

SIG – niv. 1 (UE 3 ECTS)

2025-2026

Valentin CHARDON (vchardon.unistra.fr)

Clément BRESSANT

Anne PUISSANT

Définitions

■ Le géoréférencement

- Procédure par laquelle on donne à une entité cartographique un emplacement spatial en lui attribuant des **coordonnées cartographiques** renvoyant à un **système de projection**
- L'entité cartographique peut alors être localisée de façon précise à la surface de la Terre



Définitions

■ Le géoréférencement

- Cartes historiques
- Plans cadastraux
- Images aériennes
- Illustrations précises tirées d'ouvrages
- Figures scientifiques
- ...

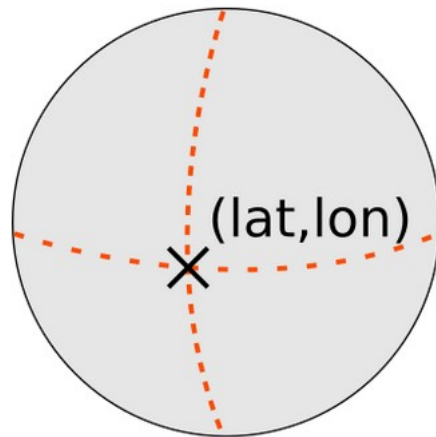


Définitions

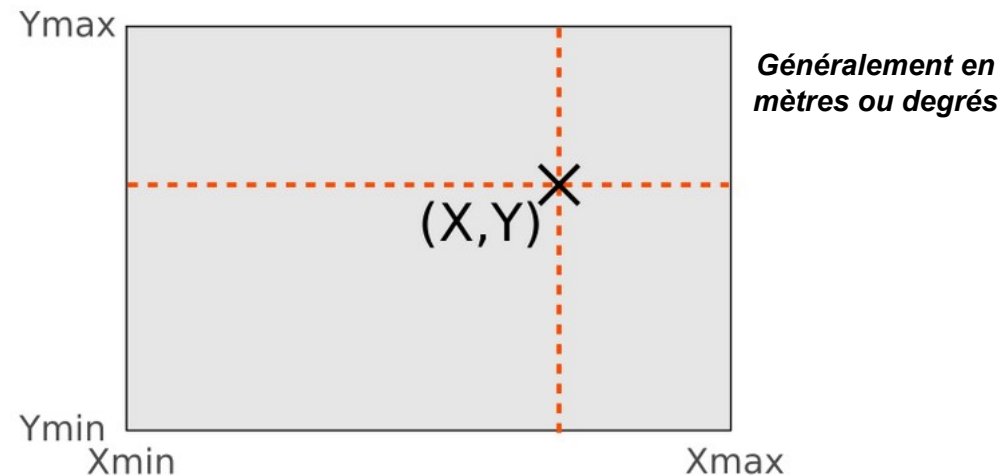
■ Systèmes de coordonnées et de projection

On distingue :

- Les **données non projetées**, qui ont un système de coordonnées
- Les **données projetées**, qui ont un système de projection



Sans projection

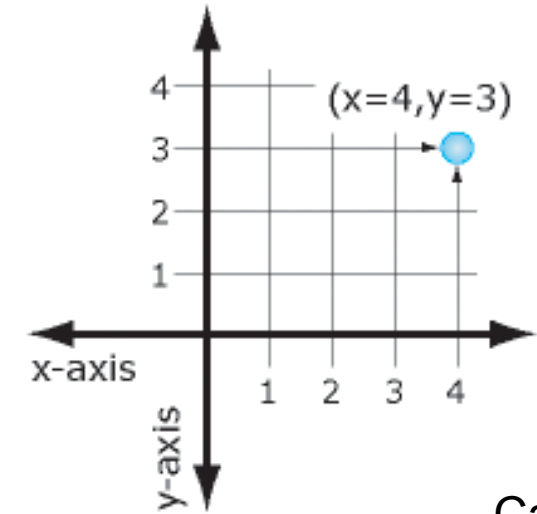


Avec projection

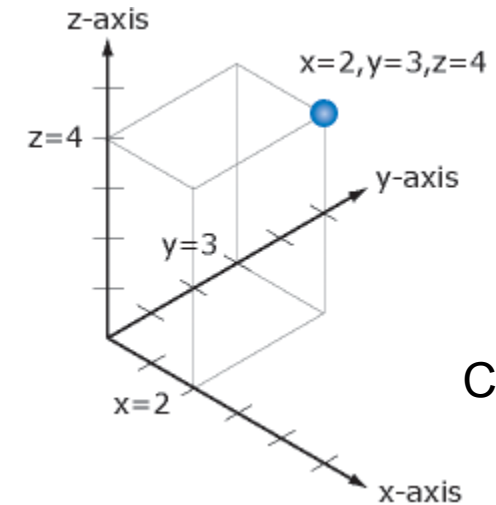
Systèmes de coordonnées

■ Le système cartésien

- 2 axes x et y (N/S - E/O)
 - Une origine ($x = 0$, $y = 0$)
 - Position des points = distance (x , y) à l'origine
-
- Utilisables à échelle locale, mais pas généralisables



Cas en 2D



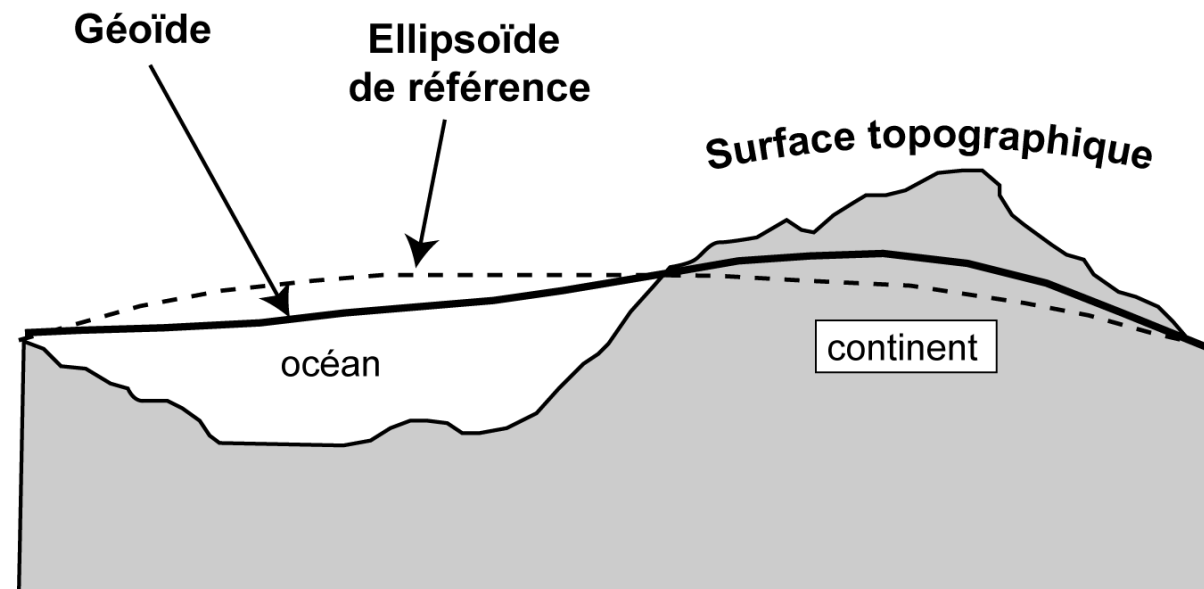
Cas en 3D

Systèmes de coordonnées

■ Système de référence géographique

La Terre est un objet complexe, quelle surface de référence choisir pour la représenter ?

La **surface terrestre** (topographique), le **géoïde** et l'**ellipsoïde** de référence

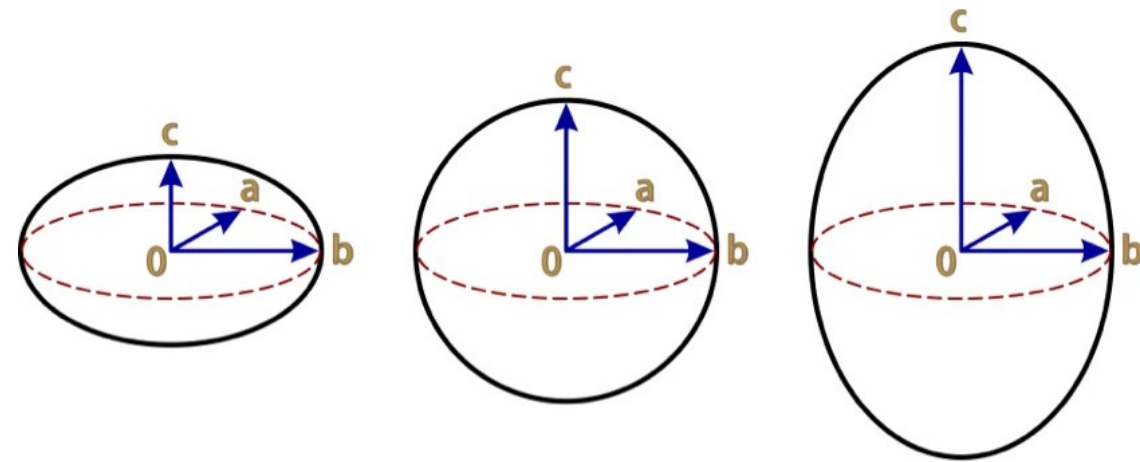
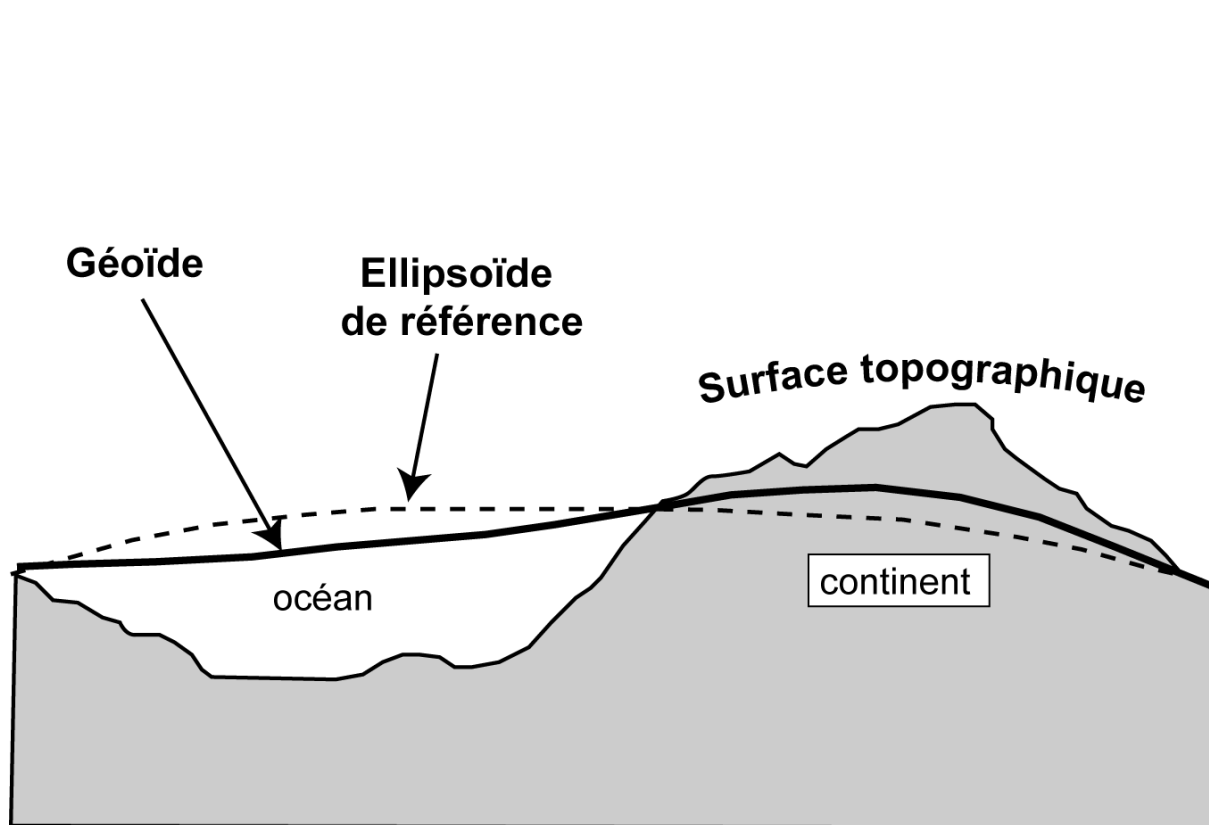


*La Terre est
« aplatie » aux pôles*

Systèmes de coordonnées

■ Système de référence géographique

L'ellipsoïde de référence : volume globalement sphérique présentant un aplatissement aux pôles et servant de référence pour la construction des projections cartographiques (geoconfluences).

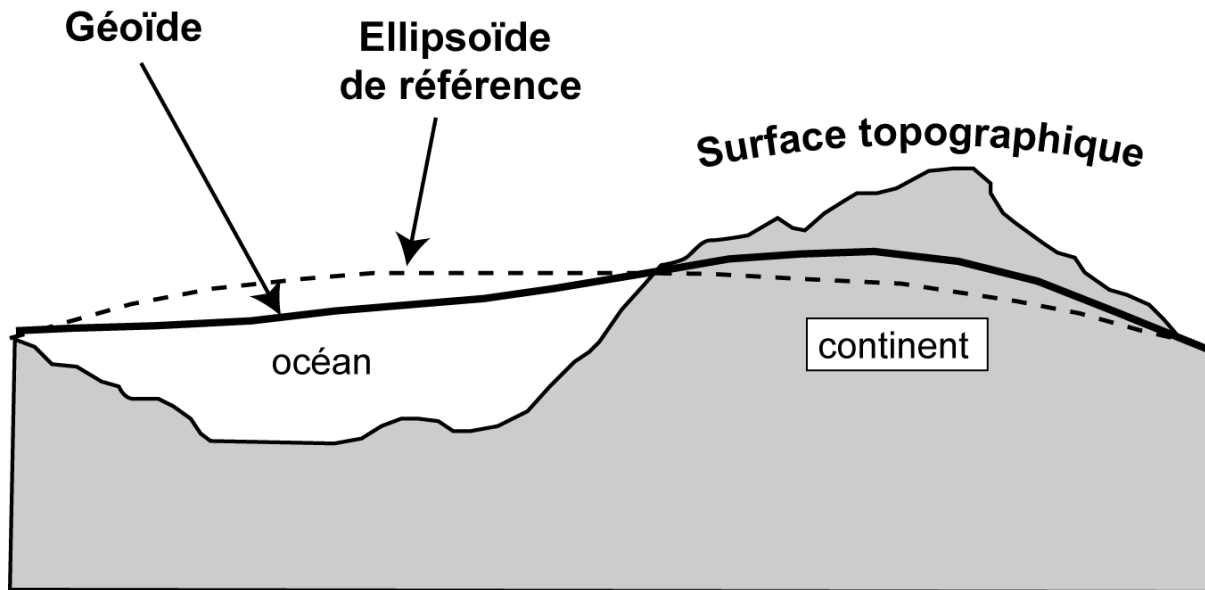


La Terre est

Systèmes de coordonnées

■ Système de référence géographique

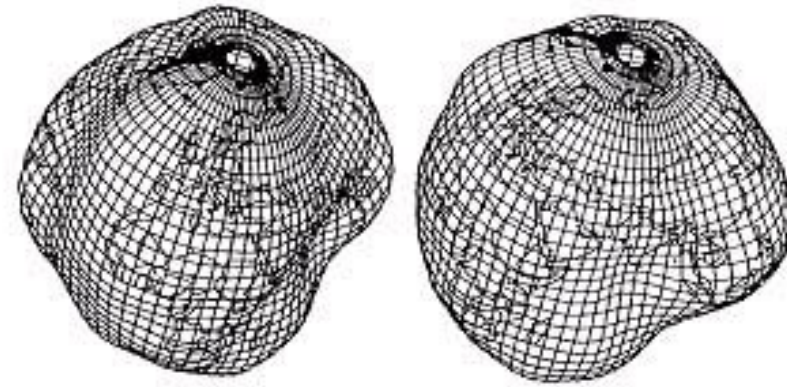
Le géoïde : représentation de la surface terrestre correspondant à une surface équipotentielle dans le champ gravitationnel terrestre. Elle prolonge sous les continents le niveau moyen des mers et est définie par un modèle mathématique de la gravité (Larousse).



*La Terre est
« aplatie » aux pôles*

Systèmes de coordonnées

Vue en perspective du géoïde (d'après Geiger, 1990)



- Il faut donc modéliser la Terre avec un **système géodésique** (ou ***datum***) pour exprimer les coordonnées géographiques
- En **France**, il s'agit depuis 2000 du **RGF 93** (qui utilise l'**ellipsoïde IAG GRS 1980**).
Auparavant, c'était le réseau NTF (qui utilise l'ellipsoïde de Clarke 1880)
- **Dans le monde**, le système le plus répandu est basé sur **WGS 84** (World Geodetic System 84)
→ utilisé par le système GPS

Systèmes de coordonnées

■ Les coordonnées géographiques

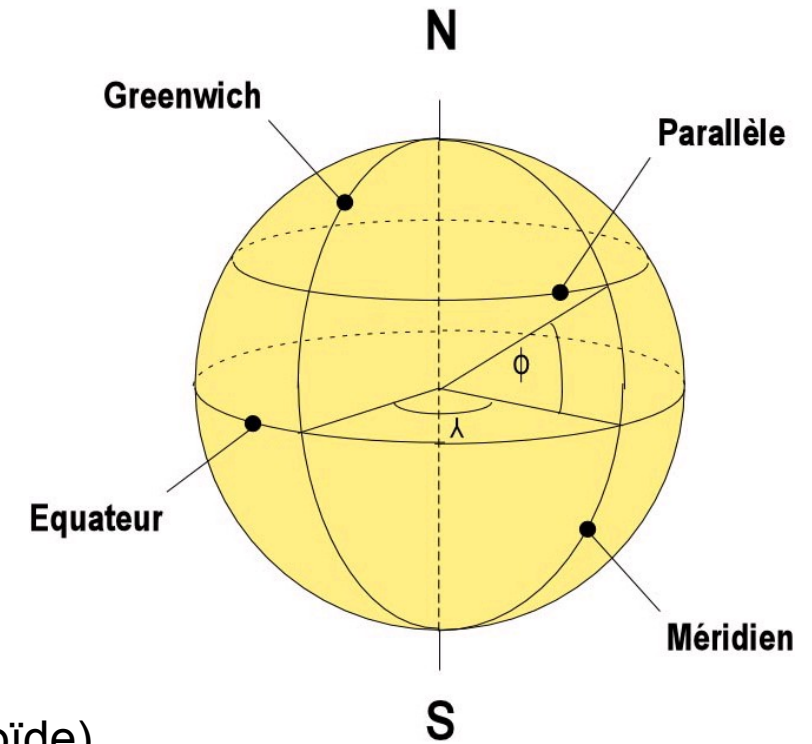
- Tout point de la surface du globe peut être projeté sur cette modélisation. Il est alors défini par :

- la **latitude**
- la **longitude**

+ l'**altitude** = la distance du point au niveau de la mer (au géoïde)

+ la **hauteur** = la distance à l'ellipsoïde

→ Ces coordonnées sont des **coordonnées 3D** localisées sur une **sphère**

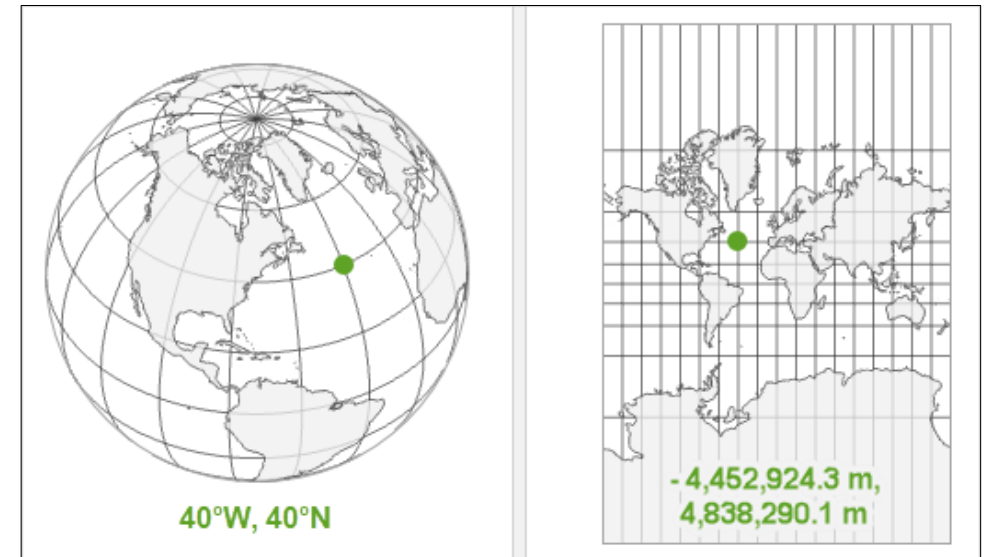
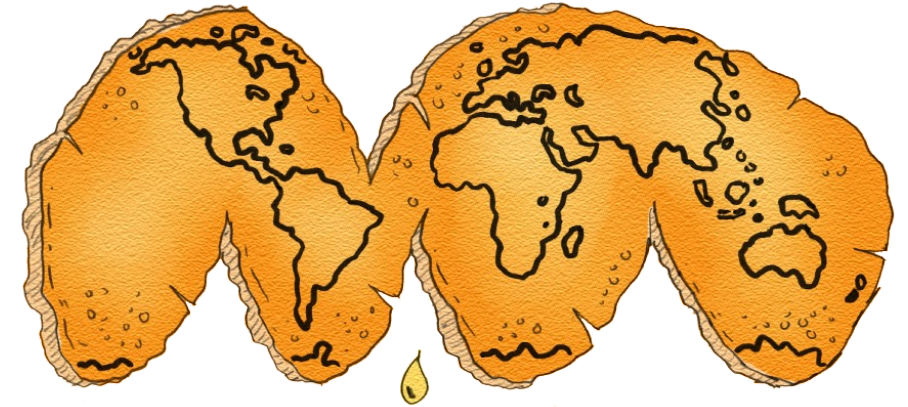


Comment passer de cette représentation à une représentation en deux dimensions sur un plan ?

Systèmes de projection

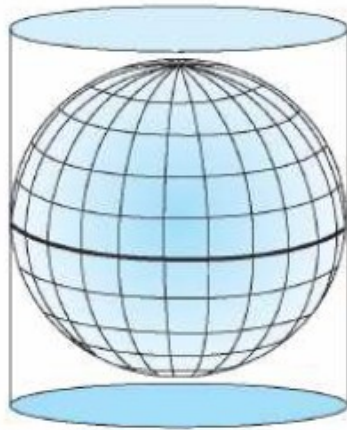
■ Définition et objectifs

- Les **systèmes de projection** sont nécessaires pour obtenir une représentation plane d'un objet situé sur une sphère. Le système de projection permet d'avoir une relation entre les coordonnées géographiques d'un point, et ses coordonnées planimétriques ou cartographiques (x,y)
- **L'échelle cartographique** ne peut être conservée en tout point de la carte. **Différentes projections** sont utilisées, conservant certaines propriétés de la géométrie de la surface de référence



Systèmes de projection

→ Projections cylindriques



Normal



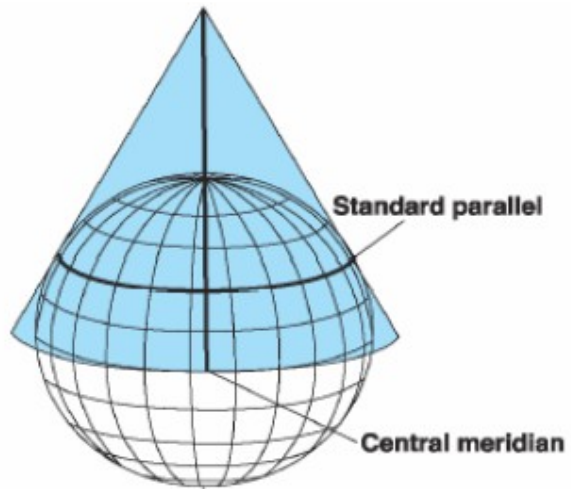
Transverse



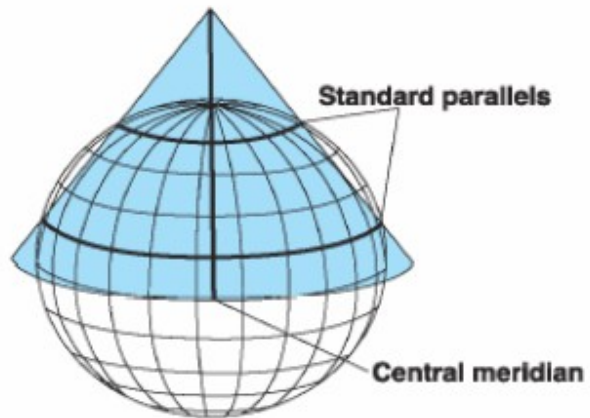
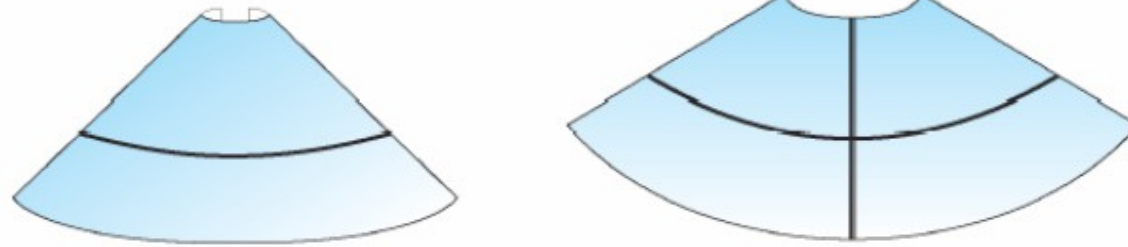
Oblique

Systèmes de projection

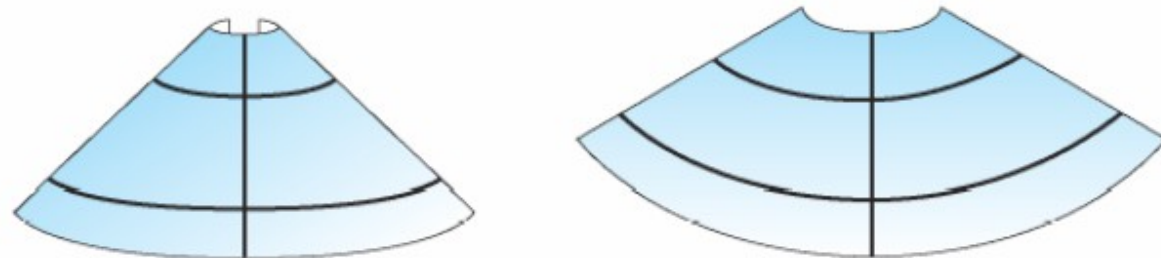
→ Projections coniques



Représentation conique directe tangente



Représentation conique directe sécante



Systèmes de projection

→ **Projections planaires**



Polar



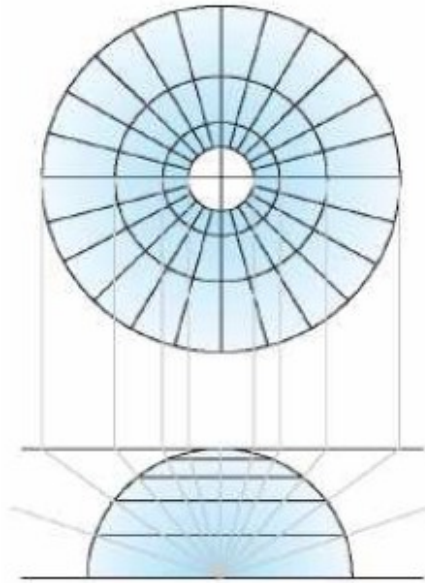
Equatorial



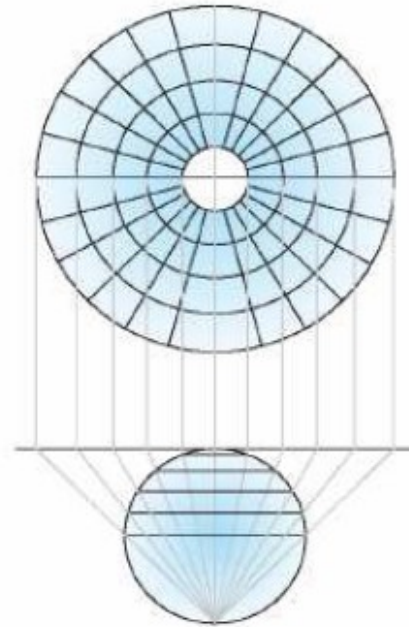
Oblique

Systèmes de projection

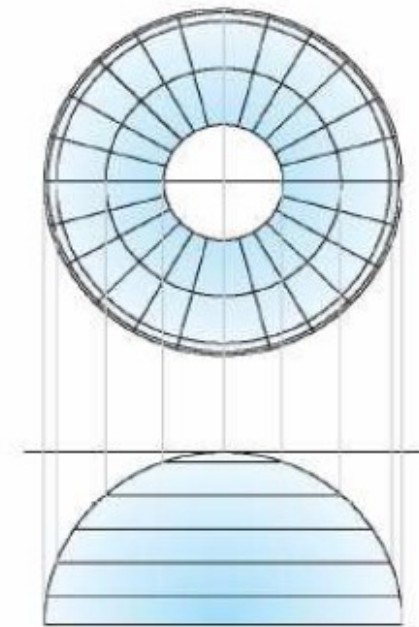
→ Projections azimutales



Gnomonic



Stereographic



Orthographic

Systèmes de projection

■ Les déformations des propriétés

L'échelle cartographique ne peut être conservée en tout point de la carte :

Directions

Une carte est qualifiée de **conforme** quand elle préserve les azimuths (angle par rapport au nord), dans n'importe quelle direction

→ ***Conforme***

Distance

Une carte est qualifiée de **équidistante** lorsqu'elle conserve les distances à partir du centre de la projection

→ ***Équidistante***

Aire

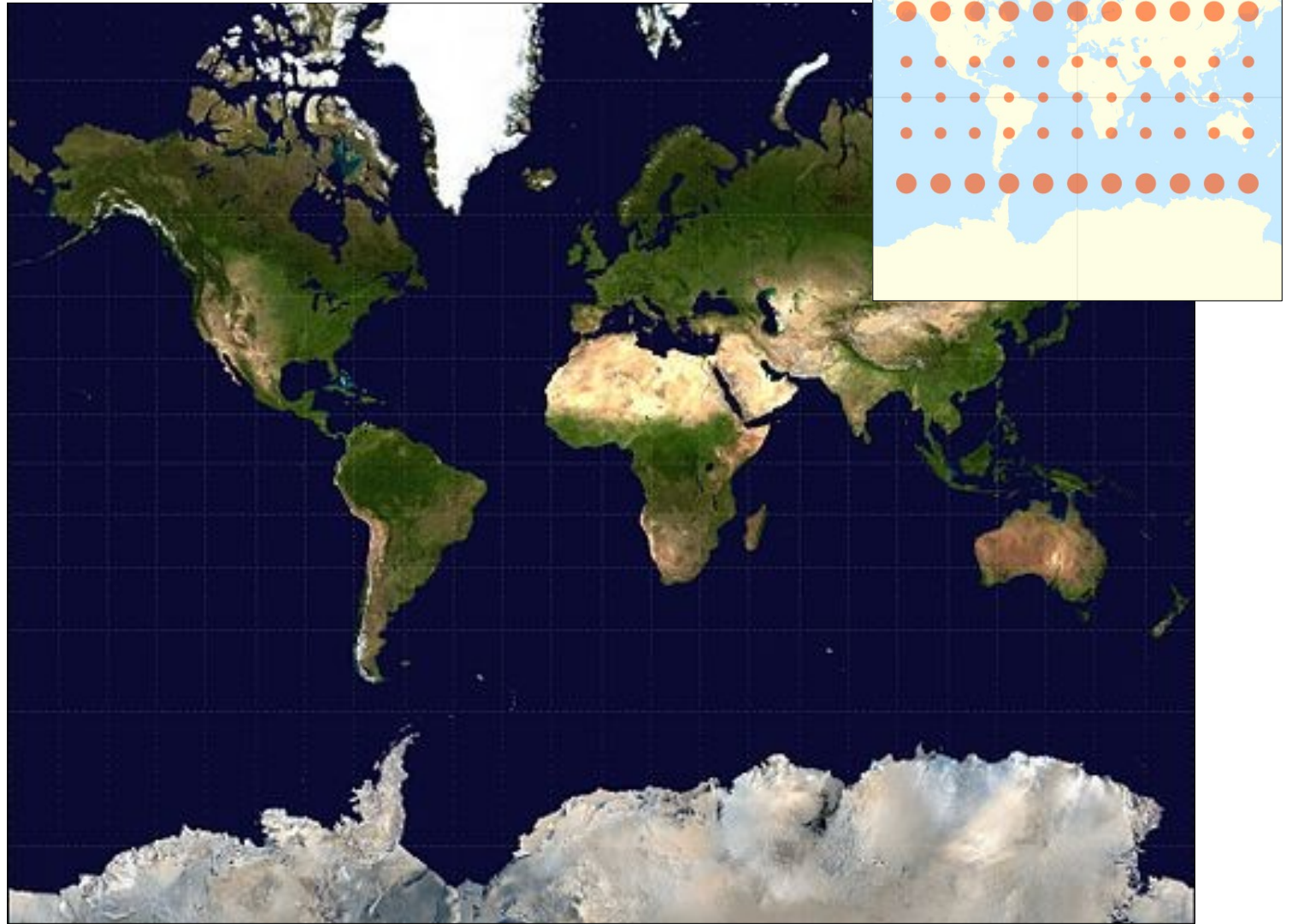
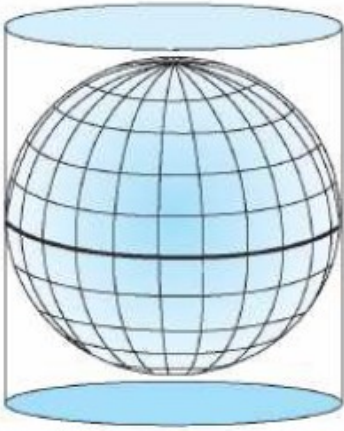
Lorsque les surfaces sur une carte sont conservées de manière proportionnelle aux surfaces dans la réalité, on parle de projection **équivalente**

→ ***Équivalente***

Systèmes de projection

Projection de Mercator (1569)

- *Cylindrique*
- *Tangente à l'équateur*
- *Conforme*

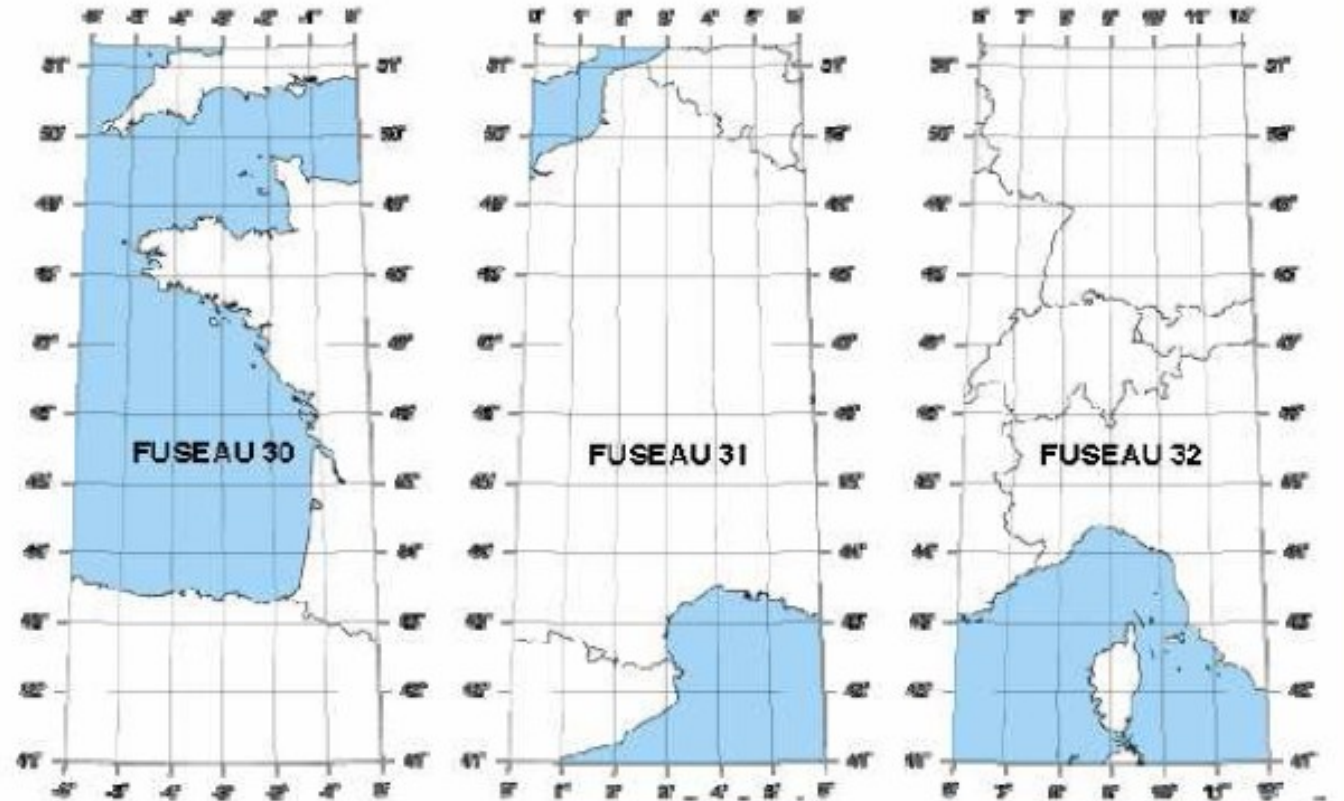


Systèmes établis pour la France

■ Le système UTM

- Coordonnées projetées (latitude, longitude)
- Unité : degrés décimaux
- Ellipsoïde : WGS 84
- Découpage en fuseaux

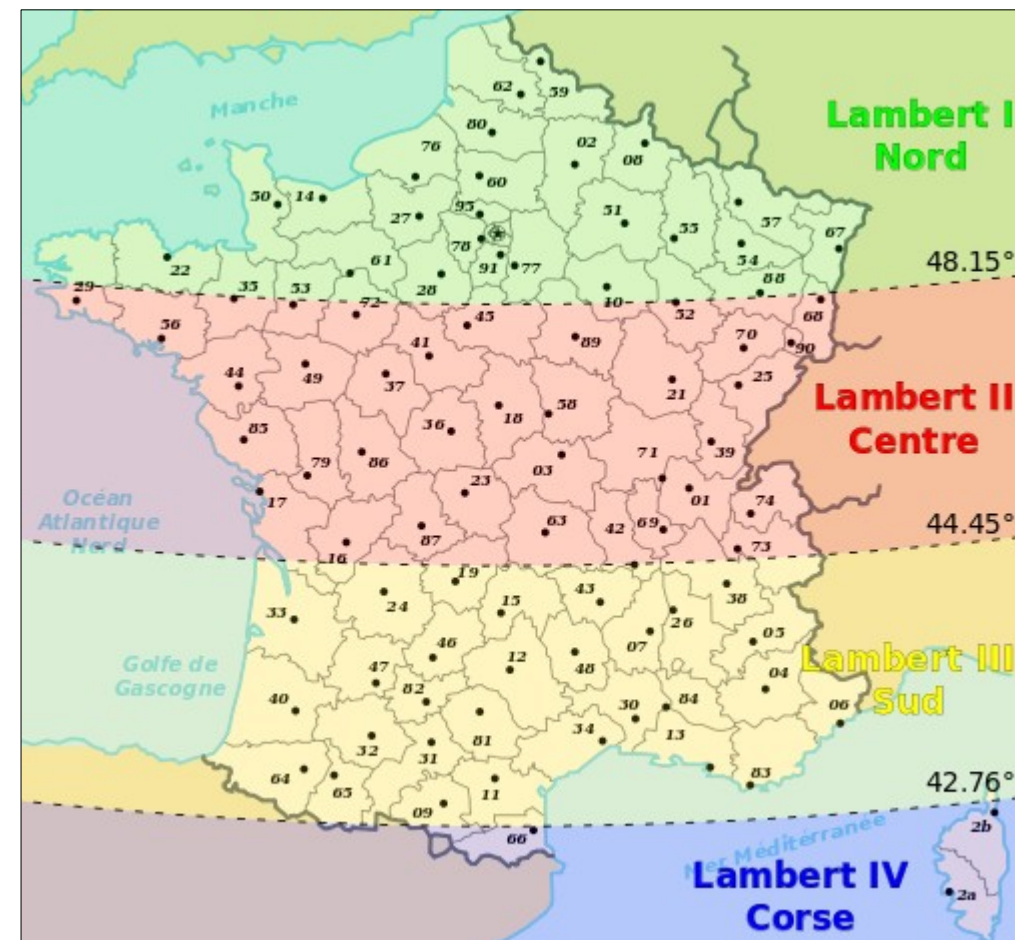
Représentation des 3 zones de la projection UTM sur le territoire français



Systèmes établis pour la France

■ Le système Lambert (av. 2000)

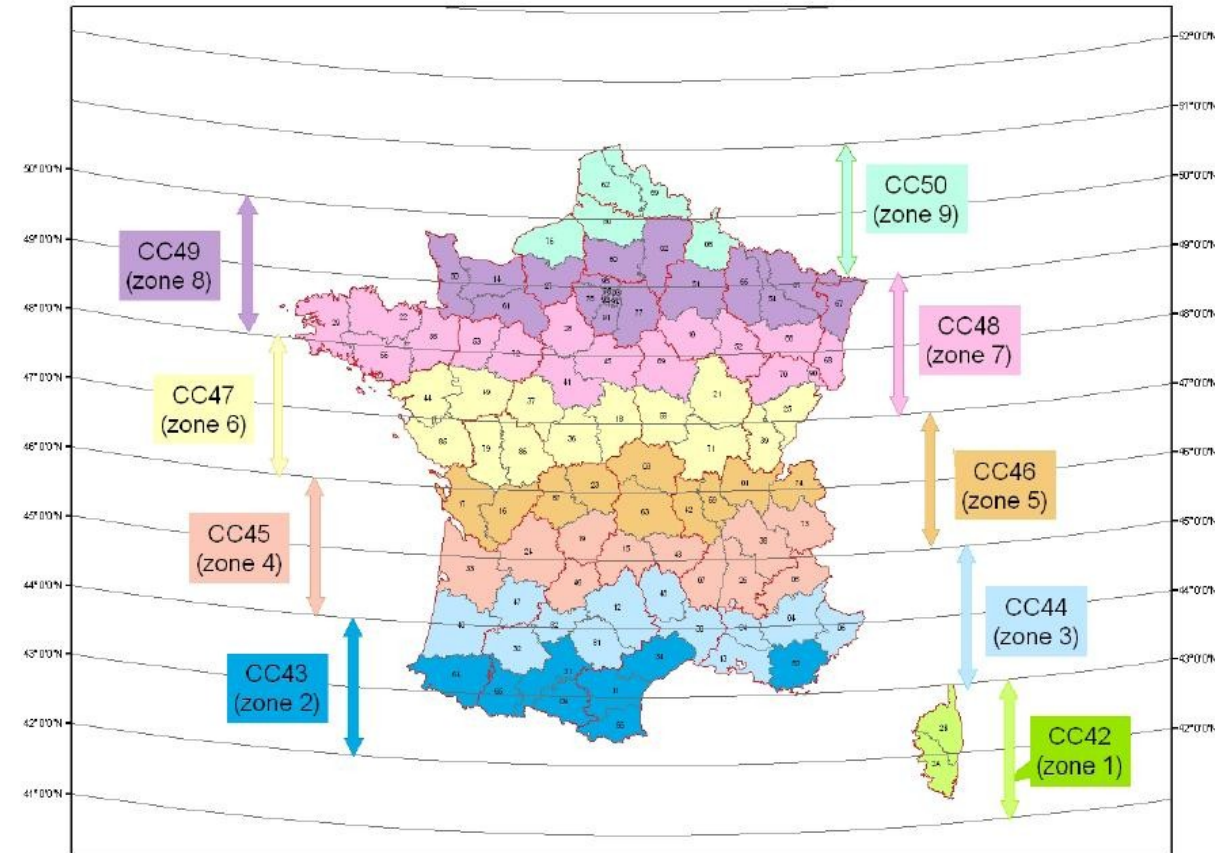
- Coordonnées géographiques (Est, Nord)
- Unité : mètres
- Ellipsoïde : Clarke 1880
- 4 zones du territoire



Systèmes établis pour la France

■ Le système Lambert (maintenant)

- Coordonnées géographiques (Est, Nord)
- Unité : mètres
- Ellipsoïde : GRS 1980
- 9 zones du territoire



Systèmes établis pour la France

■ Le système Lambert

- Pour des échelles plus petites couvrant tout le territoire, une projection unique **Lambert 93** est utilisée (EPSG : 2154)

→ Il s'agit de la projection en 2D des coordonnées 3D obtenues sur l'ellipsoïde au moyen du système géodésique RGF 93, sur un plan, dans des coordonnées géographiques

- En pratique, les anciennes projections (< 2000) sont encore utilisées

Le système RGF 93 appartient à un système de référence européen nommé EUREF, qui lui même est compatible avec le système mondial WGS 84.

Dans les SIG

- Le logiciel doit connaître un certain nombre de paramètres pour bien représenter la projection

→ Les paramètres pour le Lambert 93 sont les suivants :

Système de référence: RGF-93

Projection: Lambert conique conforme

Unité: Mètres

Premier parallèle standard: 49°N

Deuxième parallèle standard: 44°N

Latitude d'origine: 46.5°N

Méridien central: 3°E

False Easting: 700000m

False Northing: 6600000m

False Easting et False Northing sont des décalages artificiels et conventionnels qui permettent d'éviter les nombres négatifs dans les coordonnées.

Liens utiles

- Présentations plus détaillées sur les systèmes de coordonnées :

http://education.ign.fr/sites/all/files/geodesie_coordonnees.pdf (IGN)

<http://resources.arcgis.com/fr/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>
(ressources ESRI)

- Autres sites utiles :

<https://geodesie.ign.fr/index.php?page=circe> : convertit des coordonnées géographiques ou cartographiques d'un système de coordonnées dans un autre.

<http://spatialreference.org/> : permet de chercher une projection et d'obtenir sa spécification

<http://www.crs-geo.eu/> : sert à convertir des coordonnées d'un datum vers un autre

<http://geofree.fr/> : sert à convertir des coordonnées d'un système de projection vers un autre



TP 3 : Géoréférencer

Objectifs :

- Comprendre comment géoréférencer de façon simple des données sans référence spatiale (photographie aérienne)