

UNIVERSITÉ CADI AYYAD
FACULTÉ POLY-DISCIPLINAIRE DE SAFI
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE



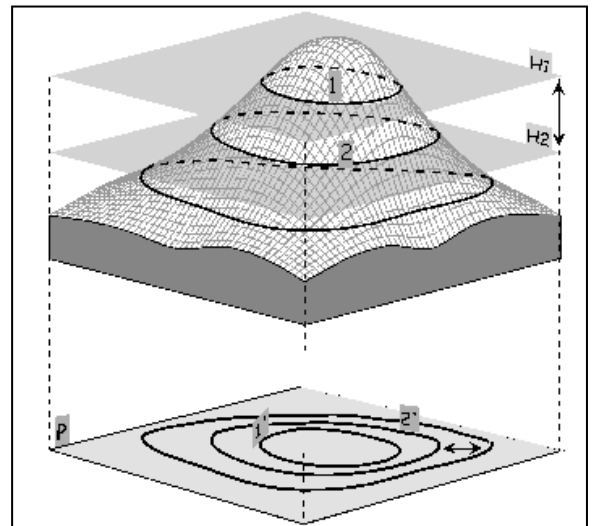
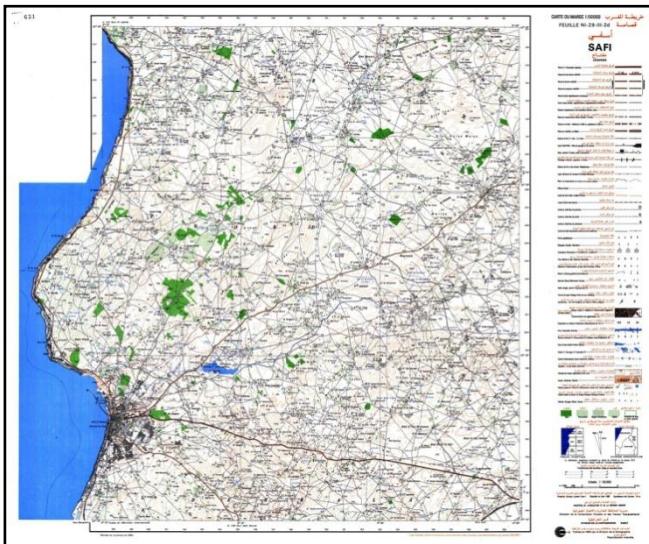
Tronc commun BCG

Semestre 1

Module : Géologie générale

Polycopié des Travaux pratiques

Etude de carte topographique et profil topographique



Prfs : Chafik NAKHCHA/ Ayt Ougougdal Mohamed

Année universitaire : 2023/2024

Chapitre I : LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

A- DEFINITION :

La carte topographique est une représentation dessinée ou imprimée sur une surface plane d'une portion de la surface de la terre. Elle permet de se repérer, de s'orienter, mais également de représenter le relief.

B- PRESENTATION D'UNE CARTE

Les cartes topographiques sont éditées au Maroc par le Ministère de l'Agriculture et de la Reforme Agraire (Direction de la Conservation Foncière et des Travaux Topographiques). Les échelles publiées sont : 1/25 000, 1/50 000, 1/100 000, 1/250 000, 1/500 000, 1/1 000 000. (Le catalogue des cartes est disponible sur le site web : www.acfcc.gov.ma).

Une carte topographique régulière comprend (Fig. 5):

1. *le nom et le numéro de la carte* (en français et en arabe). Le nom est habituellement celui de la localité (ville ou village) la plus importante de la carte.
2. *une légende* : explique et identifie les symboles dessinés sur la carte. Ces symboles, appelés signes conventionnels, sont représentés par différentes couleurs :
 - le bleu : représente les détails et les écritures relatifs à l'eau : réseau hydrographique (rivières, oued), lacs, mer, retenues de barrage, marécages, sources d'eau...
 - le vert : représente toute végétation naturelle ou cultivée (forêts, cultures ...)
 - le noir : représente
 - les éléments anthropiques (artificiels) comme les construction, les voies ferrées, les lignes de transports, les lignes de haute tension...
 - la toponymie (noms des lieux),
 - les coordonnées et la planimétrie (les altitudes précises comme les points géodésiques, les points côtés...)
 - les limites administratives (les états, les provinces, les cercles...).
 - Le bistre : représente l'orographie (relief en courbes de niveau)

3. L'échelle

L'échelle d'une carte est le rapport entre la longueur mesurée sur la carte (l) et la longueur horizontale correspondante sur le terrain (L).

Sur toute carte topographique, l'échelle est présentée sous deux formes (Fig. 1):

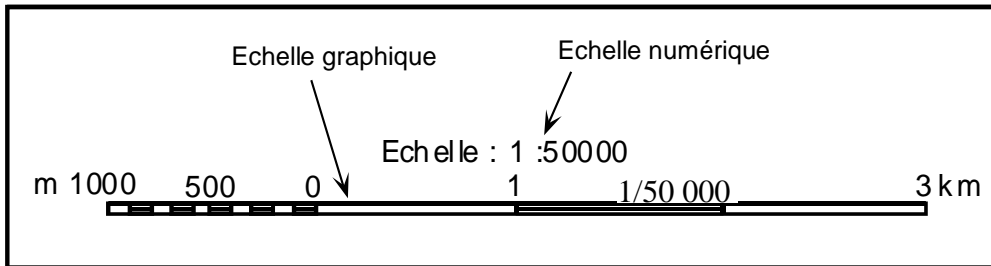


Fig.1 - Echelle numérique et graphique

- sous forme d'un rapport qu'on appelle : **l'échelle numérique**.

Exemple : échelle de **1 : 50 000**, dans ce cas **1 unité** sur le dessin (carte) correspond à **50 000 unités** sur le terrain.

- et/ou sous forme d'un segment de droite divisé et gradué de gauche à droite qu'on appelle : **l'échelle graphique**. Celle-ci fournit une lecture immédiate des distances et permet de recalculer l'échelle numérique d'une carte réduite (fig.2). Elle est très utile en cas de reproduction de la carte avec agrandissement ou réduction de cette dernière.

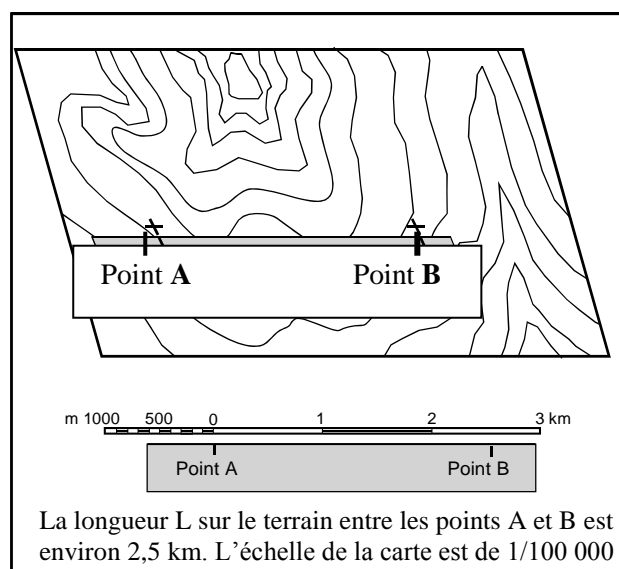


Fig. 2 - Utilisation de l'échelle graphique pour le calcul des distances sur le terrain

On dit qu'une carte est à *petite échelle*, quant le rapport qui l'exprime est petit (exemple : 1/1 000 000, où 1 cm sur le papier équivaut à 1 km sur le terrain).

On dit qu'une carte est à *grande échelle*, quand le rapport qui l'exprime est grand (exemple : 1/10 000, où 1 cm sur le papier équivaut à 100 m sur le terrain).

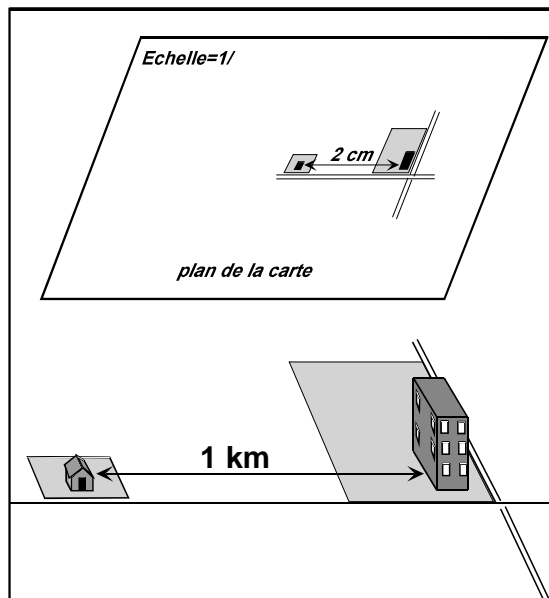
EXEMPLE PRATIQUE

L'échelle numérique est exprimée par une fraction sous la forme l/L . le numérateur est toujours égale à 1. Le dénominateur est le facteur de réduction qui indique combien de fois les longueurs mesurées sur la carte sont plus petites que celles mesurées sur le terrain.

Si deux points sont distants de 1 km sur le terrain et de 2 cm sur la carte, l'échelle de celle-ci est :

$$E = \frac{l : \text{Longueur sur la carte}}{L : \text{Longueur sur le terrain}} = \frac{2 \text{ cm}}{1 \text{ km}} = \frac{2}{100000} = \frac{1}{50000}$$

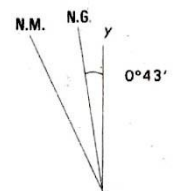
La carte est dite à l'échelle de 1/



4. Système d'orientation

Le système d'orientation est représenté par :

- Le nord cartographique indiqué par « y ». Il est donné par les méridiens du carroyage de la carte.
- Le nord géographique (NG) (ou nord astronomique) indiqué par les bords de la carte. Par convention le haut de la carte est toujours dirigé vers le NG, le sud vers le bas, l'Est à droite et l'Ouest à gauche (voir la rose des vents ci-dessous).
- Le nord magnétique (NM), indiqué par l'aiguille aimantée et formant un angle (ou déclinaison magnétique) variable avec le temps par rapport au nord géographique. La valeur de cette déviation à la date de publication de la carte est donnée pour le point central de la feuille avec sa diminution annuelle en minutes centésimales.



La déclinaison magnétique correspond au centre de la feuille au 1^{er} Janvier 1977. Elle diminue chaque année de 7 minutes sexagésimales

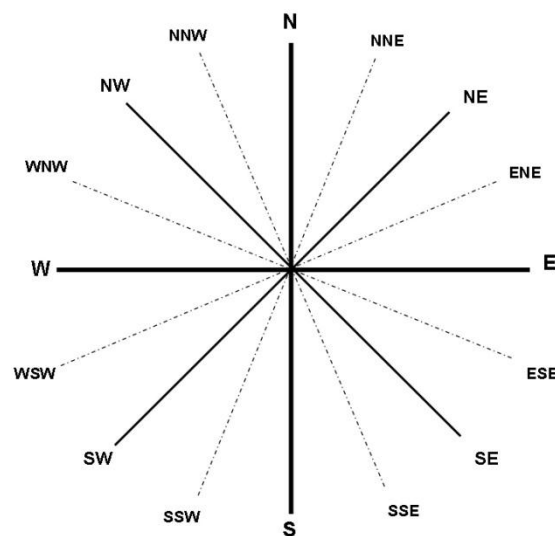


Fig 3 : Rose d'orientation ou rose des vents

5. Système de repérage

Les paramètres de situation d'un point sont (fig. 4) :

- les coordonnées géographiques ou longitude et latitude
- les coordonnées rectangulaires ou coordonnées cartographiques

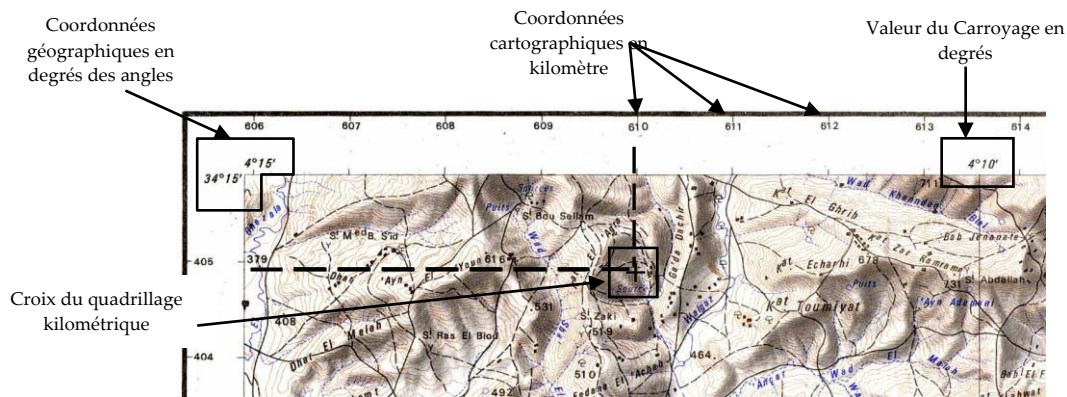


Fig. 4- Extrait d'une carte topographique à l'échelle de 1 /50 000

6. Les autres éléments

- Type de projection et Ellipsoïde utilisé.
- Division administrative
- Tableau synoptique d'assemblage des cartes avoisinantes. La case centrale du tableau indique votre carte entourée par les huit cartes contiguës.

	Ras Cantin walidia	Tnine Gharbia
	Safi	Jam'at Shaim
Swira Qdima	Sebt Gzoula	Sidi Tiji

- Equidistance (e)
- La date de création et/ou de mise à jours

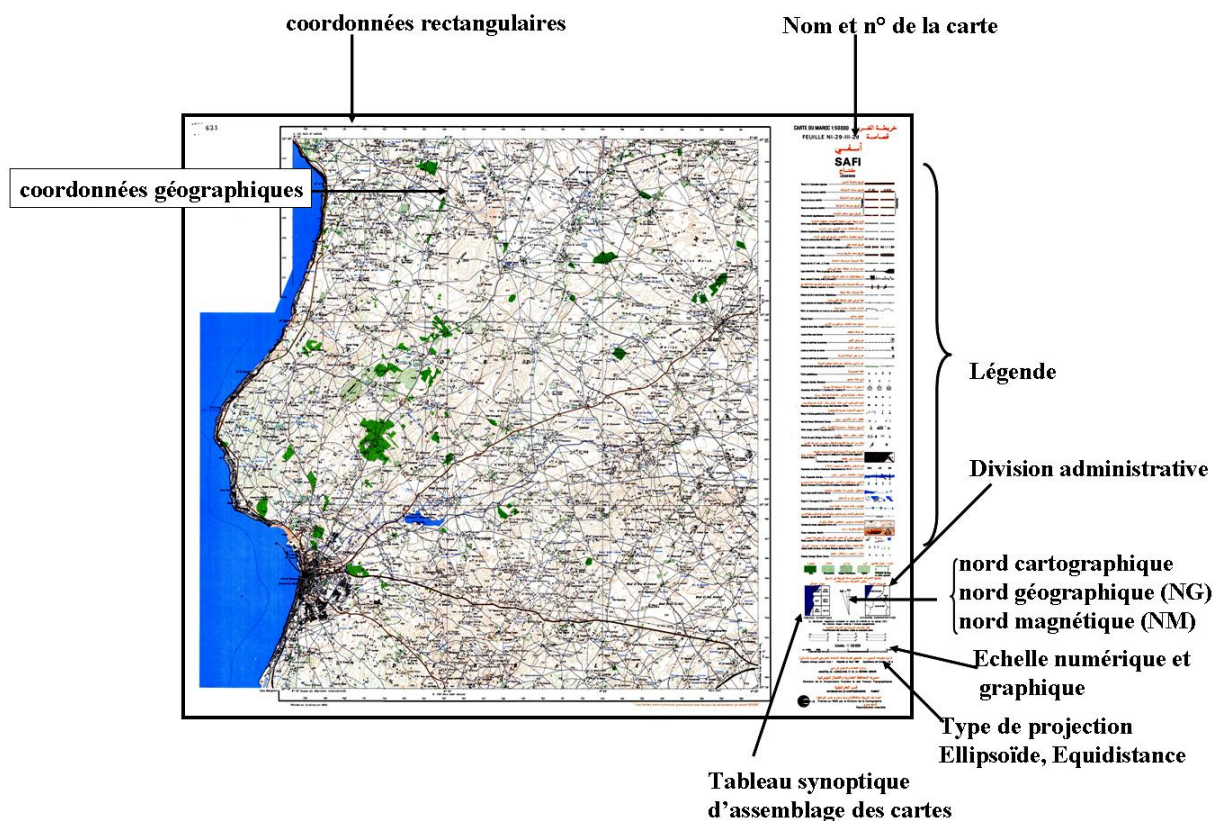


Fig.5 - Présentation d'une carte

C- SYSTEME DE COORDONNEES

La localisation d'un point sur une carte topographique peut être faite par deux systèmes de repérage : les coordonnées géographiques et les coordonnées rectangulaires.

1. Les coordonnées géographiques

Les coordonnées géographiques sont basées sur le croisement de lignes horizontales (les parallèles), et de lignes verticales (les méridiens). Ces lignes correspondent aux latitude et longitude d'un lieu (fig. 6).

Tout point sur le globe terrestre ou sur la carte peut être localisé par sa latitude et sa longitude (fig.7 et 8).

La *Latitude* est l'angle (ϕ), vers le nord ou vers le sud, que fait la verticale d'un point avec le plan de l'Equateur (parallèle 0). La Latitude est exprimée en degrés, minutes et secondes.

La *Longitude* est l'angle (λ), vers l'Est ou vers l'Ouest, formé par le plan du méridien d'un point avec celui d'un méridien pris comme référence qu'est Greenwich (méridien 0). La longitude est également exprimée en degrés, minutes et secondes.

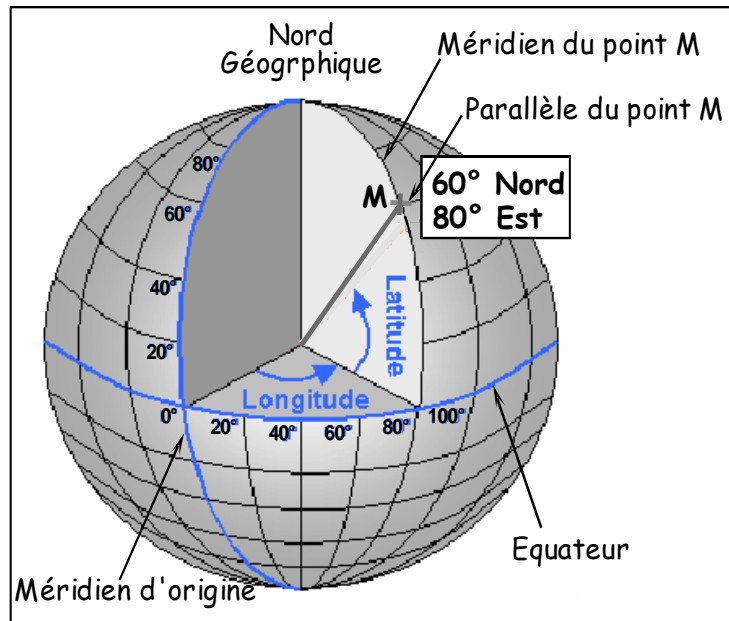


Fig. 6 - Les coordonnées géographiques

L'équateur, appelé parallèle d'origine (parallèle 0), est un cercle imaginaire qui partage la Terre en deux parties égales : l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud (fig. 7,8).

Le méridien de Greenwich, appelé méridien d'origine (méridien 0), divise le globe en deux parties égales : l'hémisphère Est et l'hémisphère Ouest (fig. 7,8).

Les parallèles sont des lignes imaginaires parallèles à l'équateur (fig. 7). Il y en a 180, accompagnées d'une indication de degré allant de 0° à 90° de part et d'autre de l'équateur (0° à l'équateur, 90°Nord au pôle Nord et 90°Sud au pôle Sud).

Les méridiens sont des lignes imaginaires qui passent par les pôles de la terre. Il y en a 360, accompagnées d'une indication de degré allant de 0° à 180° Est ou Ouest de part et d'autre du méridien de Greenwich (fig. 7).

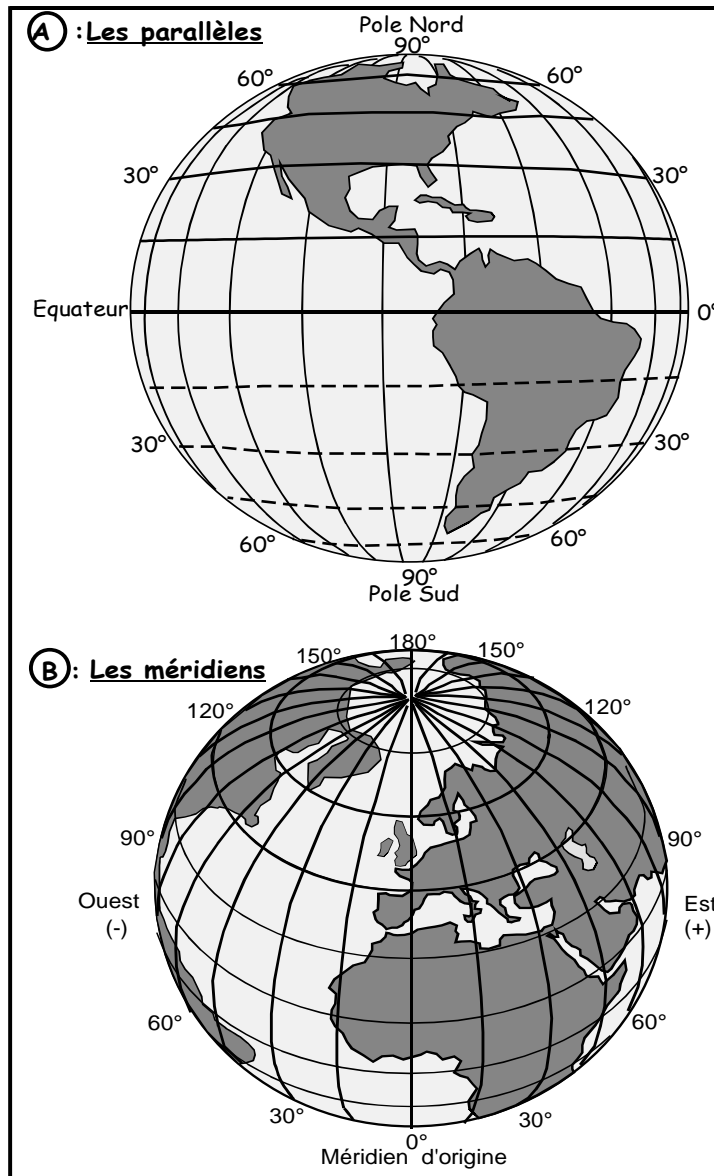


Fig. 7 – les parallèles et les méridiens

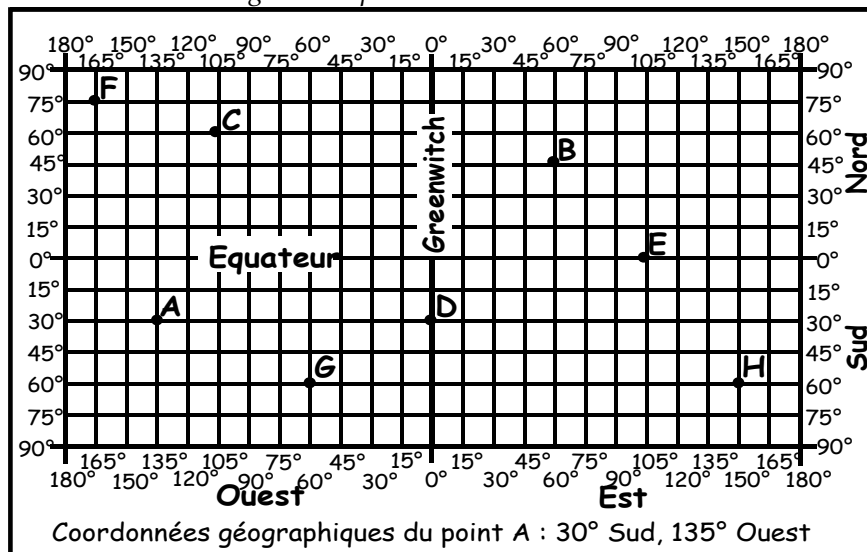


Fig. 8- Quadrillage géographique

2. les coordonnées rectangulaires

Les coordonnées rectangulaires ou coordonnées cartographiques forment un quadrillage kilométrique exprimé en chiffres croissants de l'Ouest vers l'Est et du Sud vers le Nord. La localisation d'un élément s'exprime sous forme de coordonnées planes à l'aide de deux valeurs linéaires : X, Y (exprimées en mètre) (Fig. 9, 11).

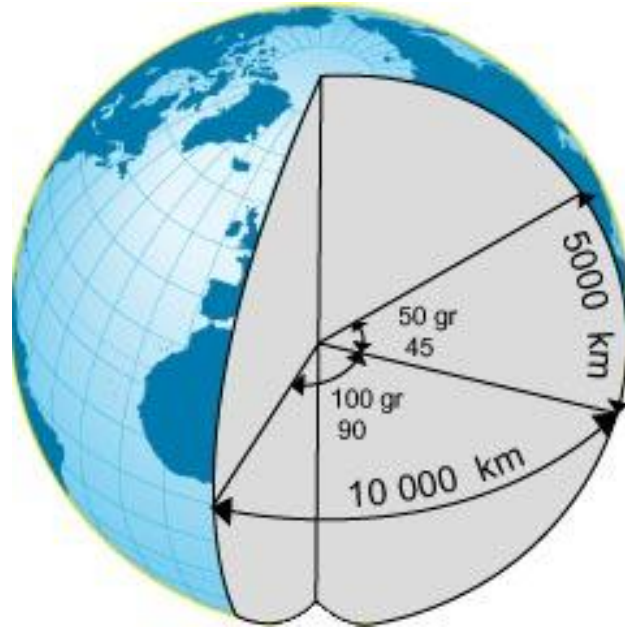


Fig. 9- les coordonnées rectangulaires

2- a- Les systèmes de projection cartographique

La terre est de forme ellipsoïdale. La correspondance des positions géographiques d'une surface courbe sur une surface plane fait appel à des calculs mathématiques qu'on appelle **projection cartographique**.

2- b- Les types de projection

La projection de la surface sphérique du globe sur un plan implique un certain nombre de transformations, lesquelles entraînent des déformations : altération des angles, des rapports de distances, des rapports de superficies, des formes et des directions. On distingue au moins trois types de projections : conique, cylindrique et plane (fig. 10)

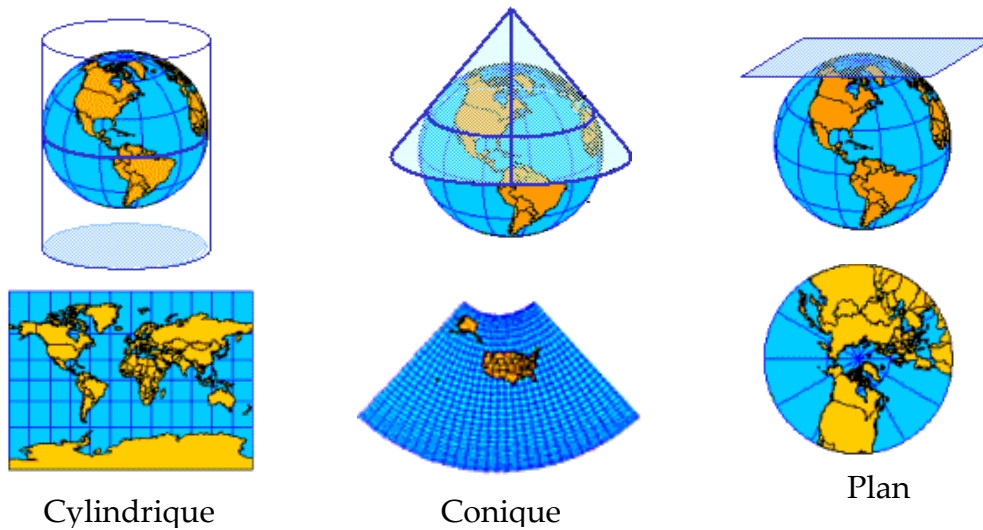


Fig. 10- Les projections cartographiques

2- c- la projection au Maroc

La projection utilisée dans des cartes topographiques et géologiques au Maroc est la projection conforme conique Lambert. C'est une projection standard pour représenter des cartes des régions dont l'étendue est-ouest est importante comparée à leur étendue nord-sud.

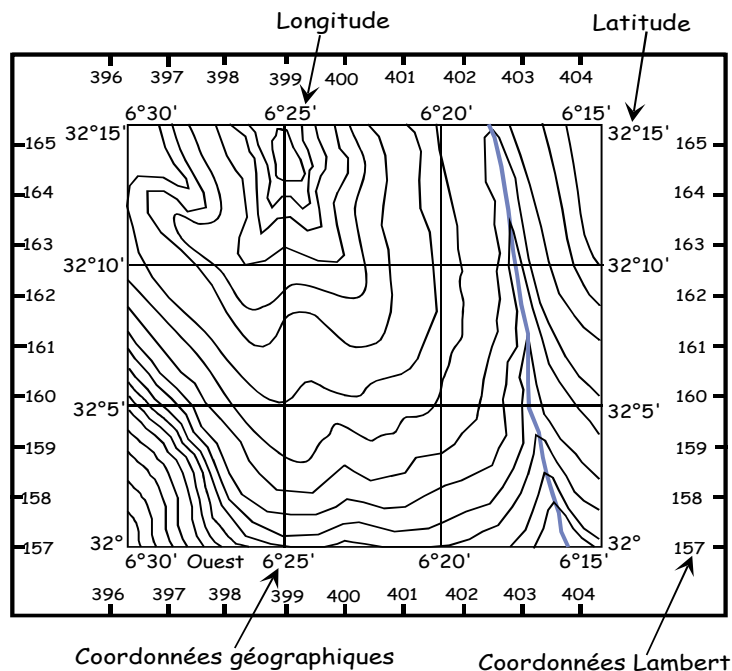


Figure 11. Extrait d'une carte topographique montrant les coordonnées géographiques et rectangulaires

Exercices

Carte utilisée: Carte Topographique du Maroc au 1/50 000 (Feuille de Safi).

- **Exercices I.1. Repérages.**
 - 1- Donner la localisation du barrage Sidi Abdarrahan par rapport à Safi en utilisant la rose des vents
 - Dans le secteur du Barrage, repérer une source d'eau (Ayn), un puits, un point géodésique et donnez son altitude, un marabout.
 - 2- Quels types de végétation trouve-t-on sur la région de sidi Bouzid?
 - Localiser le boulevard C et le rond point du plateau de Safi

- **Exercices I.2. Echelles.**
 - 3- Quelle est l'échelle de la carte ?
 - 4- Sur la carte, 1 cm représente combien de m en réalité ?
 - 5- Inversement, 1 km sera représenté par combien de cm sur la carte ?
 - 6- Quelle est la distance réelle à vol d'oiseau entre le douar de Lalla Fatma bent Med et le centre de la ville de Safi ?

- **Exercices I.3. Coordonnées.**
 - 7 - De quel type de projection est votre carte ?
 - 8- Donner les coordonnées Lambert du point géodésique situé dans le village de Dr Elqayd si Issa

Chapitre II

CARTE EN COURBES DE NIVEAU

1. Définition

On appelle courbe de niveau une ligne imaginaire qui joint tous les points d'un relief situés à la même altitude au-dessus du niveau de la mer. La figure 12 montre le principe de l'établissement des courbes de niveau :

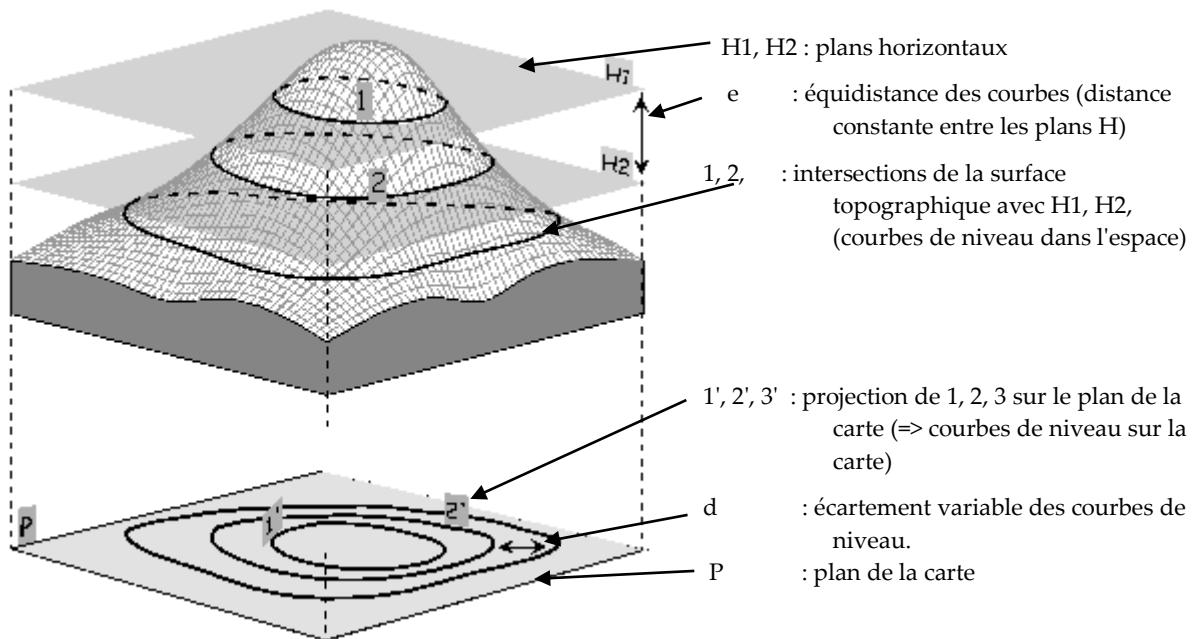


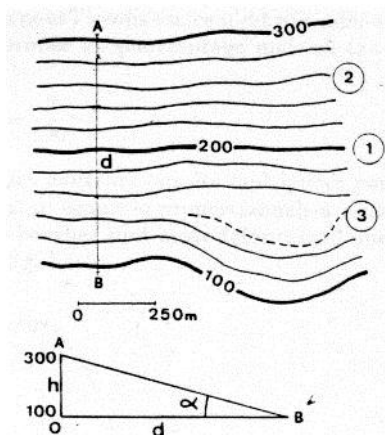
Fig.12 - Principe de l'établissement des courbes de niveau

2. Altitude des courbes de niveau :

L'altitude des courbes de niveau est souvent indiquée le long de leur tracé. Le *bas des chiffres*, marquant cette altitude, est dirigé vers le *bas de la pente*.

3. Différentes sortes des courbes de niveau (fig. 13)

- 1- *Courbes maîtresses* : Ces courbes sont dessinées d'un trait plus large et portant des altitudes régulièrement espacées (50m, 100m, 150m..., et en général toutes les 4 ou 5 courbes).
- 2- *Courbes normales* : Ces courbes s'intercalent entre les courbes maîtresses. Elles sont dessinées en trait fin.
- 3- *Courbes intercalaires* : Ces courbes sont représentées le plus souvent par des traits discontinus entre deux courbes normales. Leurs altitudes diffèrent d'une demi-équidistance de celles des courbes qui l'encadrent.



- 1- courbe maîtresses
- 2- courbe normale
- 3- courbe intercalaire
- d- distance horizontale entre A et B (= 750m)
- h - distance d'altitude entre A et B (= 200m)
- α - valeur angulaire de la pente topographique

Fig. 13 - Différentes sortes de courbes de niveau

4. Equidistance :

On appelle équidistance, la différence d'altitude constante entre deux courbes de niveau consécutives. Elle permet de rendre compte, aussi fidèlement que possible de la nature de la pente.

Elle n'est pas la même sur toutes les cartes :

- d'abord pour des raisons d'échelle : on ne peut pas dessiner autant de courbes sur une carte au 1/200 000 que sur une carte au 1/20 000
- ensuite pour des raisons topographiques :
 - o plus le relief est faible, plus l'équidistance doit être réduite pour en saisir les moindres nuances. Elle est généralement de 10 m.
 - o plus le relief est accidenté, plus l'équidistance doit être grande. Elle est généralement de 20 m.

NB. Il ne faut pas confondre *l'équidistance* avec *l'écartement* des courbes en projection sur la carte, qui lui n'est pas constant.

5. Estompage

L'estompage est un grisé évoquant l'ombre du relief éclairé par une source lumineuse située arbitrairement (en général le soleil virtuel est placé au NW à 45° d'élévation).

6. Calcul de la pente

La pente moyenne d'une surface topographique peut être calculée, avec précision, à partir des courbes de niveau. Elle peut être exprimée en pourcentage ou en degrés (fig. 13).

$$P\% = h/d \times 100 = 200/750 \times 100 = 26,6\%$$

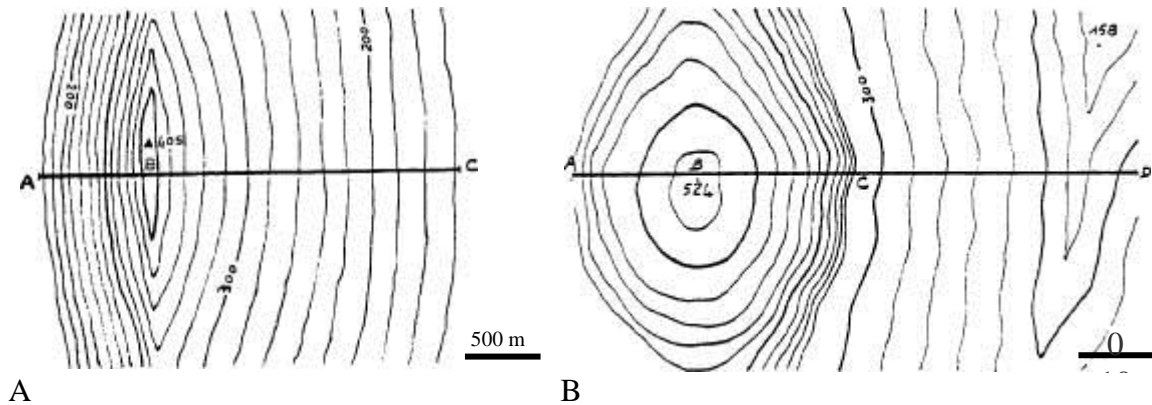
$$\text{Ou } \text{tg } \alpha = h/d = P/100 = 0,266 \text{ d'où } \alpha = 15^\circ$$

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

Exercices II-1 : La représentation du relief

- **Exercices II.1. Repérage des altitudes.**
 - Quels sont les points culminants sur les deux figures A et B?
 - A partir de ces points et en allant vers l'Est, quelles sont les altitudes de la première courbe maîtresse rencontrée ?
 - Calculer l'équidistance des courbes de chaque figure
 - Repérer la vallée dans la figure B
 - Quelle est la profondeur de la vallée sur la coupe CD ?

- **Exercice II.2. Pentés.**
 - Sur la figure A, quel est le sens et le pourcentage de la pente entre les points AB et BC ?
 - Compléter la phrase suivante : pour une équidistance donnée, plus la pente est faible, plus les courbes de niveau sont et plus la pente est forte, plus les courbes de niveau sont



Chapitre III

PROFIL TOPOGRAPHIQUE

1. Définition :

Un profil topographique est une représentation, dans un plan vertical, de la surface topographique.

2. Le choix du tracé :

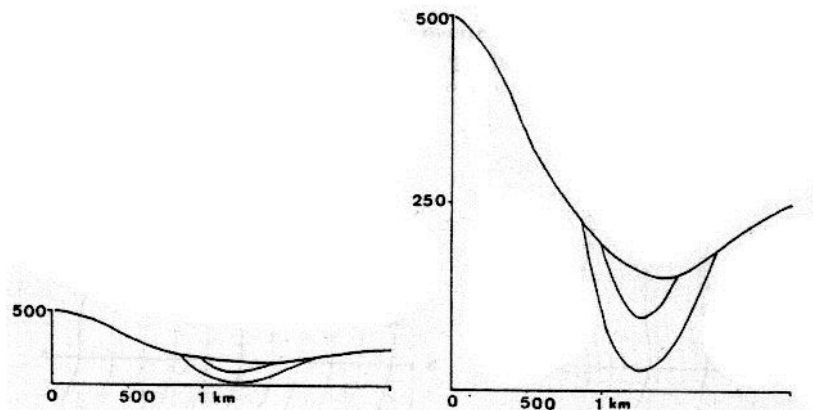
Le profil topographique doit mettre en évidence les accidents de relief les plus caractéristiques. Il doit donc être perpendiculaire à ces accidents, de manière à éviter toute déformation de pente.

3. Le choix des échelles

Deux échelles sont représentées sur le profil topographique :

- l'échelle des longueurs : est celle de la carte
- l'échelle des hauteurs peut être différente de celle des longueurs. Les hauteurs sont exagérées en cas de nécessité en utilisant une échelle plus grande que celle des longueurs pour faire ressortir le relief (fig. 14).

Exemple : - au 1/50 000 (longueurs), l'échelle des hauteurs, exagérée, peut être le 1/25 000, le 1/20 000 ou le 1/10 000.



*Fig.14- Rapport entre l'échelle des hauteurs et celle des longueurs
A gauche, même échelle pour les hauteurs et les longueurs
A droite, l'échelle des hauteurs est 5 fois plus grande que celle des longueurs.*

4. Méthode de réalisation d'un profil topographique (figure 15):

- Observer la carte autour du trait de coupe pour se donner une première idée du relief (sens des pentes, sommets, vallées, etc...).
- Définir le trait de coupe AB sur la carte.

- Mettre l'échelle sur le papier millimétré en prenant comme ordonnées les hauteurs et comme abscisses les distances horizontales.
- Appliquer la feuille de papier millimétré contre le trait de coupe.
- Repérer les points d'intersection des courbes de niveau avec le trait de coupe.
- Projeter les points d'intersection à leur altitude à l'échelle.
- Dessiner le profil en reliant les points (tenir compte de l'allure du terrain; ne pas faire des segments de droites).

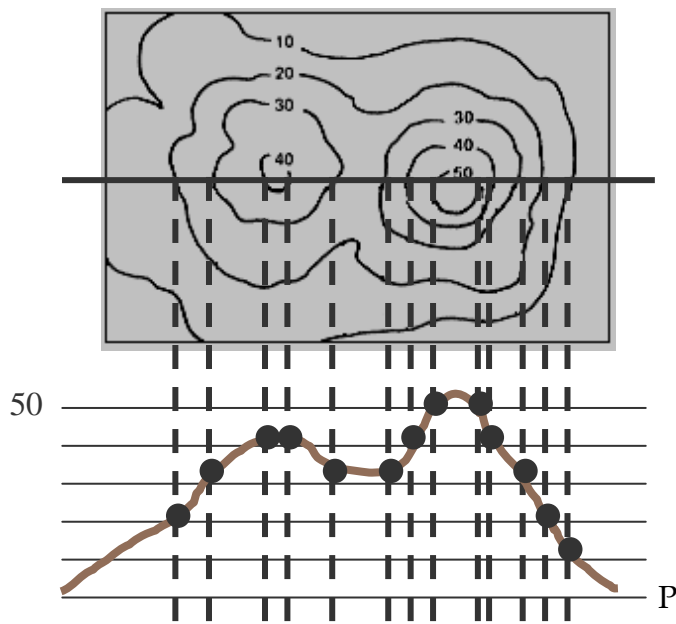


Fig. 15 - Principe de l'exécution d'un profil topographique

- Affiner le dessin de la coupe et la compléter par des indicateurs complémentaires comme (Fig. 16) :
 - Le nom et l'échelle de la carte utilisée
 - L'échelle des longueurs et celle des hauteurs
 - L'orientation
 - Quelques noms coupés par le profil : sommets, rivières, villages, ligne de chemin de fer, route. Ces noms permettront de le localiser très facilement sur la carte

Pour ce type de travail, la présentation et le soin du dessin sont importants

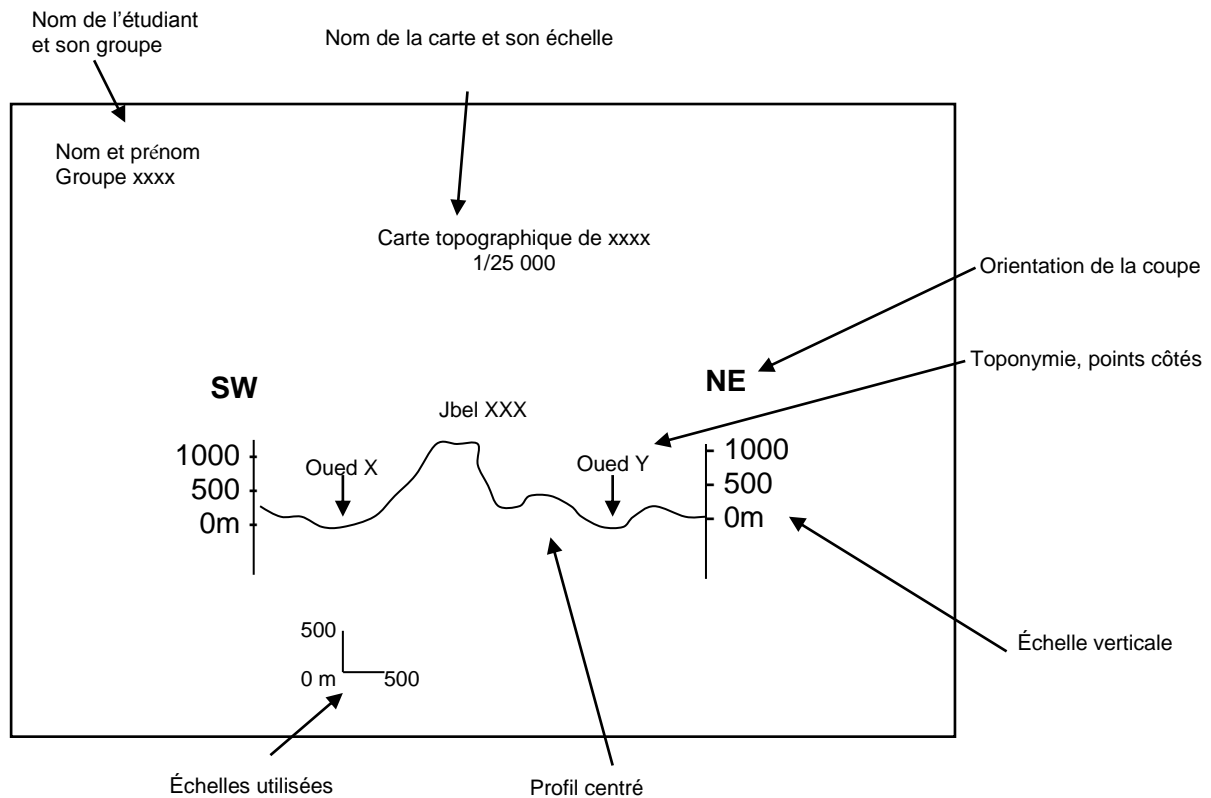


Fig. 16- Présentation finale d'un profil topographique

5. Quelques cas particuliers

A. Formes des versants :

Un versant est la surface comprise entre une crête et un talweg. Le talweg est le lieu des points les plus bas d'une vallée. C'est là que coule la rivière ou l'oued quand il en existe.

Un versant peut être décomposé en un certain nombre d'éléments simples dont les principaux sont :

Pente constante : les courbes de niveau sont régulièrement espacées et dessinent le même écartement et une pente sans changement (fig. 17 a).

Pente régulièrement variable : les courbes de niveau y sont, de manière régulière, de plus en plus serrées ou de plus en plus écartées (fig. 17 b).

Elle peut être concave vers le haut (courbes de niveau de plus en plus écartées en allant vers le bas) ou convexe vers le haut (courbes de niveau de plus en plus serrées en allant vers le bas).

Rupture de pente : les courbes de niveau s'écartent ou se resserrent brusquement provoquant une rupture de pente (fig.17 c).

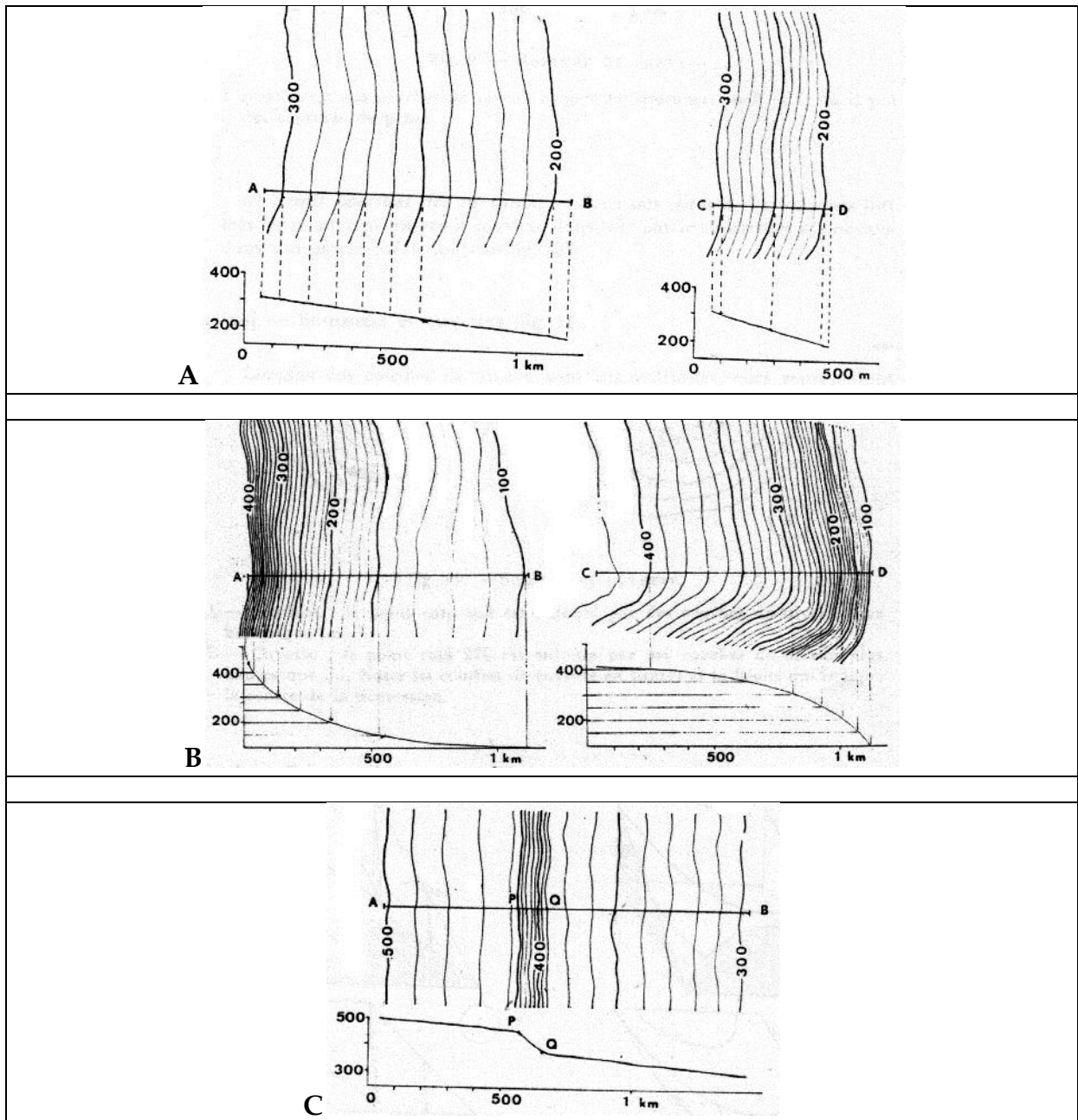


Fig. 17- forme des pentes

B. Formes des Sommet et cuvettes :

Lorsque les courbes de niveau sont concentriques, elles représentent soit un sommet soit une cuvette. Dans le cas d'un sommet, l'altitude du point central est supérieure à celle des courbes qui l'entourent. L'altitude est inférieure au cas d'une cuvette (fig. 18).

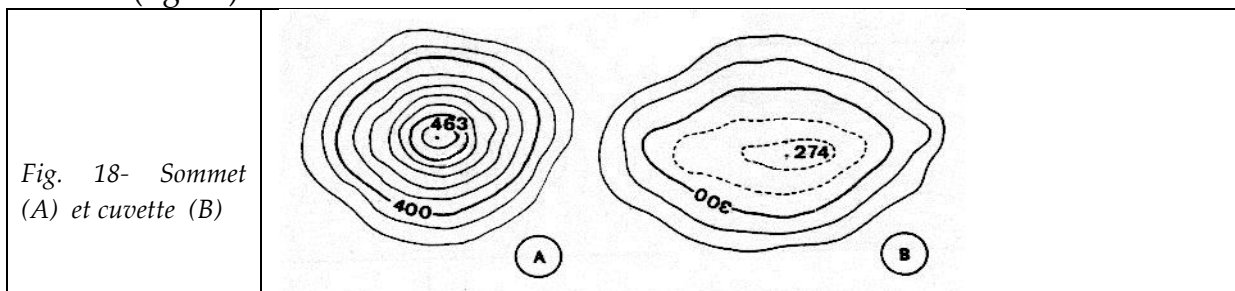


Fig. 18- Sommet (A) et cuvette (B)

C. Formes des abrupts et falaises :

Lorsque les pentes sont trop fortes, les courbes de niveau, trop serrées, se confondent et deviennent illisibles. On les représente sur les cartes topographiques par un figuré spéciale qui évoque une falaise rocheuse (fig. 19).

La hauteur de l'abrupt est égale à la différence des altitudes de son sommet et de sa base.

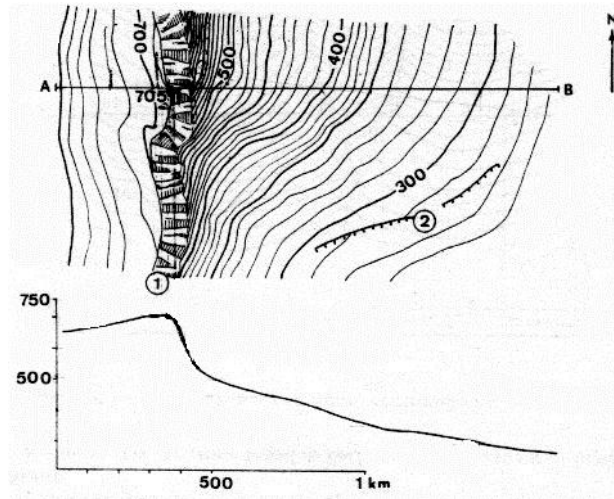


Fig. 19 - Abrupt et falaises

D. Formes des vallées :

Le cas des vallées est analogue à celui des sommets. On en distingue deux types :

- *Vallée en V* : les courbes de niveau se rebroussement suivant un angle nettement marqué au passage du talweg (fig. 20 a)
- *Vallée à fond plat ou en U* : les courbes de niveau montrent une zone de rebroussement généralement peu nette et en tout cas largement étendue (fig. 20 b).

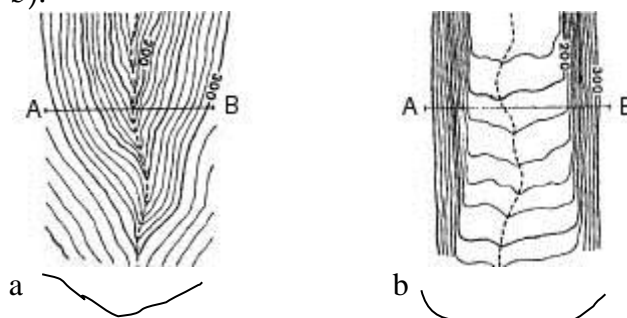


Fig. 20 – formes des vallées