

## Chapitre II : Systèmes de projection.

### 1. Généralités

La question qui se pose ici est la façon dont laquelle on peut présenter une partie courbée de la terre sur un surface plane d'une carte : comment transformer l'ellipsoïde en plan?

Elle est évident que cette transformation ne soit pas possible sans déformation. On utilise donc différentes formules mathématiques (*techniques géodésiques*) qui font correspondre à chaque point de l'ellipsoïde un point du plan.

Selon les procédés utilisés, on peut conserver:

- .....
- .....
- .....

C'est-à-dire: .....

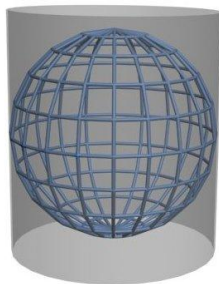
### 2. Systèmes de représentation plane

#### 2.1. Projections par développement

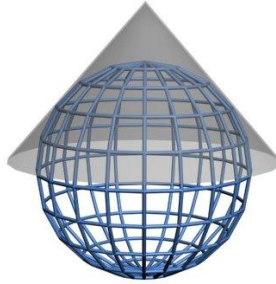
Une carte ne pouvant pas être obtenue simplement en écrasant une sphère, la projection passe généralement par la représentation de la totalité ou une partie de l'ellipsoïde sur une surface développable, c'est-à-dire une surface qui peut être étalée sans déformation sur un plan.

Les trois formes mathématiques courantes qui répondent à ce critère (*à savoir le plan, le cylindre et le cône*) donnent lieu aux trois types principaux de projections :

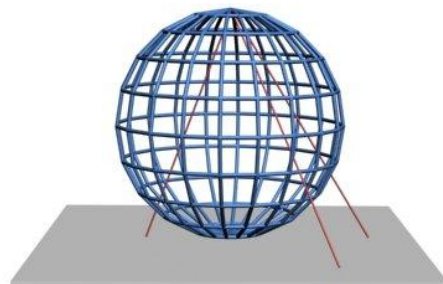
- a- **Projection cylindrique:** On projette orthogonalement la sphère sur le cylindre circonscrit. Lorsqu'on déroule le cylindre on voit que les régions voisines des pôles sont étirées en longitude et comprimées en latitude (*figure 1-a*).



(a) Cylindrique



(b) Conique



(c) Azimutale (planaire)

**Figure 1. Projections par développement.**

- b- **Projection conique:** On projette la sphère sur un cône tangent à une parallèle de latitude  $L$ . Lorsqu'on déroule le cône on voit que les régions voisines du parallèle de contact de latitude  $L$  sont correctement représentées; au fur et à mesure qu'on s'éloigne, on constate un étirement en longitude et une compression en latitude (*figure 1-b*).
  
- c- **Projection azimutale:** On projette la sphère sur un plan tangent en un point ou sécant en un cercle (*figure 1-c*).

Selon la position du plan tangent, la projection azimutale est dite:

- polaire (*plan tangent à un pôle*),
- équatoriale (*plan tangent en un point de l'équateur*),
- oblique (*plan tangent en un autre point*).

### 3. Projections à canevas conventionnel

Dans ces projections, on conserve certains éléments des projections par développement et on adopte certaines conventions pour représenter les autres éléments.

- **Projection de Mercator (1569)**

C'est une projection cylindrique tangente à l'équateur du globe terrestre sur une carte plane.

La projection de Mercator est une projection **conforme**, c'est-à-dire qu'elle conserve les angles (*plus précisément les angles conformes*). Une carte de Mercator ne peut couvrir les pôles : ils seraient infiniment hauts. La projection de Mercator entraîne donc des déformations sur les distances.

**La loxodromie:** est la droite qui joint deux points de la carte; elle sert à mesurer le "cap".

**L'orthodromie (courbe sur la carte):** est la transformée de l'arc de grand cercle joignant deux points de la sphère; elle représente donc le plus court chemin sur celle-ci.

- **Projection de Bonne (1780)**

C'est une projection géographique qui est déduite de la projection conique, elle conserve les espacements méridiens et des parallèles (c'est-à-dire des surfaces). Elle est donc **équivalente**, mais non conforme, sauf au voisinage de son point d'origine.

Elle était utilisée en France pour la carte d'état major au 1/80 000, pour lesquelles la parallèle origine était le 45<sup>ème</sup> nord, et le méridien d'origine celui de Paris.

- **Projection de Lambert (1772)**

C'est une projection dans laquelle les méridiens sont des droites concourantes (*qui convergent vers le pôle*), et les parallèles des arcs de cercle centrés sur le point de convergence des méridiens. C'est une projection conique **conforme** (*qui conserve les angles*).

- **Projection U.T.M (Universal Transverse Mercator Projection)**

C'est un type de projection conforme de la surface de la Terre. L'Allemagne l'utilise sous le nom de Projection de Gauss-Krüger. Cette projection est une projection cylindrique où l'axe du cylindre croise perpendiculairement l'axe des pôles de l'ellipsoïde terrestre au centre de l'ellipsoïde.

En pratique, pour couvrir la surface de la Terre, on la découpe en 60 fuseaux de 6° en séparant l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud. Soit au total 120 zones (*60 pour le Nord et 60 pour le Sud*). On développe alors le cylindre tangent à l'ellipsoïde le long d'un méridien pour obtenir une représentation plane.

- **Les coordonnées rectangulaires**

L'emploi des coordonnées géographiques est peu pratique pour la désignation et le calcul des points. Pour cela on a supposé aux systèmes les méridiens et les parallèles un quadrillage Lambert ou U.T.M qui permet de désigner les points par leurs coordonnées à des axes rectangulaires (*abscisses et ordonnées*).

Un point sur la carte est déterminé soit par:

X, Y: coordonnées Lambert

Ou X, Y coordonnées U.T.M.

## 4. Etablissement des plans

### 4.1. L'échelle

Une échelle est représentée par:

$$1/n, 1:n, \text{ ou } 1 = n$$

Cela signifie:

- .....
- .....

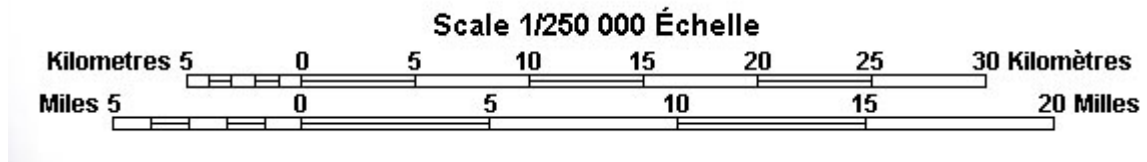
**Exemples**

1/2500; 1/5000; 1/10 000; 1/25 000; 1/50 000; 1/100 000; 1/250 000; ...etc.

Un calcul est nécessaire pour passer d'une longueur réelle à la longueur graphique correspondante, ou l'inverse, au moyen d'une échelle. Cependant, on peut éviter ces calculs par différents moyens, tel que:

**a- Par une échelle graphique**

L'échelle graphique est un ensemble de lignes droites représentant sur la carte l'échelle numérique. Cette échelle est divisée en différentes unités de mesure et en deux parties : à gauche du zéro, le "talon" de l'échelle et à droite du zéro, l'échelle.



**Figure 2 – Echelle graphique.**

**b- Par un curvimètre**

Le curvimètre est un instrument de mesure utilisé pour mesurer sur les cartes tout élément linéaire, courbe ou tout itinéraire non rectiligne.

Il comporte une roue rugueuse ou une bille que l'utilisateur passe sur la carte en suivant le parcours à quantifier, et un dispositif de conversion de sa rotation en distance en fonction de l'échelle de la carte, à l'aide de graduations d'échelle ou d'une conversion électronique.

**c- Par un kutch**

Le kutch est un type de règle à deux ou trois faces doubles graduées en fonction des échelles courantes des cartes et des plans, permettant de porter ou de lire directement sur ces documents la distance horizontale entre deux points, sans avoir à faire de conversion.

**4.2. Classification des levés par leurs échelles**

On distingue:

- a- Les levés à .....**: 1/1 000 000, 1/500 000, 1/250 000, 1/200 000, 1/100 000 et 1/50 000.
- b- Les levés à .....**: 1/25 000, 1/20 000, 1/10 000.
- c- Les levés à .....**: sont les échelles inférieurs à 1/10 000.

### 4.3. Les Courbes de niveau

Une courbe de niveau est une ligne imaginaire qui joint tous les points situés à la même altitude.

.....

.....

.....

On distingue sur la carte:

- .....
- .....
- .....

### 3.4. Points cotés

L'édition des cartes en courbes de niveau comporte un certain nombre de points cotés. Ces points ont pour but de:

- a- .....
- b- .....

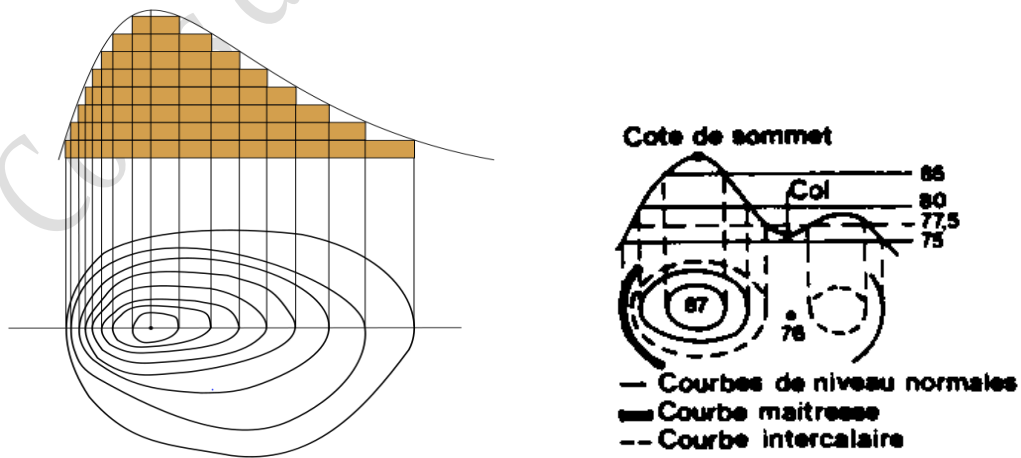
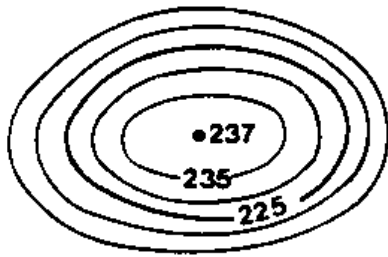


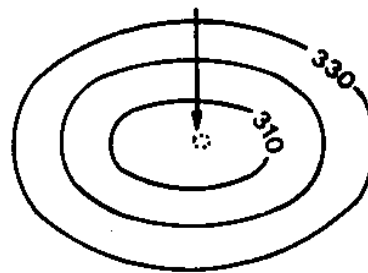
Figure 3 – Les courbes de niveau.

- Sommet (s): .....

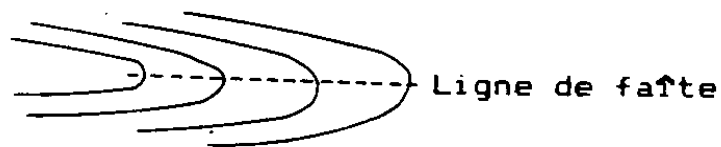
- Fond (f): .....
- Versant: .....
- Croupe: .....
- Talweg: .....
- Mamelon: .....
- Col: .....
- Cuvette: .....



Montagne (colline, mamelon)



Dépression (bassin ou cuvette)



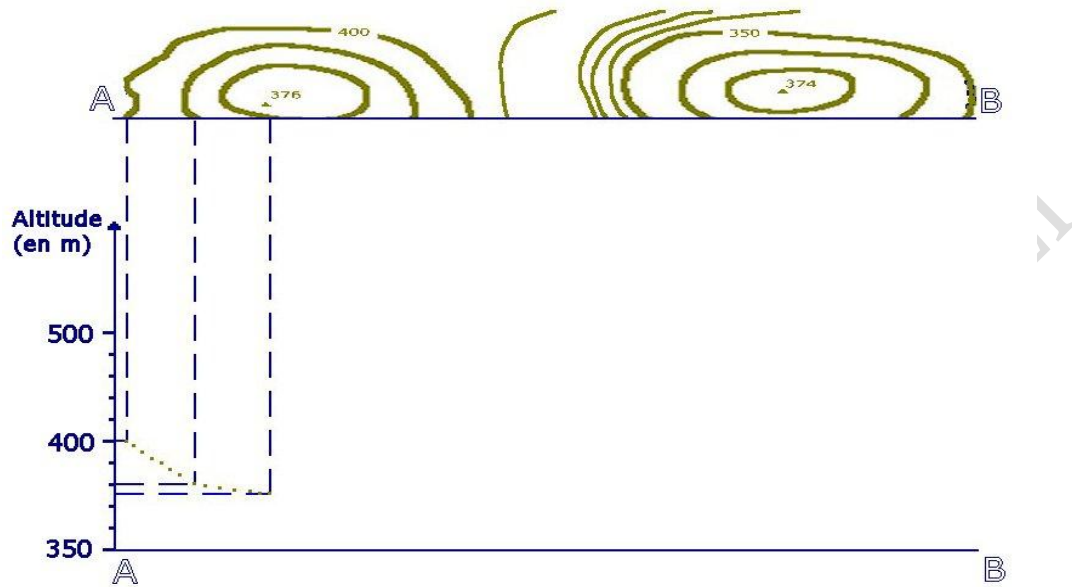
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Cours de Mr. Zied BENGHAZI

**TD 01**

**Exercice 1 :** Réalisation de coupe :

Sachant que sur la carte l'équidistance est de 10 m, poursuivre le profil topographique.



**Exercice 2 :** Réalisation d'une coupe géologique:

Réaliser la coupe géologique à partir des documents suivants:

