

Qu'est-ce qu'un système de projection ?

Pour comprendre la notion de projection, il convient de connaître quelques concepts de **géodésie**.

Géodésie : science qui étudie la mesure des dimensions et la forme de la terre. Cette science intervient en amont de la cartographie et permet (entre autre) d'assurer le positionnement des bases de données géographiques nécessaire aux SIG

La forme de la terre est régit par un phénomène physique fondamentale, **la pesanteur** (force attractive résultante exercée sur chaque point matériel). De ce fait, la terre est assimilée à une sphère de forme imparfaite, **le géoïde**.

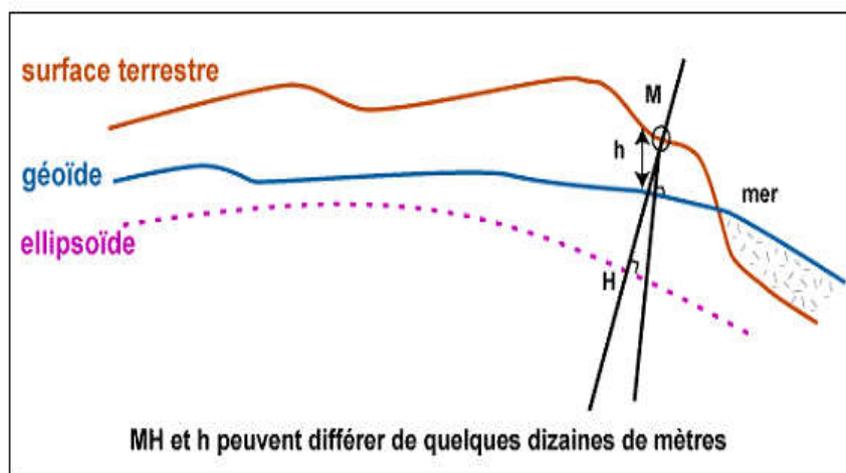
Définition du géoïde : surface équipotentielle des forces de la pesanteur représentée par la surface moyenne du niveau des mers qui se prolonge sous les continents.

Cette surface théorique se rapproche le plus de la forme réelle de la terre puisque la surface des océans (les $\frac{3}{4}$ du globe) se confond avec le géoïde. Le géoïde est essentiellement utilisé qu'en altimétrie. Pour traiter la **représentation planimétrique** de la surface de la terre on assimile le géoïde à un **ellipsoïde de révolution** (c'est à dire une sphère aplatie aux pôles).

L'ellipsoïde est une surface mathématique, la plus proche de la surface de la terre, abstraction faite du relief. C'est essentiellement cette notion qui est utilisé dans le domaine des SIG et de la cartographie.

Géoïde : Surface théorique la plus proche de la surface de la terre.

Ellipsoïde : Surface mathématique la plus proche du géoïde.



Pour les besoins cartographiques, on doit représenter sur une surface plane l'image de la terre assimilée à un ellipsoïde, ce qui nécessite l'utilisation d'une représentation plane (ou projection).

Les coordonnées planes ainsi obtenues permettent des mesures directes sur la carte (angles, surfaces) mais toutes représentations planes engendrent des déformations (les distances ne sont jamais conservées)

Ellipsoïdes

L'ellipsoïde de révolution ("sphère aplatie aux pôles") est un modèle mathématique utilisé pour le calcul et que l'on définit pour qu'il soit le plus près possible du géoïde. Il existe de nombreux modèles d'ellipsoïdes. A chaque référentiel géodésique est associé un ellipsoïde sur lequel on a fixé un méridien comme origine des longitudes et qui est parfaitement défini par le demi - grand axe a et une des différentes valeurs :

demi grand - axe	a
demi petit - axe	b
inverse de l'aplatissement	$\frac{1}{f} = \frac{a}{a-b}$
première excentricité	$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$
carré de l'excentricité	$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$
deuxième excentricité	$e' = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{b^2}}$

Modèles d'ellipsoïde					
Système géodésique	Ellipsoïde associé	a	b	1/f	e
NTF	Clarke 1880 IGN	6378249,2	6356515,0	293,466021	0,08248325676
ED50	Hayford 1909	6378388,0	6356911,9461	297,000000	0,08199188998
WGS84	IAG GRS 1980	6378137,0	6356752,314	298,257222	0,08181919106

Systèmes de projection

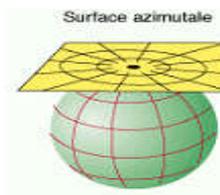
- La **mise à plat d'un monde sphérique** est un problème majeur ayant conduit à la mise au point de **plusieurs systèmes de projection**.
- Une **projection** est un **ensemble de procédés de représentation de la sphère terrestre sur une surface plane** comme la feuille de papier.

Types de projections

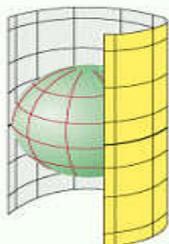
3 types de projections techniques sont la base des projections associées aux différents systèmes géodésiques :

- 1 - la projection cylindrique
- 2 - la projection conique
- 3 - la projection azimutale

La **projection azimutale** consiste à projeter une portion de l'ellipsoïde sur un plan tangent à la sphère (ce type de projection est aussi appelé projection perspective ou projection zénithale).



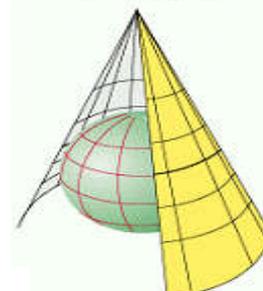
Surface cylindrique



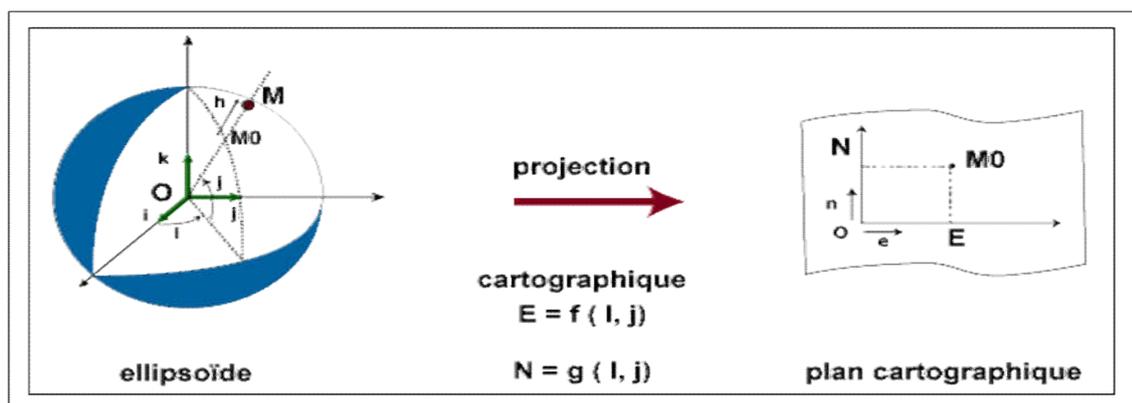
La **projection cylindrique** : la surface de référence à la forme d'un cylindre, tangent ou sécant à l'ellipsoïde.

La **projection conique** : la surface projetée est un cône tangent ou sécant à la sphère.

Surface conique



Mathématiquement, la projection sera une fonction qui à un ellipsoïde (ou à un morceau d'ellipsoïde) fera correspondre un plan de projection (ou une partie de plan)



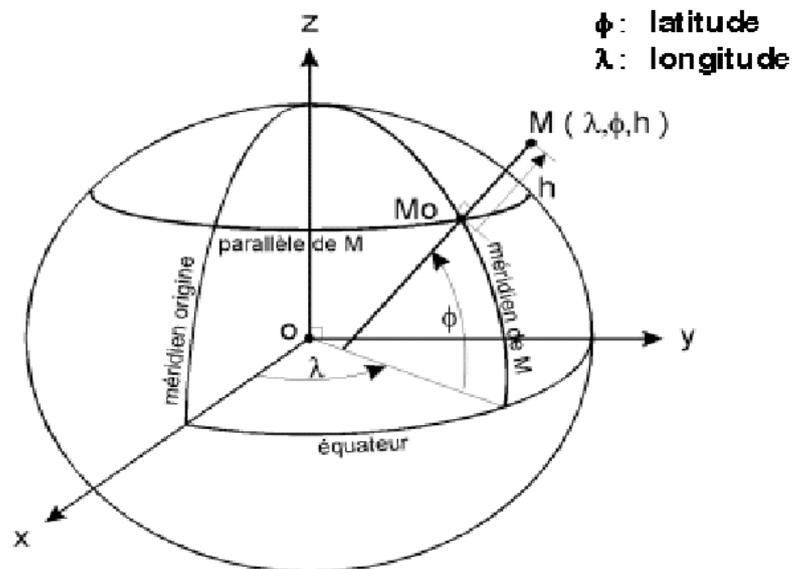
- Les projections servent à transformer les coordonnées géographiques en coordonnées planes à l'aide d'un ensemble d'équations algébriques.
- Quand à la **déprojection**, elle consiste à la transformation de coordonnées planes en coordonnées géographiques.
- **Toutes les projections** comportent des déformations inévitables de forme, de distance ou de superficie lorsque le territoire projeté est vaste.

Des **systemes de coordonnées sont nécessaires**

- Il s'agit généralement de **systeme de géoréférences continues, numériques et universelles**
- Ils s'appuient sur des mesures de déplacement par rapport à une position de référence appelée **origine**
- Les **géoréférences** sont de 2 types :
 - **Géographiques** (elles sont globales)
 - **Planes** (cartographiques ou projetées ; elles renvoient à une projection cartographique bien définie)

Coordonnées géographiques (λ, Φ, h)

Exprimées en grades ou en degrés sexagésimaux, les coordonnées géographiques donnent la latitude et la longitude d'un lieu par rapport à un méridien origine :



Notation des unités angulaires pour les latitudes et longitudes :	
degrés, minutes, secondes sexagésimaux	° ' "
degrés, minutes décimales	° '
degrés décimaux	°
grades (ou gon)	gr
radians	rd

Approches numériques :		
1°	= 60'	= 3 600"
180°	= 200 gr	= 3.141592654 rd
48.61°	= 48° 36.6'	= 48° 36' 36"
48.60°	= 54 gr	

Exemples de projections

Nous allons présenter deux exemples de projections géographiques qui sont parmi les plus utilisées : la projection UTM (Universal Transverse Mercator) et la projection conique **Lambert**.

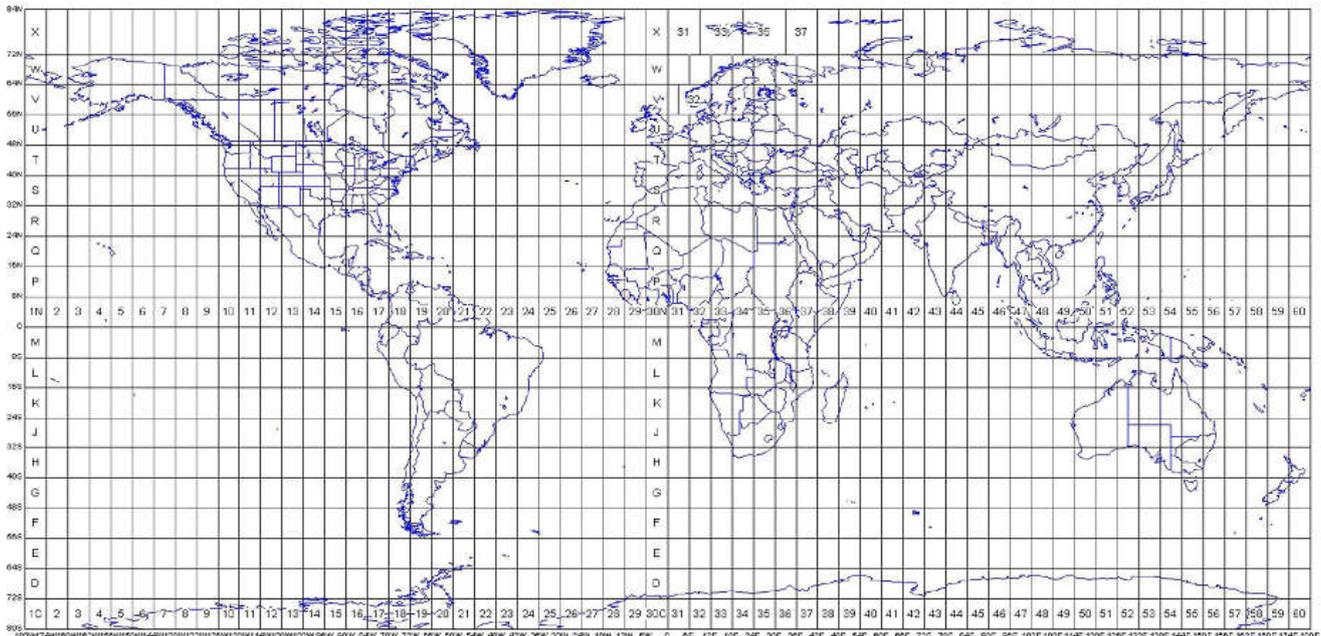
La projection Mercator est une projection cylindrique transverse,

La projection Lambert est une conique conforme qui permet de représenter des surfaces plus importantes que la projection UTM

Projection Mercator-Traverse-Universelle (UTM)

- Globe divisé en **60 zones** de **6° de longitude** de large.
- Numéros de zones croissant d'ouest en est à partir du **méridien 180°**, allant de 1 à 60.
- **Chacune des zones est centrée sur un méridien** de façon à ce qu'il y ait **3°** de chaque côté de ce méridien central.

Fuseaux Mercator-Tranverse-Universel

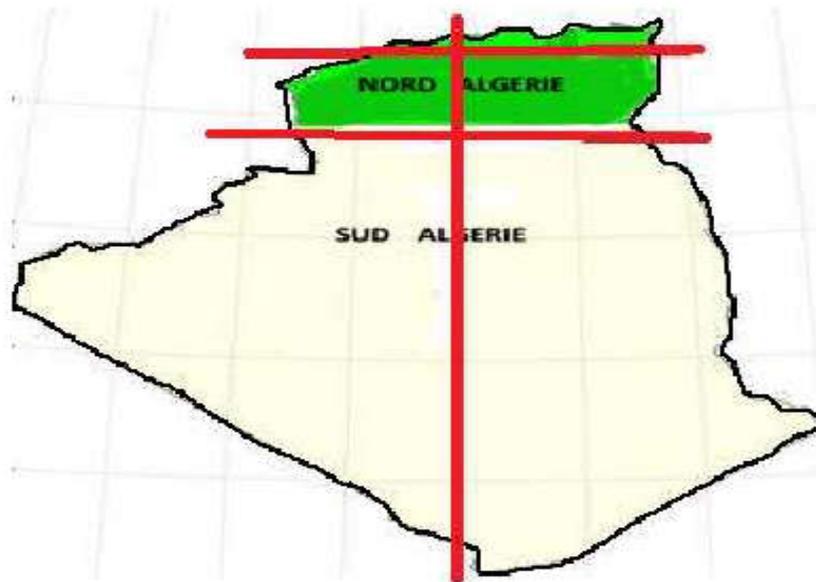


Système cartographique en Algérie

La projection Lambert

Durant la période coloniale, l'Algérie a utilisé la projection Lambert. Dans le but de minimiser les déformations (altérations linéaires), l'Algérie a été découpée en deux zones (d'après l'institut national des cartes topographiques INST)

- Une projection appelée "Lambert Nord" qui couvre le nord de l'Algérie
- Une projection appelée "Lambert Sud" qui couvre le sud de l'Algérie



La représentation cartographique UTM

La représentation cartographique plane en vigueur adopté par l'Algérie en 2003 est l'UTM (Universel Transverse Mercator). L'Algérie s'étale de l'Ouest à l'Est sur quatre fuseaux : le 29 30, 31 et 32 soit de 9° à l'Ouest du méridien d'origine et à 12° à l'Est du méridien d'origine

