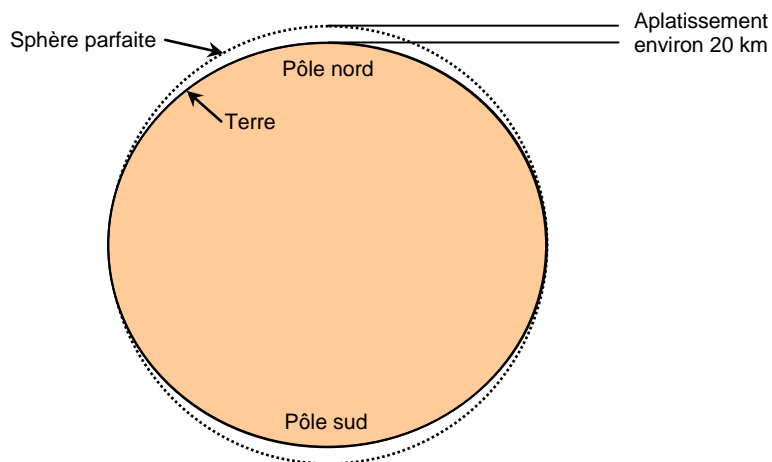


LA GÉODÉSIE : DE LA TERRE À LA CARTE

La géodésie est la science qui étudie la forme de la terre et la façon de se repérer à sa surface.

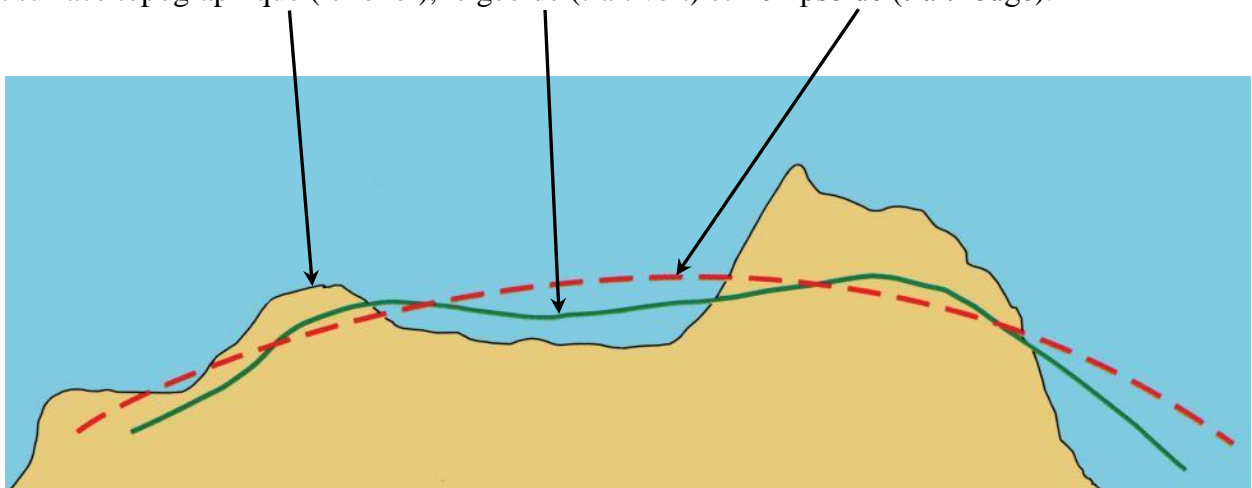
LA TERRE N'EST PAS RONDE

La terre n'est pas une sphère, mais plutôt une boule aplatie aux pôles (en gros, un ellipsoïde), en raison de la force centrifuge dégagée par la rotation de la terre. Entre une sphère parfaite et la forme de la terre, il y a 20 km de différence au pôle nord et 20 km au pôle sud.



La géodésie considère trois surfaces distinctes :

la surface topographique (le relief), le géoïde (trait vert) et l'ellipsoïde (trait rouge).



LE GÉOÏDE

Le géoïde est une figure mathématique cherchant à reproduire la forme de la Terre et correspondant à la surface moyenne des océans (niveau moyen des mers) et à son prolongement virtuel sous les terres émergées. Ce « niveau zéro » tient compte de la force de gravité et s'ajuste différemment aux masses d'eau et aux masses continentales. La forme du géoïde est déterminée à la fois par les mesures gravimétriques au sol et par des mesures d'altimétrie réalisées à partir de satellites

Définition officielle : le géoïde est la surface équipotentielle du champ de gravité terrestre (surface où la pesanteur est identique). Il coïncide avec le niveau moyen des mers supposées au repos, mais il est déformé par les creux (fosses marines) et les bosses (montagnes) induisant une inégale répartition des masses de la Terre.

L'ELLIPSOÏDE

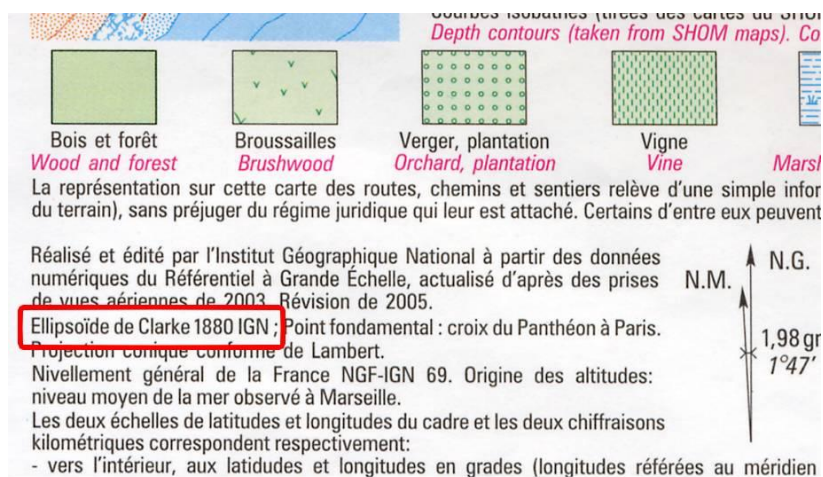
On appelle ellipsoïde la surface mathématique qui se rapproche le plus du géoïde. La Terre est assimilée à un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles. Le calcul de l'ellipsoïde est établi à partir d'un point fondamental arbitraire tel qu'en ce point l'ellipsoïde et le géoïde soient confondus. Il en résulte que de nombreux ellipsoïdes peuvent être ajustés à la surface de la terre.

En effet le choix de l'ellipsoïde dépend de la zone d'intérêt. Ses paramètres sont choisis afin de minimiser l'écart local entre l'ellipsoïde et le géoïde.

Il existe donc plusieurs ellipsoïdes entre autres :

L'ELLIPSOÏDE DE CLARKE 1880 FRANÇAIS

Il est encore utilisé par l'IGN. Les coordonnées géographiques, latitudes et longitudes, s'expriment généralement en grades.



Extrait de la carte IGN 12450T Hendaye St-Jean-de-Luz

L'ELLIPSOÏDE HAYFORD 1909

Associé à l'ED50, utilisé aussi par l'IGN. Il est aussi le système géodésique de référence pour les travaux géographiques militaires dans le cadre de l'OTAN.

LE WGS84

Le *World Geodetic System*, créé en 1984 et défini par le département de la défense américain, est le système géodésique associé au GPS ; il s'est rapidement imposé comme la référence universelle pour la cartographie et le GPS.

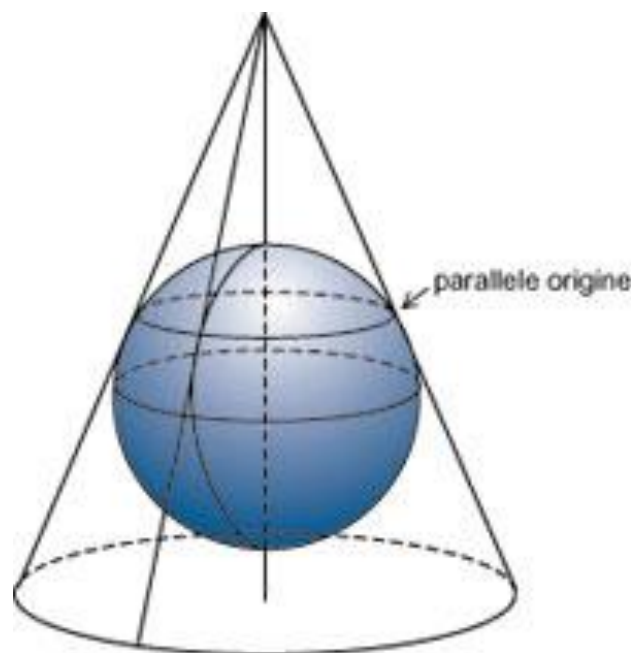
Sa principale caractéristique est que le centre de l'ellipsoïde est confondu avec le centre (masse) de la terre.

LE SYSTÈME GÉODÉSIQUE ET LA PROJECTION

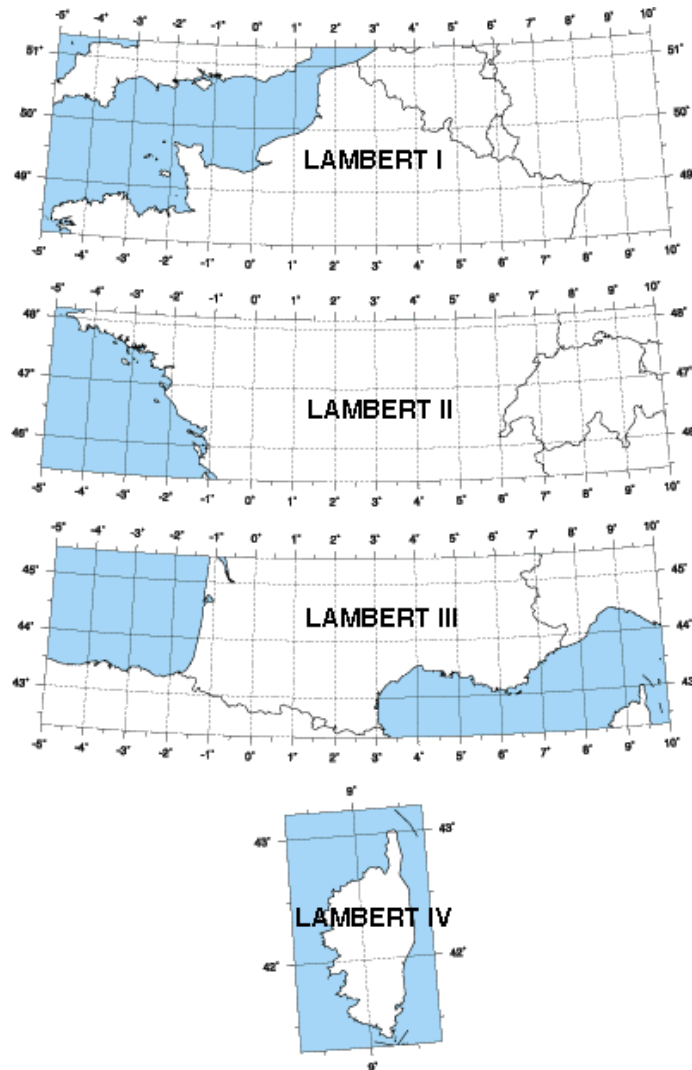
Pour localiser un point à la surface de la Terre dans les trois dimensions (latitude, longitude, altitude), un système géodésique associe un ellipsoïde à une projection, ce qui représente le passage d'une surface quasi sphérique (la terre) à une surface plane (la carte).

LA NTF (= ELLIPSOÏDE DE CLARKE + PROJECTION LAMBERT)

Le système traditionnel en France jusqu'à la fin du XX^e siècle était la NTF (Nouvelle Triangulation de la France) : système géodésique basé sur l'ellipsoïde de Clarke 1880 associé à la projection Lambert. Le point fondamental est au Panthéon à Paris. La coordonnée verticale se référait au système NGF (Nivellement Général de la France). Il s'agit d'une réalisation bidimensionnelle effectuée par mesures angulaires de la fin du XIX^e siècle à 1991. La précision est de niveau centimétrique (croix gravée des bornes en granit, dites « bornes géodésiques »). **La plupart des cartes de l'IGN sont toujours dans ce système.**



Dans cette projection, la France métropolitaine est découpée en 4 zones : Lambert I, II, III, IV (Corse). Pour des besoins de représentation globale de la France une projection Lambert II étendu a été créée.



Projection conique conforme de Lambert

LE RGF93

Le RGF93, qui a succédé à la NTF, est désormais le système géodésique officiel français. Il est basé sur l'ellipsoïde IAG-GRS80, identique au WGS84. La projection associée est la projection Lambert93 (projection conique conforme).

L'ED50

L'*European Datum* (ED50) est un système européen unifié, basé sur l'ellipsoïde Hayford 1909. Le point fondamental est à Potsdam, en Allemagne. La projection courante est UTM.

LE WGS84 ET L'UTM

Le *World Geodetic System 1984* (WGS84) 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. La projection courante est UTM.

L'UTM (*Universal Transverse Mercator*) est un système de référence géospatiale permettant d'identifier n'importe quel point sur notre planète.

Dans ce système, la surface de la Terre est découpée en 60 fuseaux de 6 degrés dans l'hémisphère nord et autant dans l'hémisphère sud, soit au total 120 zones. Le territoire français métropolitain est situé sur 3 fuseaux : 30, 31 et 32.

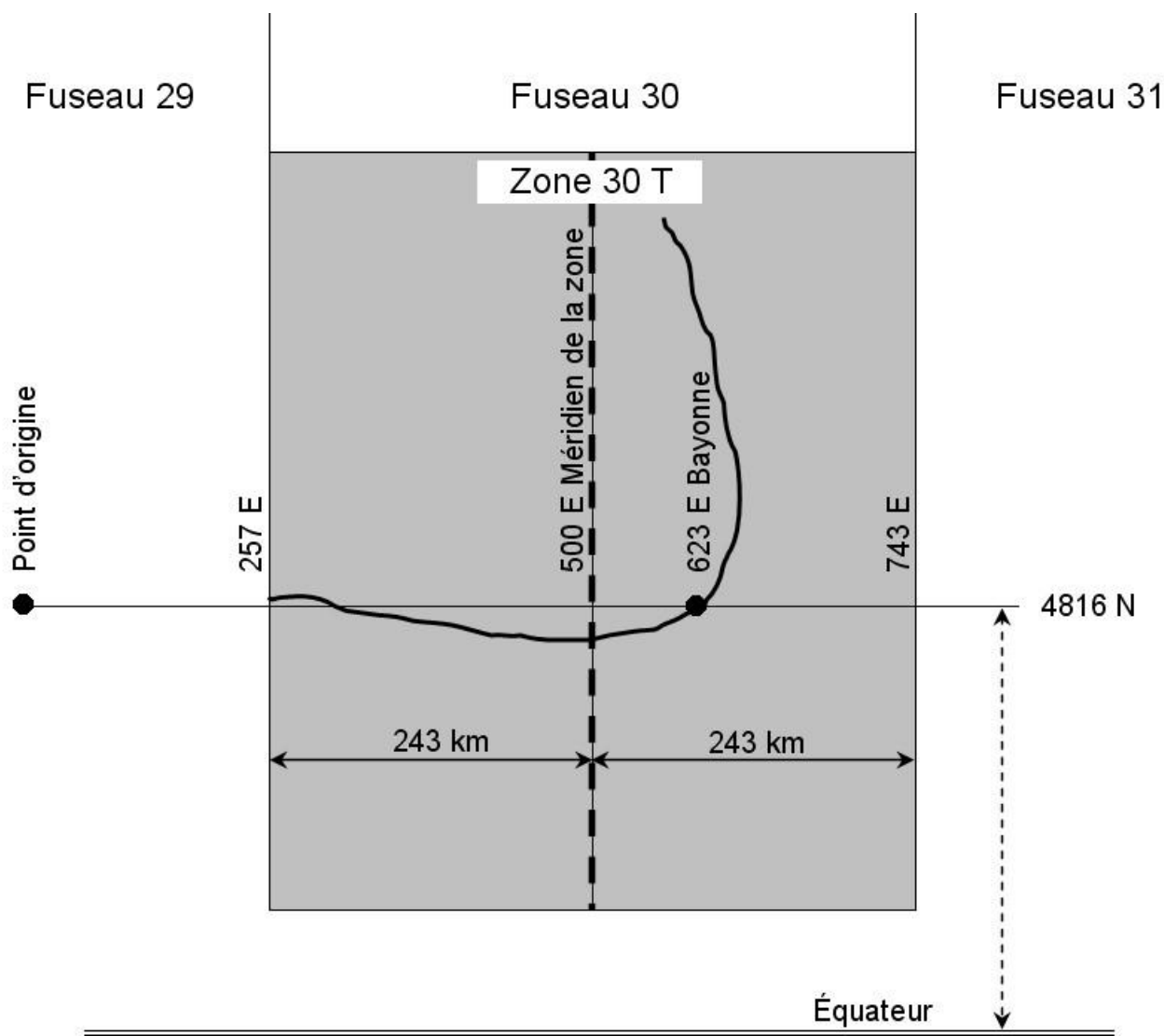


La projection UTM est associée à un point de référence virtuel situé :

- pour l'hémisphère nord : sur l'équateur à 500 km à l'ouest du méridien central de la zone considérée ;
- pour l'hémisphère sud : sur le parallèle situé à 10 000 km au sud de l'équateur et 500 km à l'ouest du méridien central de la zone considérée.

Ce décalage de point de référence permet d'avoir des coordonnées positives pour l'intégralité des points de la zone.

Exemple de Bayonne, dans la zone 30 T



Coordonnées de Bayonne, Centre Nelson Paillou : 30 T 623461 E – 4816083 N

LES CARTES COMPATIBLES IGN

Les cartes de randonnée de l'IGN (« compatibles GPS ») utilisent une projection Lambert, avec un carroyage UTM, et les coordonnées UTM sur les marges extérieures.

Deux systèmes géodésiques sont donc figurés sous forme de coordonnées dans la marge :

- le système français NTF (méridien de Paris) en grades, projection Lambert zone III (dans notre région) et Lambert zone II étendu ;
- le système géodésique mondial WGS84 (ou RGF 93 qui est pratiquement équivalent) avec les coordonnées UTM (du moins pour les cartes « compatibles GPS »).

Dans ce système UTM, les chiffres bleus à l'extérieur des marges gauche et droite indiquent en kilomètres le positionnement au nord du point repère du fuseau, et les chiffres au-dessus et au

dessous des marges inférieure et supérieure indiquent, en km, la distance à l'est du point repère du fuseau. Les repères sont espacés sur la carte de 4 cm, soit 1 km sur une carte au 25 000^{ème}.

LES DIFFÉRENTS TYPES DE COORDONNÉES

Il existe deux grands types de coordonnées pouvant servir à décrire un point dans l'espace.

- 1) Les coordonnées cartésiennes, de type x, y, sont liées à un point d'origine ou de référence (système décimal) : c'est le système UTM ;
- 2) les coordonnées géographiques (latitude, longitude) sont exprimées en angles, minutes et secondes par rapport à l'équateur et à un méridien de référence (système sexagésimal).

Par exemple, selon les systèmes, la « passerelle Henri IV » est située :

UTM / WGS84 (en mètres)	30T 0717377 E et 4795915 N
UTM / ED50 (en mètres).....	30T 0717481 E et 4796129 N
système Lambert 93 / RGF93 (en mètres)	X = 430393 et Y = 6248509
en Lambert III / NTF (en mètres)	x = 384365 et y = 3112907
en Lambert II étendu / NTF (en mètres).....	x = 383993,76 et y = 1812803
en lat/long WGS84 (degrés décimaux).....	N 43,28470 W 000,32072
en lat/long WGS84 (degrés + minutes décimales).....	N 43°17,083' W 000°19,243'
en lat/long WGS84 (degrés + minutes + secondes).....	N 43°17'05,0" W000°19'09,0"
en lat/long ED50 (degrés décimaux)	N 43,28578° W 000,31952°
en lat/long ED50 (degrés + minutes décimales)	N 43°17,148' W 000°19,172'
en lat/long ED50 (degrés + minutes + secondes)	N 43°17'08,8" W 000°19'10,3"
en lat/long NTF (grades)	N 048,09414 W 002,95235
en lat/long RGF93 (degrés décimaux).....	N 43,28471° W 000,32073°
en lat/long RGF93 (degrés + minutes décimales).....	N 43°17,084' W 000°19,245'
en lat/long RGF93 (degrés + minutes + secondes).....	N 43°17'04,9" W 000°19'14,6"

Patrice BELLANGER, CDRP64