



# DOSSIER INSTRUCTION

Jean-Pierre HOLVOET

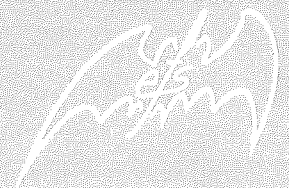
Rémy LIMAGNE

**ORIENTATION**

**ETUDE DE CARTES**

1ère édition - Juin 1986

Ecole Française de  
Spéléologie



---

# ETUDE DE CARTES - ORIENTATION

---

## INTRODUCTION

Pour le spéléologue, l'étude des cartes doit lui apporter de précieux renseignements tant pour se repérer sur le terrain, que la connaissance de la zone qu'il prospecte.

Il doit donc avoir un minimum de connaissances pour savoir lire une carte, se situer sur le terrain, pointer avec précision l'entrée d'une cavité ou reporter sur la carte le plan de celle-ci.

## LA CARTE

### A) DEFINITION

Une carte est une représentation réduite, simplifiée, symbolique et plane d'une partie de la surface terrestre.

De la même manière que le spéléologue réalise le plan d'une cavité, le cartographe (certes avec des moyens très différents) réalise le plan d'une portion de la surface terrestre.

### B) REALISATION

Plusieurs étapes sont nécessaires pour réaliser une carte ; nous les décrivons ici succinctement, renvoyant le lecteur intéressé par le sujet aux ouvrages cités en annexe bibliographique.

- Choix d'un système de projection : en France, l'Institut Géographique National (IGN) a adopté la projection conique conforme de Lambert.

- Matérialisation au sol de points caractéristiques : les points géodésiques obtenus par triangulation ou polygonation. Il en existe quelques 100 000 en France dont la précision relative est de quelques centimètres.

- Matérialisation de points d'altitude connus ou nivellement. Il en existe environ 400 000 en France.

- Prises de vues aériennes ou par satellite destinées à une exploitation stéréoscopique ; la restitution sur le papier se fait par photo-grammétrie (dispositifs optiques et mécaniques).

- Compléments topographiques pour compléter et contrôler les informations reçues grâce aux photos aériennes. Ce travail se fait en atelier et sur le terrain.

- Etablissement d'une carte au 1/25 000 qui est la carte de base et reproduction par offset.

### C) LES TYPES DE CARTE

L'I.G.N. distingue trois grands types de carte :

- les cartes en relief : c'est une carte en trois dimensions où le relief est représenté à l'échelle du plan obtenu par impression d'une feuille de plastique moulée sur une empreinte de ciment spécial. Ces cartes sont très décoratives mais peu pratique à utiliser.

- les cartes thématiques : ce sont des cartes constituées à partir d'un fond topographique et traitant de phénomènes particuliers tels que géologiques, climatiques, démographiques, géomorphologiques, hydrogéologiques, etc.

- les cartes touristiques : dont nous retiendrons d'abord les cartes topographiques. Dans cette catégorie, on trouve également les cartes routières, celles de l'environnement culturel et touristique, etc.

# LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

Nous ne traiterons ici que des cartes au 1/50 000 et au 1/25 000 mais il faut savoir qu'il existe également des cartes de l'IGN couvrant l'ensemble du territoire métropolitain au 1/100 000, 1/250 000 et 1/1 000 000.

Echelle	1/1 000 000	1/500 000	1/250 000	1/100 000	1/50 000	1/25 000
Nombre de feuilles	1	7	16	75	1100	2 200

Signalons encore que nous ne parlons ici que des cartes topographiques types 1922 et 1972 réalisées au moyen d'un système en courbes de niveau, mais qu'il a existé des cartes dites "d'état major" réalisées au moyen d'un système dit "en hachures".

## A) LA FICHE SIGNALÉTIQUE DE LA CARTE

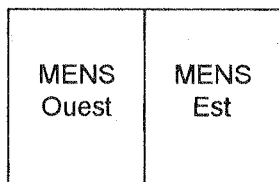
### a) LE TITRE

La carte porte le nom d'une ville située sur la carte, sans que ce soit forcément la plus importante (ex : carte de MENS au 1/50 000).

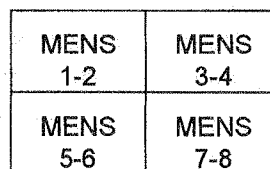
Jusqu'en 1972, une carte au 1/50 000 comprenait 4 cartes au 1/25 000 de même format, chacune identifiée par le nom de la même ville suivi de deux chiffres : 1-2 correspondait au quart N-W de la feuille au 1/50 000, 3-4 au quart N-E, 5-6 au quart S-W et 7-8 au quart S-E.

Depuis 1972, la série bleue au 1/25 000 se compose de cartes en double format, moitié Ouest et moitié Est de la feuille au 1/50 000.

Ex : carte MENS au 1/50 000 :



Série bleue 1/25 000



Ancienne série 1/ 25 000

### b) LE NUMÉRO D'IDENTIFICATION

Chaque carte au 1/50 000 porte un numéro de feuille dans le cadre du tableau d'assemblage avec une colonne et une ligne. Pour l'ancienne série, le numéro de la colonne est en chiffres romains et celui de la ligne en chiffres arabes. Dans la série orange actuelle, les deux nombres sont en chiffres arabes.

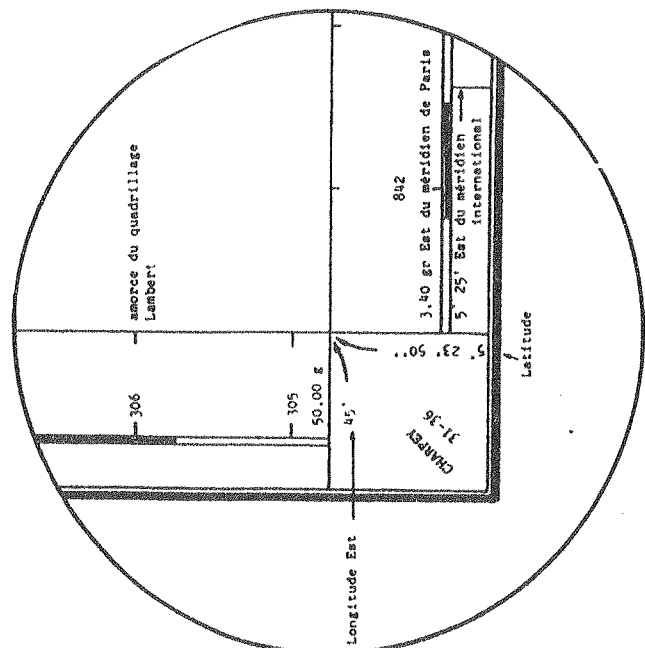
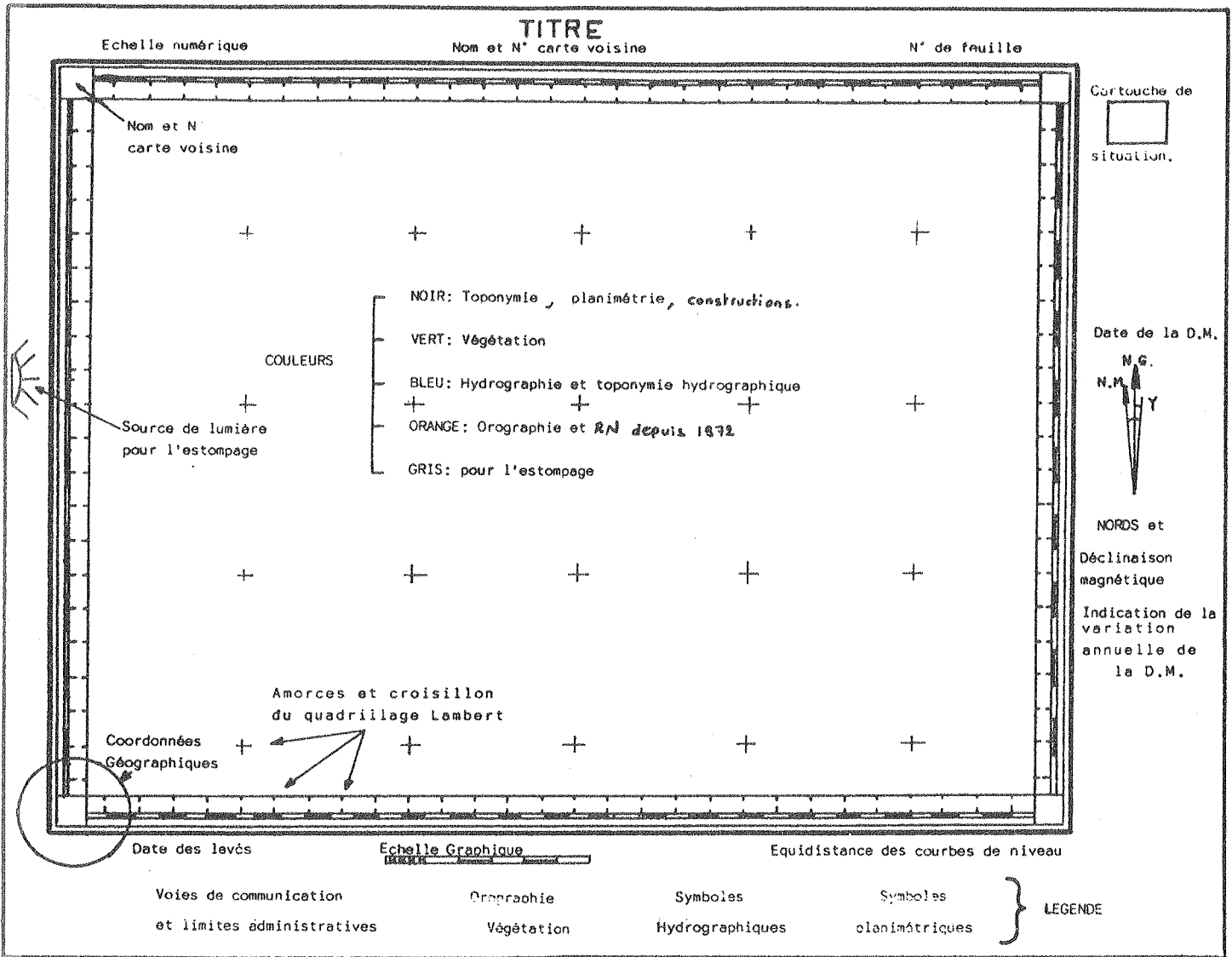
Ex : la carte de MENS au 1/50 000 porte le numéro 32-37 (XXXII-37) et se situe à la 37ème ligne de la 32ème colonne.

### c) LES CARTES VOISINES

Sur le pourtour et les angles de la carte, figurent les noms et numéros des 8 cartes qui entourent celle que l'on a entre les mains (sauf pour les cartes frontalières).

### d) LE CARTOUCHE DE SITUATION

Dans la partie supérieure droite de la carte au 1/50 000, figure un petit cadre donnant des renseignements de limites administratives (cantons).



LES COORDONNEES GEOGRAPHIQUES

## B) L'ECHELLE DE REDUCTION

Toutes les cartes sont des réductions plus ou moins importantes d'une portion de la surface terrestre.

Le rapport de réduction est l'ECHELLE de la carte.

En d'autres termes, l'échelle est le rapport de la distance mesurée sur la carte à la distance sur le terrain. Elle est toujours exprimée avec un numérateur 1 ;

ex : 1/50 000 ou 1/25 000.

Lorsque la réduction est importante, c'est-à-dire lorsqu'une surface donnée du terrain est représentée par une petite surface de la carte, on dit que l'on a une petite échelle. Dans ce cas, il y a peu de détails sur la carte ;

ex : 1/100 000.

Inversement, lorsque la réduction est faible, c'est-à-dire lorsqu'une surface donnée du terrain est représentée par une grande surface de la carte, on dit que l'on a une grande échelle. Ici, les détails sont nombreux ;

ex : une carte au 1/50 000.

C'est en fonction de l'usage que l'on souhaite faire d'une carte qu'on choisira l'échelle. Sachez que plus la vitesse de déplacement est rapide, plus une petite échelle sera adéquate.

Ainsi le spéléo utilisera pour prospecter sur un massif une carte au 1/25 000, alors qu'il utilisera une carte au 1/500 000, pour se déplacer sur l'autoroute.

Sur la carte, on trouve à la fois l'échelle numérique et l'échelle graphique. Cette précaution est indispensable pour permettre d'effectuer une réduction photographique tout en conservant une échelle de référence.

Enfin, pour le choix d'une échelle, il convient de se donner la possibilité d'éventuels calculs : s'il est facile de savoir qu'au 1/50 000, 3,5 cm représentent 7 km, qu'en serait-il à une échelle de 1/34 678 par exemple. Pour toutes les cartes topographiques, l'échelle se termine toujours par 3 zéros ou plus, et le dénominateur est divisible par 2,4,5... pour faciliter les calculs. Pensez-y pour vos topographies.

## C) LE SYSTEME D'ORIENTATION

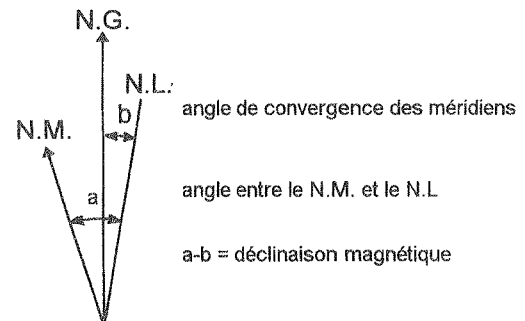
### a) LES "TROIS NORDS"

Sur la carte figurent trois nord distincts :

Le nord géographique (N.G.) qui est fixe et ne varie pas dans le temps ; il est en fait l'axe de rotation de la terre. Il est parallèle au bord de la carte et orienté vers le haut de celle-ci. Les bords Est et Ouest de la carte sont des méridiens ; et ils indiquent la direction du nord géographique.

Le nord magnétique (N.M.) qui est indiqué par la boussole ou le compas. Il forme avec le N.G. un angle appelé *DECLINAISON MAGNETIQUE*. Cet angle n'est pas fixe et varie en fonction du temps et du lieu ; c'est ce qu'on appelle la variation de la déclinaison magnétique. Sa valeur n'est pas négligeable et peut dépasser 1 degré en 10 ans. Sa valeur moyenne annuelle est indiquée dans la marge de la carte sous le schéma des trois nord.

Date de la déclinaison magnétique au centre de la feuille.

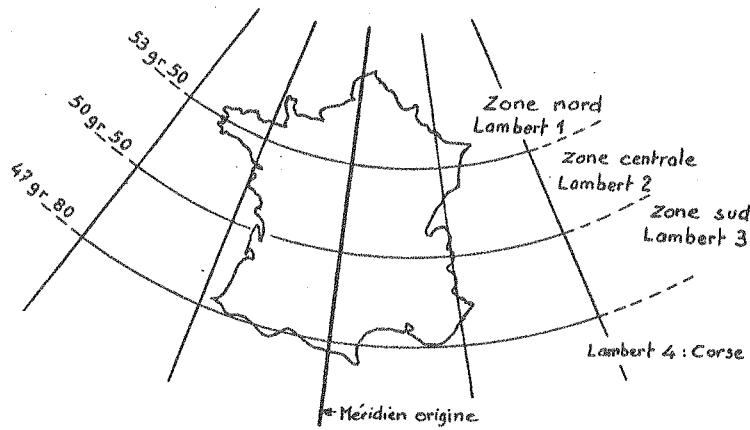


Indication de la variation annuelle de la D. M.

### LES TROIS NORDS

Le nord Lambert (N.L. ou Y) qui n'est autre que le nord cartographique, est déterminé en fonction d'une projection conique et est parallèle au méridien de Paris. Il forme avec les autres méridiens un angle appelé angle de convergence des méridiens. Cet angle est d'autant plus grand qu'on s'éloigne du méridien de Paris et change de sens lorsqu'on franchit le méridien d'origine.

## Projection conique conforme de Lambert



### Le canevas de la projection Lambert

Notons que la France est divisée en 4 zones Lambert pour pallier les déformations due à la projection : Lambert I au Nord du parallèle 53,50 gr, Lambert II entre les parallèles 50,50 et 53,50 gr, Lambert III au sud du parallèle 50,50 gr, et Lambert IV réservé à la Corse au sud du parallèle 47,80 gr.

Notons enfin que sur la carte sont indiqués :

- la valeur de l'angle entre le N.M. et le N.L.,
- la valeur de l'angle de convergence des méridiens entre le N.G. et le N.L..

### b) POURQUOI ET COMMENT CALCULER LA DECLINAISON MAGNETIQUE ?

Lorsqu'on réalise la topographie d'une cavité, la référence est le N.M. au moment du relevé (d'où l'intérêt de toujours noter sur la topo la date des relevés). Si l'on veut reporter le plan sur la carte, le N.M. de la topographie ne correspondra plus à celui de la carte, et l'erreur de report sera d'autant plus sensible que la topographie aura une grande extension.

Exemple de calcul : report d'une topo réalisée en 1986 sur la carte 1/25 000 MENS 1-2.

Sur la carte figure les indications suivantes :

- la déclinaison magnétique est donnée au 1<sup>er</sup> janvier 1961,
- elle diminue chaque année de 12 mn centésimales (=0,12 gr),
- en 1961 l'angle entre le N.M. et le N.L. était de 7,35 gr,
- en 1961 l'angle entre le N.G. et le N.L. était de 2,44 gr.

Valeur de la déclinaison magnétique en 1961 :  $7,35 - 2,44 = 4,91$  gr.

Nombre d'années écoulées :  $1986 - 1961 = 25$  ans.

Diminution de la déclinaison magnétique en 25 ans :  $0,12 \text{ gr} \times 25 = 3$  gr.

En 1986 la déclinaison magnétique est donc de  $4,91 - 3 = 1,91$  gr.

Précisons qu'en France, et pour une dizaine d'années encore, le N.M. est négatif par rapport au N.G. ; il convient donc d'additionner la déclinaison magnétique au N.M. lu sur la boussole ou le compas pour obtenir le N.G.. Inversement lorsqu'on mesure un azimuth sur la carte, on doit retrancher la déclinaison magnétique pour connaître la direction à suivre avec la boussole. Précisons, pour rectifier une erreur courante qu'on appelle :

**DIRECTION** l'angle formé par l'axe de visée et N.M.,

**GISEMENT** celui formé par l'axe de visée et le N.L.; et

**AZIMUT** celui formé par l'axe de visée et le N.G..

### c) LE RESEAU DES COORDONNEES

La position exacte d'un point sur la carte comme dans l'espace est donnée par ses coordonnées. C'est pourquoi on trouve sur la carte différents types de coordonnées.

#### Les coordonnées géographiques

Méridiens et parallèles sont indiqués et numérotés en grade et en degrés ; en grades, par rapport au méridien de Paris, en degrés, par rapport au méridien international de Greenwich.

#### Les coordonnées Lambert

Ce sont les coordonnées les plus utilisées car les plus pratiques.

Le quadrillage Lambert n'est pas toujours tracé sur la carte, mais des amorces dans la marge et des croisillons à l'intérieur de la carte permettent de le reconstituer.

Sur la carte au 1/50 000, on ne représente les intersections que tous les 5 km, alors qu'on les représente tous les km sur la carte au 1/25 000. Dans la marge, on trouve également les amorces du quadrillage de la zone jointive (voir les zones Lambert).

#### Les coordonnées U.T.M.

On peut également trouver les amorces d'un quadrillage correspondant au système de projection international : le système "Mercator Transvers Universal" qui correspond à une projection cylindrique.

### D) SIGNES CONVENTIONNELS

La légende est le dictionnaire de la carte ; il faut s'y référer pour connaître la signification de chaque symbole représenté. Mais ceux-ci sont généralement assez évocateurs.

- La couleur noire est utilisée pour tout ce qui est en rapport avec l'occupation humaine : planimétrie, voies de communication, constructions...), et pour la toponymie (noms de lieux).
- Le vert représente la végétation.
- Le bleu représente tout ce qui concerne l'hydrographie : de la source au fleuve, en passant par le château d'eau.
- La couleur orangé est utilisée pour les courbes de niveau.

Notons que pour les cartes topographiques type 1972 :

- les routes nationales sont représentées en orangé,
- la toponymie hydrographique est inscrite en bleu.

# SYMBOLES UTILISES SUR LES CARTES DE L'I.G.N.

<p>Autouris : plage, aires de service, de repos</p> <p>Route à 2 chaussées séparées</p> <p>Route de très bonne viabilité (3 voies et plus)</p> <p>Route de bonne viabilité (2 voies larges)</p> <p>Route de moyenne viabilité (2 voies étroites)</p> <p>Route étroite régulièrement entretenue</p> <p>Autre route étroite : régulièrement entretenue, irrégulièrement entretenue</p> <p>Chemin d'exploitation, faie forestière, ligne de coupe, sentier, layon</p> <p>Vestiges d'ancienne voie carrossable, route en construction</p> <p>Route en tunnel : inférieure à 500 m, supérieure à 500 m</p> <p>Route en remblai, en déblai, route au chemin bordé d'arbres</p> <p>Mur en maçonnerie de soutènement, en ruines ou en pierres sèches</p> <p>Clôture en treillage métallique, fossé habituellement à sec</p> <p>Levés de terre, haie, rangée d'arbres, limite parcelle apparente</p> <p>Chemin de fer à 2 voies, à 1 voie</p> <p>Ligne électrifiée, Adrotrain, mono rail</p> <p>Voies de garage ou de service, voie étroite</p> <p>Gare, station, halte, arrêt, Tunnel</p> <p>Passage à niveau, supérieur, inférieur</p> <p>Chemin de fer à crémaillère, funiculaire</p> <p>Ligne de transport d'énergie électrique, Téléphérique, Remontée mécanique</p> <p>Limite d'Etat avec bornes</p> <p>Limite et chef-lieu de département</p> <p>Limite et chef-lieu d'arrondissement</p> <p>Limite et chef-lieu de Canton</p> <p>Limite et chef-lieu de commune</p> <p>Limite de camp militaire, de champ de tir</p> <p>Limite de forêt domaniale, Limite de parc naturel, de zone périphérique</p>	<p>Points géodésiques</p> <p>Église, chapelle, oratoire, Calvaire, tombe, statue religieuse, Cimetières</p> <p>Tour isolée, donjon, Moulin à vent, Éolienne, Cheminée</p> <p>Réservoir d'hydrocarbure, de gaz, Haut fourneau, Pylône, Carrrière</p> <p>Entrée d'excavation souterraine : mine, cave, grotte, goélie, puits</p> <p>Habitat troglodytique, Monument, stèle, Ruines</p> <p>Monument mégalithique - dolmen, menhir, Point de vue, Camping</p> <p>Halle, hangar, aerie, Fort, Casemate</p> <p>Terrain de sport, Refuge, Trampoline de ski</p> <p>Surfaces bâties : noyau urbain, faubourg, constructions non agglomérées</p> <p>Bâtiments remarquables (1), Mairie (2)</p> <p>Population en milliers d'habitants</p> <p>Désignation des routes</p> <p>Pont, Passerelle, Gout. Bac</p> <p>Mappe d'eau permanente, Zone inondable, Marais</p> <p>Sources, fontaine, Puits, citerne, Château d'eau, Réservoir</p> <p>Cours d'eau bordé d'arbres, Cascade, Barrage, Digue</p> <p>Canal navigable, d'alimentation, Ecluse, traction mécanique, Canal souterrain</p> <p>Aqueduc : au sol, élevé, souterrain</p> <p>Couverts de niveau, équidistance 10 m, Dépression</p> <p>Petite cuvette, Talus en terre, rochers, Tas de cailloux, Terrain raviné</p> <p>Massif rocheux, Ebnoufs, Glacier : séracs, cravasses</p>	<p>Bois de feuillus</p> <p>Bois de conifères, Feuillus et conifères</p> <p>Broussaille</p> <p>Verger, Plantation</p> <p>Vigne</p> <p>Rizières</p>
--	---	---

## Secondaires

## Principales



## E) L'OROGRAPHIE

Sur les cartes topographiques actuelles, le relief est représenté par des courbes de niveau ou isohypses.

Définition : une courbe de niveau est une ligne imaginaire joignant tous les points de même altitude.

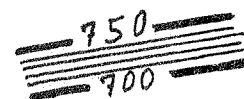
A ce sujet, il convient de préciser la notion d'altitude : en France, l'altitude zéro mètre est déterminée par le niveau de la mer à Marseille ; mais le zéro helvétique par exemple est le niveau du lac Léman à Genève ... Attention à la lecture des cartes étrangères ou frontalières !

Les courbes de niveau qui sont représentées sur une carte sont équidistantes, c'est-à-dire qu'on a toujours la même dénivellation entre deux courbes (5 m, 10 m, ou 20 m).

L'équidistance est fonction de l'échelle de la carte et de la vigueur du relief, pour des raisons de lisibilité.

Dans tous les cas, cette équidistance est précisée avec la légende de la carte.

- Certaines courbes sont plus épaisses et cotées (courbes maîtresses) : elles sont par endroit interrompues par un nombre qui indique leur altitude ; le sens de lecture de la cote donne en principe la direction de la pente (sommet des chiffres vers l'amont).



- Il existe parfois des courbes intercalaires, en pointillés, qui donnent l'altitude médiane entre deux courbes normales.



- Il y a en plus des points cotés (altitude donnée au mètre ou au décimètre près).



- Une petite flèche indique le fond d'une dépression (doline...).

- Pour les escarpements verticaux, les courbes de niveau, qui seraient superposées, sont remplacées par des barbules ou des figurations rocheuses (voir la légende de la carte).

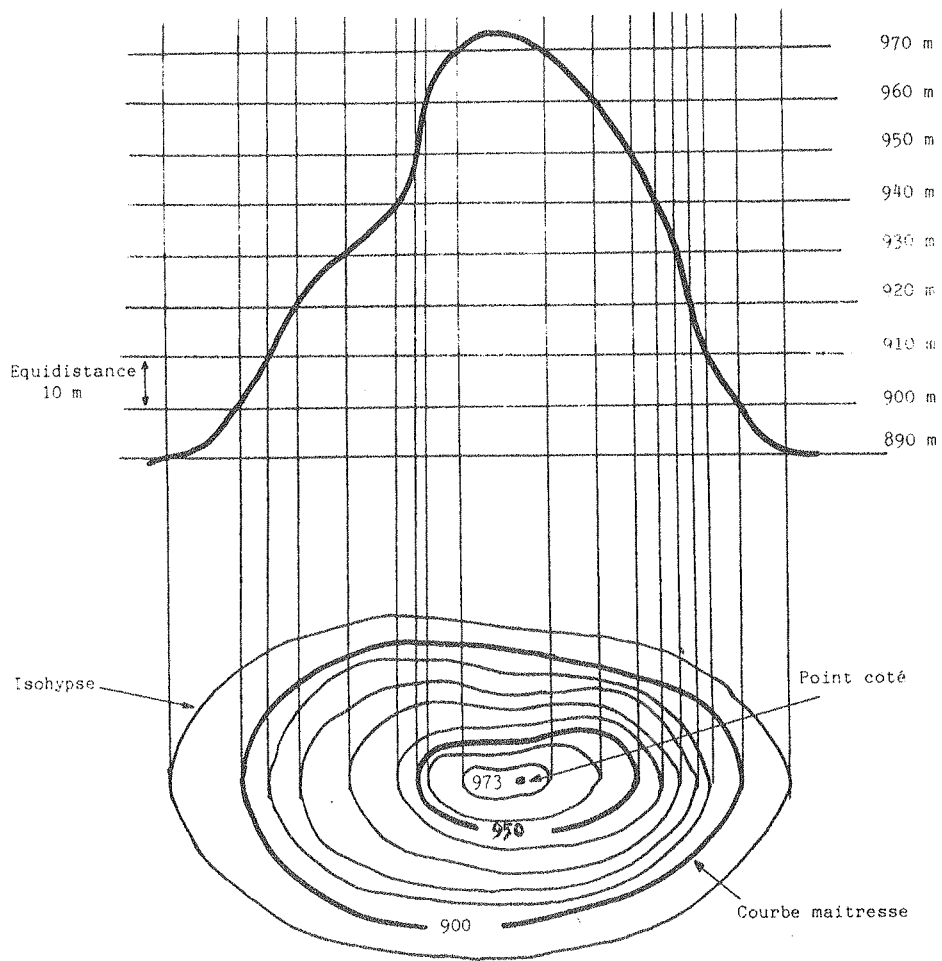
Autres "trucs" à connaître pour se représenter le relief :

- certaines cartes figurent un "estompage", c'est à dire que tous les versants exposés au sud-est sont grisés (versant dans l'ombre à l'heure du soleil couchant); l'intensité de l'estompage est proportionnel à la pente.

- plus les courbes sont rapprochées, plus la pente est forte.

- la couleur bleue du réseau hydrographique indique toujours des points bas (talweg).

# LES COURBES DE NIVEAU



## UTILISATION DE LA CARTE

### A) MESURE DES DISTANCES

Lorsqu'on veut évaluer le temps nécessaire pour rejoindre une cavité, ou pour atteindre un lapiaz que l'on souhaite prospecter, il est souvent utile de connaître la distance à parcourir, de même lorsqu'on progresse à la boussole suivant une ligne brisée.

Si l'on ne dispose ni d'un double décimètre, ni d'un curvimètre, on se sert pour mesurer les distances sur la carte d'une bande de papier, d'une ficelle ou d'un brin d'herbe dont on mesurera ensuite la longueur en se reportant à l'échelle graphique qui se trouve dans la légende de la carte.

Sur le terrain, en prospection, lorsqu'on veut par exemple évaluer la distance séparant une cavité d'un point caractéristique pointé sur la carte, il est utile de connaître la longueur moyenne de son pas en l'étalonnant. Cette connaissance est également utile lorsqu'on effectue un croquis d'exploration. Pour étalonner son pas, il suffit de compter le nombre de double-pas sur une distance de 100, 200 ou 500 mètres, ou utiliser un podomètre.

### B) COURBES DE NIVEAU - USAGE DE L'ALTIMETRE

Les courbes de niveau, pour suggestives qu'elles soient du relief, imposent à l'utilisateur de se familiariser avec elles avant de bien sentir ce dernier. Ceci est encore aggravé par l'estompage qui a l'inconvénient de simuler un relief dissymétrique, puisqu'il donne l'apparence de pentes fortes seulement à celles qui sont placées à l'ombre par rapport à l'éclairage oblique. Si l'on veut lire correctement le relief, il faut d'abord chercher à connaître la direction de la ligne de plus grande pente. Dans une vallée, la ligne de plus grande pente est celle qui joint les points les plus bas en altitude : le talweg. Sur une crête, c'est la ligne de crête qui joint les points les plus hauts.

Pour acquérir la vision en relief, un exercice simple consiste à dessiner sur la carte les talwegs et lignes de crêtes.

On a rarement besoin de connaître avec une haute précision l'altitude d'un point ; cependant, sur une carte les points caractéristiques (sommets, cols, carrefours, etc ...) sont cotés en altitude au mètre près, et les courbes de niveau permettent d'évaluer tout autre point avec une précision très supérieure à celle que peut donner un altimètre.

En d'autres termes, par beau temps, l'usage de l'altimètre n'est pas nécessaire. Par contre, en cas de très mauvaises conditions atmosphériques, il peut être d'un précieux secours.

L'altimètre n'est en fait qu'un simple baromètre gradué en altitudes et basé sur le fait que la pression atmosphérique diminue à mesure qu'on s'élève. La pression étant également dépendante de la situation météorologique, l'altimètre placé en un point fixe indiquera des altitudes différentes selon le temps, et ne donnera qu'une précision très aléatoire des variations d'altitude lors des déplacements, si le temps est variable.

Pour cette raison, il est nécessaire d'étalonner l'altimètre le plus fréquemment possible au cours de la marche (au départ et à chaque passage en un point caractéristique, d'altitude connue).

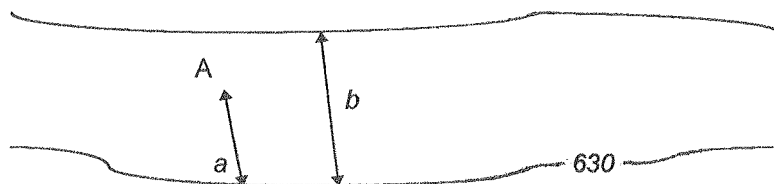
#### a) ALTITUDE D'UN POINT

Si l'on veut connaître l'altitude d'un point situé entre deux courbes de niveau, et en considérant que la pente est uniforme, il faut opérer de la façon suivante :

$$\text{Altitude de A} = 630\text{m} + \left( \frac{a}{b} \times \text{équidistance} \right)$$

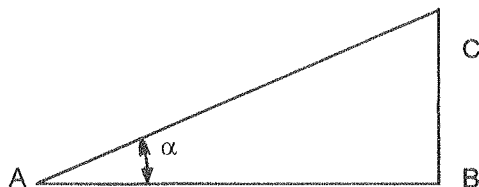
*a* : distance de A à la courbe inférieure

*b* : distance entre les deux courbes encadrant A



#### b) MESURE DE LA PENTE

Pour déterminer la pente entre deux points donnés, il suffit d'établir le rapport entre la différence d'altitude de ces deux points et leur distance horizontale (mesurée sur la carte). Ce rapport définit une pente moyenne, et peut être positif ou négatif.



Détermination de la pente : par la méthode graphique :

AB : longueur mesurée

BC : Dénivellation

$\alpha$  : pente que l'on peut mesurer avec un rapporteur (degrés ou grades)

: par méthode mathématique :

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} \quad \text{et } \text{tg } \alpha = \frac{BC}{AB}$$

### C) LES DIRECTIONS

Muni d'une carte, il est aisé d'orienter celle-ci grâce aux repères naturels visibles sur le terrain, à condition que ceux-ci existent, ce qui n'est pas toujours le cas.

Orienter une carte consiste à placer les lignes de la carte parallèlement aux lignes correspondantes du terrain.

Lorsqu'il n'existe aucun repère, on peut orienter sa carte grâce au soleil, en se servant de l'étoile polaire, ou en utilisant une boussole ou un compas.

#### a) ORIENTER LA CARTE AVEC UNE BOUSSOLE

Rappelons qu'une boussole est un appareil constitué d'une aiguille aimantée tournant autour d'un pivot sur un cadran gradué en degrés ou en grades.

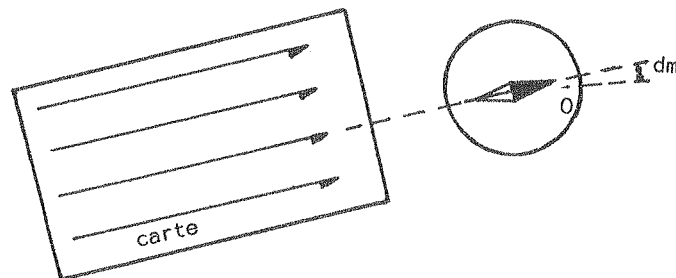
L'aiguille aimantée indique toujours la direction du Nord Magnétique.

Quant aux compas, ils ne diffèrent des boussoles que par le cadran qui est mobile et solidaire de l'aiguille.

Pour orienter la carte, il suffit de faire coïncider le Nord indiqué par la boussole avec un des méridiens de la carte (bord droit ou gauche).

Ce procédé ne tient pas compte de la déclinaison magnétique. Si l'on veut en tenir compte, il suffit de faire pivoter l'ensemble carte boussole jusqu'à ce que la pointe colorée de l'aiguille fasse avec la direction Nord-Sud du cadran ou un des méridiens de la carte un angle égal à la déclinaison.

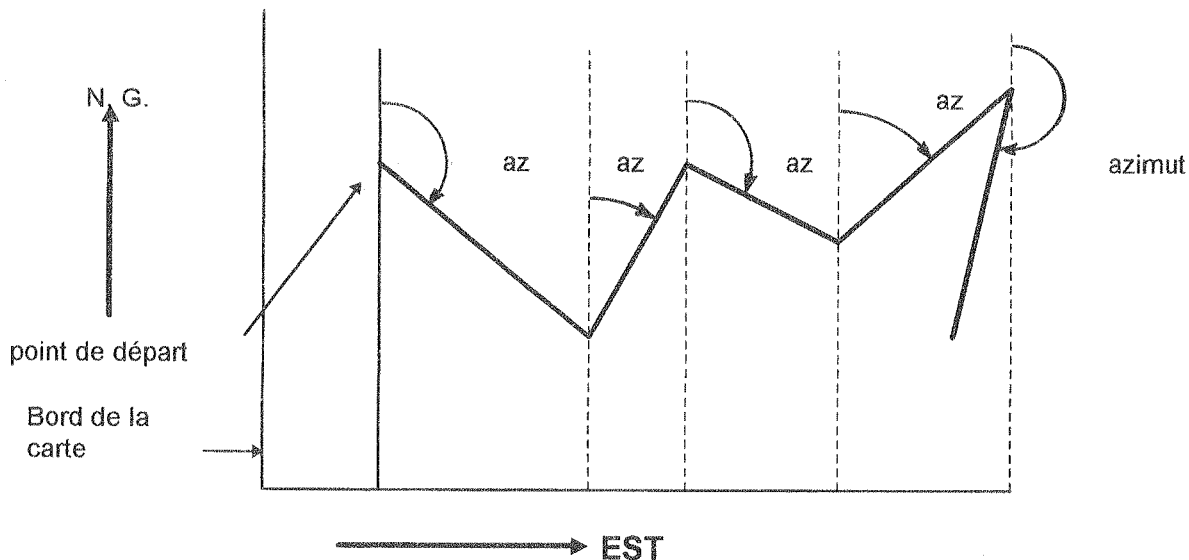
Rappelons que la déclinaison magnétique varie selon le lieu et dans le temps; que pour connaître sa valeur à une date donnée, il faut se référer aux indications de la carte (date d'édition et valeur de la variation annuelle).



## b) MARCHE A LA BOUSSOLE

Quand l'accès à une cavité n'est pas évident (pas de sentier, brouillard, forêt dense, neige), on utilise la technique des angles de marches.

On trace un cheminement sur la carte en se servant de points situés sur des détails linéaires. Bien entendu, ils doivent être facilement repérables sur le terrain (barre rocheuse, lisière de bois, crête, talweg, etc...).



Pour calculer ces angles de marche, on peut prendre comme référence :

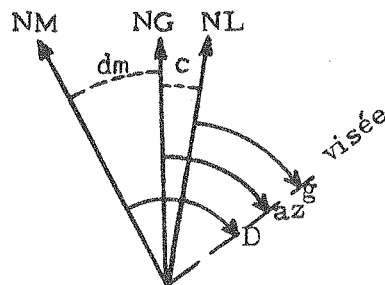
- soit le Nord Géographique (azimut),
- soit Nord Lambert (gisement).

### ATTENTION :

- bien utiliser la déclinaison magnétique correspondant au Nord choisi,
- bien ajouter la déclinaison magnétique sur le terrain.

En complément, et avec l'altimètre, on peut faire des relevés d'altitude sur le terrain, pour ensuite faire le rapprochement avec les courbes de niveau de la carte. Cela nous donnera une information supplémentaire non négligeable surtout lorsque les segments rectilignes sont longs.

- dm : déclinaison magnétique
- c : convergence des méridiens
- D : direction
- az : azimut
- g : gisement



## D) POINTAGE D'UNE CAVITE

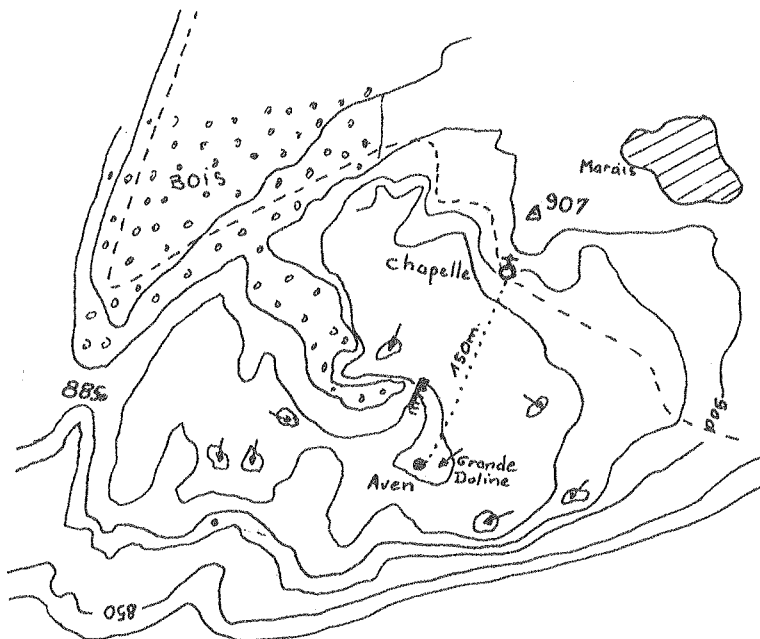
### a) ESTIMATION PAR RAPPORT AUX DETAILS ENVIRONNANTS

On peut localiser l'entrée d'une cavité en procédant à son alignement par rapport à des points caractéristiques figurant sur la carte. Il faut systématiquement procéder à plusieurs déterminations, même si l'emplacement est évident, et surtout si l'on utilise des repères susceptibles de se modifier dans le temps (lisière de bois, coin de maison, etc...).

Si le terrain est dégagé, on peut évaluer les distances au double-pas. Dans les endroits où les détails planimétriques font défaut, il ne faut pas hésiter à se servir des courbes de niveau pour restituer le relief, et évaluer la dénivellation par rapport à un col, une crête ou un talweg.

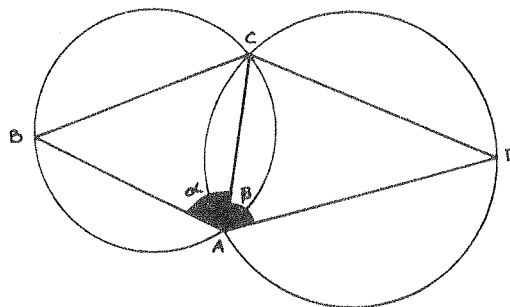
Dans ce cas, ne pas hésiter à procéder à des alignements par rapport à des sommets ou des cols, apprécier si l'on est plus haut qu'un sommet en recherchant en arrière des détails de même altitude.

On peut également utiliser les photos aériennes, pointer directement l'orifice de la cavité sur la photo, puis sur la carte.



### b) PAR RELEVEMENTS

On sait en géométrie que si l'on a 4 points non alignés A, B, C, D, le point A par exemple se trouve obligatoirement à l'intersection de deux cercles circonscrits aux triangles BAC et DAC.



Le pointage d'une entrée de cavité par relèvement va donc consister à choisir trois points caractéristiques visibles de l'entrée, les mieux répartis possible sur les 360° et les plus proches de celle-ci.

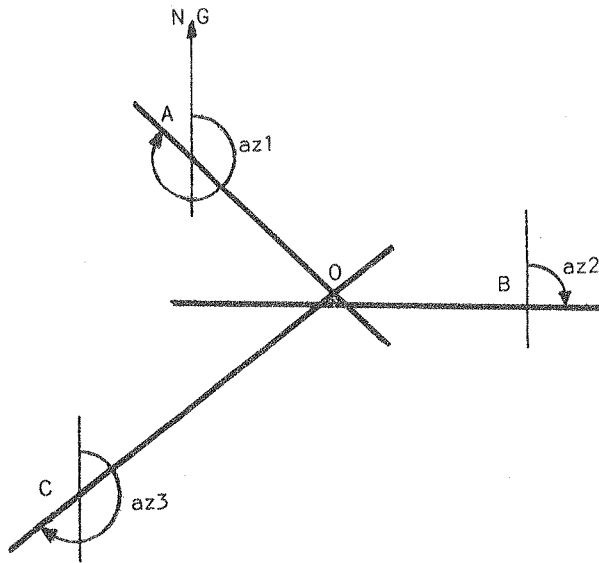
On relève à la boussole les directions des trois points A, B, C, et on reporte sur la carte les directions relevées corrigées de la déclinaison magnétique.

En pratique, il est rare que les trois droites soient concourantes, leurs intersections déterminent un triangle au centre duquel on pointera l'orifice cherché.

Pour éviter d'avoir à tenir compte de la déclinaison magnétique, on reporte à partir d'un point quelconque les trois directions relevées sur une feuille de papier calque ; en posant celle-ci sur la carte, on la déplace jusqu'à ce que les trois demi-droites passent par les points A, B, C.

Cette méthode implique le choix d'un quatrième point, si l'on veut confirmer son relèvement.

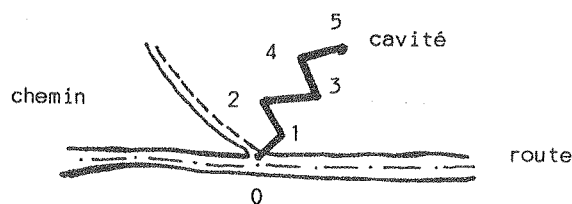
Cette méthode n'est valable que si la vue à partir de l'orifice est totalement dégagée, ce qui est rarement le cas, et si l'on a pris soin de ne pas choisir des points situés sur le même cercle que le point de relèvement.



### c) PAR CHEMINEMENT

Il s'agit en fait d'une simple topographie de surface.

On choisit un point caractéristique porté sur la carte et le plus proche possible de la cavité, et on effectue une série de visées du point à l'orifice de la cavité. Lors du report, ne pas oublier de tenir compte de la déclinaison magnétique.





#### d) DETERMINATION DES COORDONNEES LAMBERT D'UNE CAVITE

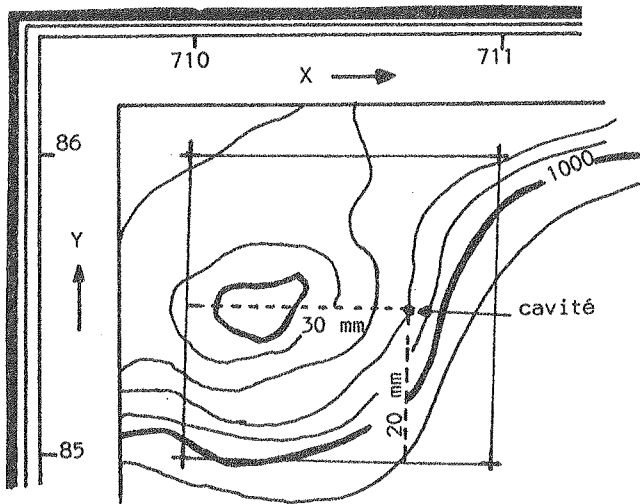
On a vu précédemment que sur les cartes au 1/25 000, le quadrillage kilométrique Lambert n'était représenté que par des petites croix tous les kilomètres.

L'entrée de la cavité ayant été pointée sur la carte, on procédera de la façon suivante pour en déterminer ses coordonnées Lambert :

1. Tracer le carré kilométrique Lambert englobant la cavité.
  2. Mesurer la distance en mm depuis le coté gauche du carré jusqu'à l'entrée.
- Sachant qu'un millimètre sur la carte correspondant à 25 mètres sur le terrain et que le coté gauche du carré est une coordonnée ronde, on détermine la valeur exacte de la coordonnée X de la cavité.
3. On procède de la même façon pour Y en prenant soin de mesurer la distance séparant l'entrée du coté inférieur du carré et non l'inverse.
  4. L'altitude Z se lit directement sur la carte en utilisant les courbes de niveau

Exemple : Echelle 1/25 000

30 mm correspondent donc à :  
 $30 \times 25 = 750$  mm d'où  
 $X = 710,750$

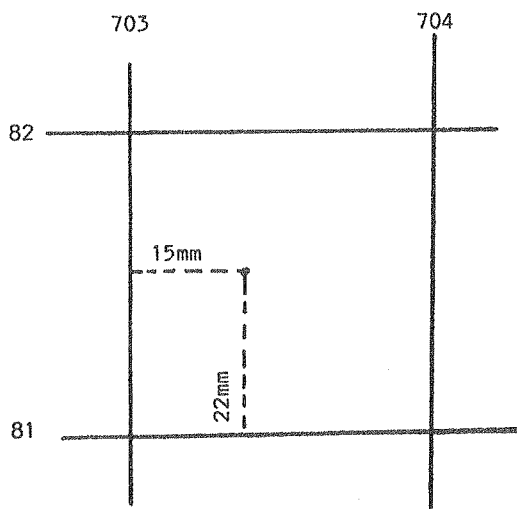


Même calcul pour Y  
 $20 \text{ mm} \times 25 = 500$  d'où  
 $Y = 85,500$

L'altitude Z se lit directement sur les courbes de niveau :  
 $Z = 1020 \text{ m}$

#### e) POINTAGE D'UNE CAVITE A PARTIR DE SES COORDONNEES LAMBERT

C'est l'opération inverse de la précédente, comme le montre l'exemple suivant :  
 soit  $X = 703,375$ ,  $Y = 81,550$   $Z = 840\text{m}$ .



Sur la carte au 1/25 000 tracer le carré délimité par les axes 81 et 82 d'une part et les axes 703 et 704 d'autre part.

Il suffit alors de mesurer horizontalement de gauche à droite à partir de l'axe 703 :  
 $375 : 25 = 15\text{mm}$

et verticalement de bas en haut à partir de l'axe 81 :

$550 : 25 = 22 \text{ mm}$   
 Vérifier que  $Z = 840\text{m}$  correspond bien à l'indication de la carte.

N.B. : on trouvera dans le commerce des règles graduées à différentes échelles ("cutch") ou encore des carrés de plexiglass gradués dits "échelle de report des points" qui éviteront bien des erreurs de calcul.

## E) REALISATION D'UN PROFIL TOPOGRAPHIQUE

Pour représenter concrètement le relief figurant sur une carte, on peut construire une coupe topographique. Il s'agit simplement d'une coupe verticale de la surface du sol sur une longueur donnée. Il faut de préférence choisir un tracé perpendiculaire aux grands axes du relief.

- L'échelle des longueurs sera toujours celle de la carte.
- Par contre, pour que la coupe soit lisible et exploitable, on sera amené à exagérer l'échelle des hauteurs, et ceci d'autant plus que le relief est peu accentué.

Il faut pour cela évaluer la dénivellation maximale apparaissant sur l'axe de la coupe. Prenons par exemple un tracé de 20 cm sur une carte au 1/25 000 (= 5 km), avec une dénivellation maximale de 250 m. Si l'on veut représenter le relief tel qu'il est (échelle hauteurs = échelle longueurs, soit 1/25 000), il y aura sur la coupe une différence de 1 cm entre le point le plus haut et le point le plus bas.

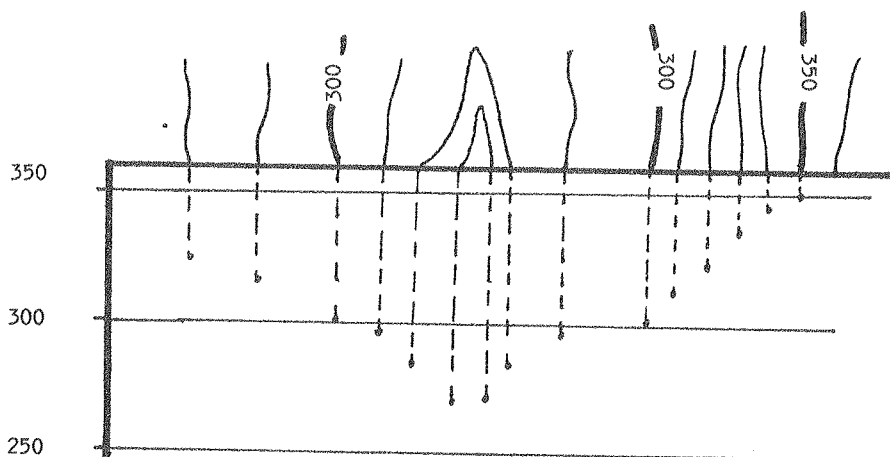
Pour une échelle des hauteurs de 1/20 000, la différence sera de 1,25 cm.  
Pour une échelle des hauteurs de 1/10 000, la différence sera de 2,50 cm.  
Pour une échelle des hauteurs de 1/ 5 000, la différence sera de 5,00 cm.

Le choix est fonction de ce que l'on veut obtenir, mais une exagération excessive de cette échelle des hauteurs peut donner un aspect un peu alpin à la plaine de la Beauce!...

Procédé de réalisation :

Utiliser de préférence une feuille de papier millimétré, un crayon (bien taillé!), et une gomme.

- Figurer au crayon sur la carte le tracé du profil que l'on veut réaliser.
- Aligner le bord de la feuille millimétrée sur ce tracé, et ne plus la déplacer.
- A l'aide du quadrillage, reporter perpendiculairement sur le papier millimétré l'altitude de chaque courbe rencontrée sur l'échelle des hauteurs.



On peut éventuellement ne projeter que les courbes maîtresses (pente régulière...) puis procéder par extrapolation.

On joint ensuite les points par une ligne courbe (et non une ligne brisée).

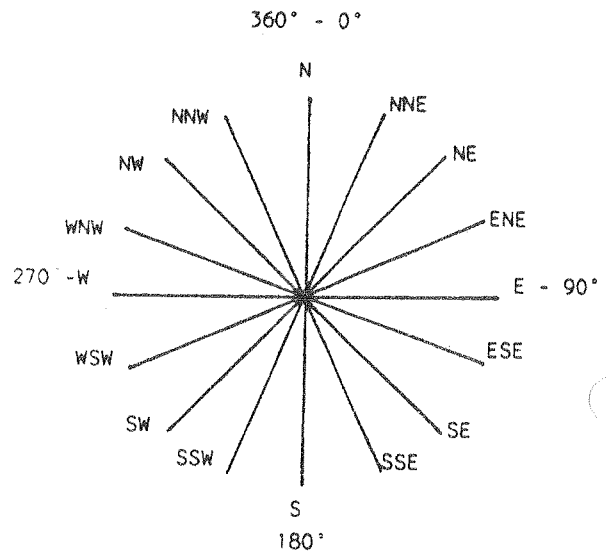
Pour que la coupe soit utilisable par d'autres, on doit indiquer :

- sur quelle carte elle a été tracée,
- des points de repères (nom d'un sommet, d'un cours d'eau...),
- l'échelle des longueurs et celle des hauteurs,
- l'orientation du tracé (ouest-est, nord-est - sud-ouest ...).

Rappel pour l'orientation : la rose des vents :

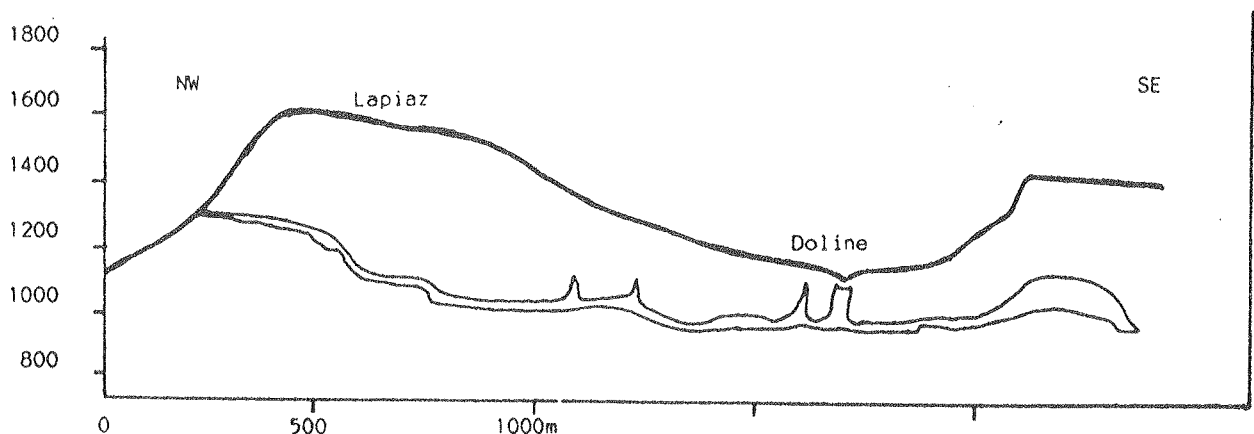
- pour "ouest", utiliser la lettre "W" (west en anglais) ; le "O" pourrait se confondre avec "ost" qui, en allemand signifie "est".

- on dit est-nord-est et ouest-sud-ouest, et non pas nord-est-est ou ouest-ouest-sud.



Une utilisation spéléologique de la coupe topographique :

la projection de la coupe d'une grotte sur l'axe d'un profil topographique...



---

## BIBLIOGRAPHIE

---

**ARCHAMBAULT M. - LHENAFF R. - VANNEY J.R. - 1965**

"Documents et méthodes pour le commentaire de carte"

MASSON, Tome I, 102 p. + 20 planches h.t..

**AUBOUIN J. ; DELCOURT ; LABESSE - 1970**

"Manuel de travaux pratiques de cartographie"

Edition DUNOD.

**COUTURAUD A. - 1985**

"Repérage d'une cavité ..."

Spelunca, bull. FFS, 1985 N°17, p. 43 - 45.

**GIRODIAS P. - 1977**

"Note sur les coordonnées des cavités"

Spelunca, bull. FFS, 1977 N°2, p. 64.

**I.G.N. 1985**

"La carte, lecture et utilisation "

Plaquette de 24 pages.

**I.G.N. Sd.**

Tableau des signes conventionnels de la carte au 1/25 000.

**JAUZION G. 1979**

"Echelles de report de points"

Spelunca, bull. FFS, 1979 N°2, p. 91.

**LALOU J.C. et DUDAN B. - 1975**

"Cours de topographie"

S.S.S., Commission des stages, plaquette de 78 pages.

**MARBACH G. et ROCOURT J.L.**

"Techniques de la spéléologie alpine" chapitre 8.

Edition Techniques Sportives Appliquées.

**MARGOT et DUCLOT J.L. - 1972**

"La France à l'échelle"

Edition SOLAR.

**MUGNIER C. - 1978**

"Une grille pour mesurer les coordonnées Lambert"

Spelunca, bull. FFS, 1978 N°4, p. 176 -177.

**STEINBERG J. - 1982**

"La carte topographique"

Edition SEDEC.