



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
Faculté Polydisciplinaire de Taza
Département Biologie-Chimie-Géologie



Filière SV/GGA

TP/S1

Module «Géologie générale»

CARTOGRAPHIE
PROFIL TOPOGRAPHIQUE

Responsable du module
Pr. K. BARGACH

Année universitaire 2018-2019

Outils de travail du TP de Géologie générale:

1. blouse,

2. crayon,

3. gomme,

4. règle,

5. écaire

6. papier millimétré.



PRESENTATION

Ce manuel constitue un support utile à l'enseignement de la cartographie assuré par le département des sciences de la Terre. Il est destiné aux étudiants débutants dans cette discipline (S1 de la licence STU-SVI) ; il servira d'aide-mémoire et pourra être complété par des notes personnelles et des exercices qui seront effectués en salle de travaux pratiques.

La cartographie englobe un ensemble de techniques conduisant à l'établissement et à l'étude des cartes. La carte géologique -qui utilise comme support la carte topographique- est un outil indispensable pour l'étude du sol (pédologie, géographie, écologie, etc...) et du sous-sol (recherche pétrolière, minière, hydraulique, etc...), elle sera étudiée en S3.

La lecture correcte d'une carte topographique est une nécessité pour ceux (géologues, pédologues et biologistes entre autres) qui vont faire des sciences de la nature leur profession. Elles sont aussi utiles dans les activités de loisirs telles les randonnées en montagne, la navigation en 4x4, etc.... Couplées avec le GPS et une bonne boussole vous ne « perdrez jamais le Nord ».

Le choix du type de carte dépend du but recherché. Ainsi, donc, nous allons étudier, dans un premier temps (niveau S1), les cartes topographiques qui permettent de décrire avec précision les différents éléments du relief, et, dans un deuxième temps (S3), nous aborderons alors l'étude des cartes géologiques qui nous permettront de comprendre la structure du sous-sol.



LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

I – Définition

On appelle carte topographique la représentation, sur un plan, d'une partie de la surface de la terre avec ses formes et son modelé.

La terre ayant la forme générale d'un géoïde (sphère aplatie aux pôles), voisine de celle d'un ellipsoïde, la transformation d'une portion de la surface courbe de la terre en une surface plane qui est la carte implique une certaine déformation avec étirement. Pour le passage de la surface courbe de l'ellipsoïde à une surface plane, différents systèmes de projection ont été utilisés : projection de Bonne et projection Lambert. Nous supposons dans ce qui va suivre que sur les étendues relativement faibles des cartes une surface horizontale est assimilable à un plan.

II – Etablissement des cartes topographiques

La mise au point d'une carte nécessite deux opérations importantes : le nivellement et la planimétrie.

A – Le nivellement

Permet de représenter le relief du terrain, mais cette représentation pose des problèmes : on ne peut indiquer l'attitude de chaque point de la carte aussi on a imaginé différents modes de représentation du relief :

- système des courbes de niveau
- système des hachures (abandonné car trop imprécis)

- système des courbes de niveau (abandonné car trop imprécis)

- système des courbes de niveau

du relief :

indiquent l'attitude de chaque point de la carte aussi on a imaginé différents modes de représentation

le relief de la carte aussi on a imaginé différents modes de représentation du relief : on ne peut

1 – Cartes en courbes de niveau

On appelle courbe de niveau le lieu des points de la surface topographiques ayant même altitude, c'est-à-dire l'intersection de la surface topographique avec un plan horizontal.

a – Principe de l'établissement des courbes de niveau (Fig. 1)

Considérons une série de plans horizontaux (H_1 , H_2 et H_3) parallèles, équidistants qui coupent idéalement une surface topographiques (une butte par exemple). Les intersections de la colline avec ces plans sont reportés sur le plan P. Ces projections se nomment, courbes de niveau.

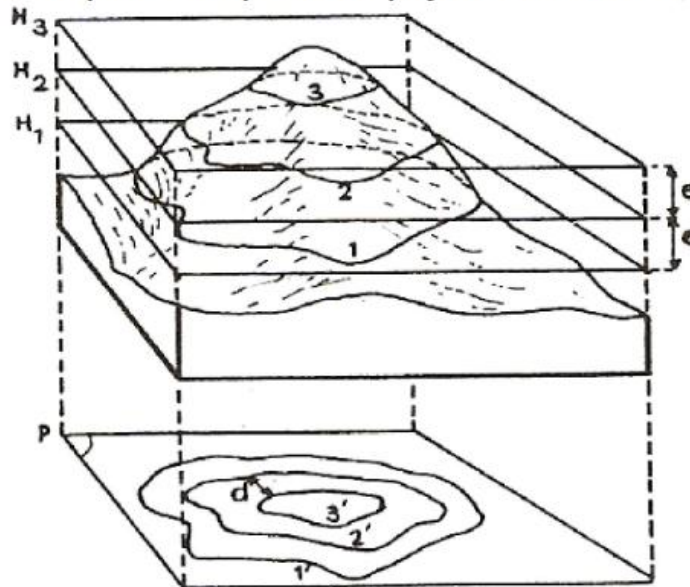


Fig. 1 : Principe d'établissement des courbes de niveaux

La topographie de la surface terrestre est restituée par l'intermédiaire de **courbes de niveau**. Une courbe de niveau correspond à l'intersection de la surface topographique avec un plan horizontal d'altitude donné. Elle joint donc un ensemble de points de même altitude. La différence d'altitude entre les plans horizontaux est appelé **équidistance** des courbes de niveau.

b – Echelle

Cette projection ne peut être utilisée que par réduction : celle-ci est exprimée par un nombre fractionnaire qu'on appelle échelle.

Définition. L'échelle est le rapport de la longueur entre deux points sur la carte et la longueur couplée horizontalement entre les deux points correspondants sur le terrain.

$$E = Lc / Lt$$

Les unités employées doivent être les mêmes au numérateur et au dénominateur.

Une échelle au $\frac{1}{50.000}$ signifie que 1 cm sur la carte représente 50.000 cm ou 500 m sur le terrain.

Les échelles les plus courantes sont : le 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000 et au-delà. L'échelle est d'autant plus grande que le dénominateur est plus petit.

Exemple : si deux points sont distants de 5km sur le terrain et de 10cm sur la carte, l'échelle de celle-ci est :

$$E = \frac{10\text{cm}}{5\text{km}} = \frac{10\text{cm}}{500.000\text{ cm}} = 1/50.000$$

La carte est dite au 50.000 ème ou à l'échelle 1/50.000

Sur un document cartographique l'échelle est indiquée sous une forme :

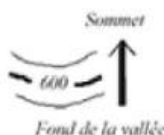
- graphique : droite subdivisée en segments :



- numérique : en forme de rapport numérique : 1/50 000

c – Altitude des courbes de niveau

L'altitude des courbes est souvent indiquée le long de leur tracé. En principe le bas des chiffres indiquant cette altitude est dirigé vers le bas de la pente



d – Equidistance et écartement (Fig. 1)

C'est la distance qui sépare deux plans horizontaux successifs : sur la carte elle correspond à la différence d'altitude entre deux courbes de niveau consécutives. Il ne faut pas confondre l'équidistance avec l'écartement des courbes en projection sur la carte (d).

- l'équidistance est constante
- l'écartement est variable, il dépend du relief ;

L'équidistance est indiquée dans la légende, en bas de la carte. Dans les zones plates à faible relief elle est de 5 à 10m ; pour les zones montagneuses, elle peut atteindre 20m, sinon une densité trop grande des courbes de niveau rendrait la carte illisible.

Si l'équidistance n'est pas indiquée, elle peut se calculer en comptant sur une pente toujours montante ou descendante, le nombre d'intervalles séparant deux courbes d'altitude connue est égale

à la différence d'altitude entre ces deux courbes divisée par le nombre d'intervalles donnera l'équidistance.

2 – Propriétés des courbes de niveau

a – Différentes sortes de courbes de niveau (Fig. 2)

- Courbes maîtresses : Elles sont dessinées en traits plus accentués qui indiquent toutes les courbes de rang 5 c'est-à-dire tous les 50 ou 100m, le plus souvent l'altitude est indiquée sur les courbes maîtresses ; noter que entre deux courbes maîtresses il y a toujours 4 courbes normales.
- Courbes normales : Elles sont dessinées en traits fins, elles s'intercalent entre les courbes maîtresses.
- Courbes intercalaires : Elles sont dessinées en général en tirette. Lorsque la surface topographique est plate, les courbes de niveau sont espacées, pour amener plus de précision on est conduit à ajouter une courbe dite intercalaire dont l'altitude diffère d'une demi-équidistance de celle des deux courbes qui l'encadrent.

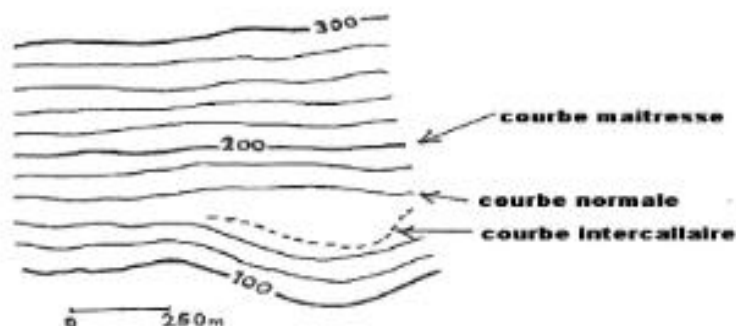


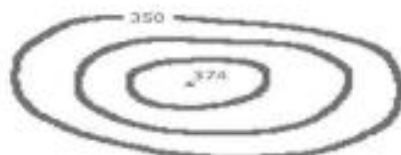
Fig. 2 : Différents types de courbes de niveau

b – la densité des courbes de niveau

Rend compte du relief : les pentes fortes sont caractérisées par des courbes nombreuses et serrées ; à des courbes espacées et peu nombreuses correspond une région plate ou à faible pente (Fig.2).

c – Les points cotés

A côté des courbes de niveau, il existe un certain nombre de points remarquables où l'altitude exacte est donnée, permettant de trouver facilement la valeur des courbes de niveau proches.



Exemple : soit une carte où l'équidistance des courbes est de 10m, supposons qu'au sommet d'une butte il y ait un point coté 374m, la 1^{ère} courbe entourant ce sommet et donc de valeur inférieure sera la courbe 370 car elle sera un multiple de 10.

2- Notion d'équidistance

C'est la distance qui sépare deux plans horizontaux successifs : sur la carte elle correspond à la différence d'altitude entre deux courbes de niveau consécutives. L'équidistance est constante.

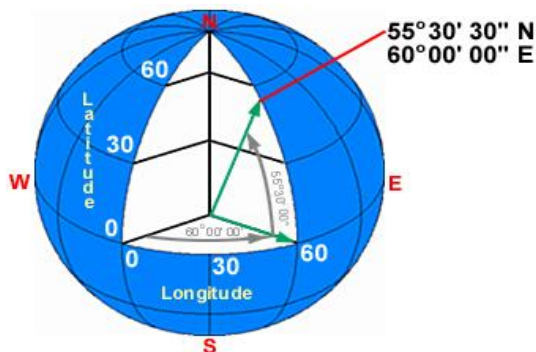
L'équidistance est indiquée dans la légende, en bas de la carte. Dans les zones plates à faible relief elle est de 5 à 10m ; pour les zones montagneuses, elle peut atteindre 20m, sinon une densité trop grande des courbes de niveau rendrait la carte illisible.



III- Les coordonnées

3- Notion de coordonnées géographique et coordonnées cartographiques ou plane ou coordonnées Lambert.

Les coordonnées géographiques sont exprimées en degrés, minutes, secondes ($1^\circ = 60'$, $1' = 60''$)



- **La longitude** d'un point sur la Terre (λ : lambda) est la mesure de l'angle que fait le demi-plan passant par le méridien de ce point avec le plan du méridien-origine (le méridien de Greenwich). On ajoute E et W pour préciser si on est à l'est ou à l'ouest du méridien de Greenwich.

- **La latitude** d'un point sur la Terre (ϕ : phi) est la mesure de l'angle que forment le plan de l'équateur et la demi-droite joignant le centre de la Terre à ce point. On ajoute N et S pour préciser si on est dans l'hémisphère Nord ou dans l'hémisphère Sud.

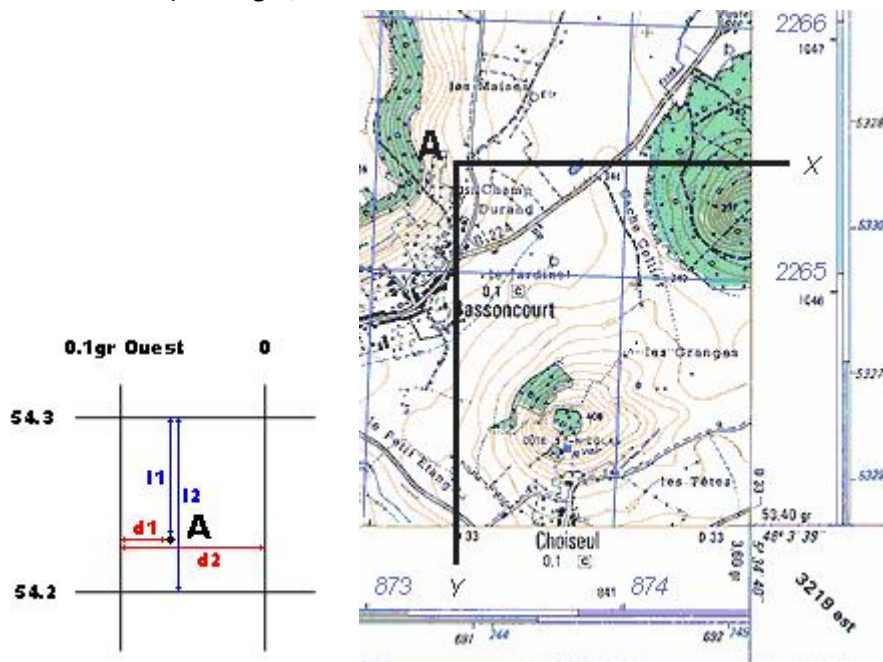
Le quadrillage géographique du Maroc est constitué par les méridiens et les parallèles. Ce quadrillage n'est pas rectangulaire.



4- Déterminer les coordonnées géographiques d'un point.

La carte est délimitée sur les cotés par des méridiens et en haut et en bas par des parallèles. Il est possible à l'aide d'une équerre, de déterminer directement ces coordonnées. Si le point dont on souhaite déterminer les coordonnées est proche du bord de la carte, on projette à l'aide d'une équerre le point en marge de la carte perpendiculairement aux bords.

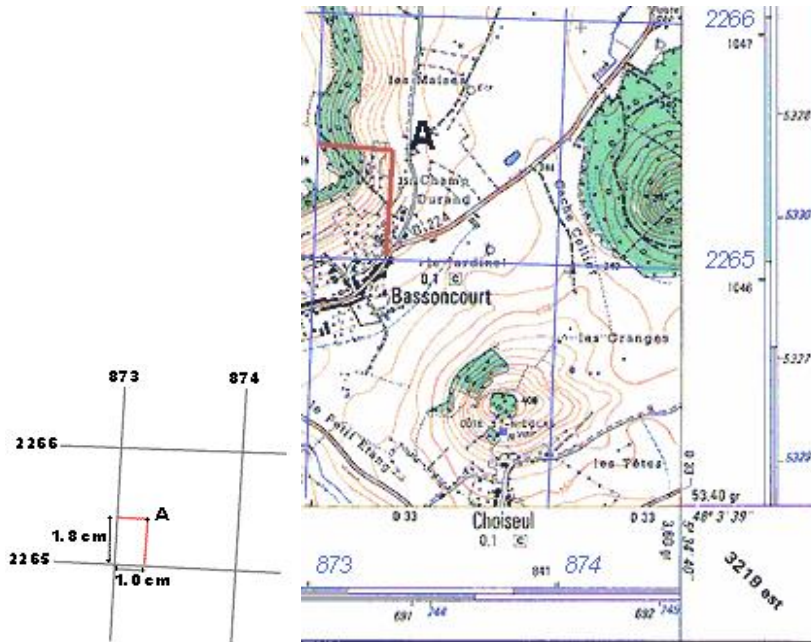
Situer un point sur la carte et déterminer les coordonnées géographiques : latitude et longitude (Lambda et Phi) en degré, minute, seconde.



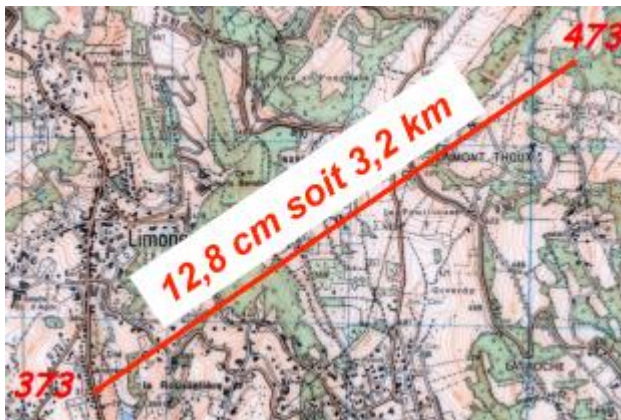
5- déterminer les coordonnées cartographiques d'un point exprimé en km

Les coordonnées planes E et N sont prises par rapport à l'angle sud-ouest du carré qui contient le point à définir. On énonce d'abord les coordonnées des axes passant par l'angle sud-ouest de ce carré auxquelles on ajoute l'appoint converti en mètre.

Situer un point sur la carte et déterminer les coordonnées cartographiques ou Lambert : X et Y en km.



- 6- **Calculer la distance apparente** (dite vol d'oiseau) entre deux points A et B.
 La distance apparente A'B' est mesurée directement sur la carte (dépend de l'échelle)



7- **La distance réelle :**

Distance réelle est supérieure à la distance apparente si on tient compte du relief.
 Distance réelle (AB) = distance mesurée / cos de la pente = A'B' / cos (φ)

8- **Le calcul de la pente**

Pente = inclinaison de la surface topographique par rapport à l'horizontale.

$$\text{Pente (\%)} = \frac{\text{Dénivelé (m)} \times 100}{\text{Longueur parcourue (m)}}$$

La pente en pourcentage = pente (%) = BC/A'B' = (100 m/320 m) x 100 = 31,25 %.

Récapitulons :

L'*inclinaison* est égale à la *mesure* de l'angle aigu formé par le plan incliné avec l'horizontale.

La *pente* est égale à la *tangente* de l'angle aigu formé par le plan incliné avec l'horizontale.

La pente est souvent écrite sous la forme d'un pourcentage.

B – Planimétrie

C'est la représentation des divers éléments de la surface terrestre sur la carte topographique par des figurés caractéristiques conventionnée dont la signification est indiquée dans la légende de la carte (qu'il ne faut pas hésiter à consulter).

On adopte en générale les conventions suivantes :

- le bleu est pour l'hydrographie
- le noir est attribué à tout ce qui résulte de l'activité humaine, ainsi qu'à la toponymie (noms des lieux)
- le vert à la végétation
- le bistre (teinte voisine du marron) pour l'orographie (courbes de niveau).



LE PROFIL TOPOGRAPHIQUE

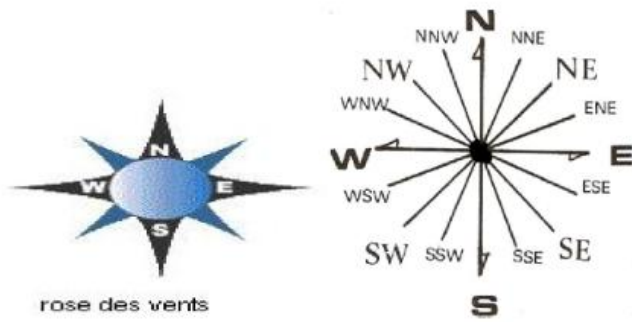
I – DEFINITION

Un profil topographique est une section par un plan vertical de la surface topographique, ce profil qui sera représenté à une certaine échelle, doit rendre compte des formes du relief.

II – PRINCIPE DE L'EXECUTION D'UN PROFIL TOPOGRAPHIQUE

Les étapes à suivre :

- On trace un trait AB (Fig.3) sur une carte à l'échelle E (donnée)
- Ensuite sur un rectangle de papier millimétré on trace 2 axes perpendiculaires, celui des abscisses correspondra à l'échelle des longueurs, celui des ordonnées à l'échelle des hauteurs (altitude).
- Choisir l'origine de l'axe des hauteurs en fonction de l'altitude la plus basse.
- Faire coïncider le bord supérieur du papier millimétré contre le trait de coupe AB. Marquer sur ce papier les points A'B' homologues de A et B, ensuite noter les altitudes de ces points et celles des points d'intersection des courbes de niveau avec le trait AB ; ceux-ci étant destinés à disparaître, les inscrire légèrement.
- Ces points sont abaissés (projetés) à leur altitude correspondante lue sur l'axe des hauteurs précédemment dessiné.
- Ces points ainsi abaissés seront reliés entre eux, non pas des segments de droite, mais par des courbes rendant compte au mieux de la topographie, les versants avec leur concavité et leur convexité au bon endroit, indiquer les sommets ou les vallées avec leur forme.
- On effacera alors les inscriptions ayant servi à la construction de la coupe.
- terminer la coupe en notant au dessus du profil la toponymie et l'orientation.
- Orientation du profil : pour l'orientation du profil se reporter à la 'rose'; il faut la dessiner sur un papier transparent, cette rose doit être placée au centre de la coupe de façon que la direction NS soit parallèle au méridien le plus proche du trait de coupe(Nord de la carte).



- Un exemple de profil topographique achevé (on parle d'habillage) est donné plus bas. Or s'apercevra à l'usage, que ces opérations sont en réalité simples et rapides.

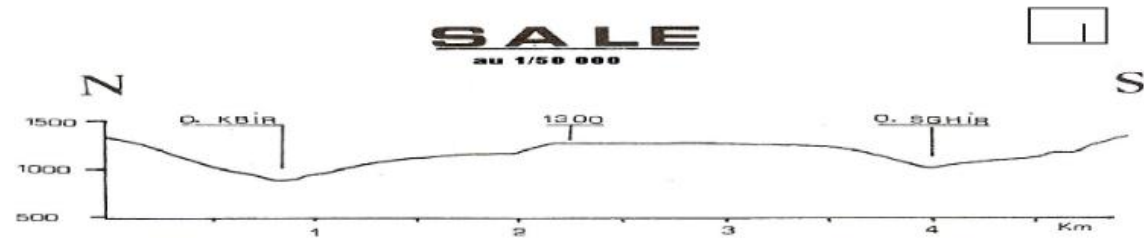
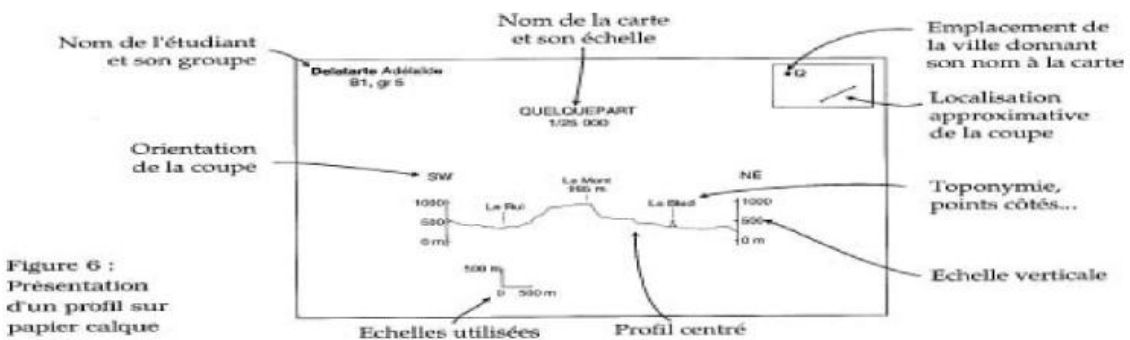
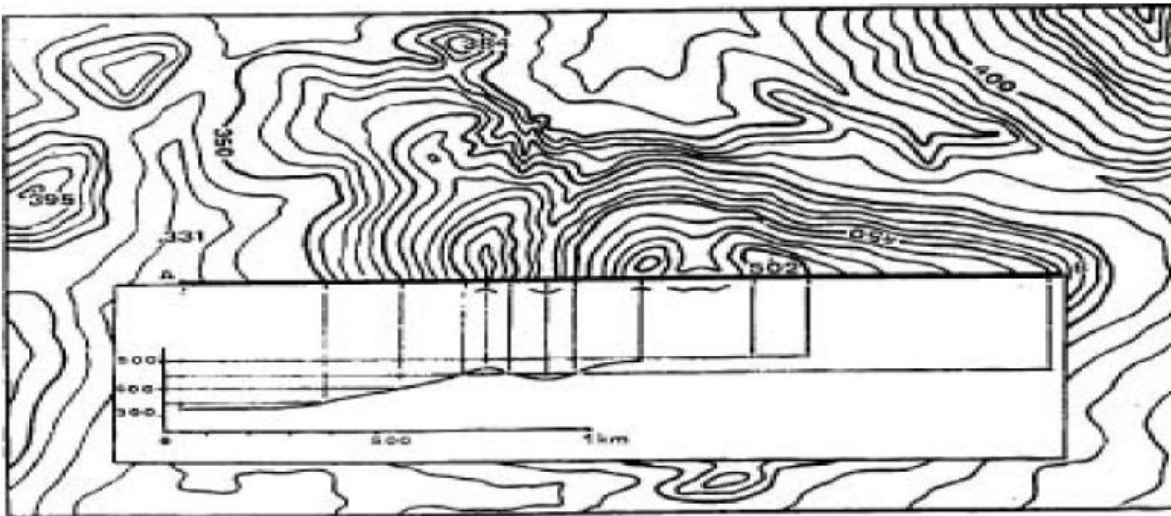


Fig. 3 : Réalisation du profil topographique

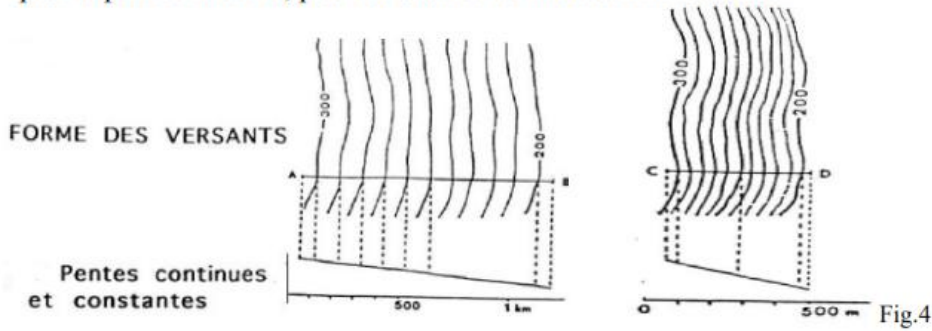
1 – Formes des versants

Un versant est la zone reliant une ligne de faite à une ligne de thalweg, il peut être décomposé en un certain nombre d'éléments.

a – Pente constante (Fig. 4)

Lorsque les courbes de niveau sont régulièrement espacées

- plus la pente est forte, plus les courbes de niveau sont rapprochées
- plus la pente est faible, plus les courbes de niveau sont écartées.



b – Pente régulièrement variable (Fig. 5)

Une pente concave vers le haut est caractérisée par des courbes de niveau de plus en plus écartées en allant vers le bas.

Une pente convexe vers le haut est caractérisée par des courbes de niveau de plus en serrées en allant vers le bas.

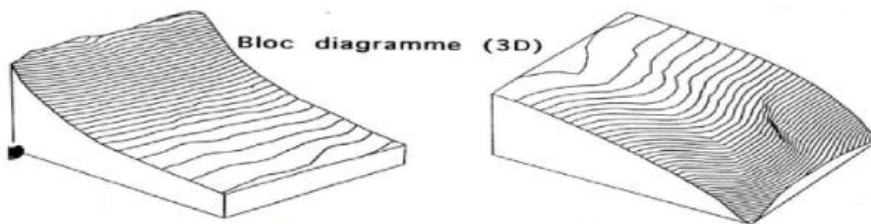
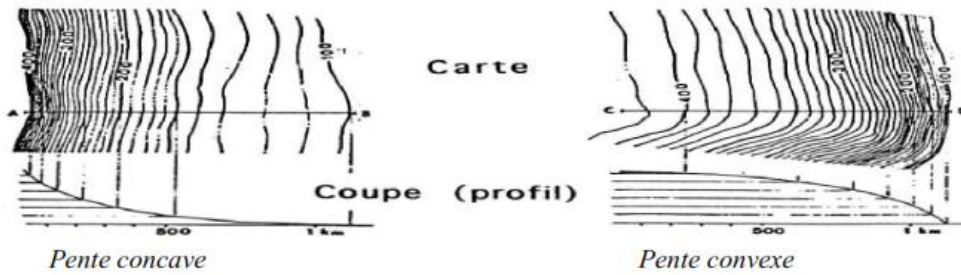


Fig. 5 : Pentes continues mais variables

c – Pentés à variation brusques : Rupture de pente, abrupts et falaises (Fig. 6 et 7)

L'écartement des courbes de niveau change brusquement.

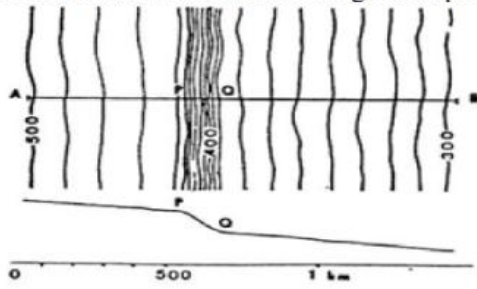


Fig.6 : PO rupture de pente

Les falaises : Lorsque la pente topographique est très forte, la densité des courbes est si grande qu'elles se touchent. Elles arrivent à se confondre et deviennent illisibles. Pour remédier à cet inconvénient on utilise un figuré spécial qui évoque une falaise rocheuse.

– la hauteur de l'abrupt = l'altitude de son sommet – l'altitude de sa base

$$H = S - B$$

– Il n'y a pas de continuité des courbes de niveau de part et d'autre de la falaise

– Il est très important d'orienter convenablement les falaises c'est-à-dire de dessiner l'abrupt du bon côté. Pour cela il faut déterminer parfaitement le sommet et la base de la falaise.

– détermination du sommet

- lorsqu'il y a des points cotés, ils sont généralement placés sur la crête,

- le sommet correspond le plus souvent à un replat et les courbes de niveau y sont donc rares et largement espacées.

– Détermination de la base

La pente qui se trouve au pied de falaise est en général forte et concave vers le haut.

Elle est souvent creusée de nombreux ravins.

Le pied est moins marqué que le sommet à cause de l'accumulation d'éboulis.

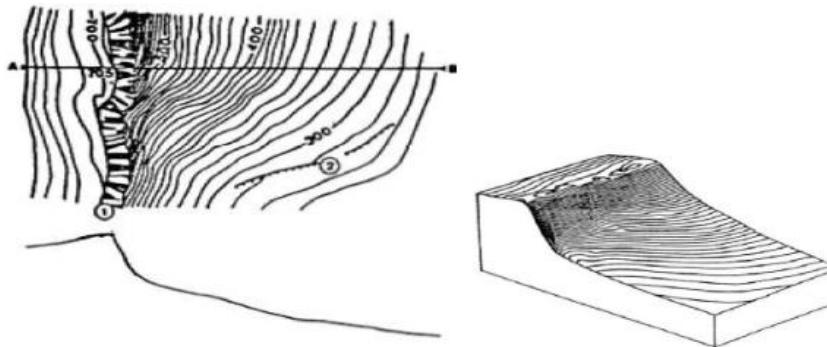


Fig. 7 : Abrupts (2) et falaises (3)

d – Sommet (Fig. 8)

Les courbes de niveau sont concentriques, le point central a une altitude supérieure à celle des courbes qui l'entourent.

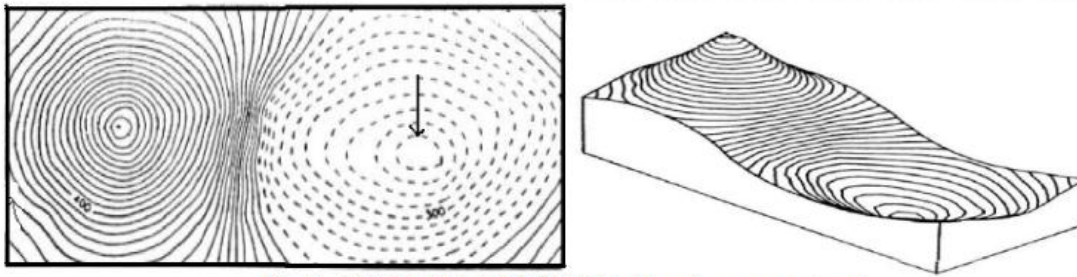


Fig. 8 : SOMMETS et CUVETTES : bloc-diagramme et carte

e – Cuvettes (Fig. 8)

Les courbes de niveau sont aussi concentriques, l'altitude du point central est inférieure à celle des courbes de niveau qui l'entourent, parfois une flèche indique le centre de la dépression (occupée parfois par un lac).

2 – Formes des vallées (Fig. 9)

La ligne de thalweg : C'est la ligne joignant les points les plus bas d'une vallée : celle-ci est caractérisée par une forme en V des courbes de niveau, la pointe du V plus ou moins aiguë ou émoussée indique l'amont de la vallée, la courbe enveloppante est à une élévation plus élevée que la courbe enveloppée.

a – Vallée en V

Les courbes de niveau présentent un rebroussement anguleux à la traversée du thalweg

b – Vallée à fond plat ou en U

Le dessin des courbes de niveau rappelle la forme de la vallée, serrées sur les versants, elles sont écartées dans la partie plate.

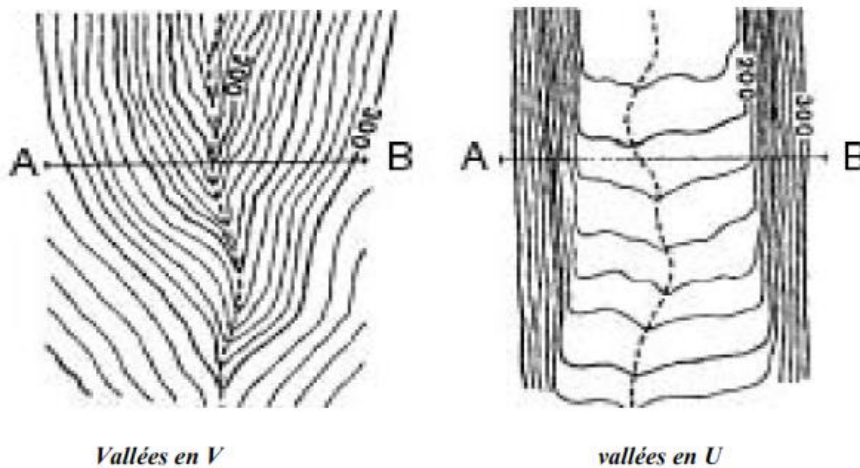


Fig.9 : Formes des vallées

4 – Conclusion

Le dessin cartographique des courbes de niveau nous renseigne sur les différentes formes du relief, donc avant la réalisation d'un profil il ne faut pas hésiter à observer votre carte le long du trait de coupe afin de reconnaître l'allure du profil.

Exercice pratique :

Exercice 1 :

Trouver l'échelle de la carte à partir de la légende

Exercice 2 :

Mesurez une distance de 5,5 cm sur une carte au 1/50 000 ème. Quelle distance représente-t-elle ?

X =

Exercice 3 : Combien faut-il de cm pour représenter 18 km sur une carte au 1/250 000e ?

X =

Exercice 4 :

Quelle est l'échelle d'une carte sachant que 4 cm sur la carte correspond à une distance réelle de 1 Km.

X =

Exercice 5

Calculer une distance réelle à partir d'une carte à l'échelle de 1/10 000.

Quelle est la valeur de l'équidistance de la carte ?.....

Tu remarques que des lignes bleues partagent la carte en carrés. Combien mesure le côté de ces carrés ?.....

À quelle distance réelle cela correspond-il?.....

Combien mesure la diagonale de cette carte (au cm près) ?.....

Quelle est la longueur réelle de cette diagonale ?

Quelle distance sépare sur la carte les cotes 98 et 131 ?

Quelle est la longueur réelle du chemin qui relie ces deux endroits ?... ..

Exercice 6

Sur l'extrait d'une carte topographique ci- contre :

a- le relief dans la partie A est une cuvette

b- le relief dans la partie B est une cuvette

c- la pente est forte dans la partie A

d- la pente est forte dans la partie B

