

Systemes de projection

Chapitre 4

Introduction



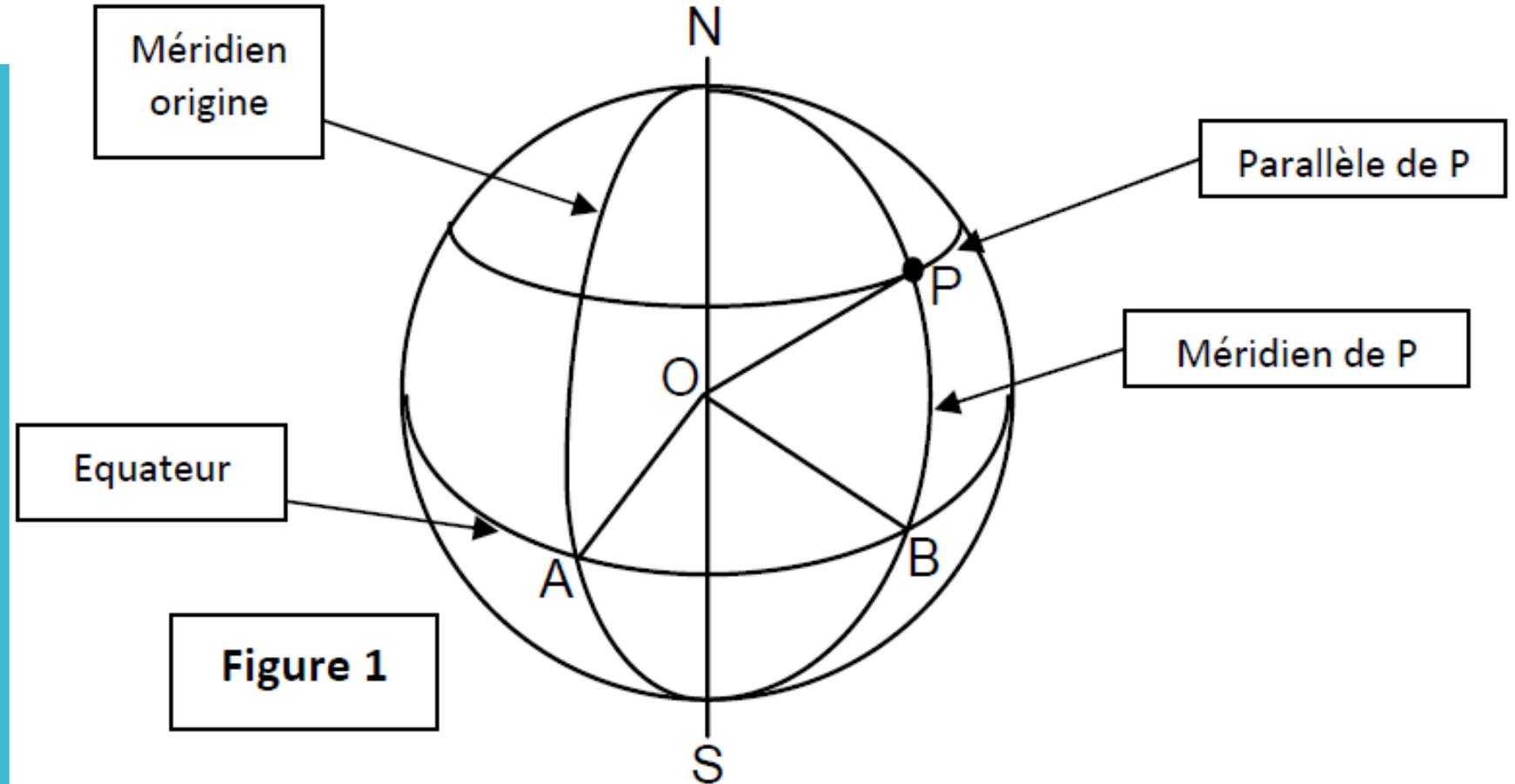
- Les positions respectives des objets à la surface de la terre et leur image sur la carte sont liées par des relations mathématiques. Cette relation conserve les angles et altère les longueurs et les surfaces. Cependant les altérations en cause sont insignifiantes car inférieures au jeu du papier et à la précision des mesures graphiques.
- La carte permettra à son utilisateur de définir un point du terrain dans un système de coordonnées, de calculer des distances, des altitudes, des pentes et de définir des directions.



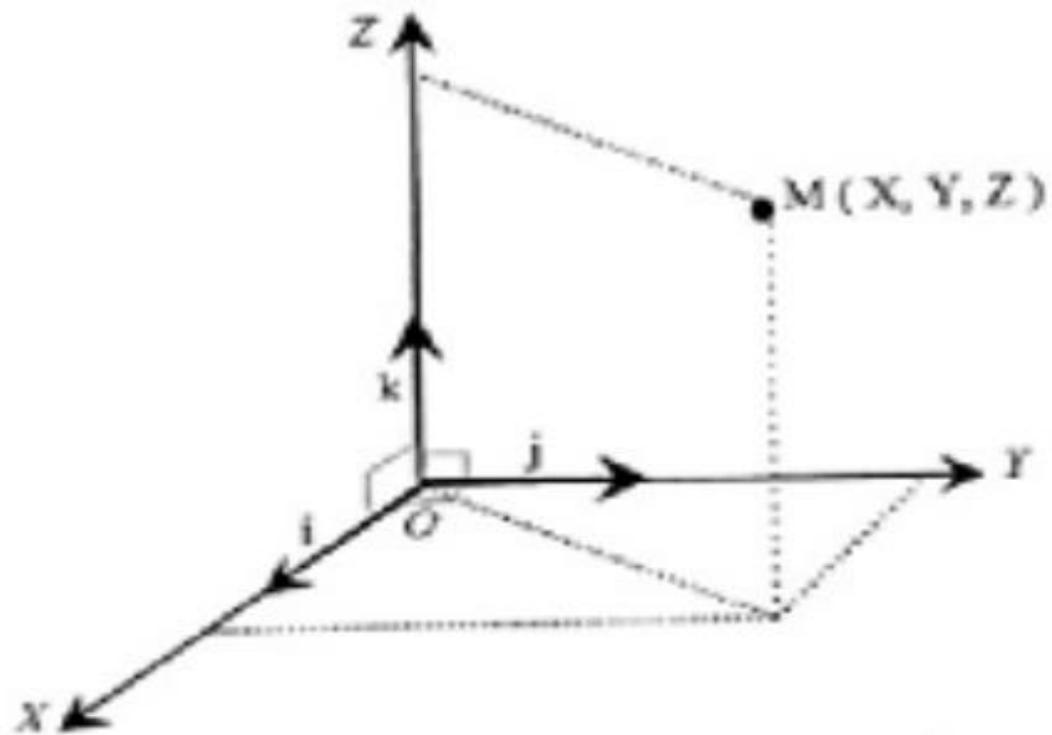
- La carte, plane, représente une portion d'un objet « globalement » sphérique, la Terre.
- Pour simplifier, en une première étape, on assimilera la Terre au « **géoïde** » : surface du niveau moyen des océans (sur les zones émergées, elle est théorique et calculée), forme très proche d'un ellipsoïde de révolution aux dimensions suivantes :
- Rayon équatorial $a = 6378,14$ km
- Rayon polaire $b = 6356,755$ km
- Aplatissement $f = (a-b)/a = 1/298,257$

- Le géoïde tourne autour d'un axe dont les traces définissent les **pôles**. Le plan orthogonal à l'axe des pôles et passant par le centre du géoïde recoupe la surface de la Terre selon **l'équateur (figure 1)**.
- Pour repérer un point à la surface de la Terre, on se réfère à un système de méridiens et parallèles :

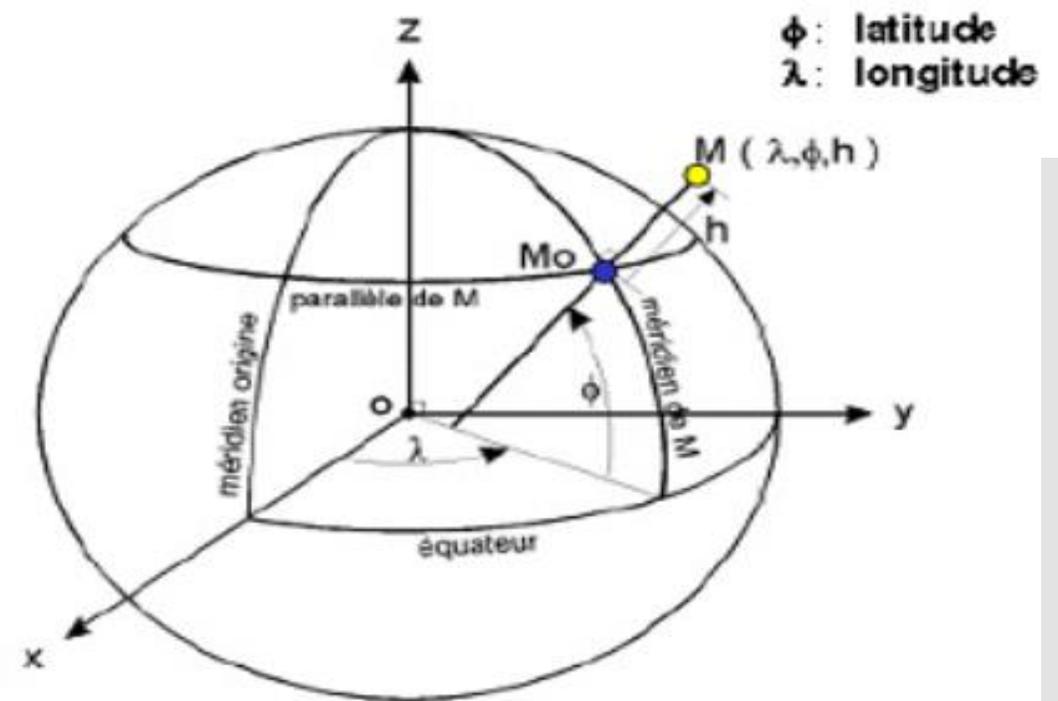
Méridien = ligne marquant l'intersection entre un plan passant par les 2 pôles et le géoïde. On définit un méridien origine (passant par Greenwich à Londres ; arc NAS). On peut aussi définir le méridien d'un point P quelconque du géoïde : il passe par les pôles et par P.



- **Parallèle** = ligne marquant l'intersection entre un plan parallèle au plan équatorial et le géoïde. Ce parallèle sera celui du point P s'il passe par P.



a. Système cartésien



b. Système géographique

Définition:

On appelle **projection** la transformation, nécessaire à la construction d'une carte, du réseau de méridiens et parallèles du géoïde en réseau plan à coordonnées cartésiennes.

Il existe de multiples systèmes de projection.

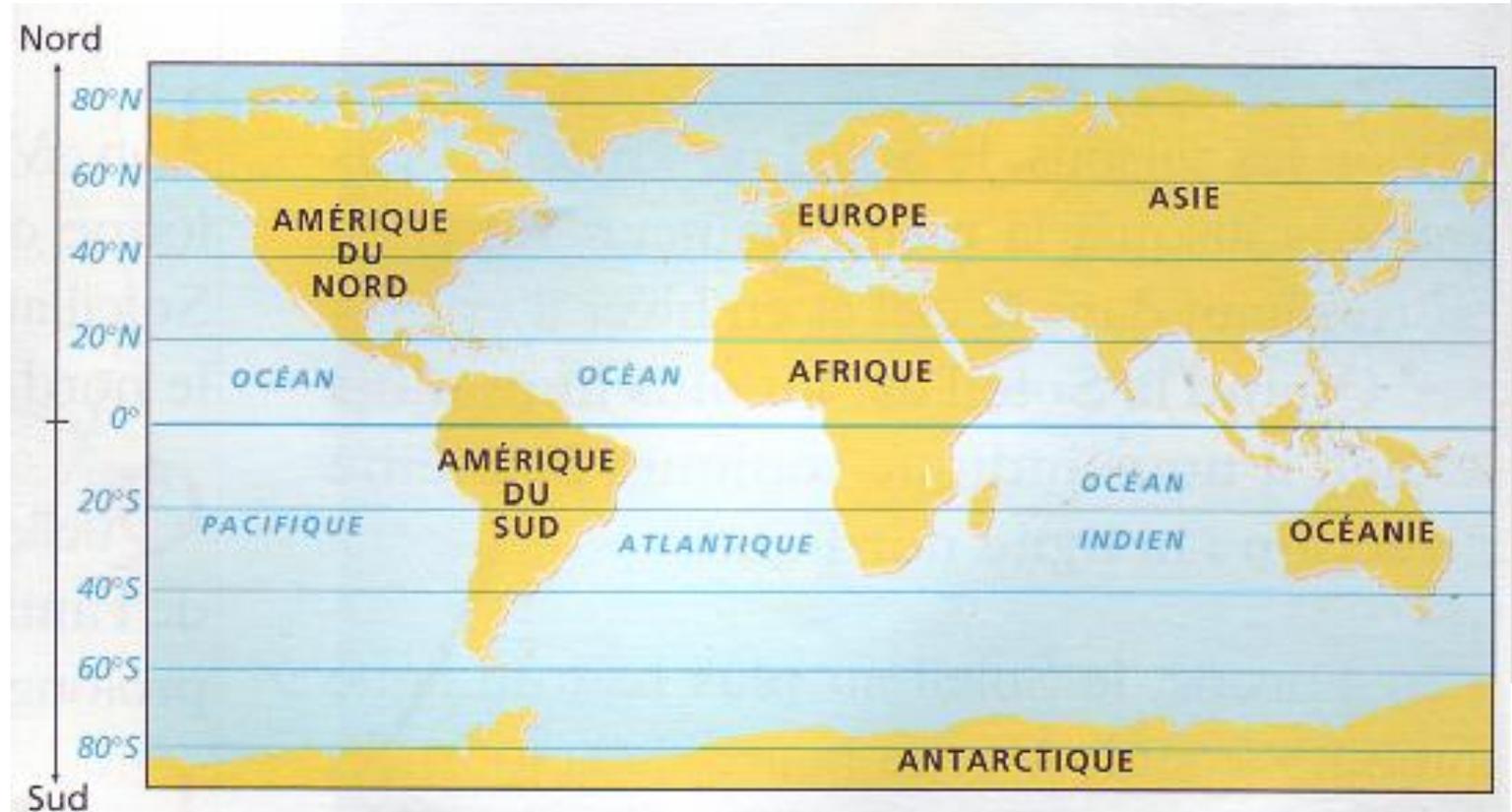
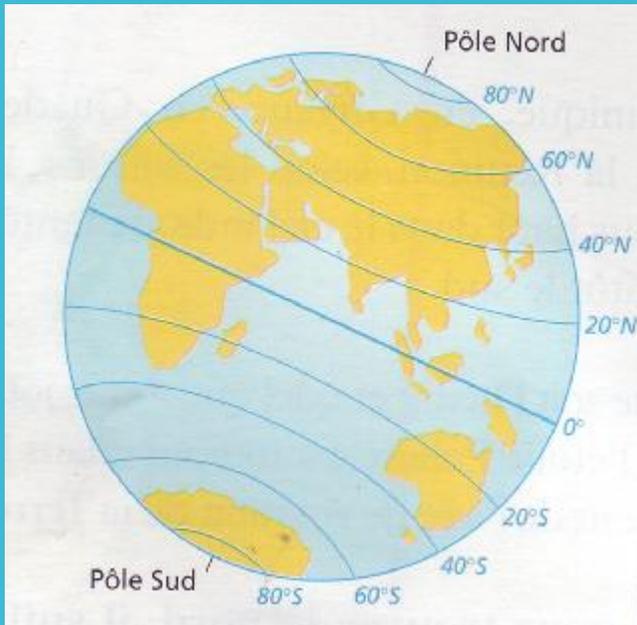
Systemes de référence

- Le système de référence géographique est basé sur la valeur de la longitude et de la latitude. Ce système dépend de l'origine et de la forme de la sphère ou de l'ellipsoïde utilisé, d'où l'existence de plusieurs systèmes de références.

CORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

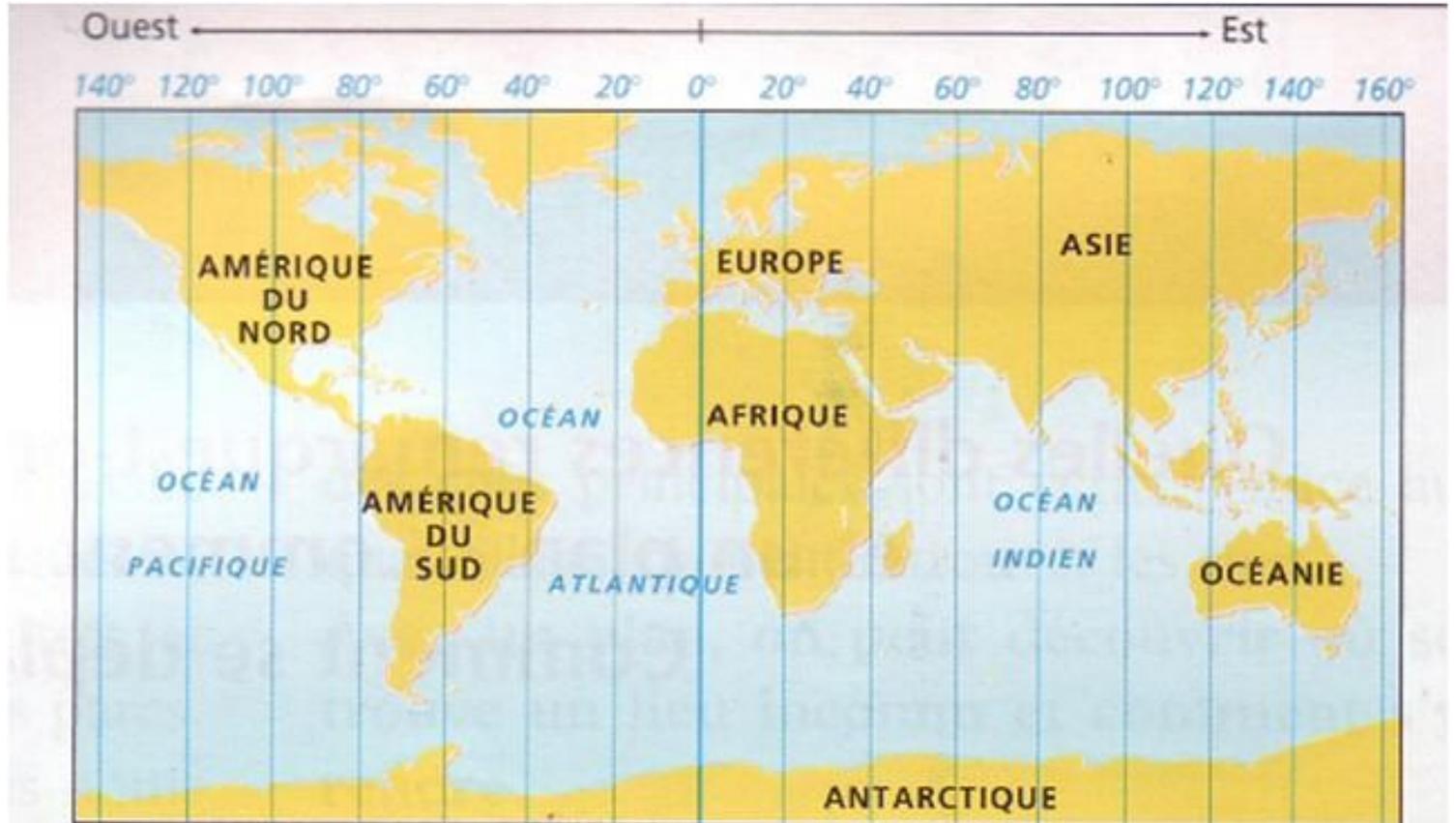
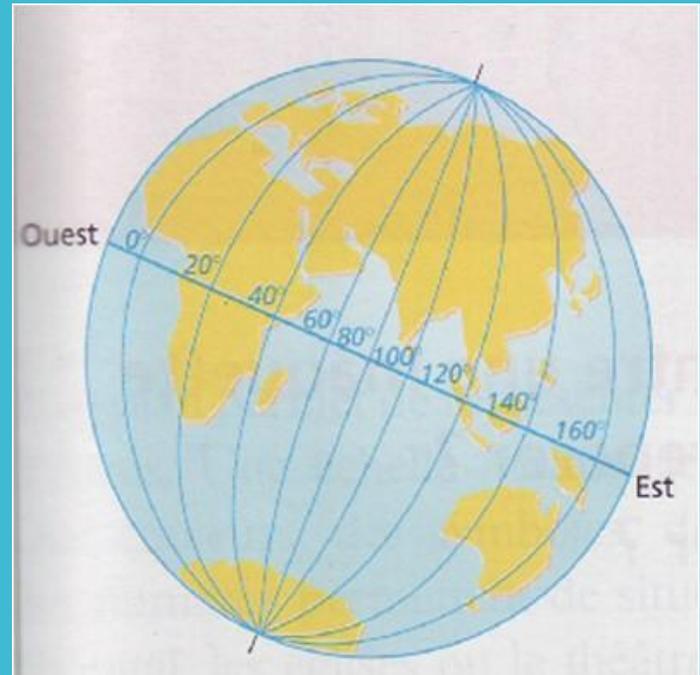
Les parallèles

- Les parallèles découpent le globe terrestre en tranches horizontales. Les parallèles permettent de situer un point sur le globe par rapport au Pôle Nord et au Pôle Sud. Les parallèles permettent de trouver la latitude d'un point sur la planète.

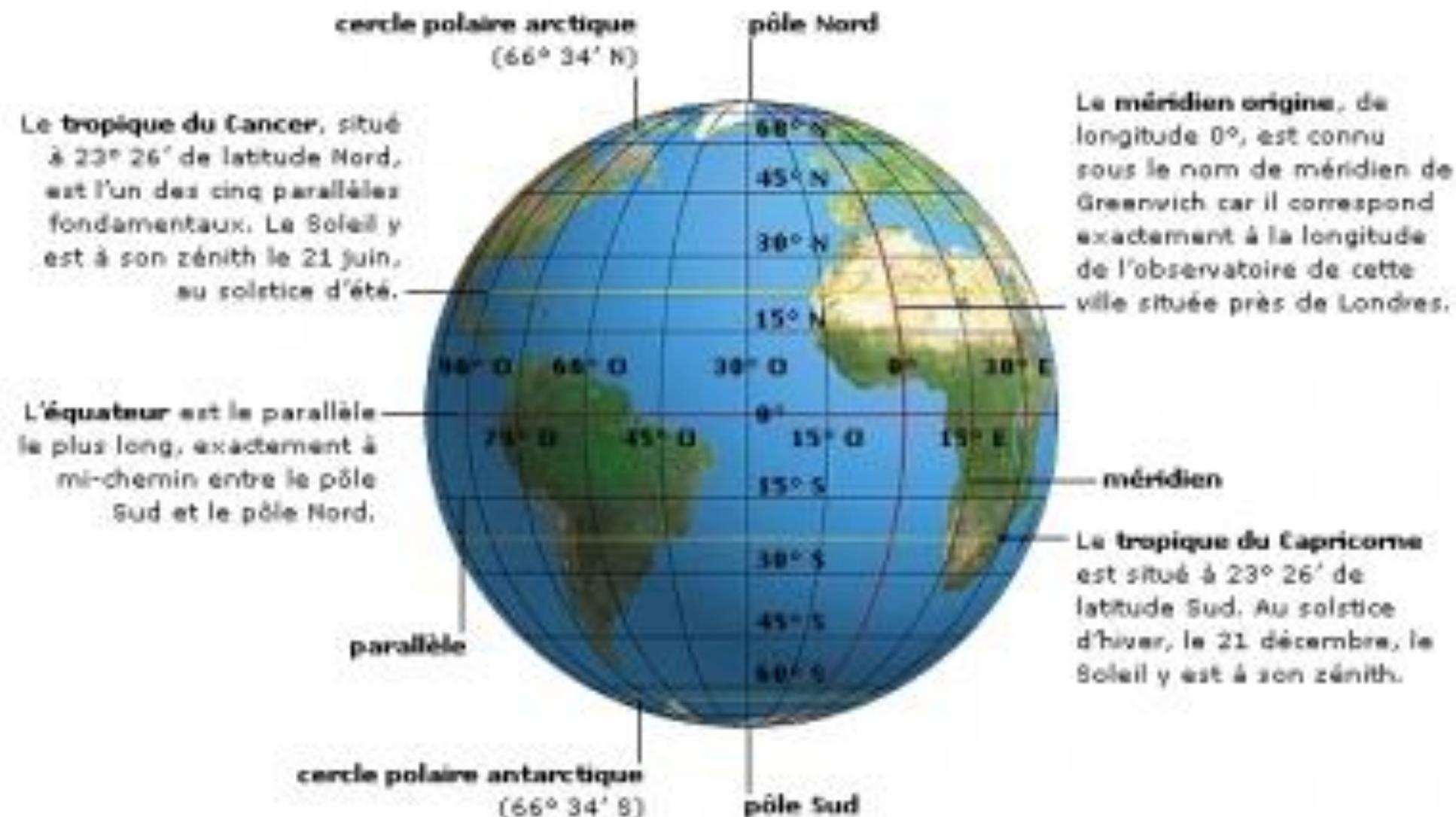


Les méridiens

- Les méridiens sont des lignes imaginaires verticales qui rejoignent les deux pôles du globe.
Les méridiens permettent de situer un point sur le globe par rapport à l'Est ou à Ouest.
Les méridiens donnent la longitude d'un point sur la planète.
Les méridiens déterminent aussi les fuseaux horaires.



Les méridiens et les parallèles



Cinq parallèles célèbres

- **L'équateur**, qui est le parallèle d'origine et qui sépare la terre en deux hémisphères, Nord et Sud
 - Le Cercle polaire Arctique** se situe à $66,34^{\circ}$ au nord de l'équateur. Ce point marque le début de la zone polaire arctique
 - Le Cercle polaire Antarctique** se situe à $66,34^{\circ}$ Sud et représente la même section de la terre, mais dans l'hémisphère sud. C'est le début de la zone polaire antarctique.
 - Le Tropique du Cancer**, à la latitude de $23,26^{\circ}$ au nord de l'équateur.
 - Le Tropique du Capricorne** est lui aussi à $23,26^{\circ}$ au sud de l'équateur.

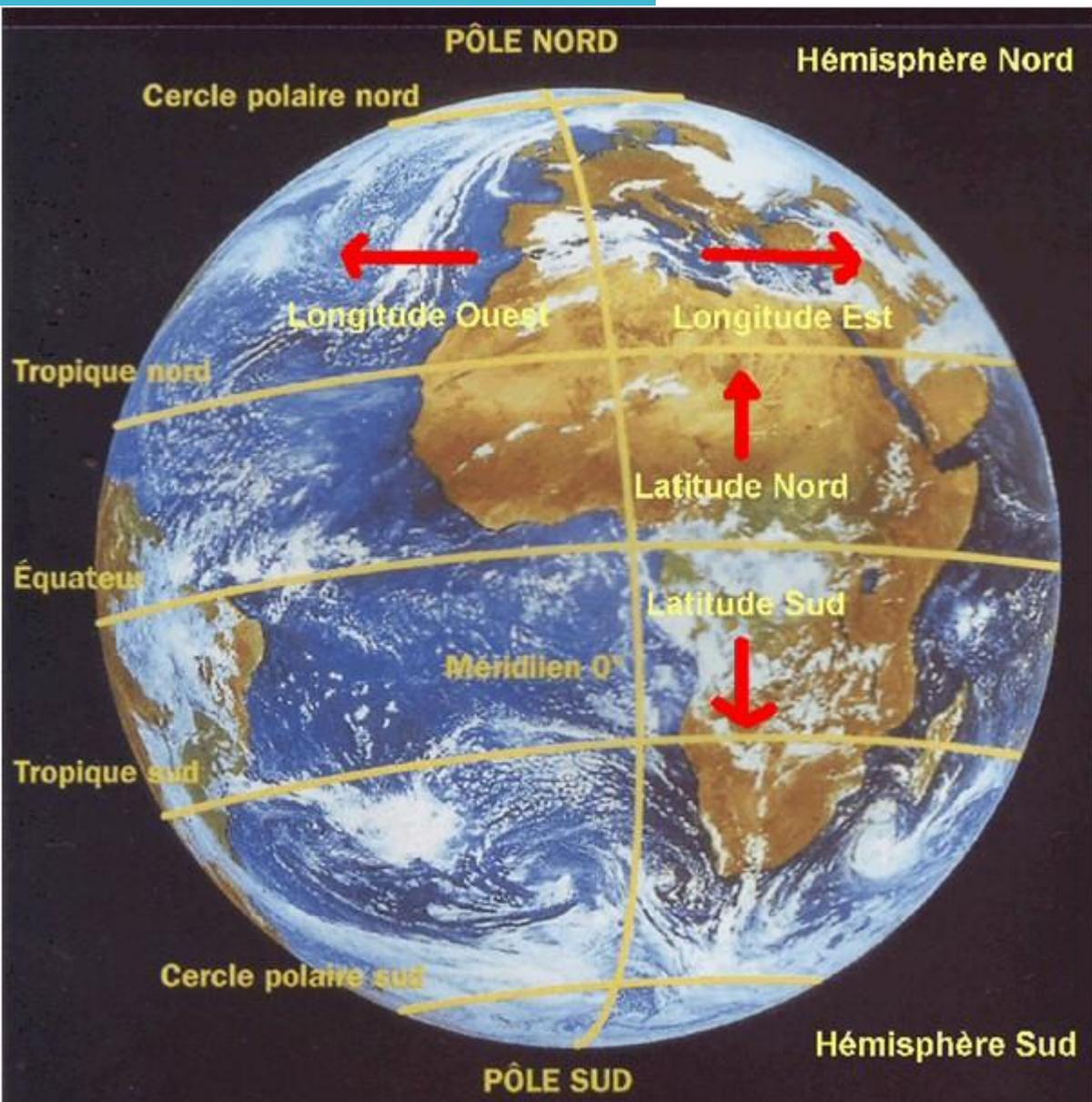
Deux méridiens bien connus

- Le plus connu des méridiens est le méridien de Greenwich. C'est le méridien 0 qui sert de référence pour calculer les longitudes. Il passe en Angleterre, à Greenwich, près de Londres dans la maison photographiée la photo ici.



- Le 180^e méridien est situé exactement à l'opposé du méridien Greenwich sur le globe terrestre. Sur cet axe, se trouve aussi la ligne de changement de date, c'est à dire qu'on change de jour. Ce méridien passe par les îles Fidji dans l'océan pacifique.





- Chaque point de la planète, s'exprime avec deux valeurs :
La latitude (Nord ou Sud)
La longitude (Ouest ou Est)
- Exemple : Coordonnées géographiques de la ville de Lyon :
- 45 degrés et 46 minutes de Latitude Nord
4 degrés et 50 minutes de Longitude Est.
Un degré d'angle comporte 60 minutes, selon le même principe qu'une heure comporte 60 minutes.

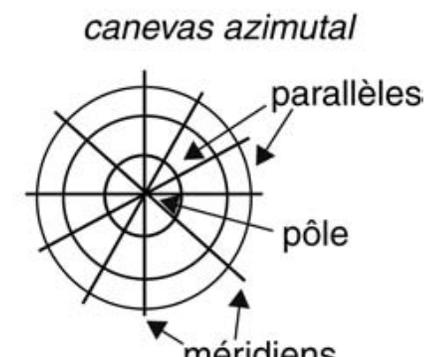
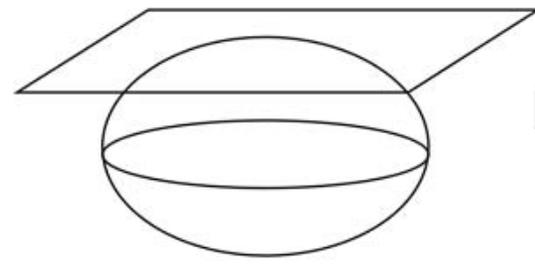
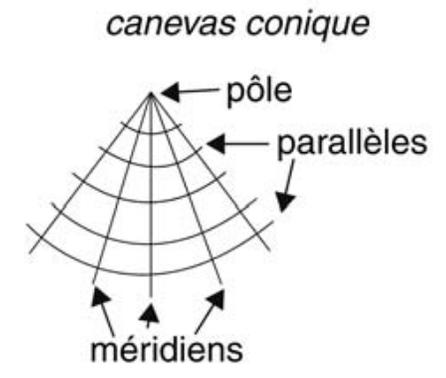
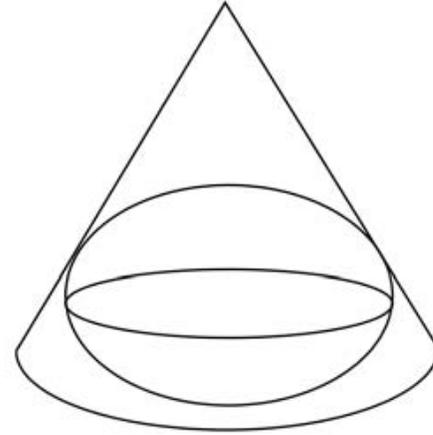
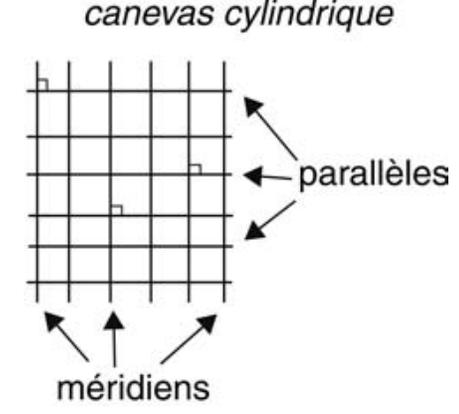
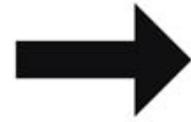
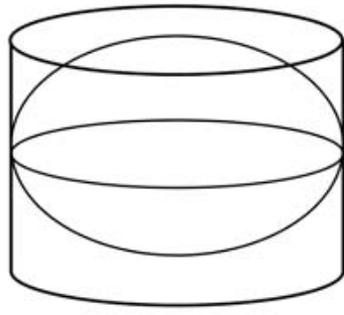
Les différents systèmes de projection

Il y a une infinité de systèmes de projection. Aucun d'entre eux ne conserve intégralement les longueurs (sauf en certains lieux privilégiés).

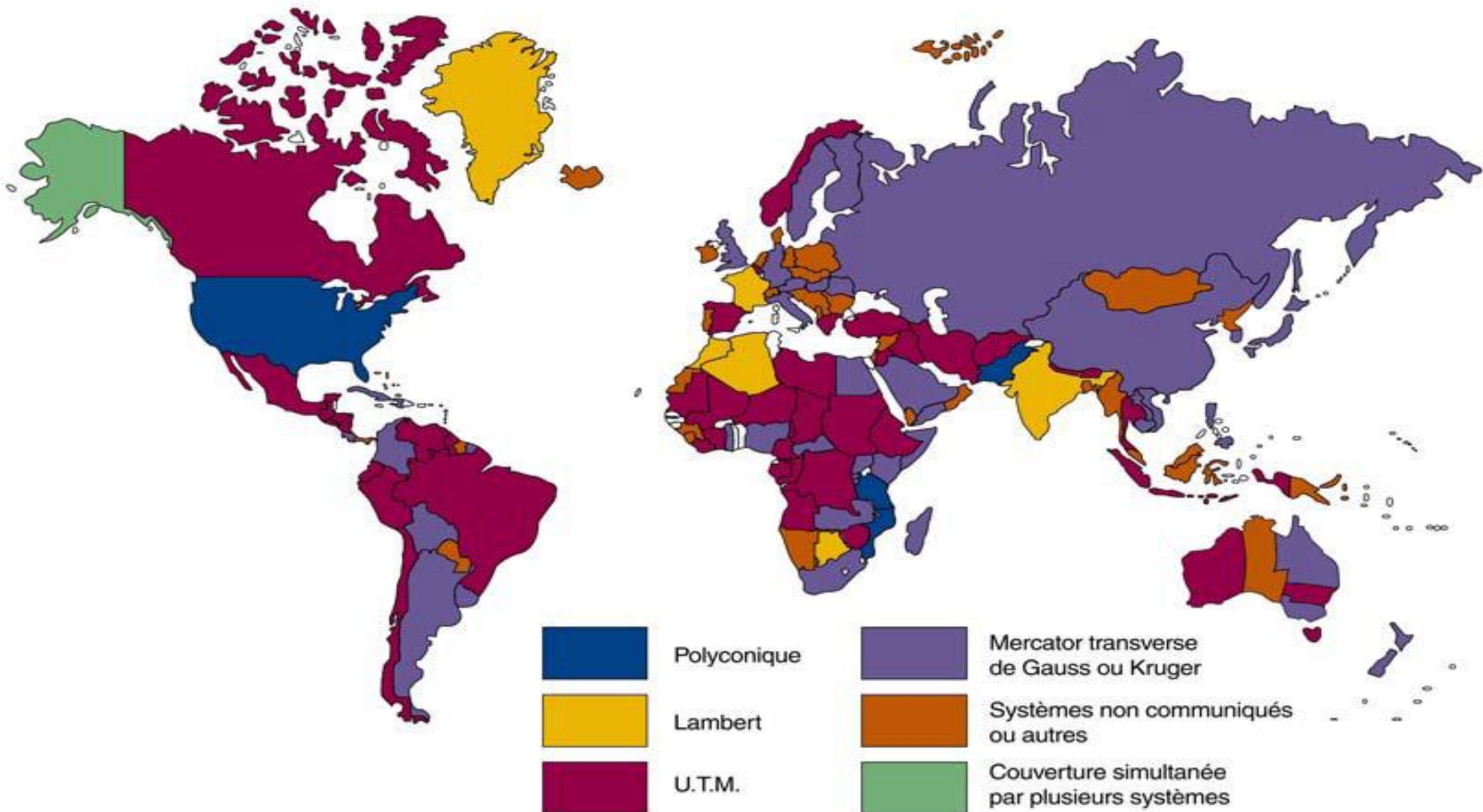
Parmi les plus couramment employés, il y a :

- Ceux qui conservent rigoureusement les angles : ce sont les représentations conformes.
- Ceux qui conservent le rapport des surfaces au détriment des angles : ce sont les représentations équivalentes.

Le choix du système dépend de la surface à représenter sur la carte et de son utilisation.

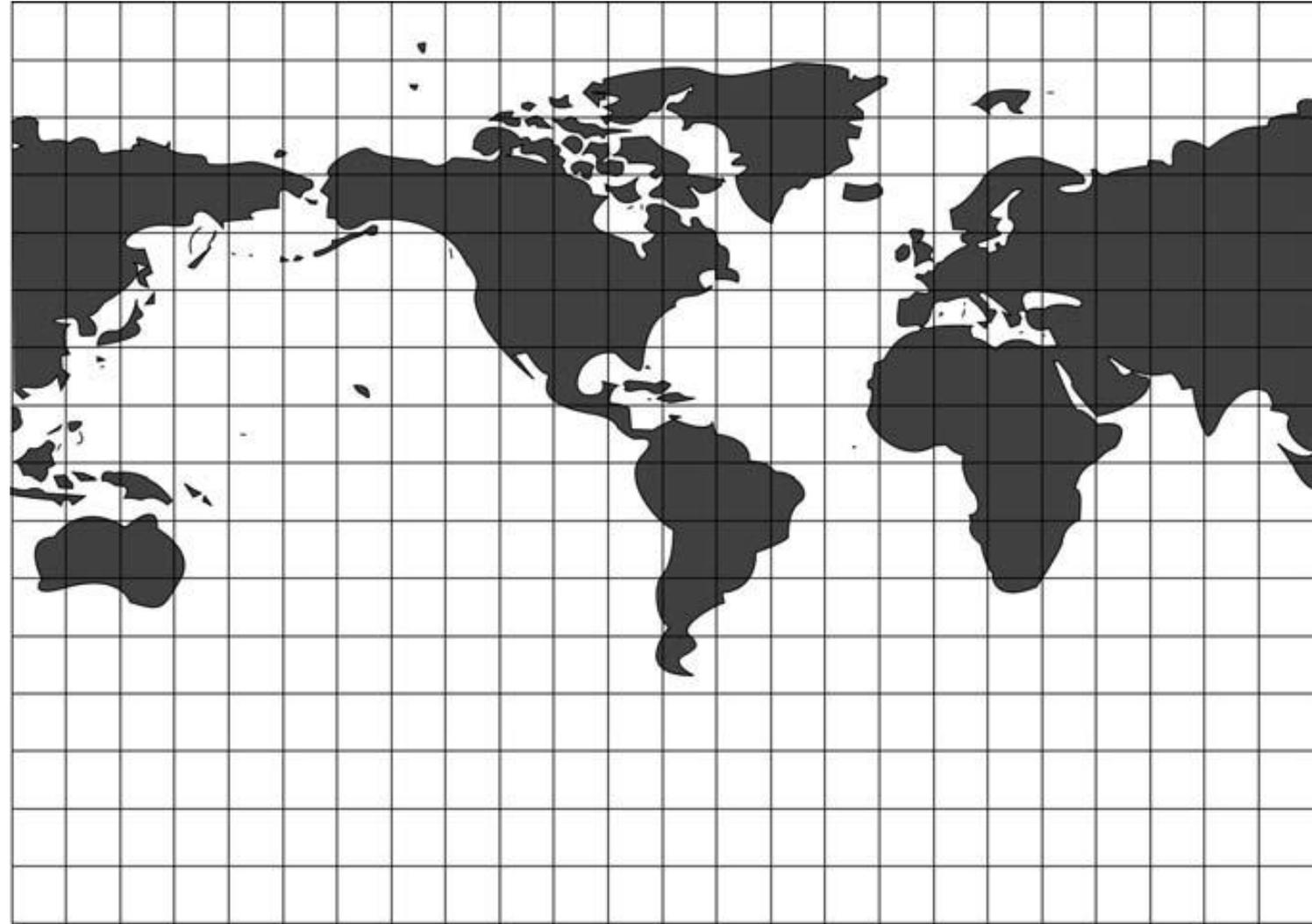


PRINCIPAUX SYSTÈMES DE PROJECTIONS UTILISÉS DANS LE MONDE



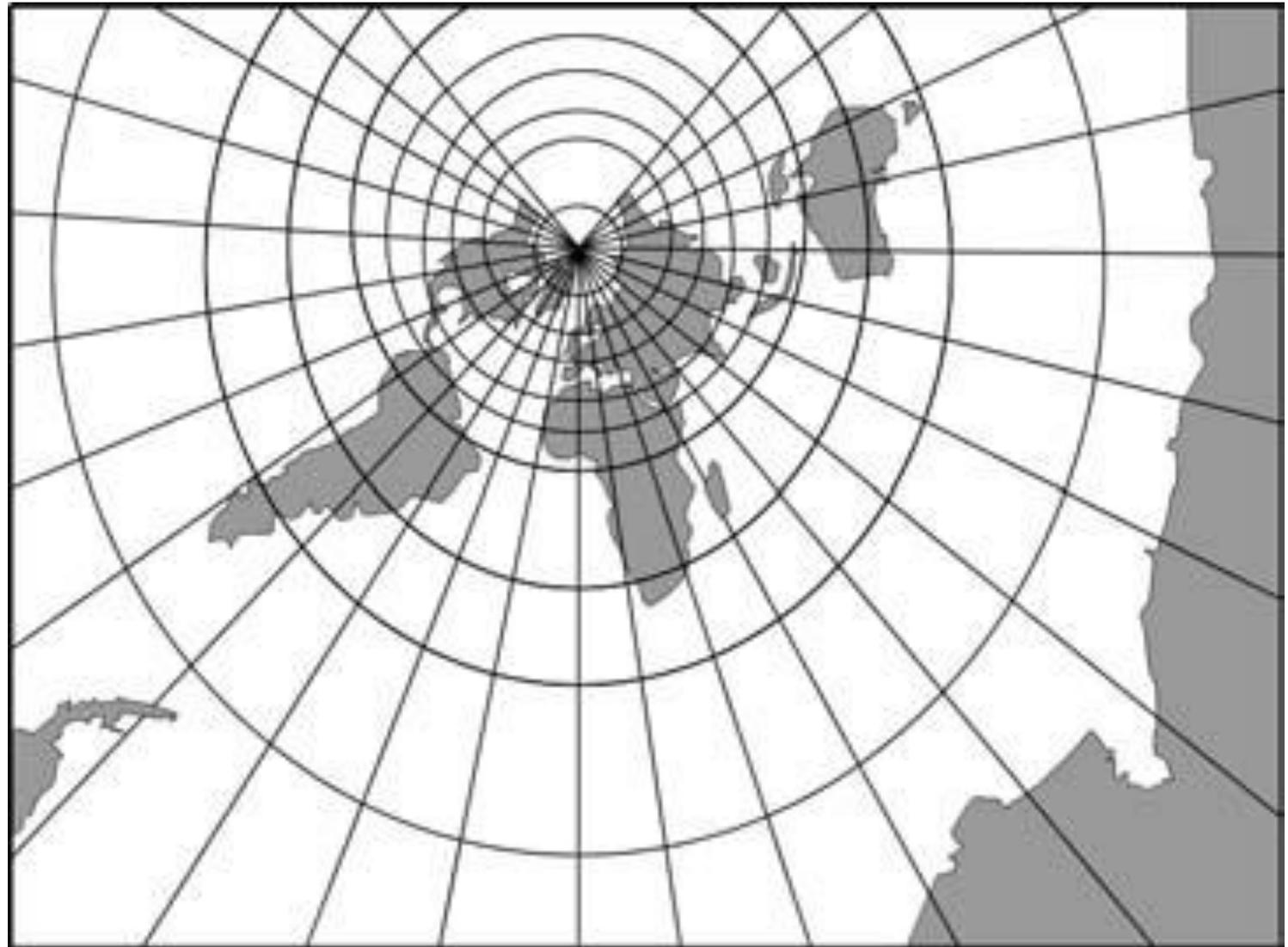
Exemples de représentations

1. Représentation de Mercator



REPRÉSENTATION CYLINDRIQUE CONFORME

2.Représentation conforme de Lambert



REPRÉSENTATION CONIQUE CONFORME

3. Représentation stéréographique polaire



REPRÉSENTATION AZIMUTALE CONFORME

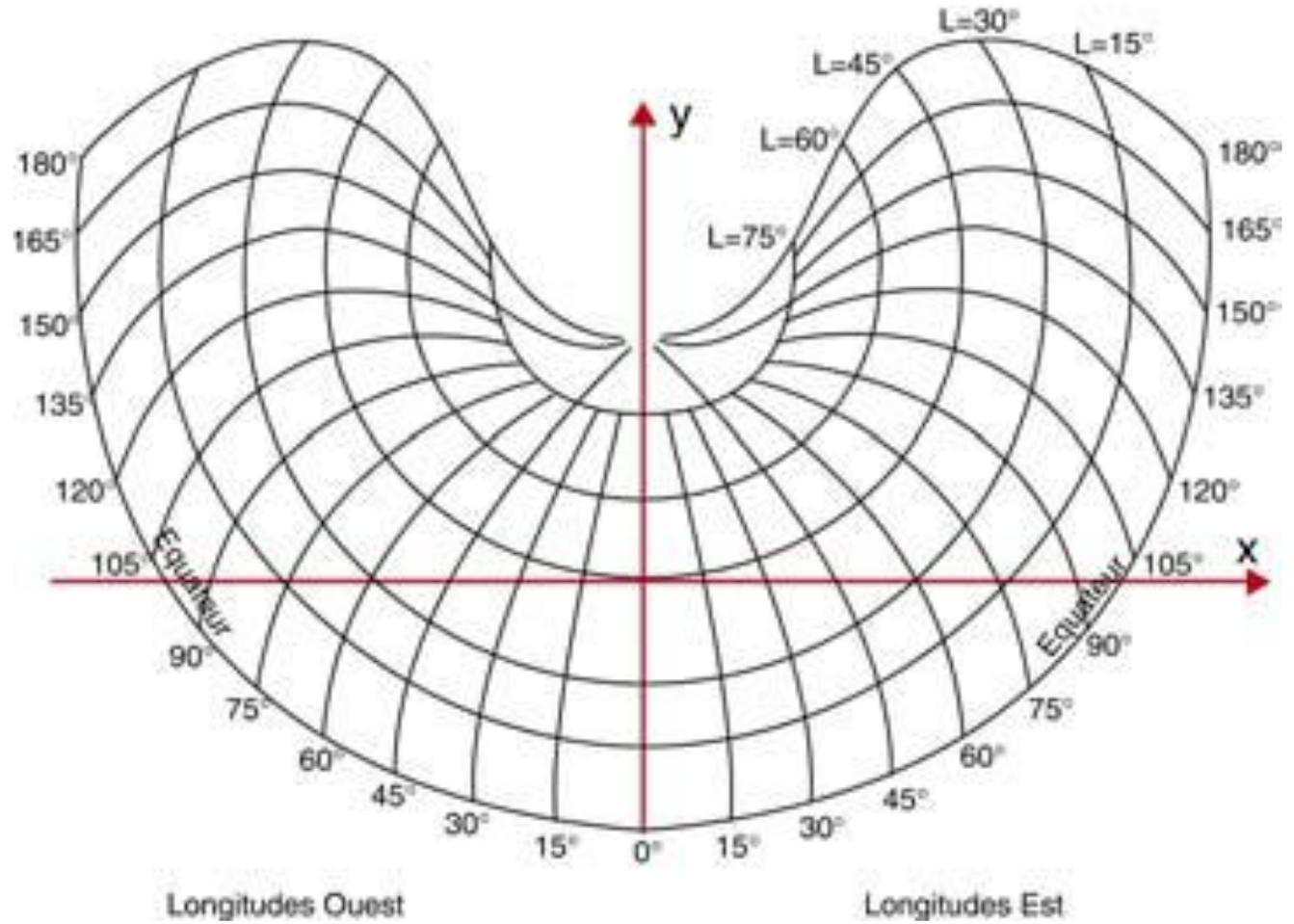
4. Représentation transverse de Mercator



REPRÉSENTATION CYLINDRIQUE TRANSVERSE

5. Représentation de Bonne

Echelle le long des parallèles et du méridien central : 1 : 127. 420. 000

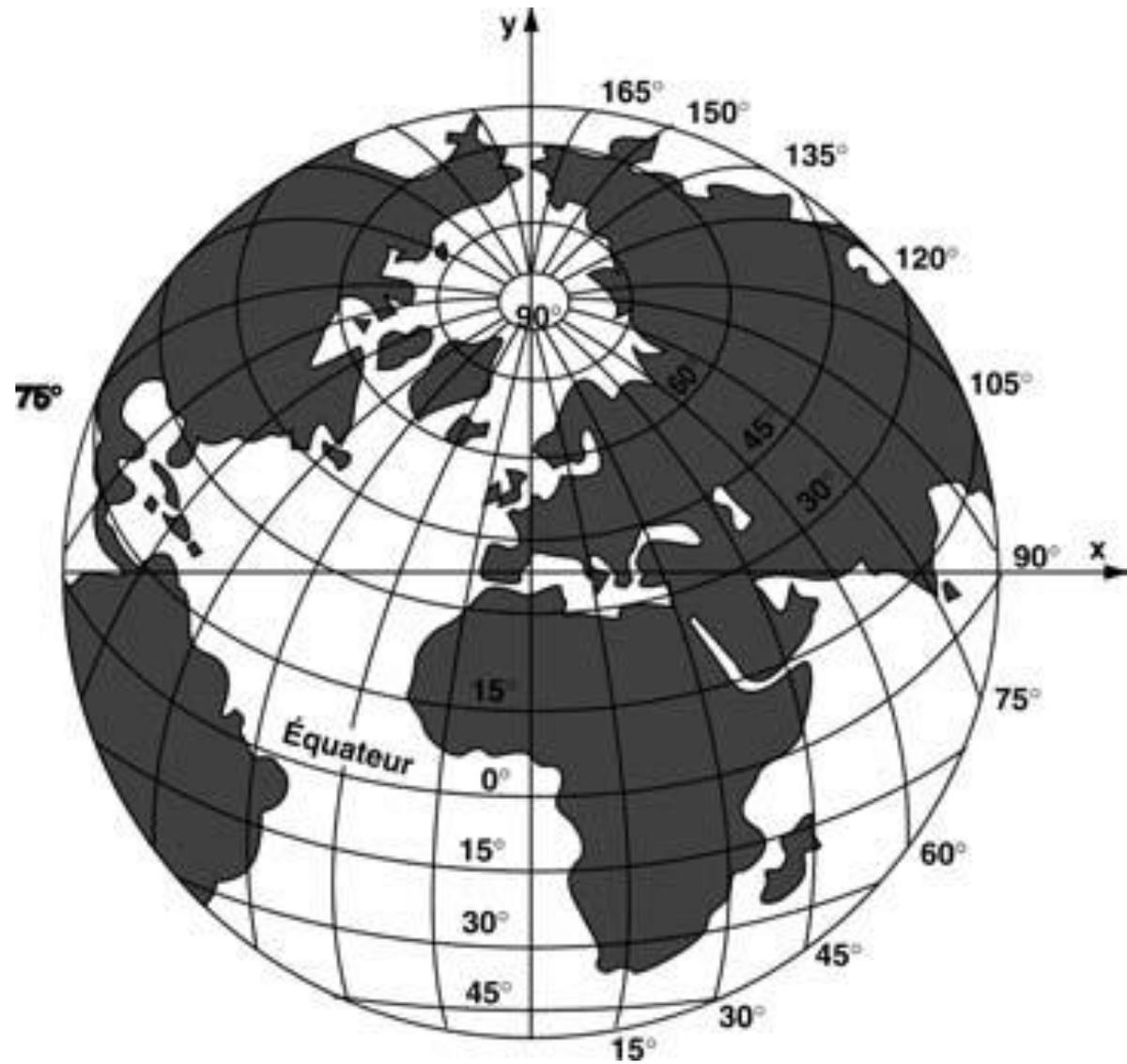


REPRÉSENTATION MÉRICONIQUE ÉQUIVALENTE

6. Représentation sinusoidale de Sanson



7. Représentation oblique de Lorgna

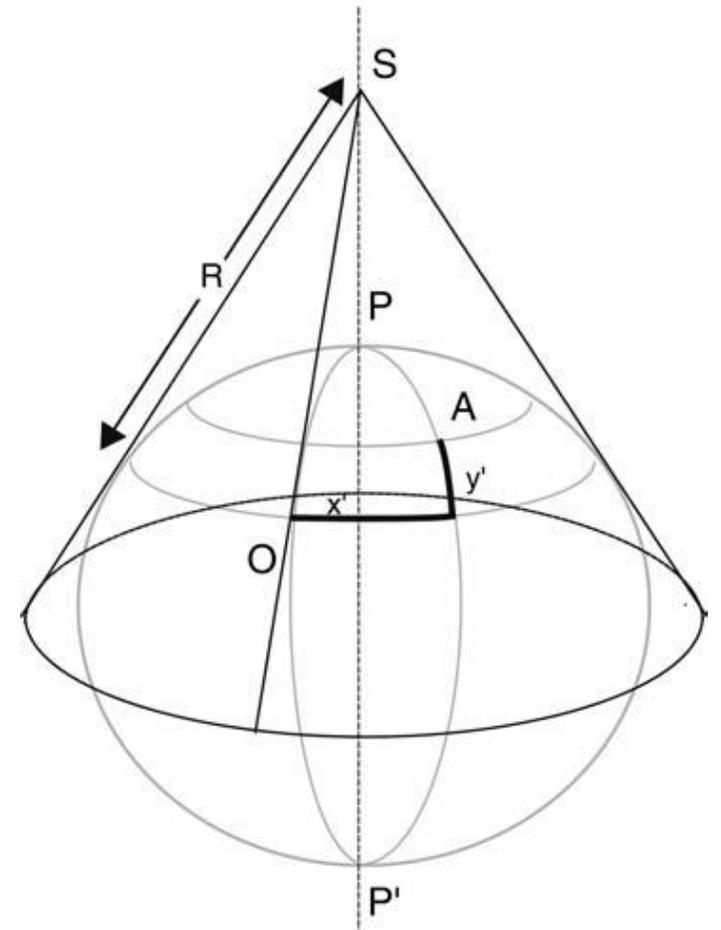


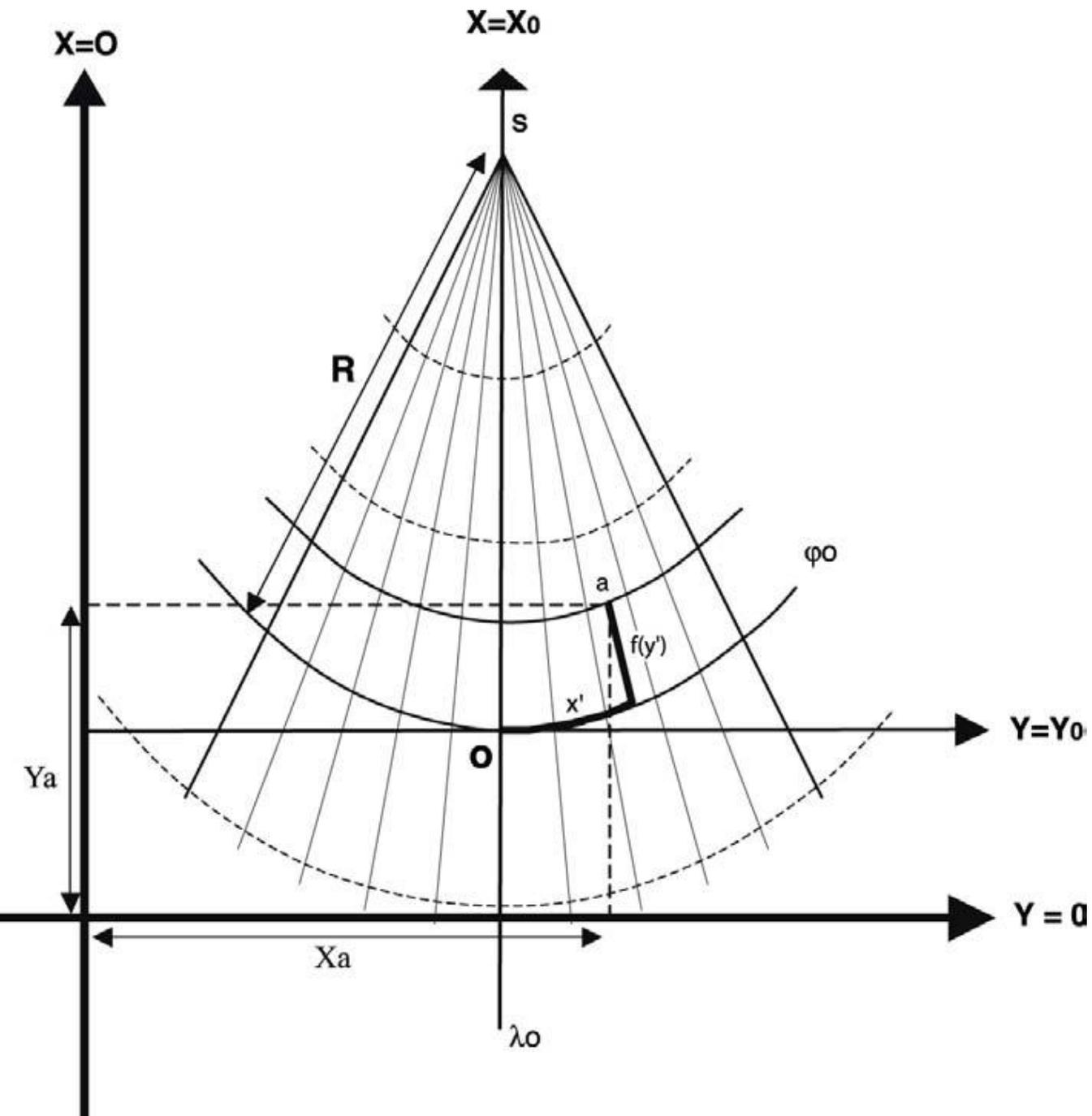
REPRÉSENTATION AZIMUTALE OBLIQUE ÉQUIVALENTE

La projection Lambert

1. Principe de la représentation Lambert

- La représentation Lambert est une représentation conforme, c'est-à-dire qu'elle conserve les angles au détriment des surfaces. C'est une représentation conique dont le sommet du cône est situé sur l'axe des pôles.





- **2. Le Lambert zone**

- Les cartes de l'Institut Géographique National à l'échelle du 1 : 25 000, du 1 : 50 000 et du 1 : 100 000 sont en représentation conique conforme « de Lambert ».

Les systèmes de projection utilisés en Algérie

- Pour les besoins cartographiques, on est contraint de représenter l'image de la terre sur une surface plane assimilée à un ellipsoïde donné. Les coordonnées planes obtenues permettent d'effectuer des mesures directes sur la carte. Les cartes de l'Algérie sont réalisées selon différents systèmes de projection en fonction de la période durant laquelle elles ont été établies. On distingue quatre systèmes de projection principaux selon lesquels sont réalisées les cartes en Algérie.



Le Lambert Algérie

- Ce système est divisé en deux zones : Lambert Nord Algérie et Lambert Sud Algérie.
- Il s'agit de la projection de l'ellipsoïde (modèle mathématique de la terre) sur un cône dont le sommet est sur l'axe des pôles et ce cône est tangent au parallèle origine de latitude ϕ_0 ou parallèle central.
- Cependant, la projection conique Lambert a été abandonnée vers le début des années 80.

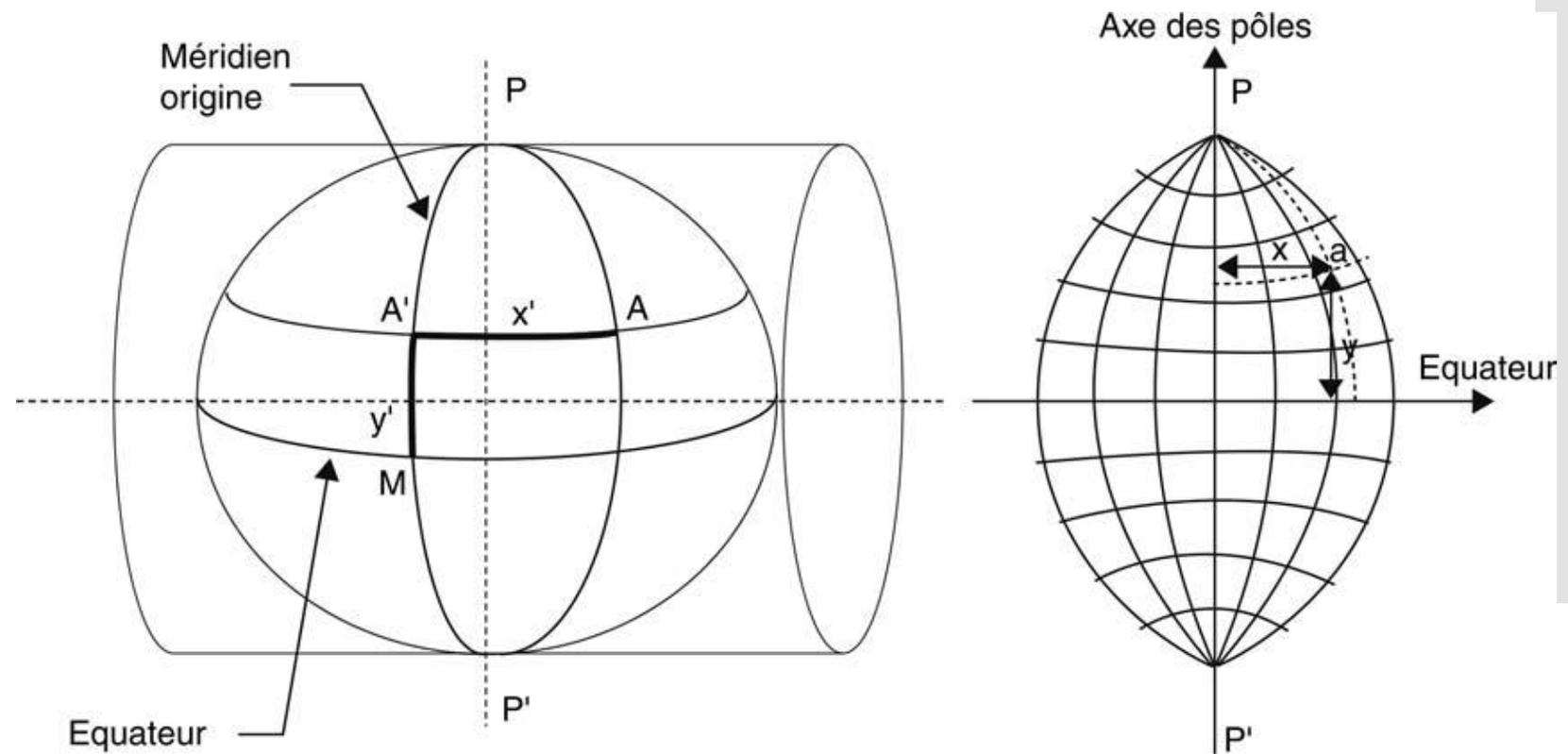
Le système Nord Sahara 1959

- Le système géodésique Nord-Sahara 1959 a été utilisé pour le canevas de base des cartes d'Algérie des régions sahariennes au 1: 200 000. Ce système est le seul en vigueur pour des latitudes inférieures à 32° Nord.
- Il est exprimé dans l'un des fuseaux de la projection UTM sur l'ellipsoïde de Clarke 1880 Anglais. La situation du sud de la région saharienne est cependant un peu plus complexe. Nord-Sahara 1959 a remplacé Voirol 1875 en 1960 (arrêté au J.O. du 14 janvier 1960) et a été notamment défini pour les travaux devant servir d'appui à la cartographie des territoires du Sahara.
- Ce système a permis de concilier les canevas de triangulation avec les canevas astronomiques. Les cartes des régions du sud du Sahara sont dressées uniquement à partir d'un réseau astronomique.

La représentation UTM (Mercator Transverse Universel)

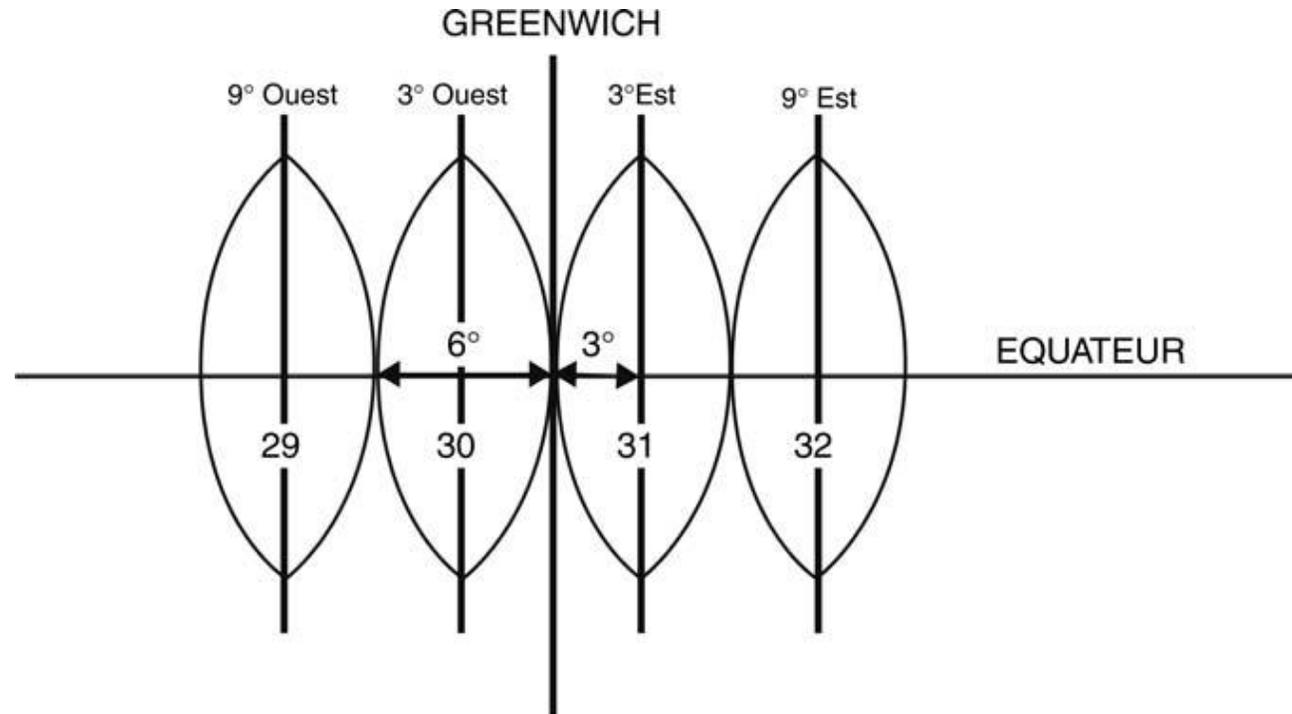
1. Les principes de la représentation UTM

- Cette projection est obtenue par projection de la sphère ou de l'ellipsoïde sur un cylindre tangent à celle-ci le long du méridien origine, que l'on développe ensuite.



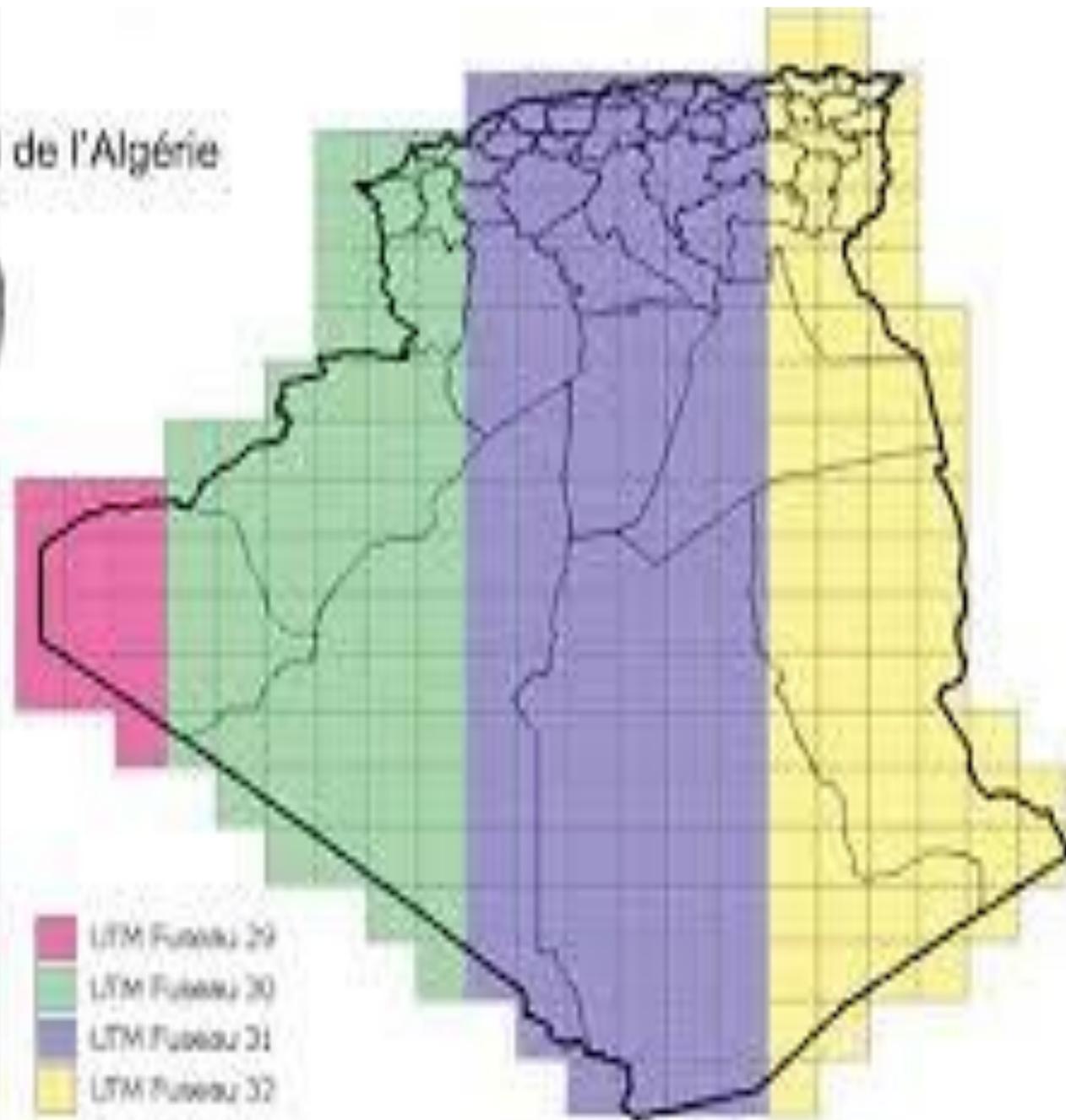
2. Les fuseaux UTM

- Ce système compte 60 fuseaux de 6° de différence de longitude, numérotés à partir du méridien antipode du méridien international. Le méridien de Greenwich est donc donc entre les fuseaux 30 et 31.
- Les fuseaux qui intéressent l'Algérie sont les fuseaux 29, 30, 31 et 32 ayant respectivement pour origine les méridiens 3° Ouest, 3° Est, 9° Est du méridien international.



Fuseaux UTM

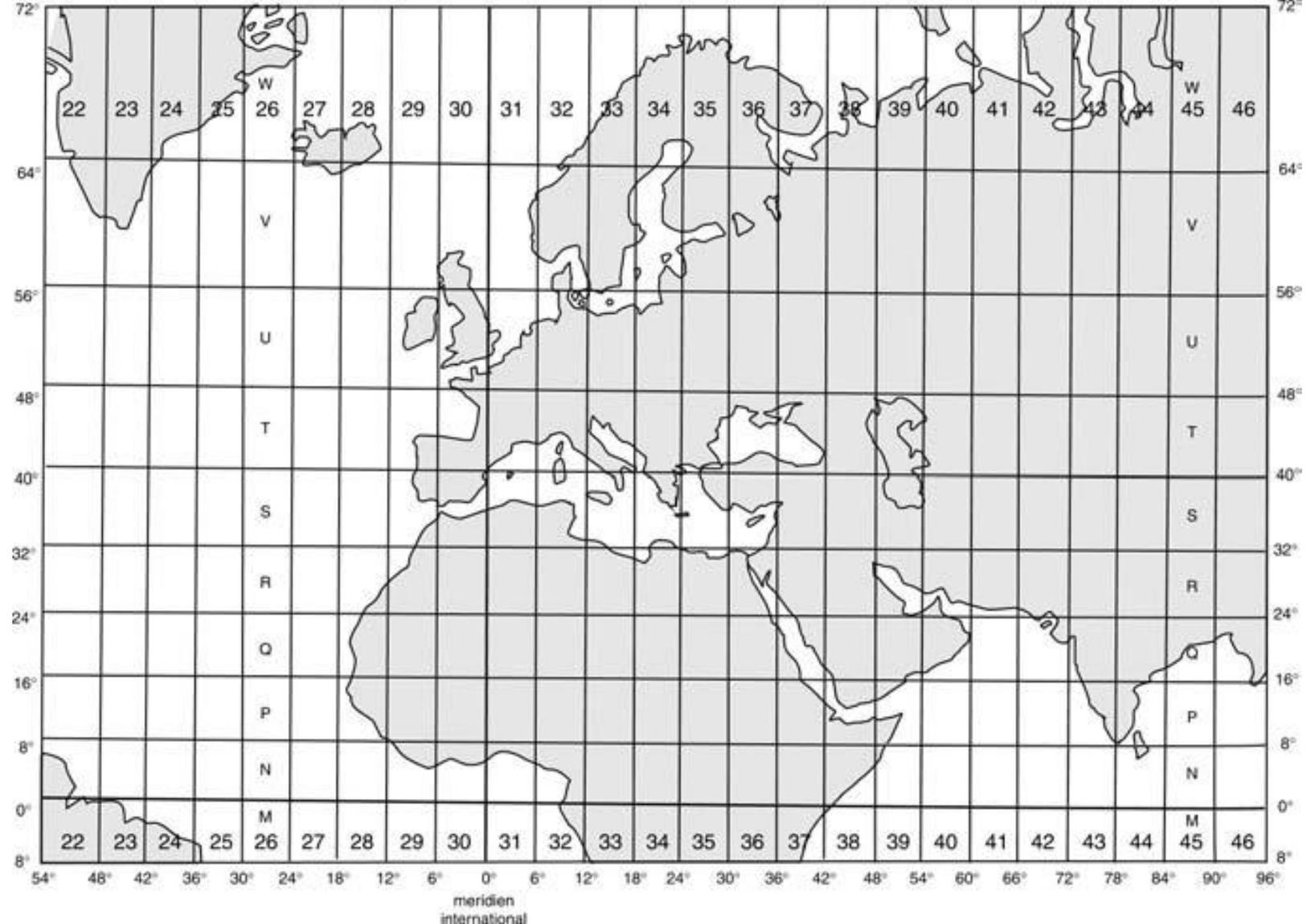
Projection UTM de l'Algérie



Fuseaux UTM Algérie

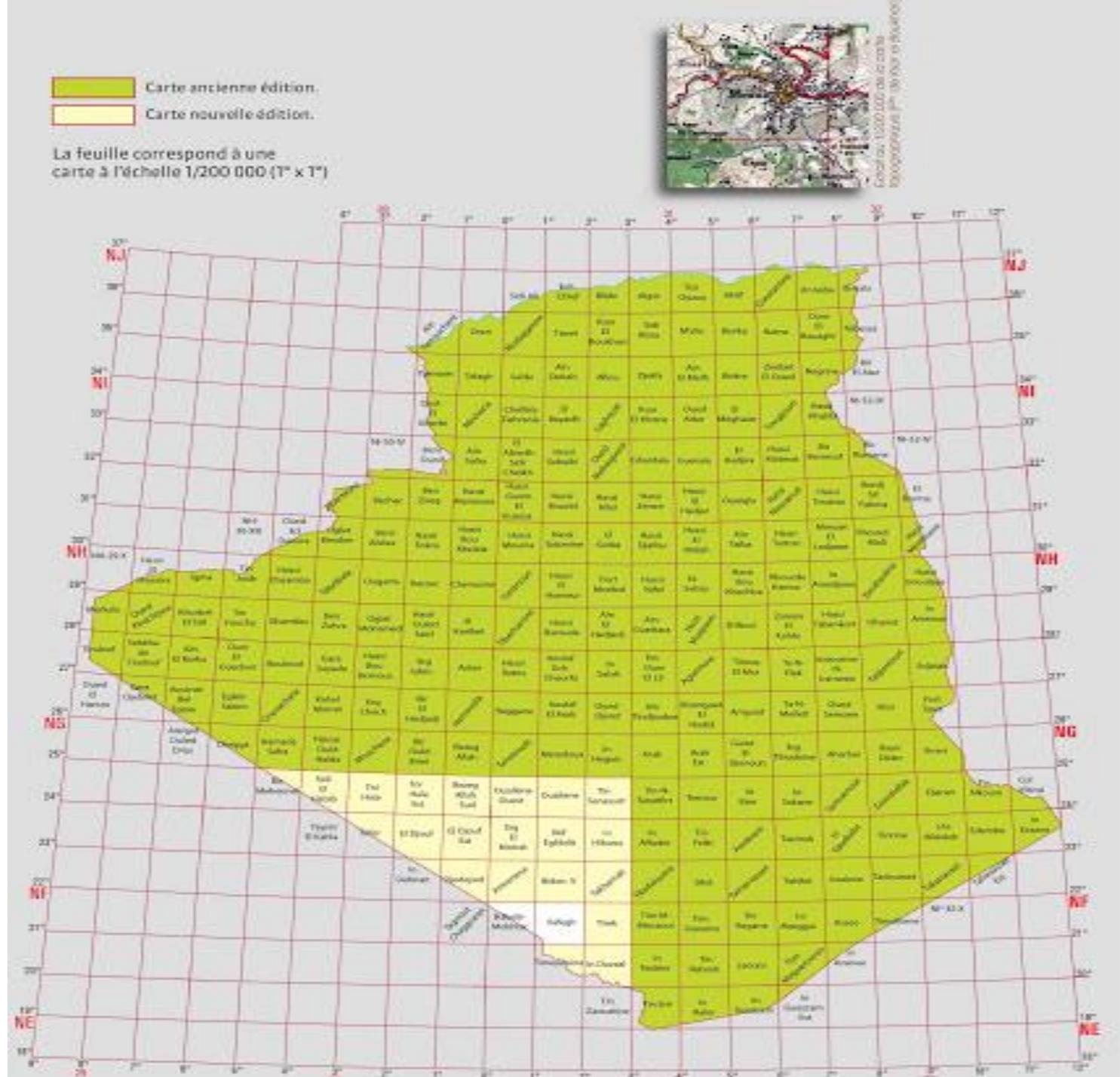
- Le système UTM Algérie La projection cylindrique UTM (Universal Transverse Mercator) couvre le monde entier et est constituée de 60 fuseaux de 6 degrés d'amplitude en longitude.
- Cette projection est réalisée selon l'ellipsoïde de Clarke 1880. La Base de données applicable pour l'Algérie présente quatre fuseaux :
- UTM zone 29N entre 12° et 6° Ouest,
- UTM zone 30N entre 6° Ouest et 0° Greenwich,
- UTM zone 31N entre 0° Greenwich et 6° Est,
- UTM zone 32N entre 6° et 12° Est.

4. Quadrillages UTM (hecto kilométrique et dérivé)



Les fuseaux UTM de 6° de longitude sont subdivisés en bandes égales de 8° de latitude. Ces zones ainsi définies sont désignées par des lettres.

Chacune de ces zones est ensuite divisée en carrés de 100 km de côté. Ces carrés sont identifiés par deux lettres.



Le système WGS84

- WGS 84 (World Geodetic System 1984) est un système mondial mis au point par le département de la défense des États-Unis et utilisé par le GPS, basé sur l'ellipsoïde WGS84. Ce système utilise une projection cylindrique.

Les coordonnées

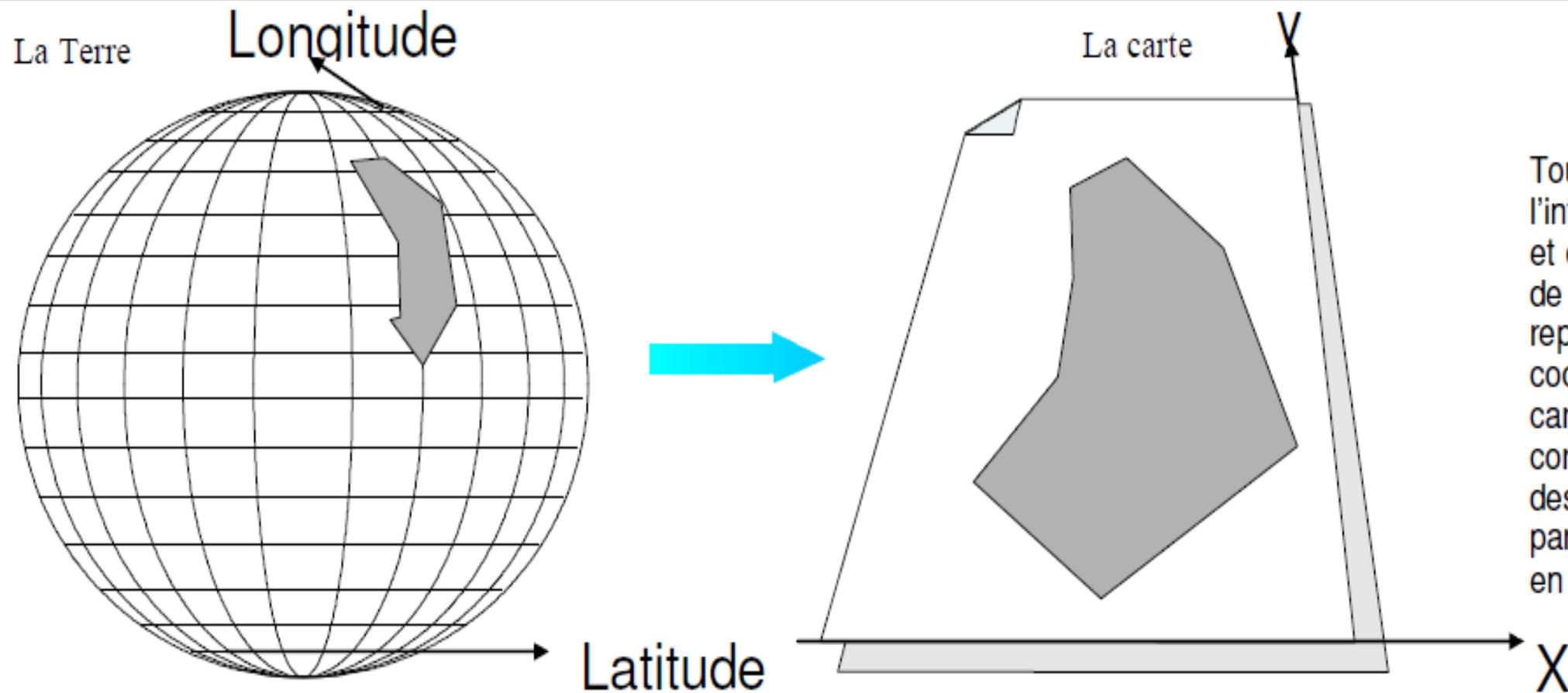
- Les coordonnées (latitude et longitude) sont utiles pour les cartes à petite échelle, pour certains thèmes (les climats par exemple) ou lorsque le territoire présenté est lointain et/ou peu connu.
- Dans ce cas, il est intéressant de mentionner en lieu et place, des coordonnées (souvent en dehors du cadre) voire le nom d'un lieu géographique célèbre situé à la même latitude ou longitude que le territoire cartographié.

Coordonnées géographiques

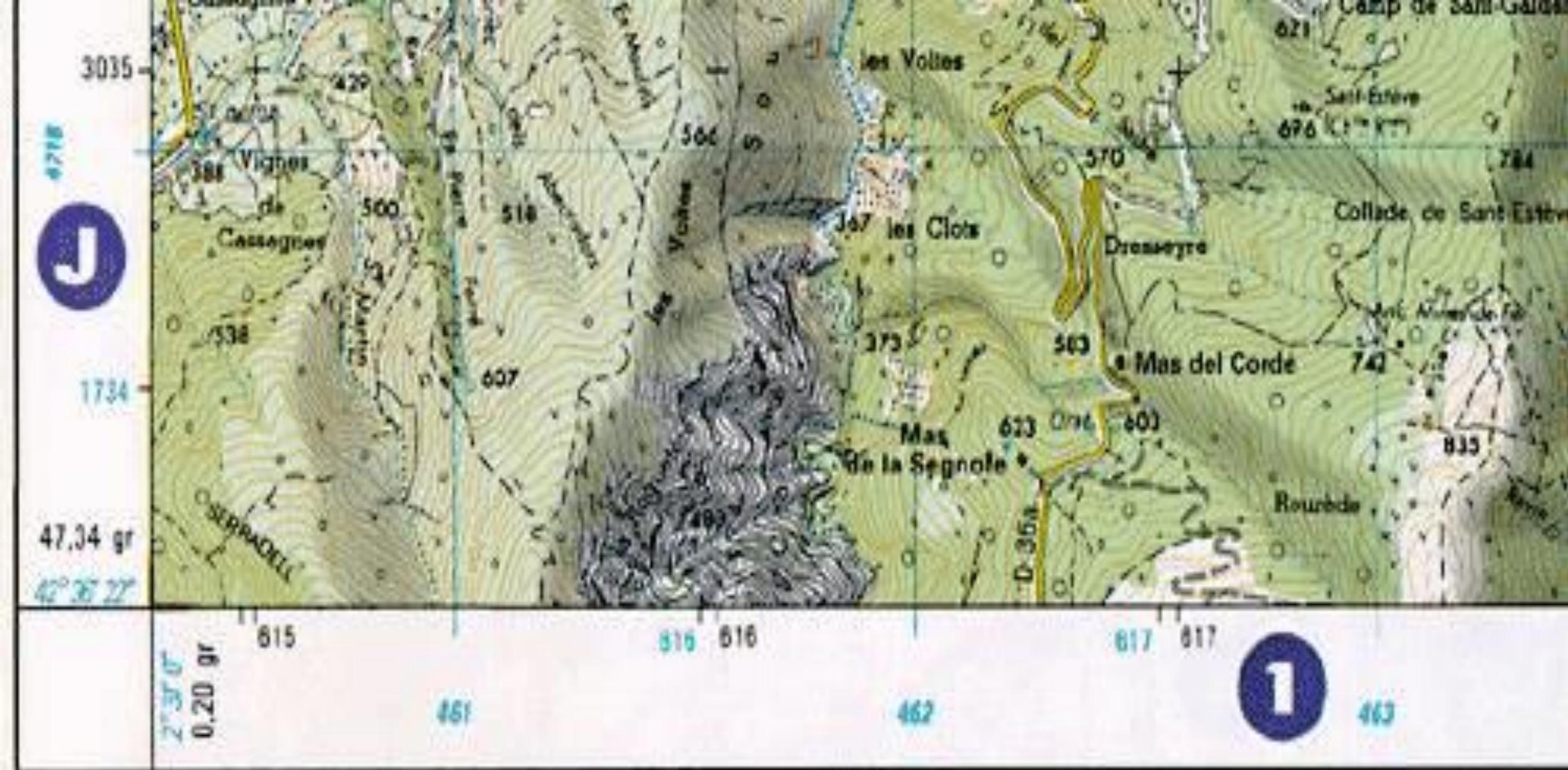
- Les coordonnées géographiques : sont des coordonnées universelles et correspondent aux en longitude et latitude. La latitude exprime l'angle que fait la verticale d'un lieu avec le plan de l'équateur ; la longitude, notée à l'ouest et à l'est de la coupure, est graduée en grades et centigrades à l'intérieur du cadre et en degrés et minutes sexagésimales à l'extérieur de cadre.

Localisation

La localisation



Tout point sur la Terre est à l'intersection d'un méridien et d'un parallèle. Sur le plan de la carte, les points sont repérés par un système de coordonnées orthogonal ou cartésien mis en correspondance avec celui des méridiens et des parallèles. Ils sont reportés en x et y.



Le quadrillage Kilométrique UTM-WGS84 imprimé en bleu permet de se localiser sur la carte à partir d'une position donnée par un récepteur GPS.

