III. 1 Projection cartographique

La **projection cartographique** est un ensemble de techniques géodésiques permettant de représenter la surface de la terre ou en partie sur la surface plane d'une carte.

Le choix d'une projection et le passage d'une projection à une autre comptent parmi les difficultés mathématiques des cartographes.

D'un point de vue mathématique, une projection permet d'établir entre la surface de la Terre et le plan (ou la surface développable) une correspondance telle que :

$x = f_1(\varphi, \lambda)$ et $y = f_2(\varphi, \lambda)$ où x, y désignent des coordonnées planes, φ la latitude, λ la longitude et f_1, f_2 des fonctions qui sont continues partout sur l'ensemble de départ sauf sur un petit nombre de lignes et de points (tels que les pôles).

De la Terre à la carte

La Terre a une forme irrégulière. Une projection s'appuie sur une sphère ou un ellipsoïde de révolution. On commence par choisir, à partir de son *géoïde* *global*, un ellipsoïde de révolution représentatif.

Les types de projections

Une fois un ellipsoïde fixé, on peut choisir le type projection à appliquer pour obtenir une carte. Cette fois encore, ce choix est conduit par l'usage qui sera fait de la carte mais aussi de la position de la région à cartographier sur le globe. Les projections sont :

- projection **équivalente** : conserve localement les surfaces ;
- projection **conforme** : conserve localement les angles, donc les formes ;
- projection **aphylactique** : elle n'est ni conforme ni équivalente, mais peut être **équidistante**, c'est-à-dire conserver les distances sur les méridiens.

Une projection ne peut pas être à la fois conforme et équivalente.

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 sur un plan.

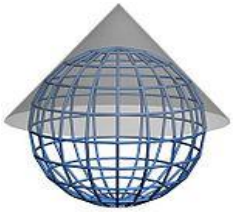
Les trois formes mathématiques courantes qui répondent à ce critère (à savoir le plan, le cylindre et le cône) donnent lieu aux trois types principaux de projections :

Projection cylindrique

On projette l'ellipsoïde sur un cylindre qui l'englobe. Celui-ci peut être tangent au grand cercle, ou sécant en deux cercles. Puis on déroule le cylindre pour obtenir la carte.

- Projection de Mercator (conforme)
- Projection UTM (conforme)
- Projection cylindrique équidistante

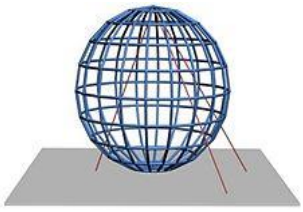
Projection conique



On projette l'ellipsoïde sur un cône tangent à une ellipse ou sécant en deux ellipses. Puis on déroule le cône pour obtenir la carte.

Exemple : Projection conique conforme de Lambert

Projection azimutale



On projette l'ellipsoïde sur un plan tangent en un point ou sécant en un cercle.

Il existe trois types de projections azimutales, qui se différencient par la position du point de perspective utilisé pour la projection.

Une projection qui ne peut être classée dans un de ces types est appelée *individuelle* ou *unique*.

Lien entre le système de référence et le système de coordonnées

Les différents systèmes de coordonnées utilisées en géographie sont étroitement liés aux différents systèmes de référence :

Systèmes de coordonnées	Systèmes de référence

cartésiennes (X, Y, Z)	+ Système de référence
géographiques (Latitude : ϕ, Longitude : ʎ, Hauteur ellipsoïdale : h)	+ Système de référence + ellipsoïde
planes (E, N)	+ Système de référence + ellipsoïde+ projection

II.2. COORDONEES GEOGRAPHIQUES, AZIMUT.

Le point B de la terre (fig. 3**)** se situe grâce à ses coordonnées géographiques, à savoir :

a) ***Sa longitude****,* qui est l'angle M formé par le méridien du lieu PBP' avec un méridien

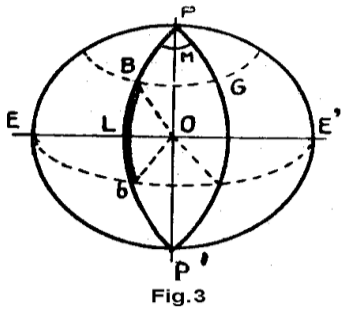


Fig.3

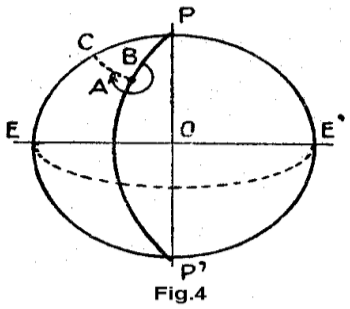


Fig.4

Choisi arbitrairement pour origine PGP' (méridien passant par Greenwich). La longitude se compte + vers l'ouest (sens des aiguilles d'une montre) et négativement vers l'est.

b) **Sa *latitude****,* qui est l'angle L (Bob) du rayon OB avec le plan de l'équateur. La latitude est aussi, en lieu, l'angle de hauteur du pôle au-dessus de l'horizon. La colatitude est l'arc complémentaire BP. La latitude se compte à partir de l'équateur soit vers le nord, soit vers le sud. Le parallèle de B est le petit cercle de la sphère situé dans un plan perpendiculaire à la ligne des Pôle et passant par B.

L'azimut d'une direction BC (fig.), BC étant une ligne droite sur la terre (appelée géodésique), est l'angle A mesuré au point B dans un plan horizontal, entre la direction du nord (BP) et la direction considérée (BC). Cet angle se mesure dans le sans des aiguilles d'une montre, à partir du nord.

II.3. LES AXES.

a) Nord Lambert (NL ou Y)

Direction des Y positifs en un point. Le Nord du quadrillage.

b) Nord géographique (NG)

Direction du point vers le pôle nord. En un point donné la direction du nord du quadrillage Lambert (ou axe des Y positifs) n'est confondue avec le nord géographique que le long du méridien origine.

L'angle entre le nord Lambert et le nord géographique est appelé « convergence des méridiens ».

c) Nord magnétique (NM)

Direction de la pointe bleue de l'aiguille aimantée. Elle varie dans le temps et est influencée par les corps magnétiques proches du lieu d'observation.

Appareils et matériel de topographie

Le niveau

Le trépied

La mire

Le jalon

Le porte jalon

Des décamètres

Une équerre optique

fil à plomb

Les échelles

L'échelle d'un plan (carte) est le rapport constant entre une distance mesurée sur le papier et la distance mesurée homologue du terrain :

P/T = 1/E

La classification des cartes et plans en fonction de leur échelles et leur affinités :

Application sur la notion d'échelle :

1 - Deux stations météorologiques distantes sur le terrain de 18.500 kms. Sur une carte au 1/100 000, quelle est la distance séparant les deux stations ? Donnez le résultat en mm.

2 – une clôture a un linéaire de 85.000 m, sur le plan elle cote 21.250 cm ? Donnez l'échelle du plan.

3 – On mesure sur plan au 1/2000 une surface de 150.000 cm^2. Quelle est la surface du terrain en vraie grandeur ?

II.1. UNITES DE MESURES.

Le mètre est définit pour base des unités de longueur (SI)

Les dispositions légales un multiple du mètre qui est le mille marin : « longueur moyenne de la minute sexagésimale de latitude terrestre » soit 1852 m. Le mille marin s'emploie pour la mesure des longueurs marines et aéronautique.

Les mêmes textes ont fixé pour mesure fondamentale de superficie le mètre carré ou centiare, superficie contenue dans un carré d'un mètre de coté.

- Les multiples et sous – multiples usuels de la mesure de superficie sont :
- Le kilomètre carré (km^2), qui vaut 1 000 000 mètres carrés ;
- L'hectomètre carré (hm^2), qui vaut 10 000 mètres carrés ;
- Le décamètre carré (dam^2), qui vaut 100 mètres carrés ;
- Le décimètre carré (dm^2), qui vaut 1/100 de mètre carré ;
- Le centimètre carré (cm^2), qui vaut 1/10 000 de mètre carré ;
- Le millimètre carré (mm^2), qui vaut 1/1 000 000 de mètre carré ;

Il y a deux séries de sous – multiples usuels légales de l'angle droit :

a) le grade (gr) ;

- Le décigrade (dgr), qui vaut 1/10 de grade;
- Le centigrade (cgr), qui vaut 1/100 de grade, désigné couramment par ' ;
- Le milligrade (mgr), qui vaut 1/1000 de grade.

En outre, bien que ce ne soit pas légal, on utilise pratiquement la seconde centésimale qui vaut 1/10000 de grade, et désignée couramment par ''.

b) le degré (d ou °) ;

La minute d'angle, ou « minute sexagésimale », désignée par ' ; la seconde d'angle, ou « seconde sexagésimale », qui vaut 1/60 de minute désignée par ''.

Pratiquement, pour toutes les opérations topographiques, on utilise actuellement le grade et ses sous-multiples. Le degré reste employé pour toutes les mesures astronomiques, ainsi que pour la navigation maritime et aérienne, parce que des rapports simples existent entre les mesures de temps et les mesures en degrés.