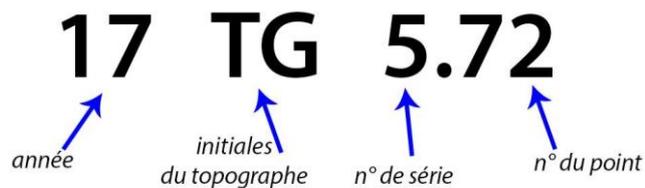
L'erreur la plus courante est généralement l'erreur de centrage : lors du changement de station, le topographe ne se place pas exactement au point-station qu'il vient de viser. Il est préférable d'utiliser une cible positionnée avec rigueur. On peut considérer que l'incertitude de mesure de distance est généralement négligeable par rapport à l'incertitude de centrage. Mais les erreurs sont nombreuses. C'est pourquoi il est utile de tracer un croquis aussi précis que possible pendant l'exploration, qui permet ensuite de repérer les erreurs grossières.

→ Nommer et matérialiser les points sous terre

Attention : sur un même massif, donner des noms différents à chaque point.

Il faut laisser une indication des numéros de point obligatoirement à chaque carrefour et de temps en temps dans les grandes galeries.

Plusieurs systèmes de plaquettes topos à laisser sont possibles : métal et lettres à frapper avec fixation Dbz, plexiglas avec marqueur permanent et fixation collier plastique, etc.



Un exemple de système de numérotation de point à laisser sous terre pour marquer une station. D'après Charles Ghommidh.

→ Localiser les entrées

On utilise un GPS (appareil ou sur smartphone) pour localiser les entrées et le premier point de la topographie.

Suivant les constellations de satellites reçues et la topographie du terrain, la précision est plus ou moins bonne. Près d'une falaise, elle sera mauvaise. Suivant les perturbations géomagnétiques du moment, la précision varie aussi (vérifier l'indice dit « KP », par ex sur une App comme « UAV Forecast » ; attention au-delà de 3).

Si on veut obtenir des coordonnées GPS très précises existe un système de correction des erreurs, open source, qui fonctionne en France et en Hongrie : [le réseau Centipède](#). Mais il faut fabriquer un récepteur et la précision des GPS des bons téléphones est généralement satisfaisante pour nos travaux (autour d'1 m en X et Y).

Plus on réceptionne de constellations de satellites, plus c'est précis. En laissant sur place le récepteur GPS plus de 12 h, on obtient aussi une plus grande précision.

Attention à l'altitude (Z) qui est moins précise et qui peut être exprimée par votre GPS en hauteur par rapport à une ellipsoïde (approximation de la forme de la terre) et non pas en altitude. Il vaut mieux la vérifier sur une carte à partir des coordonnées X,Y obtenues.

[L'IGN met en ligne des levés Lidars](#) de tout le territoire français qui permettent aussi de mieux localiser certains points, notamment si votre entrée est visible. [Existe une visionneuse en ligne](#). On peut exploiter ces données avec un logiciel SIG, par exemple QGIS, ou avec un logiciel permettant de traiter les nuages de points, par exemple Cloud

Compare. On peut aussi voir certaines entrées depuis les images satellites sur Géoportail (France) ou Google Earth (monde entier).

Enfin, rappelons aux expéditions à l'étranger que les images Google Earth peuvent être géoréférencées avec des erreurs aléatoires jusqu'à 200 m de décalage à la demande de certains gouvernements. Dans ces conditions, mieux vaut ne pas pointer une cavité depuis l'image Google Earth.

Il existe une foultitude de formats de coordonnées. Même si l'utilisation des coordonnées locales peut s'avérer nécessaire dans les pays dotés d'anciennes cartes, il est mieux de noter les coordonnées sous forme UTM/WGS84, car ce format constitue un pivot vers tous les autres systèmes.

Pour mémoire tous les formats sont constitués de deux parties :

1. une approximation de la forme de la terre, le « *datum* ». Par exemple le WGS84 du GPS, ou l'ancien français comme le « *Clarke 1880 IGN* » de l'ED50.
2. d'un système de « *projection* » (conique, cylindrique) et de coordonnées comme UTM, degré/minutes/secondes, etc.

Souvent les deux sont ensuite confondus dans le « *système* » d'un pays, ainsi le RGF93 en France actuellement.

Il est **impératif** sur la topographie de bien préciser les références des mesures GPS.

Convertir les coordonnées obtenues par GPS dans un ou l'autre des systèmes de coordonnées :

- <http://eric.sibert.fr/article80.html>
- <http://vtopo.free.fr/convers3.htm>
- <http://geofree.fr/gf/coordinateconv.asp> Convertisseur en ligne (il faut être connecté)

→ **Convertir des données entre GPS (les traces par exemple)**

→ **Archivage des données prises sous terre**

Il est **impératif** de conserver de manière pérenne toutes les données prises sous terre (notes, mesures), c'est-à-dire les pages des carnets topos, car il est courant de reprendre des travaux des années après leur abandon. Seules les données prises sous terre peuvent permettre de lever les doutes ou de redémarrer proprement.

Il faut aussi archiver les données issues des différentes phases : calcul, dessin, etc.

En expé, on peut photographier les pages des carnets pour éviter la catastrophe que représenterait leur perte.

Comment mettre mes données au propre ?

→ Les logiciels

Des logiciels permettent d'exploiter les levés pour calculer la topographie et former des polygones (= topo avant dessin : en 3D, en plan, en coupe).

- Souvent, on importe les données depuis Auriga, Pocket Topo ou Topodroid sur ces logiciels.
- On peut aussi s'en passer et passer directement d'Auriga, Pocket Topo ou Topodroid au dessin.
- On peut aussi entrer les données manuellement (à partir du carnet de mesure) dans un logiciel de calcul, mais c'est source d'erreurs de saisie.



Plan d'une cavité après calcul et avant dessin (P 7, -624, Ariège, F. Guillot)

Astuces : Il est préférable d'avoir plusieurs logiciels sur le même ordinateur en expé. Car certains logiciels ne font pas ce que d'autres font. La plupart du temps les logiciels cités peuvent échanger les fichiers à l'aide d'une fonction import/export. Le format d'échange le plus courant étant celui de Visual Topo pour les logiciels français.

Pensez à choisir des logiciels en plusieurs langues pour les expés internationales.

→ Les logiciels pour Windows

- **Visual topo** : Logiciel de calcul. Simple d'utilisation dans la mesure où la saisie des données se fait exactement de la même manière qu'avec un carnet topo. Traduit en plusieurs langues. Divers outils SIG¹ : Dessin de surface, exports pour Google Earth ou en GPX, .shp, exports .dxf pour le dessin, etc. Importation des fichiers Pocket Topo avec prise en compte des visées radiales. Très utilisé en France et en Espagne.
- **DPTopo** : Logiciel de calcul. Exports vers Google Earth. Outil de numérisation de topo papier, outil de mise en fond de n'importe quels types de documents (carte, photos) sous les topos 2D. Outil de dessin de surface. Divers outils de

¹ Système d'Information Géographique. Par exemple le logiciel QGIS.

calculs statistiques, de conversion de coordonnées, de déclinaison magnétique, etc.

- [Therion](#) : Logiciel de calcul et de dessin. Plutôt difficile d'utilisation, mais adaptée aux cavités complexes, il permet de dessiner et de réaliser des exports .shp pour les systèmes d'informations géographiques. Il est disponible dans de nombreuses langues.
- [Topo Calc'R](#) : Logiciel de calcul et de dessin. Permet de dessiner, importe les polygones calculés depuis Visual Topo, Auriga et Pocket Topo et permet de mettre des cartes topographiques en fond.
- [Cyber Topo](#) : Logiciel de calcul plutôt orienté grands réseaux composés de nombreux bouclages. Des outils sont prévus pour aider à trouver les erreurs de bouclage. Peut importer les données de squelette depuis le DistoX/PocketTopo. Surtout utilisé en Savoie.
- [D'autres logiciels](#) sont disponibles dans d'autres langues : Compass (Américain), cSurvey (Italien et Anglais), Caverender (Allemand), etc.

→ Les logiciels pour Mac

- Plus mis à jour depuis 2007, [Toporobot](#) (limelight) ne fonctionne que sur d'anciennes versions d'OS X (antérieures à Lion - 10.7) qui disposait de Rosetta pour émuler du code PowerPC sur des architectures x86. Les exports depuis Auriga et Pocket topo se font bien, mais les exports depuis Topodroid sont problématiques.
- [Therion](#)
- [Survex](#)
- L'ensemble des logiciels pour Windows cités précédemment en utilisant un logiciel de virtualisation comme [Oracle VM VirtualBox](#) et une machine virtuelle sous Windows installée
 - soit à partir d'une distribution officielle Microsoft,
 - soit à partir [d'une machine de test valable 90 jours](#) sur le site de Microsoft,
 - soit en téléchargeant [une iso](#) sur le site de Microsoft, puis en activant la version de Windows (cf. Microsoft Toolkit v2.6.2).

Une fois la machine virtuelle opérationnelle, on installe le logiciel de calcul de son choix.

Remarque : pour télécharger les données d'un DistoX sur la machine virtuelle installée, il est nécessaire de s'équiper d'un dongle bluetooth qui sera affecté à cette machine virtuelle, car l'ordinateur Mac ne peut partager sa connexion Bluetooth entre ses besoins propres (souris, clavier, etc.) et ceux de la machine virtuelle. Ce dongle Bluetooth devra être appairé avec le DistoX.

La déclinaison magnétique, mais c'est quoi ?

Le nord magnétique n'est pas le nord géographique. Les azimuts donnés par le distoX sont des angles par rapport au nord magnétique. Comme le nord magnétique évolue dans le temps et dans l'espace, il vaut mieux dessiner les topographies par rapport au nord géographique qui lui est fixe. La différence entre nord géographique et nord magnétique est appelée déclinaison magnétique.

Puisque le nord magnétique évolue dans le temps, sur le carnet des levés, il faut noter la date de chaque séance topo.

Si certains logiciels de calcul la définissent grâce à la date et à la localisation de votre topographie, lors de la saisie informatique, pour d'autres vous devrez parfois indiquer la déclinaison magnétique.

Pour calculer la déclinaison :

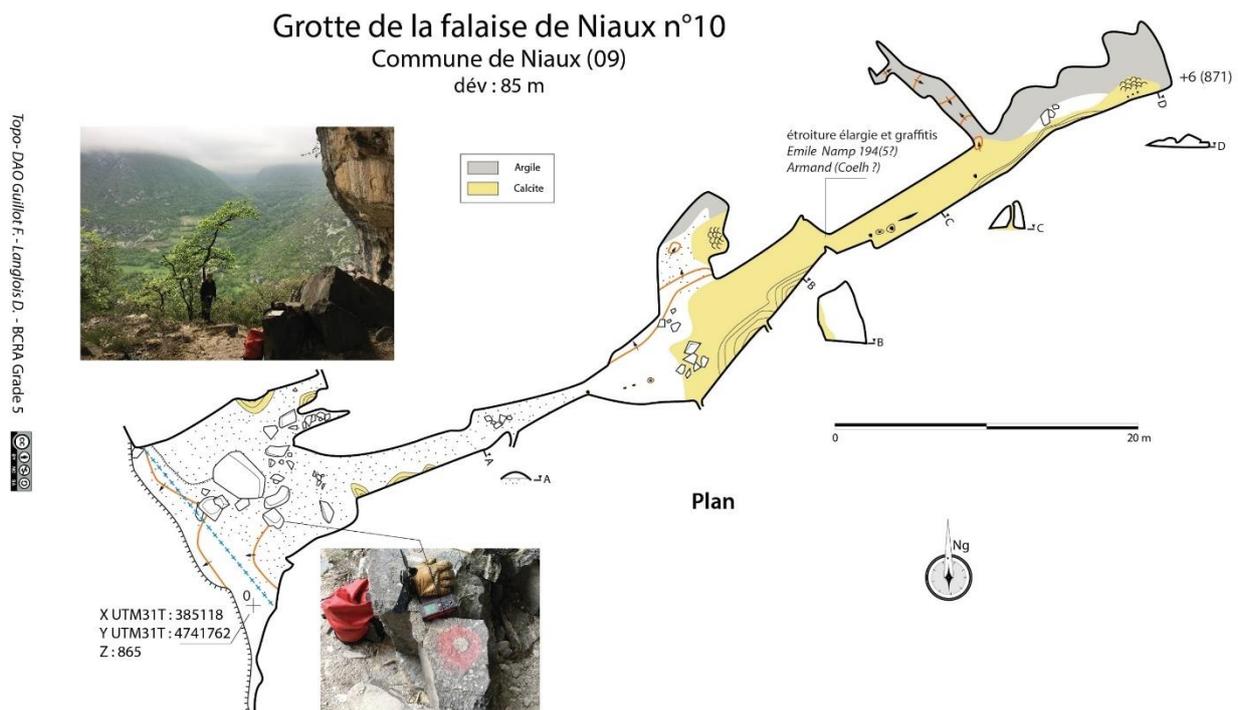
- [Declimag](#)
- [En ligne](#) (il faut donc être connecté)

Comment puis-je mettre au propre, dessiner et publier ma topo ?

On dessine au minimum un plan (agrémenté de sections) et, dans le cas des cavités verticales, on ajoute une coupe.

Certains logiciels de calcul (Therion, Topo Calc'R, Caverender) permettent de dessiner une topographie en plus de réaliser les calculs.

D'autres logiciels ne permettent pas le dessin. Il est alors réalisé le plus souvent sur Illustrator (payant), commercialisé par Adobe ou sur Autocad (payant) commercialisé par Autodesk ou encore avec [Inkscape](#) qui est libre et gratuit. Pour passer du logiciel de calcul à celui de dessin, il faut exporter les données (le plan et si besoin la coupe). En général, on demande l'export au format .dxf ou au format .ps.



→ **Les sigles de l'Union Internationale de Spéléo**

Le dessin utilise des légendes pour matérialiser des paysages, spéléothèmes, formes, etc.

On peut utiliser d'autres sigles, mais il vaut mieux alors faire un cartouche de légende sur la topographie pour les expliciter.

Une topographie doit aussi comporter au moins l'indication du nord, une échelle graphique, les coordonnées au moins d'un point (généralement une entrée), les auteurs, etc.

→ **Le droit d'auteur et la publication**

Le droit d'auteur appartient à celui qui signe la topographie et la dessine (c'est le dessin qui est une œuvre).

Les possibilités qu'ont les autres d'utiliser ou pas la topographie peuvent être indiquées sur la topographie en choisissant une licence CC.

On peut publier la topographie (associée à un descriptif qui complète le dessin) dans un rapport d'expédition, une monographie de massif, mais aussi des revues ou sur des sites en ligne, par exemple :

- [Grottocenter](#)
- [Spelunca](#), revue de la FFS
- [Spéléo Mag](#)

Non diffusée, une topographie n'a aucune existence et l'exploration non plus.

→ **Banque(s) de données de dessins vectoriels pour la topographie spéléo**

*Pour Illustrator

- <http://eric.sibert.fr/article29.html>
- http://www.ssslib.ch/new_site/main.php?acc=../page/topo_de.htm&
- Une planche sous CS6. À mettre en lien ???

*Pour AutoCAD

- <http://clan.des.tritons.free.fr/blog/?p=1933>

→ Indiquer la précision

[Une échelle](#) pour indiquer sur une topographie la précision du levé

→ Le géoréférencement des topos

Il est intéressant de positionner les topographies obtenues sur une carte ou une photo aérienne.

Les SIG permettent de le faire sur un grand nombre de couches, cartes, photos, etc.

La plupart des logiciels de calcul topographique proposent d'exporter les polygones ou les dessins géoréférencés. Existence de nombreux formats de géoréférencement, et il faut en premier savoir ce dont vous avez besoin, par exemple :

Pour Google Earth : un format .kml ou .kmz

Pour vos GPS et logiciel GPS : le plus souvent un format .gpx

Pour QGIS : .shp ou .kml/.kmz. Un format vectoriel produit depuis le logiciel de dessin illustrateur peut aussi y être géoréférencé.

Il existe [un petit logiciel](#) développé par des spéléos.

On peut aussi géoréférencer une image grâce à des logiciels de SIG. On peut mettre la topographie sur des cartes, des MNT, le Lidar HD de l'IGN, etc. Ainsi, le logiciel libre [QGIS](#) pour PC, MAC et Linux est largement utilisé.

Astuce : [Un module](#) qui permet d'importer directement une topo au format TopoRobot dans QGIS. ?

Il est aussi possible d'utiliser le logiciel de son GPS, mais l'opération est plus longue et difficile à partager (formats).



Polygones de cavités sur Google Earth

Exemples de déroulés avec deux méthodes

J'AI UN DISTOX, UN CARNET ET UN ORDINATEUR



J'AI UN DISTOX, UN APPAREIL ÉLECTRONIQUE, UN CARNET ET UN ORDINATEUR

