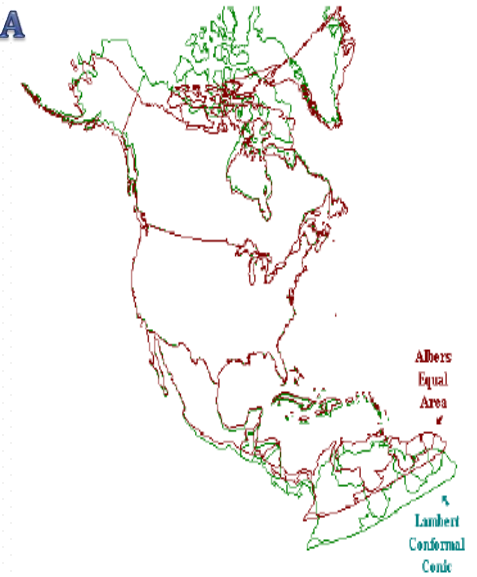
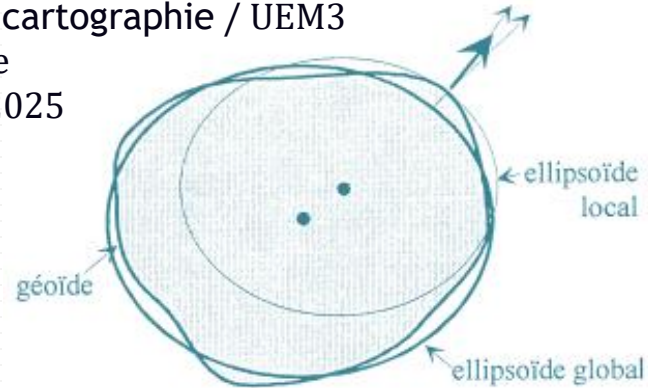


Matière : Analyse spatiale et cartographie / UEM3

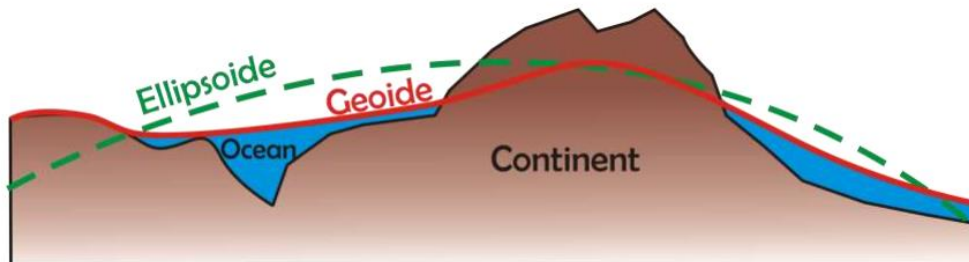
Niveau : 2^{ème} année Architecte

Année universitaire : 2024/2025



NOTIONS DE BASE (GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITIONS)

Séance I



ENSEIGNANTE : MME SEBTI MOUFIDA

A surveying instrument, possibly a theodolite or total station, is mounted on a yellow tripod. The instrument is positioned on the left side of the slide, partially overlapping a dark blue decorative border that has a wavy, scalloped edge. The background of the slide is white, and there is a light blue vertical bar on the far right edge.

I.1. Finalités et objectifs :

L'analyse spatiale est un ensemble de démarches qui visent à décrire l'organisation des structures matérielles de l'espace et les manières dont il est occupé.

Ces démarches sont surtout mise en œuvre par les géographes, les architectes, les anthropologues et les sociologues.

L'analyse spatiale a pour principale objectif de mettre en exergue des différences et de montrer que l'espace n'est pas isotrope mais qu'il est composé de multiples territoires résultants d'histoires variées, et que cette organisation n'est pas sans influence sur la manière dont les groupes sociaux et les activités s'y installent, s'en emparent et en construisent des représentations.



I.2.4 GÉODÉSIE:


Géodésie : c'est la science qui étudie la forme de la terre. Par extension, elle regroupe l'ensemble des techniques ayant pour but de déterminer les positions planimétriques et altimétriques d'un certain nombre de points géodésiques et repères de nivellement.

I.2.5 CARTOGRAPHIE

Cartographie : c'est l'ensemble des études et opérations scientifiques, artistiques et techniques intervenant à partir d'observations directes ou de l'exploitation d'un document en vue d'élaborer des cartes, plans et autres moyens d'expression. Ci-après, est donnée une classification des cartes en fonction de leur échelle et de leur finalité :

Échelles	Finalité
1/1 000 000 à 1/500 000	Cartes géographiques
1/250 000 à 1/100 000	Cartes topographiques à petite échelle
1/50 000, 1/25 000 (base), 1/20 000	Cartes topographiques à moyenne échelle (IGN)
1/10 000	Cartes topographiques à grande échelle
1/5 000	Plans topographiques d'étude, plans d'urbanisme
1/2 000	Plans d'occupation des sols (POS), descriptifs parcellaires
1/1 000, 1/500	Plans parcellaires, cadastraux urbains
1/200	Plans de voirie, d'implantation, de lotissement
1/100	Plans de propriété, plans de masse
1/50	Plans d'architecture, de coffrage, etc.

I.3 PROJECTIONS CARTOGRAPHIQUES :



Le passage de la surface physique de la Terre à sa forme plane se fait par projection. Le terme de projection a communément un sens géométrique évoquant l'idée de perspective qui s'applique à un certain nombre de systèmes ; dans son sens le plus général, un système de projection est un moyen de correspondance analytique entre les points de la surface à représenter (ellipsoïde terrestre) et les points homologues du plan. Un point sera défini sur l'ellipsoïde par ses coordonnées géographiques L et t M (latitude et longitude) et sur le plan par ses coordonnées rectangulaires X et Y , et aussi L et M .

Même si la réalisation des projections cartographiques est l'affaire de spécialistes, il est bon, pour l'étudiant, de connaître leurs principales caractéristiques et leurs propriétés afin de savoir les utiliser ou les analyser.

I.3.1 FORME DE LA TERRE :

La Terre n'est pas un corps rigide, peut être considérée comme un fluide ; la direction des forces de pesanteur varie d'un endroit à un autre en raison de la répartition hétérogène de la matière composant la Terre ; sa surface n'est donc pas régulière.

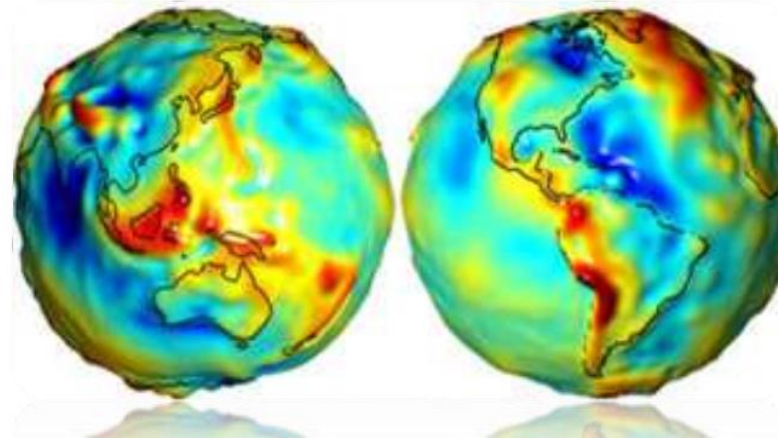



Fig. n° 1: la forme de la terre

La géodésie est la science qui a pour objet l'étude de la forme, des dimensions et du champ de gravitation de la terre. La géodésie intervient en amont de toute cartographie. Elle permet de déterminer les coordonnées (latitude, longitude et altitude) pour tout point de la surface de la terre dans un système univoque dit système géodésique de référence.



En apparence la Terre a la forme d'une sphère. En fait, elle est légèrement déformée par la force centrifuge induite par sa rotation autour de l'axe des pôles. Cette déformation est relativement faible : « tassement » de 11 km au niveau des pôles par rapport à un rayon moyen de 6 367 km et « renflement » de 11 km au niveau de l'équateur. Elle a donc l'aspect d'un ellipsoïde de révolution dont le petit axe est l'axe de rotation : l'axe des pôles (fig 1)

La surface terrestre n'est pas plane.

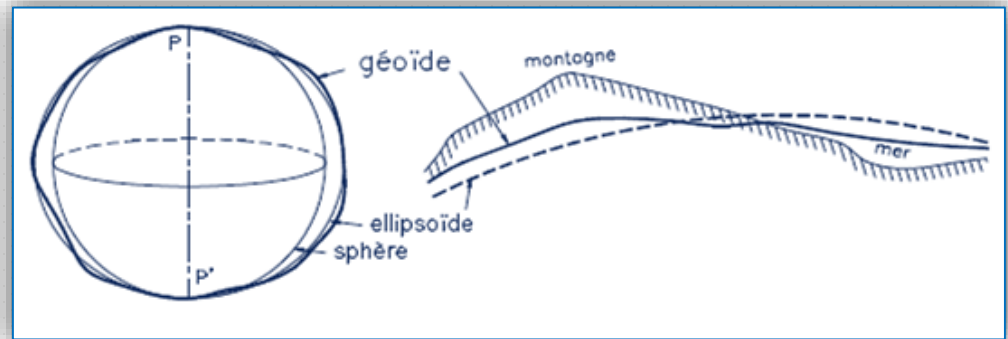


Fig. n° 2: explication de la forme sphérique de la terre

Pour effectuer des opérations de mesure et de projection, les géodésiens utilisent deux surfaces construites mathématiquement :

l'ellipsoïde et le géoïde

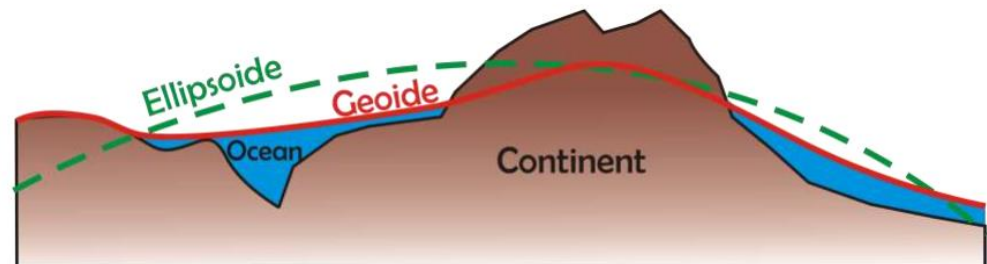


Fig. n° 3: l'ellipsoïde et le géoïde

➤ Le géoïde : correspond à une surface équipotentielle du champ de gravité, par définition sa surface est rigoureusement perpendiculaire à la direction de la pesanteur, il est défini comme la surface équipotentielle du champ de pesanteur terrestre qui coïncide avec le niveau moyen des océans.

➤ **L'ellipsoïde**: est une surface mathématique régulière. De nombreux ellipsoïdes peuvent être ajustés à la surface de la terre : des ellipsoïdes locaux pour les couvertures cartographiques nationales, des ellipsoïdes globaux pour les systèmes mondiaux. (A.Le Fur,2010)

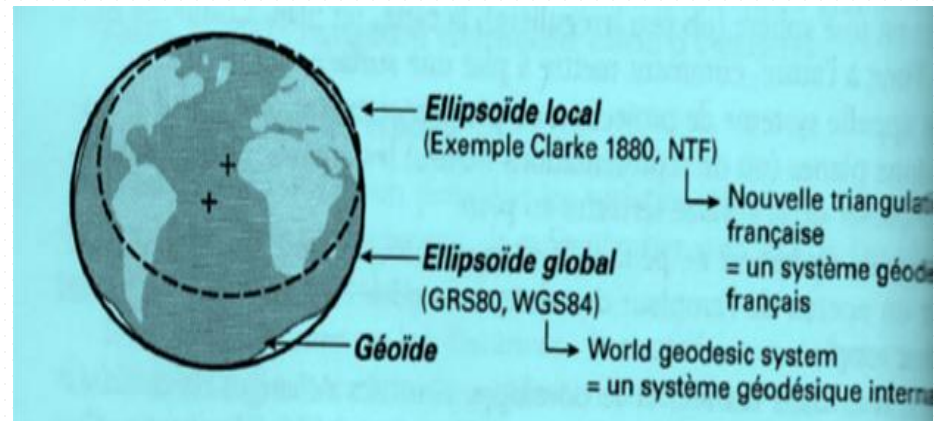
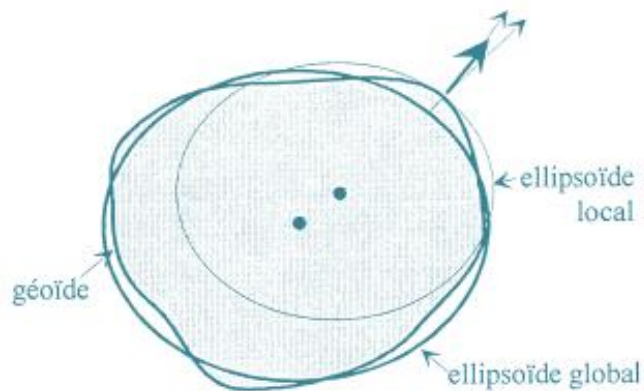


Fig. n° 2: Ellipsoïdes local et l'ellipsoïde global



I.3.2 DIFFÉRENTS TYPES DE COORDONNÉES

Les coordonnées d'un point peuvent être exprimées de différentes façons :

- **Géographiques** : latitude et longitude (valeurs angulaires)
- **Cartésiennes** : exprimées dans un référentiel géocentrique (valeurs métriques)

A. LES COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Comment repère-t-on un point à la surface de la Terre? Le globe a été divisé par un système de repérage qui est un réseau de lignes orthogonales :

- Les méridiens : grands ellipses passant par les pôles,
 - Les parallèles : lignes circulaires parallèles à l'équateur qui est le parallèle d'origine.
-
- ❖ On repère **un point P** à la surface de la Terre par sa longitude (ouest ou est du méridien de Greenwich) et sa latitude (nord ou sud de l'équateur)(fig. n°3)

sont les coordonnées géographiques exprimées en degrés ou en grades.

➤ La **longitude** d'un point P est la mesure de l'arc de l'équateur entre le méridien passant par le point P et un méridien choisi comme origine.

➤ La **latitude** du point P est la mesure de l'arc du méridien passant par P, compris entre l'équateur et le point P.

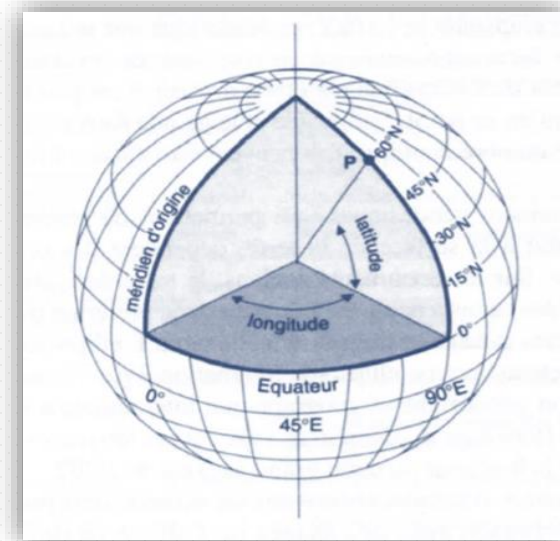


Fig. n° 3: Les coordonnées géographiques

B. LES COORDONNÉES GÉOCENTRIQUES OU CARTÉSIENNES

est un repère possédant les caractéristiques suivantes :

- le centre O est proche du centre des masses de la Terre
- l'axe OZ est proche de l'axe de rotation terrestre
- le plan OXZ est proche du plan méridien origine

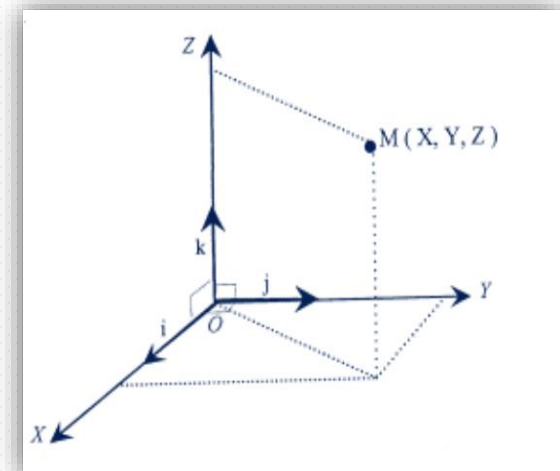
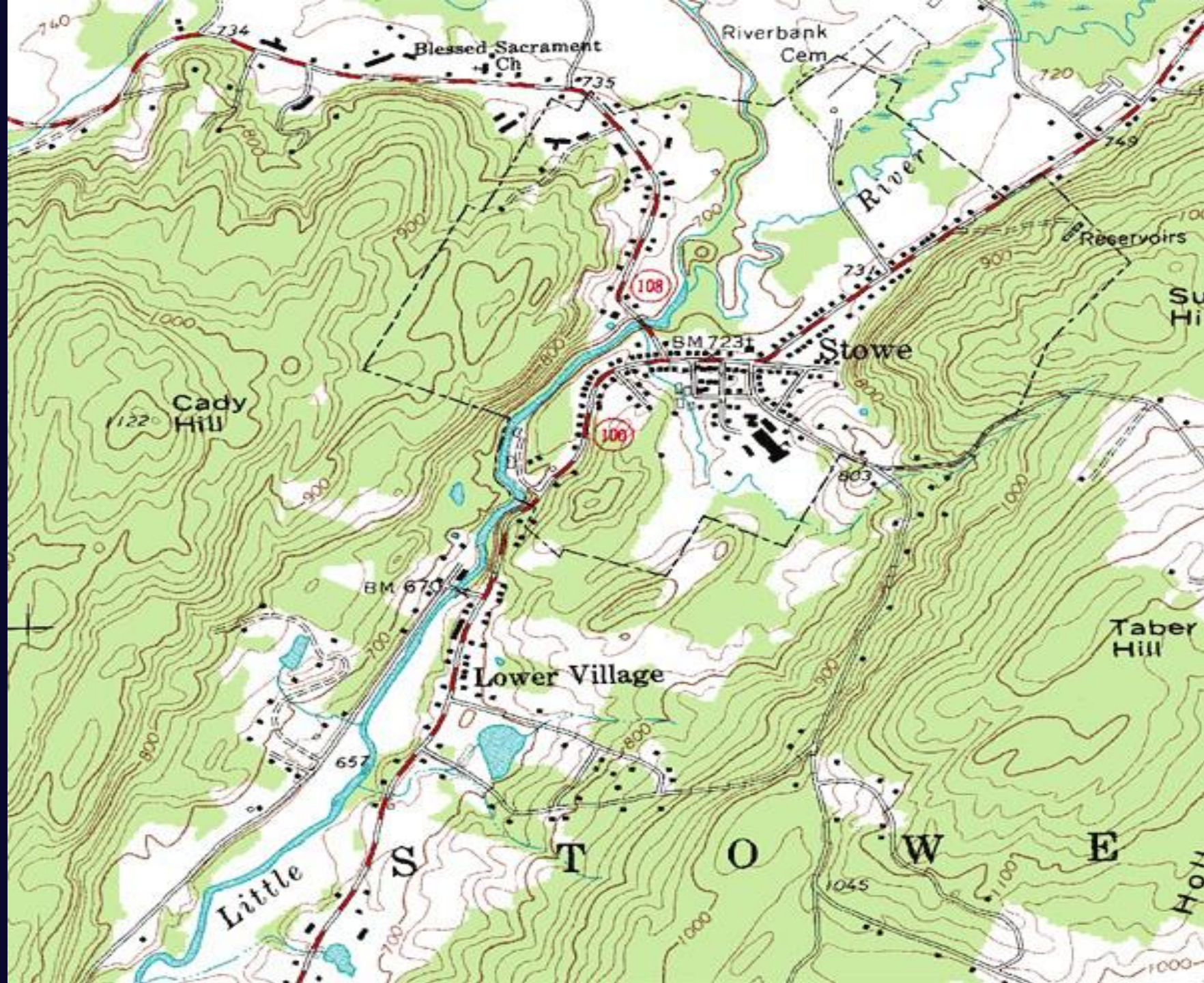


Fig. n° 4: Les coordonnées cartésiennes



UNE QUESTION FONDAMENTALE QUI SE POSE:

Comment passer?

D'un sphère



À un plan



La réponse: il faut utiliser un système de projection



I.3.3 LES SYSTÈMES DE PROJECTIONS :

Un système de projection établit par le calcul une correspondance entre les points d'un ellipsoïde et ceux du plan de la carte. Cette opération engendre des déformations qui affectent les longueurs, les angles et les surfaces.

On classe les systèmes de représentations planes selon la nature des altérations et selon les modes de construction (surfaces de projection, points de vue de la projection, position du point de tangence sur la sphère); les diverses catégories ainsi définies se recouvrent et se complètent.(A.Le Fur, 2010)

I.3.3 .1CLASSEMENT DES SYSTÈMES DE PROJECTION SELON LES ALTÉRATIONS :

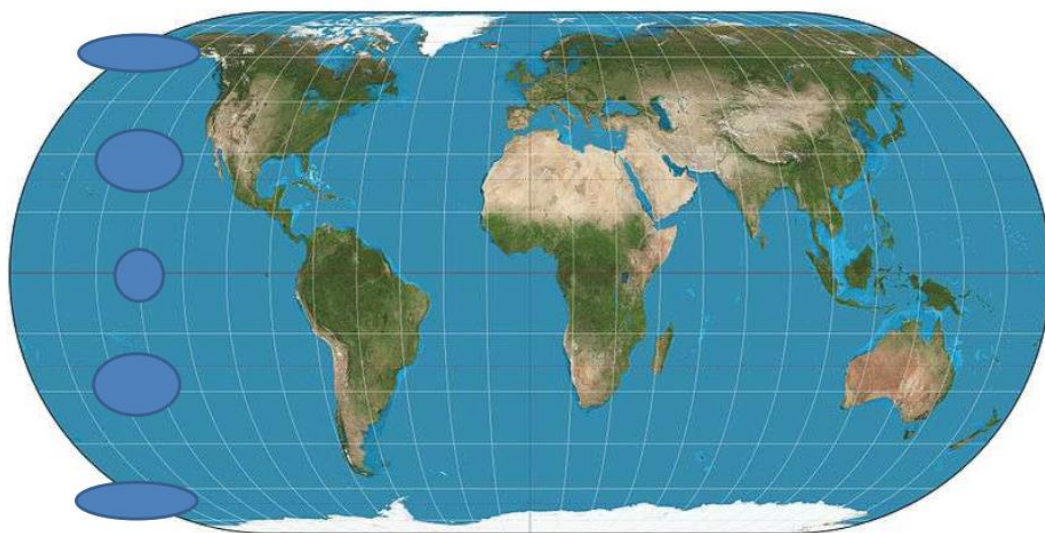
•**Les projections conformes** : On observe une conservation des angles élémentaires formés par des directions quelconques. Les méridiens et les parallèles se coupent à angle droit. En revanche, l'altération des surfaces s'amplifie au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre de projection.

➤ la projection de Mercator (1569) est la projection conforme la plus connue.

Les projections équivalentes : On obtient une conservation des surfaces ou, plus précisément, du rapport des surfaces de la terre à la carte. Mais plus on s'éloigne du centre de projection, plus les formes des surfaces considérées sont déformées car les altérations angulaires sont alors maximales. (M. Béguin – D. Pumain, 2010)


➤ Ex. la projection de Eckert IV.

PROJECTION CONFORME



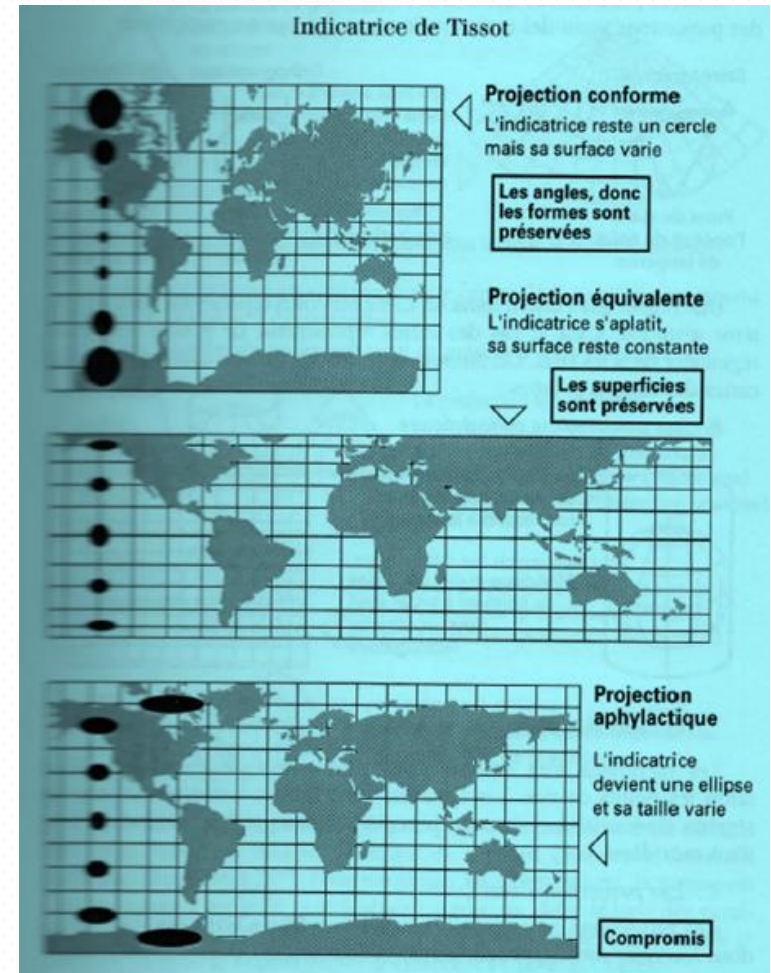
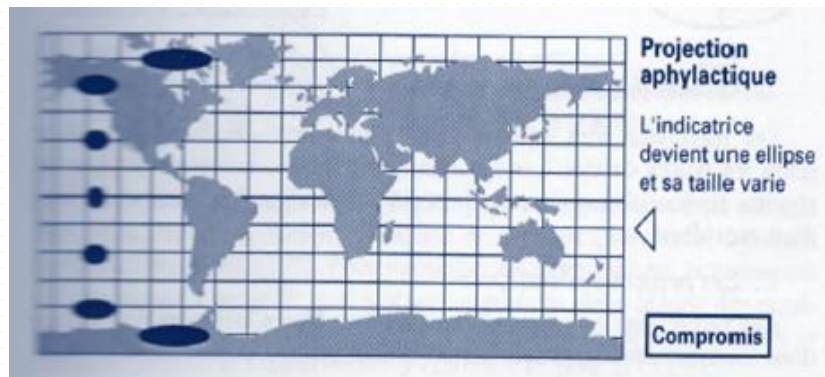
L'indicatrice s'aplatit, sa surface reste constante

PROJECTION ÉQUIVALENTE



• **Les projections aphyllactiques** : Ni les angles ni les surfaces ne sont conservés. Ces projections tentent de compenser au mieux les différentes altérations (linéaires, surfaciques, angulaires). Elles sont sans propriété géométrique particulière.

➤ Les plus connues sont les projections équidistantes (équidistance des parallèles et orthogonalité du réseau géographique).

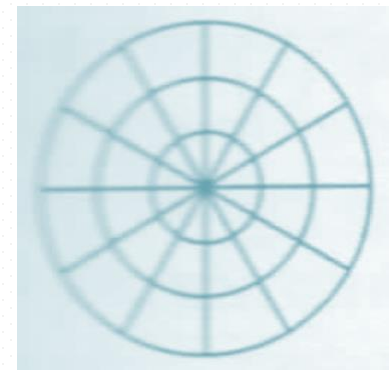
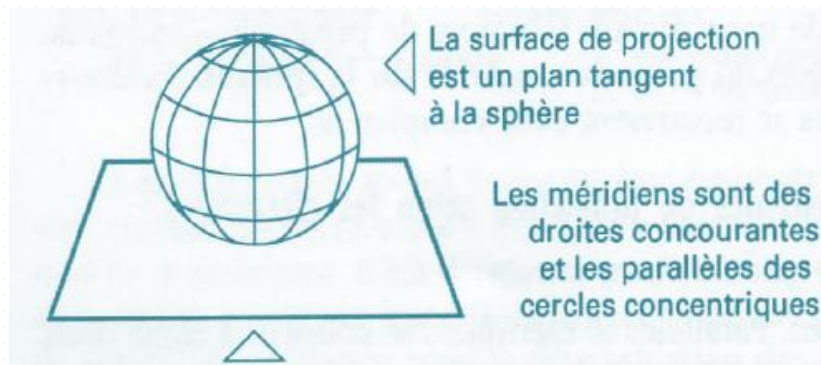


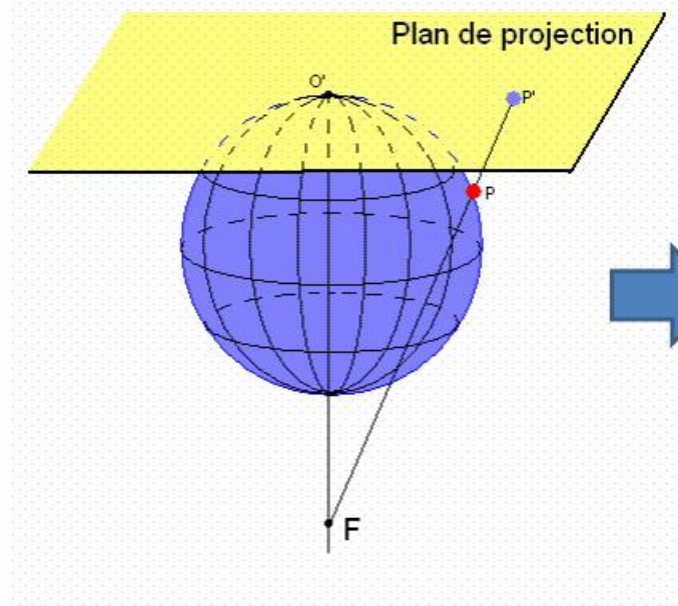
L'indicatrice de Tissot matérialise ces déformations en montrant comment un cercle infiniment petit de la surface sphérique se transforme sur le plan.

1.3.3 .2 CLASSEMENT DES SYSTÈMES DE PROJECTION SELON LES MODES DE CONSTRUCTION:

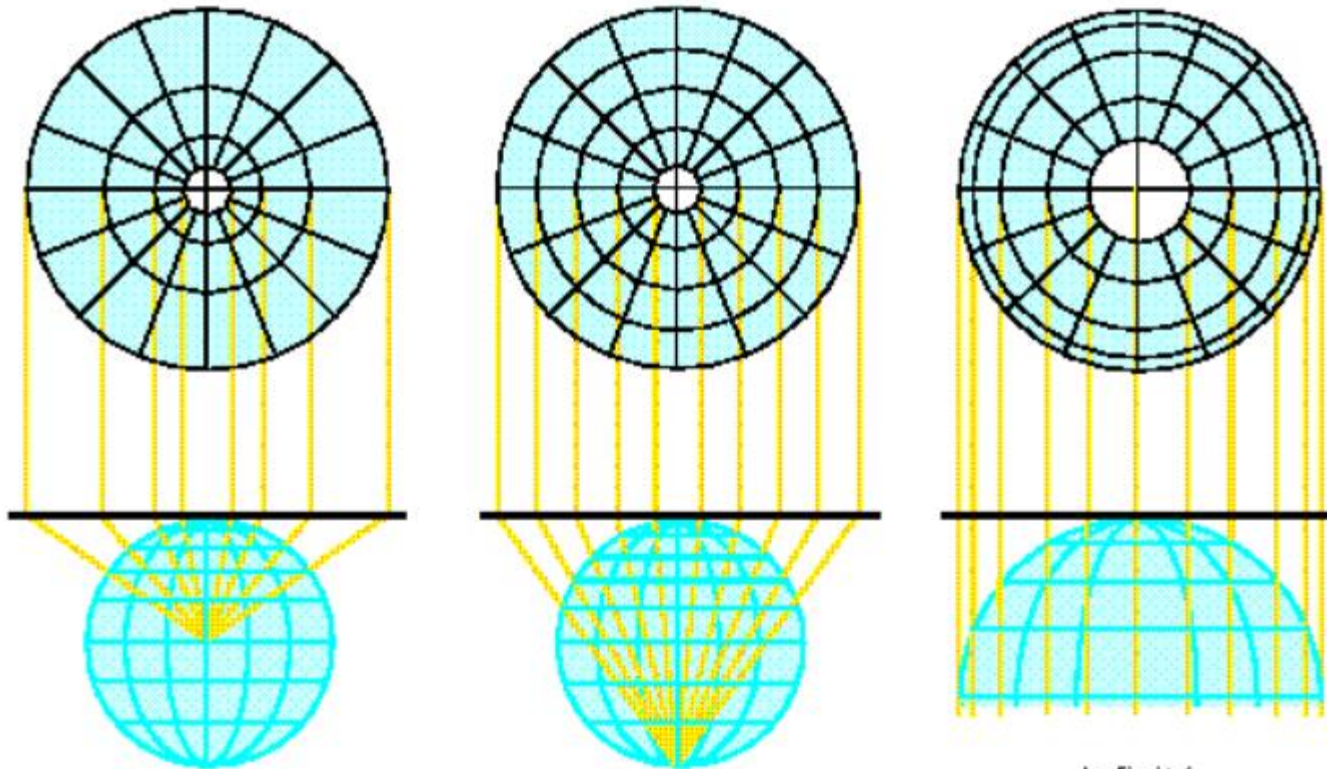
Les projections peuvent être classées selon leurs propriétés géométriques qui varient selon le point de vue de la projection, la position et la forme de la surface utilisée. Selon le choix du pivot (centre de projection), ces projections seront dites par ailleurs : en aspect direct ou polaire si le pivot est l'un des pôles ; en aspect transverse, si le pivot est un point de l'équateur; en aspect oblique pour tous les autres cas.

- Les projections azimutales : On projette une portion de l'ellipsoïde sur un plan tangent à la sphère à partir d'un point de vue.
- Si le plan est tangent au niveau du pôle, on est dans le cas d'une projection azimutale polaire. la déformation est nulle au point de contact entre le globe et le plan de projection.





Ces projections purement géométriques sont dites perspectives : si le point de vue est au centre de la Terre, la projection est dite **gnomonique** ; si le point de vue est à l'opposé du point de tangence du plan et de la sphère, la projection est dite **stéréographique**; si le point de vue est à l'infini, la projection est dite **orthographique**.



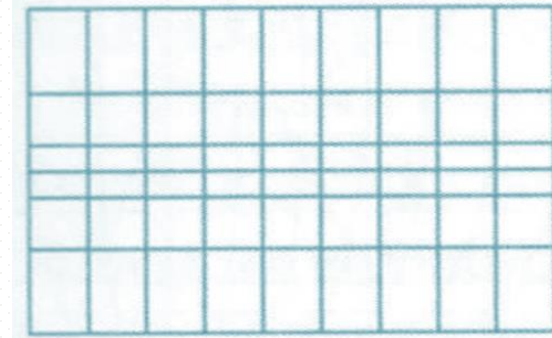
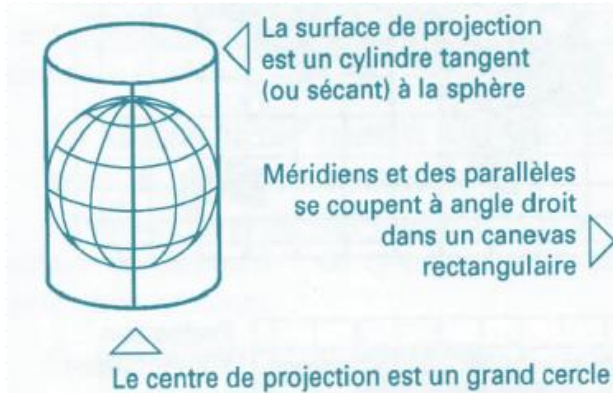
Gnomonique

Stéréographique

Orthographique

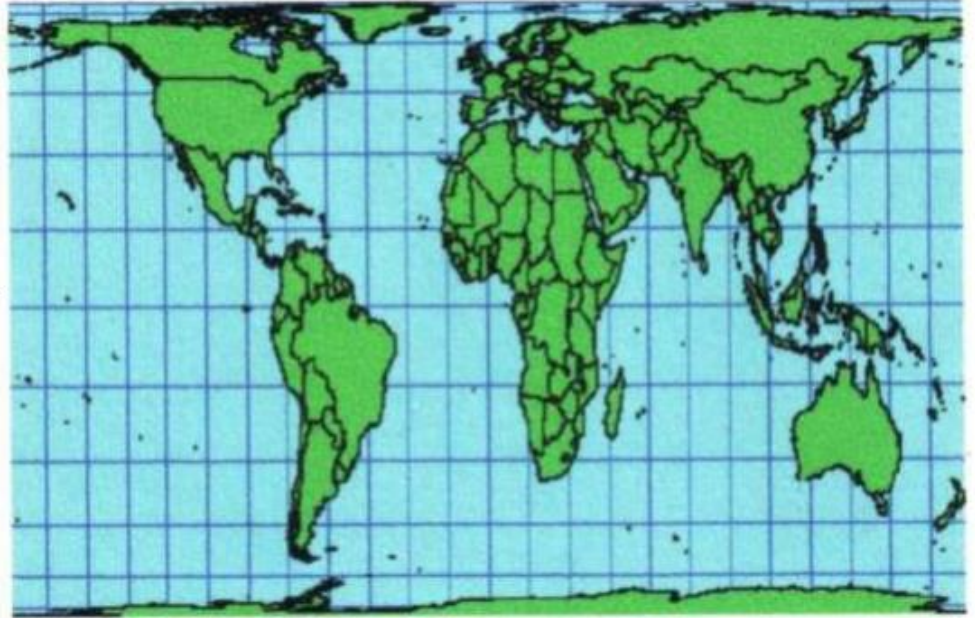
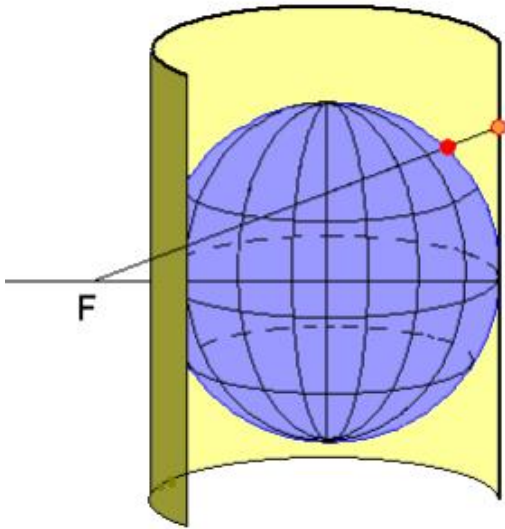
Infinité


- Les projections cylindriques : La surface de référence a la forme d'un cylindre tangent ou sécant à l'ellipsoïde.



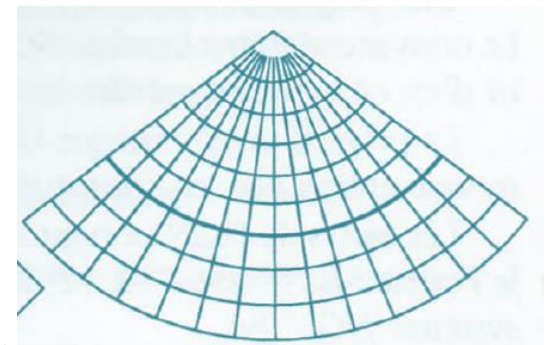
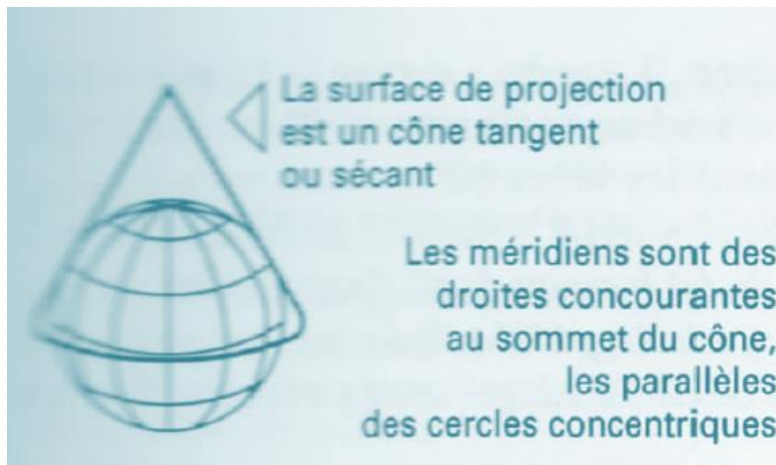
- **En aspect direct** : le cylindre est tangent au niveau de l'équateur ou sécant au niveau de deux parallèles symétriques de part et d'autre de l'équateur. Lorsque l'on développe le cylindre, les méridiens et les parallèles se présentent sous forme de droites se coupant à angle droit (canevas rectangulaire), mais dont l'espacement dépend de la position du point de vue et de la loi de projection choisie. Le centre de projection est l'équateur quand le cylindre est tangent à l'équateur ; dans le cas d'un plan cylindrique sécant, ce sont les deux parallèles qui deviennent les centres de projection. La projection cylindrique en aspect direct la plus fréquemment utilisée est la projection conforme de Mercator, qui présente d'énormes déformations des surfaces aux latitudes élevées.

- **En aspect transverse**: le cylindre est tangent aux deux pôles. Ce système est très employé pour la cartographie à grande échelle, et la projection à retenir est celle de Gauss ou celle dite U TM (Universal Transverse Mercator) mise au point pour l'OTAN.



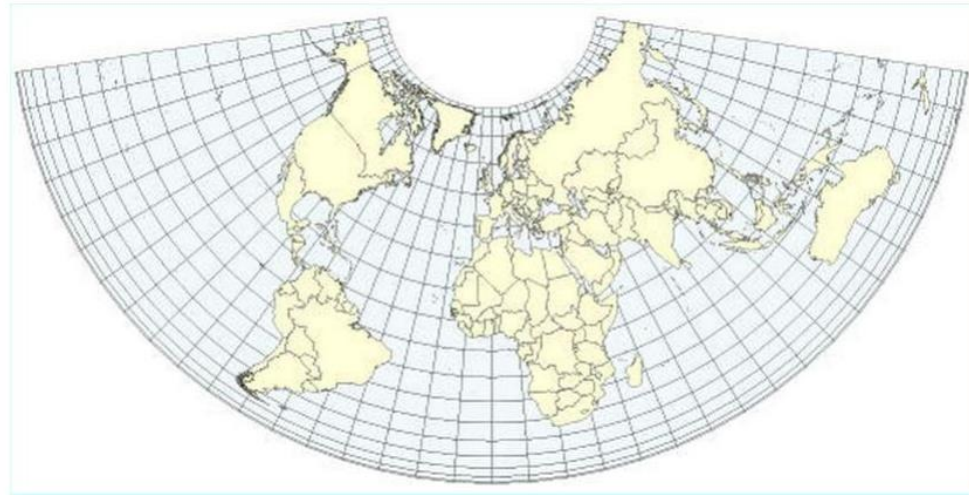
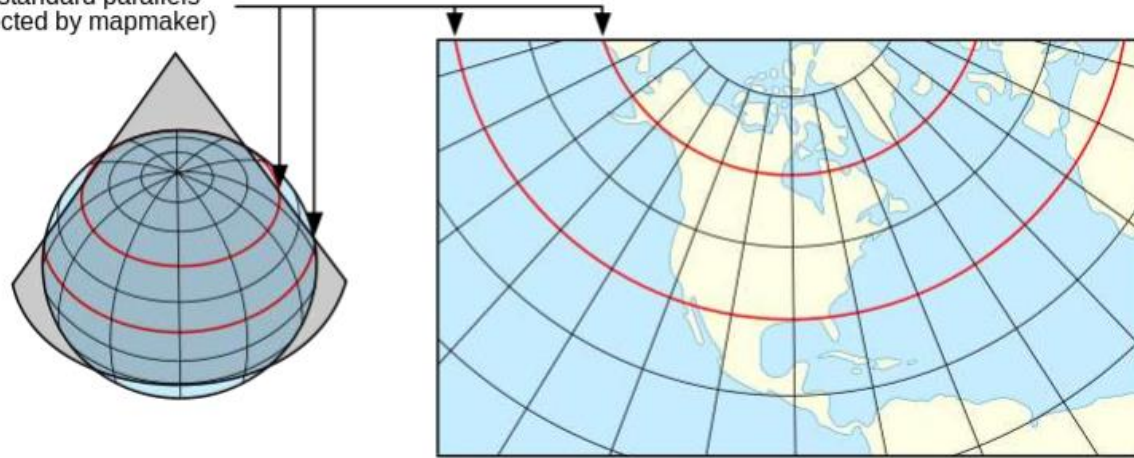


▪ Les projections coniques : La surface de référence se présente sous la forme d'un cône ou d'un tronc de cône tangent ou sécant à la sphère. On utilise essentiellement l'aspect direct, l'axe du cône est confondu avec l'axe des pôles. Lorsque l'on développe le cône, les méridiens sont des droites rayonnantes et les parallèles des arcs de cercles concentriques. On trouve dans ce système la projection d'Albers tronconique équivalente utilisée aux Etats-Unis, la projection conique équivalente de Lambert, la projection conique conforme de Lambert utilisée en France.




Projection conique conforme de Lambert

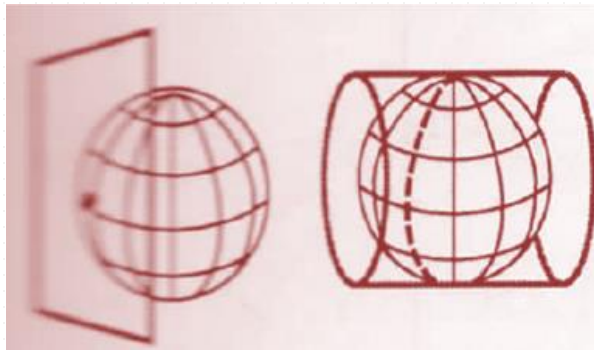
Two standard parallels
(selected by mapmaker)



Projection Albers: projection conique notamment utilisée par l'Angleterre et les Etats-Unis



La projection est **directe** :
la surface de projection est centrée
sur un pôle (projection azimutale),
sur l'équateur (projection cylindrique)
ou sur un parallèle (projection conique)



La projection est **transverse** :
la surface de projection est centrée sur un
point de l'équateur (projection azimutale)
ou sur un méridien (projection cylindrique).

La projection est **oblique** :
la surface de projection est centrée sur un
point quelconque de la sphère.

