

# Analyse des documents cartographiques

## 1<sup>ère</sup> partie : Analyse topographique

### Ch.3. Les systèmes de coordonnées

#### I. Introduction :

La carte étant avant tout un instrument créé pour répondre à la question « où suis-je ? » ou la question « où se trouve cet objet ? », la mise en place des lieux géographiques doit être envisagée avec le maximum de précision et de fidélité. Tel fut en effet, de tout temps, un des soucis majeurs des cartographes.

#### II. Les types de coordonnées :

Pour désigner un lieu sur la terre à l'aide de coordonnées, il faut leur associer un système de coordonnées.

Quel que soit le système de coordonnées utilisé, les coordonnées d'un objet géographique sont exprimées essentiellement sous deux formes : les *coordonnées géographiques* et les *coordonnées projetées*.

##### II.1. Les coordonnées géographiques (géodésiques) :

Sont deux angles appelés *longitude* et *latitude* généralement exprimés en degrés ou en grades prises par rapport à un *méridien* origine (longitude) et un *parallèle* origine (latitude).

##### II.1.1. Les méridiens :

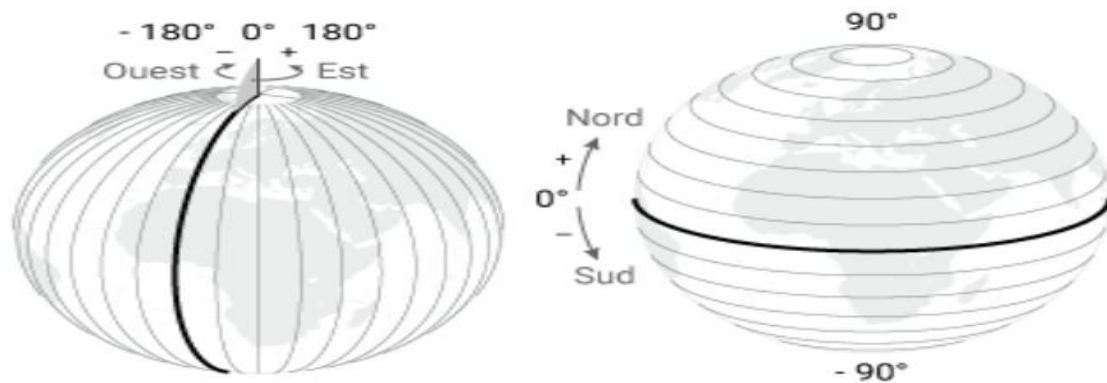
Grands cercles de la sphère contenant l'axe de rotation ou axe des pôles. La longitude ( $\lambda$ ) d'un lieu est la distance exprimée en degrés-minutes-secondes d'arc, entre le méridien d'origine de *Greenwich* (près de Londres) pris pour origine.

*La longitude* se mesure de 0° à 180° West ou Est. Leurs nombre est de 360, séparés l'un de l'autre par 1°, qui servent de repérer la longitude. 180° vers l'Est.

##### II.1.2. Les parallèles :

Cercles de la sphère dont le plan est perpendiculaire à l'axe des pôles « l'Equateur », qui sépare la terre en deux hémisphères, est le seul des parallèles qui soit un grand cercle et dont le centre soit le centre de la terre.

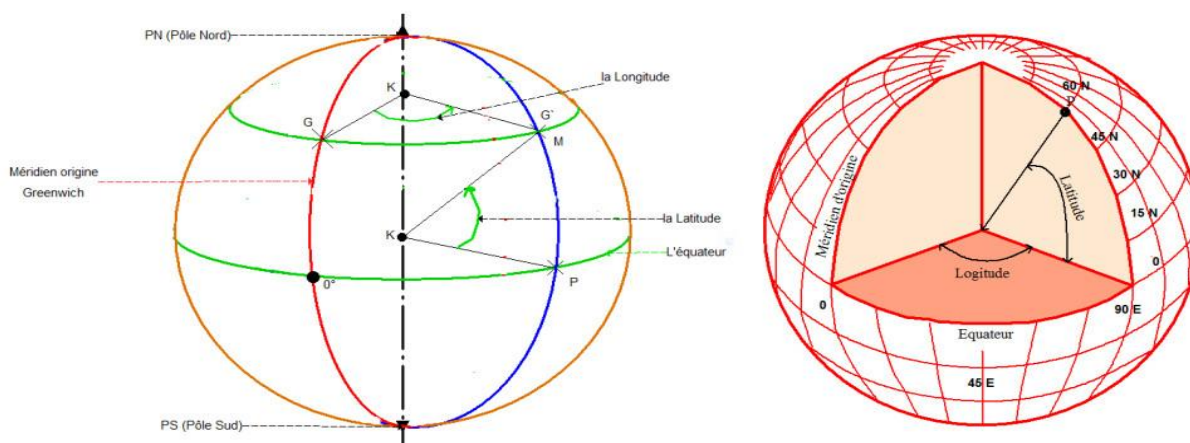
*La latitude* ( $\varphi$ ) est la distance exprimée en degrés-minutes-secondes d'arc, entre le parallèle d'un lieu et l'équateur pris pour origine. La latitude se mesure de 0° à 90° au Nord de l'équateur et de 0° à 90° au Sud de l'équateur. Les uns donnent la latitude Nord et les autres la latitude Sud.



**Figure : Méridiens et parallèles**

- Les parallèles ne sont pas des grands cercles et sont de plus en plus petits en approchant des pôles.
- Tandis que un degré de longitude équivaut à environ 111 Km sur l'équateur et devient 0 km aux pôles. ( $40\,000/360^\circ = 111$  Km environ. (40 000 Km circonférence terrestre)
- Les degrés mesurés sur un parallèle varient avec la latitude.
- Les deux principales unités de mesure sont les degrés *décimaux* et les degrés *sexagésimaux* (degré, minute, seconde)

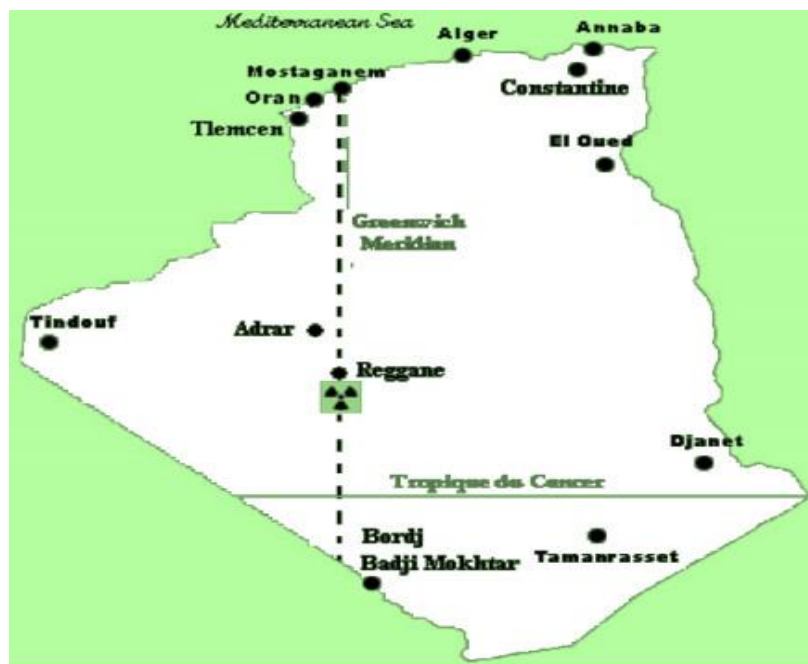
\*Longitude et latitude constituent les coordonnées géographiques d'un lieu.



**Figure : latitudes et longitudes**

\*L'Équateur fixe naturellement le point zéro des latitudes. Mais il n'existe pas de référence naturelle qui fixerait l'origine des longitudes. C'est le méridien de **Greenwich** qui a été choisi (plus ou moins) arbitrairement pour servir de référence sur les cartes. Le **méridien de Greenwich** est donc un **méridien** où la longitude est définie comme égale à  $0^\circ$ . Il passe à travers l'Observatoire royal de **Greenwich** au Royaume-Uni.

En Algérie (sur 1 555 km) : le premier méridien passe sur la localité **Stidia** commune côtière de la wilaya de Mostaganem (le méridien est marqué sur la RN11) à **Hacine** (commune de la wilaya de Mascara) à l'ouest de Mascara. À **Aïn Fekan** (commune située sur la RN7 entre Mascara et Sidi-bel-Abbès entre Youb et Saïda à l'est d'Adrar par l'oasis de **Guentour** à l'ouest de Reggane, enfin le méridien passe en Algérie sur le désert à l'ouest de **Bordj Badji Mokhtar**.



**Figure** : les localités traversées par le méridien de Greenwich en Algérie.

### II.1.3. Les unités de mesure :

La longitude et la latitude sont des coordonnées géographiques représentées par des valeurs angulaires et qui peuvent être exprimées en :

#### **Le degré :**

Le degré est l'unité angulaire qui divise une circonférence en 360 degrés. La notation du degré est « ° ». Il s'agit comme pour l'heure d'un système sexagésimal. Les sous-multiples du degré sont :

- la minute sexagésimale, notée « ' » telle que  $60' = 1^\circ$ .
- la seconde, notée « " » telle que  $60'' = 1'$ . Donc  $1^\circ = 60' = 3\ 600''$ .

$1^\circ$  est aussi égal à  $60'$  ou  $3\ 600''$ .

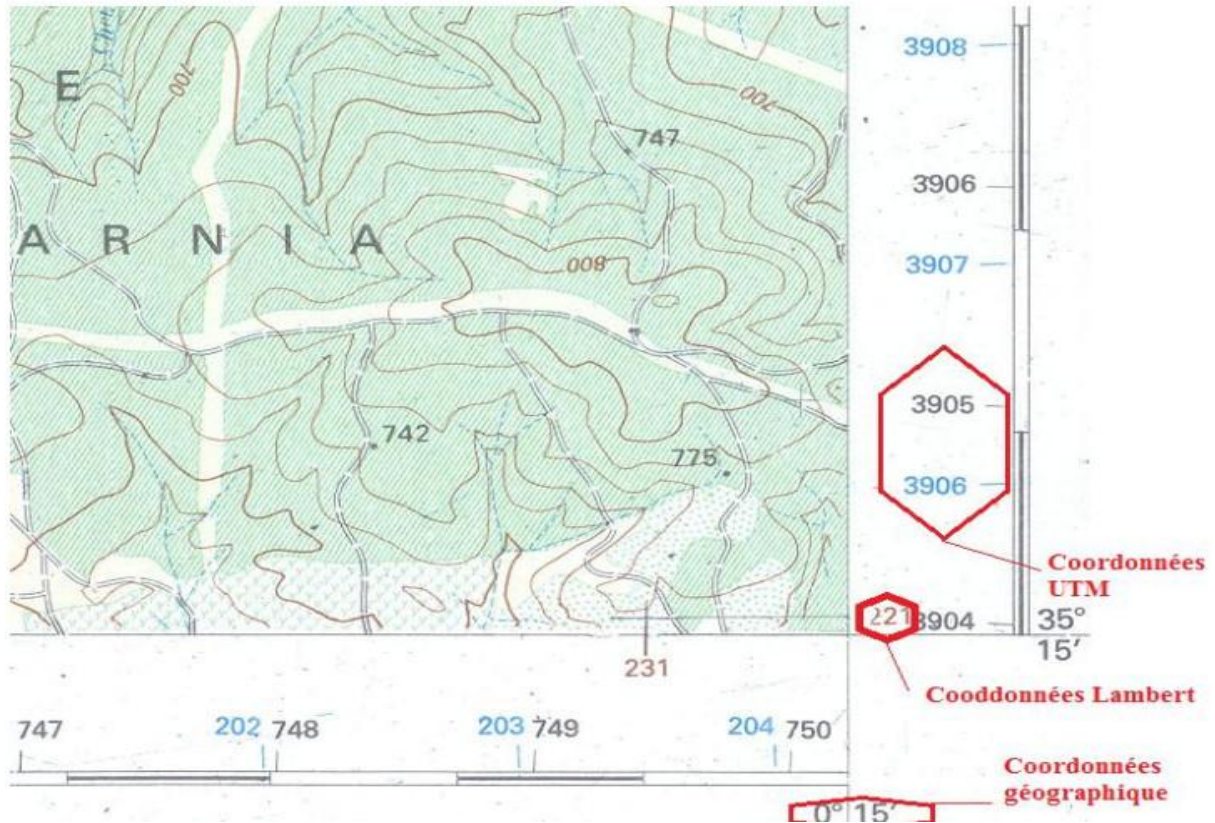
#### **Le grade**

Le grade ou le gon est l'unité angulaire qui divise une circonférence en 400 grades. Le grade est noté « gr ».

C'est une unité décimale dont les sous-multiples sont :

- le dixième de grade ou le décigrade (dgr) :  $1\text{ dgr} = 0.1\text{ gr}$
- le centième de grade ou le centigrade (cgr) :  $1\text{ cgr} = 0.01\text{ gr}$

-le milligrade (mgr) :  $1 \text{ mgr} = 0.001 \text{ gr}$   
 -le déci milligrade (dmgr) ou le centième de centigrade (cc) :  $1 \text{ dmgr} = 1 \text{ cc} = \text{gr}$ .  
 Exemple : carte topographique de l'Algérie dont les coordonnées géographiques sont exprimées en degré et en grade.



**Figure :** exemple d'un extrait de carte topographique dont coordonnées sont exprimées en degré et en km.

## II.2. Les coordonnées projetées (planes) :

Les coordonnées *planes* définies pour les besoins de la cartographie car la terre est ronde (ou presque...) et les cartes papiers sont plates.

Pour représenter une surface courbe sur une surface plate, il existe une formule mathématique qui est une fois appliquée permet d'exprimer une position dans un repère 2D : o, x, y en unités de longueurs (mètres...)

Ce système est très pratique à utiliser avec une carte car il permet de calculer très facilement des distances. Le type de projection plane de la terre utilisé couramment est la *projection cylindrique de Mercator*, d'où découle le système de coordonnées *UTM* (Universel Transverse Mercator) selon une grille mondiale.

### III. Localisation d'un lieu :

Pour déterminer la position d'un lieu à la surface du globe, il faut trouver ses coordonnées géographiques qui sont la longitude et la latitude ; c'est ce qu'on appelle « faire le point ».

Aujourd'hui, pour connaître les coordonnées d'un lieu, il suffit d'allumer son GPS et la valeur s'affiche immédiatement sur l'écran. Mais avant l'arrivée du GPS, quelles étaient les techniques possibles ? Il en existe beaucoup. Certaines utilisent la course du Soleil dans le ciel et d'autres, la course des étoiles. Nous n'en présenterons que quelques-unes, les plus simples.

**-Détermination de la longitude** : en comparant l'heure du lieu où l'on est (heure locale vraie) avec celle du méridien d'origine.

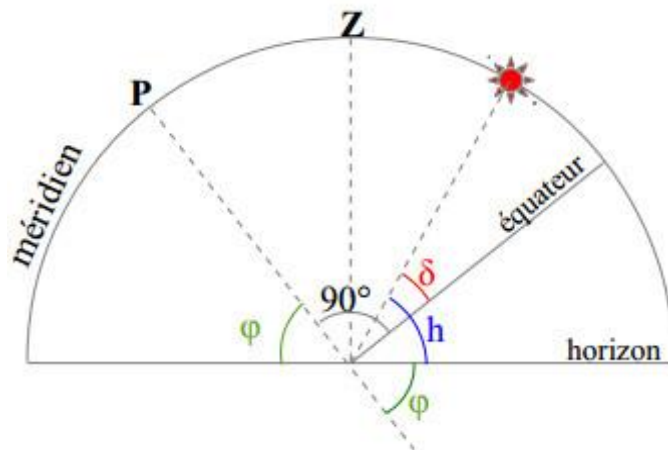
**Exp** : s'il est 17<sup>h</sup> 20' à Greenwich quand l'heure locale est 12<sup>h</sup> 00, cela signifie que le méridien de Greenwich a passé cinq heures vingt avant le notre dans le plan du soleil.

En cinq heures vingt, il a parcouru  $360 \times 5^h 20' / 24$  soit  $80^\circ$ . Nous sommes à  $80^\circ$  à l'Ouest du méridien d'origine.

**-Détermination de la latitude** : elle se déduit de la hauteur d'un astre au dessus de l'horizon au moment de son passage au méridien du lieu. La hauteur de l'étoile polaire ou celle du soleil à midi grâce au *Sextant*, permet de mesurer une distance angulaire dans le plan vertical. La latitude d'un point est la mesure de l'arc de méridien qui sépare la parallèle de ce point de l'équateur choisi comme parallèle d'origine.

#### Grâce à la hauteur du soleil à midi (utilisation du gnomon) :

Le gnomon est sans doute le plus vieil instrument astronomique. Il s'agit d'une tige verticale plantée dans le sol, dont on étudie l'ombre au cours de la journée et au cours de l'année. Le gnomon peut servir comme un cadran solaire : la direction de l'ombre de la tige peut donner l'heure. Mais il peut aussi servir pour déterminer la hauteur du Soleil.



#### a) Principe

• **Pour n'importe quel jour de l'année** :

Le Soleil est repéré par sa déclinaison  $\delta$ .

$$\text{On a : } h - \delta + \varphi = 90$$

$$\text{Donc : } \varphi = 90 + \delta - h.$$

Si on connaît  $\delta$  et si on mesure  $h$  avec l'ombre d'un gnomon, on peut trouver  $\varphi$ .

**•Au moment des solstices ou des équinoxes**

Si on se place au moment particuliers des solstices et des équinoxes, on a :

–Au solstice d'été :  $\varphi=90+\varepsilon-h_{été}$

–Aux équinoxes :  $\varphi=90-h_{équinoxes}$

–Au solstice d'hiver :  $\varphi=90-\varepsilon-h_{hiver}$

Pour déterminer la latitude d'un lieu on peut donc envisager plusieurs cas de figure en fonction de ce que l'on connaît ou de ce qu'on ne connaît pas :

–Si on ne connaît pas  $\varepsilon$  : deux méthodes :

\*On mesure l'ombre aux équinoxes et on calcule directement  $\varphi$ . Cependant, on ne peut pas connaître la date des équinoxes par nous mêmes.

\*On mesure l'ombre aux solstices d'été et d'hiver :

$$\varphi=90+\varepsilon-h_{été}$$

$$\varphi=90-\varepsilon-h_{hiver} \quad \text{donc } 2\varphi=180-(h_{été}+h_{hiver}) \quad \text{donc } \varphi=90-(h_{été}+h_{hiver})/2$$

–Si on connaît  $\varepsilon$  : Les solstices ou les équinoxes conviennent pareillement.

Nous pouvons remarquer que les mesures en été et en hiver permettent également de déterminer  $\varepsilon$  :

$$\varphi=90+\varepsilon-h_{été}$$

$$\varphi=90-\varepsilon-h_{hiver} \quad \text{donc } 0=0+2\varepsilon-h_{été}+h_{hiver} \quad \text{donc } \varepsilon=(h_{été}-h_{hiver})/2$$

