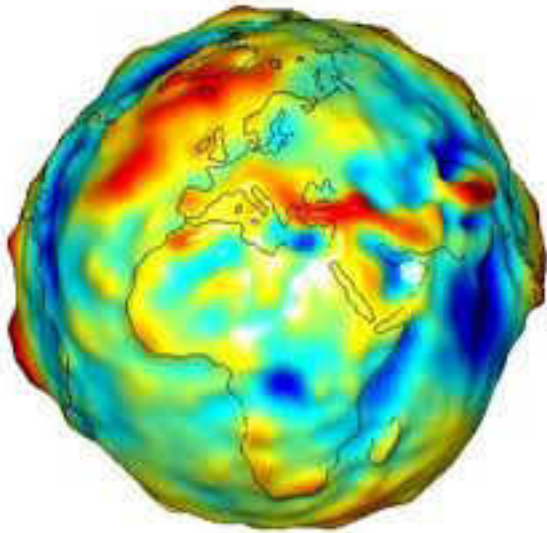


LA GÉODÉSIE DE LA TERRE À LA CARTE



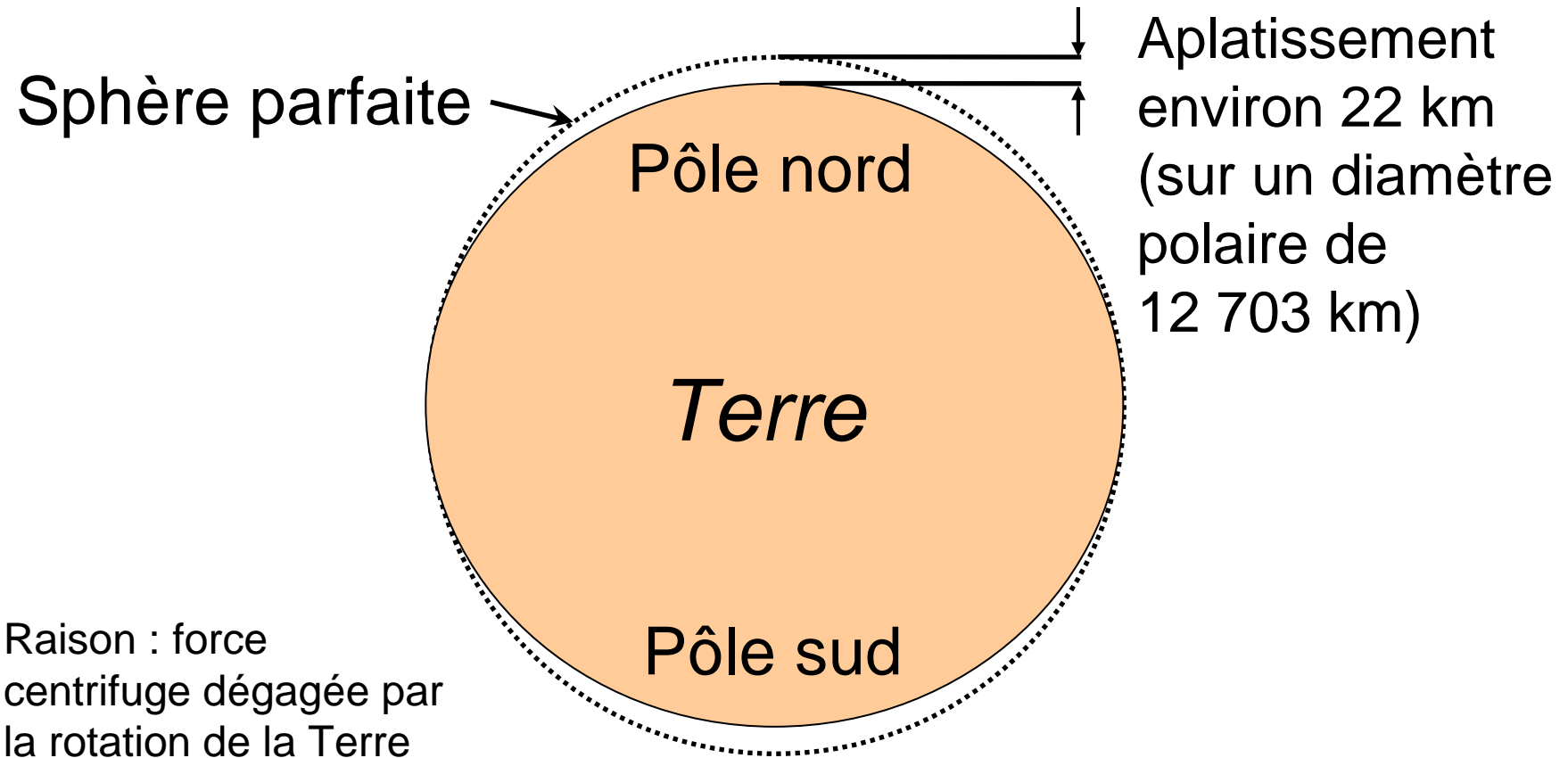
Présentation de Patrice Bellanger du CDRP 64 – www.cdpr64.com

LA GÉODÉSIE



La géodésie est la science
de la forme
et de la dimension
de la terre
et de son champ de
pesanteur.

LA TERRE N'EST PAS RONDE !

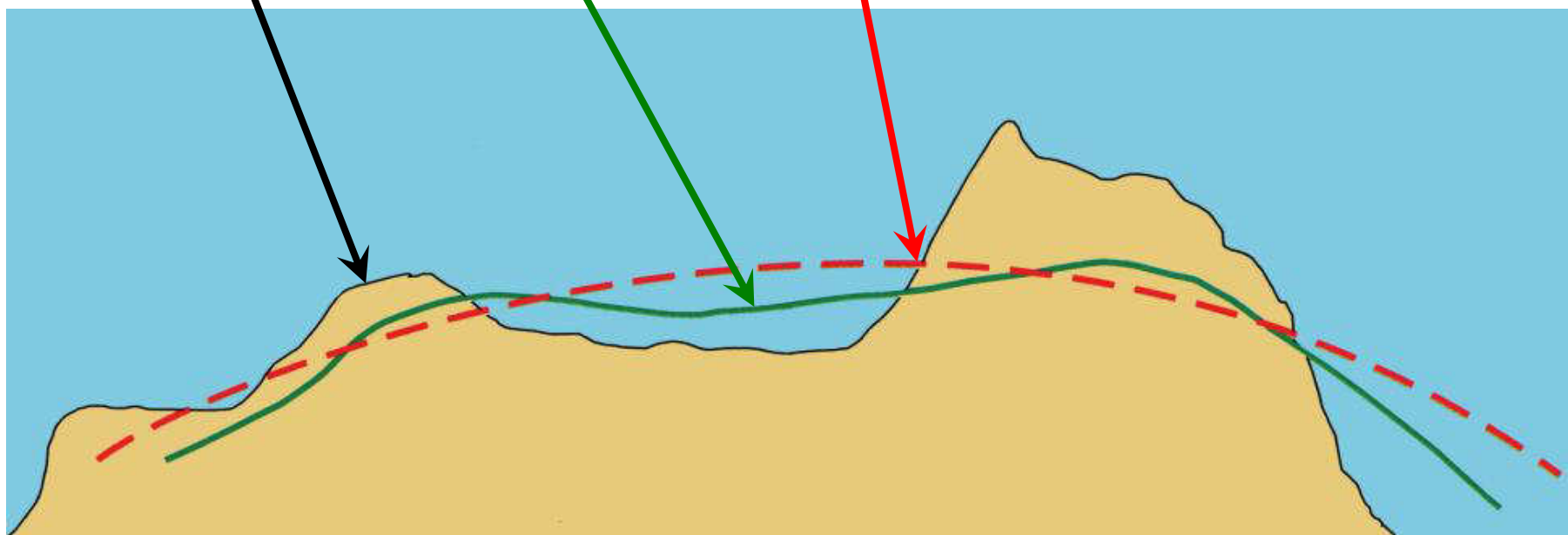


LES 3 SURFACES DE LA TERRE

- Le topoïde

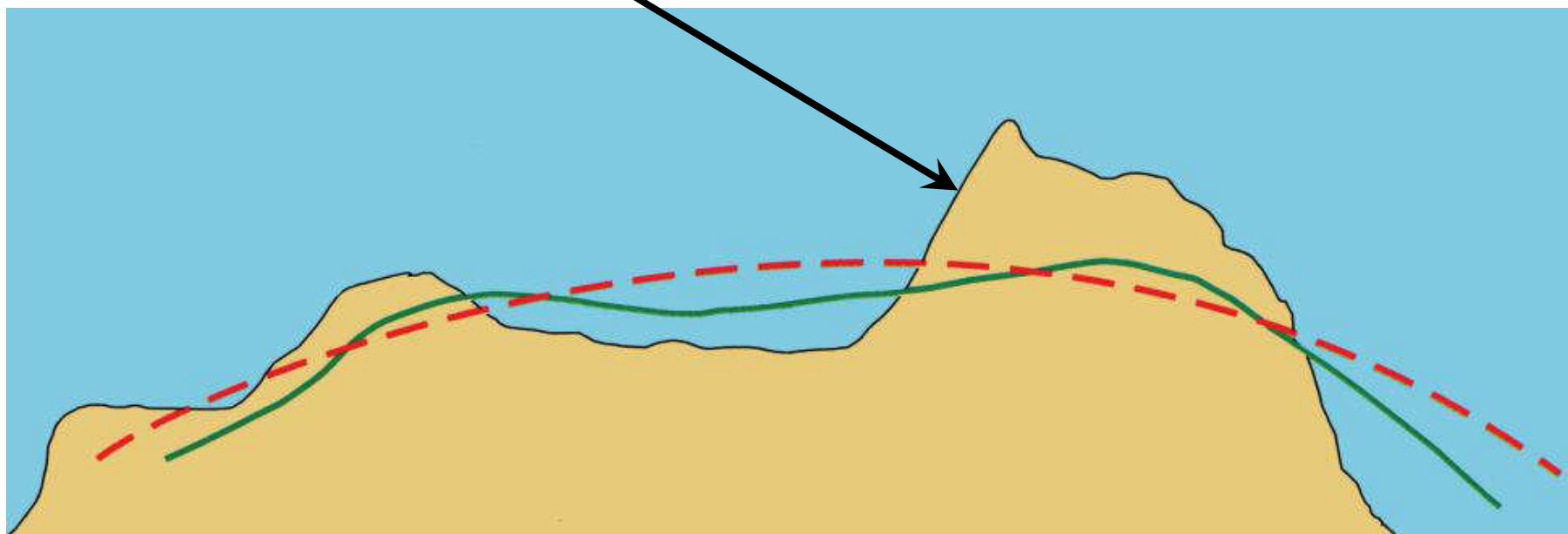
- Le géoïde

- L'ellipsoïde



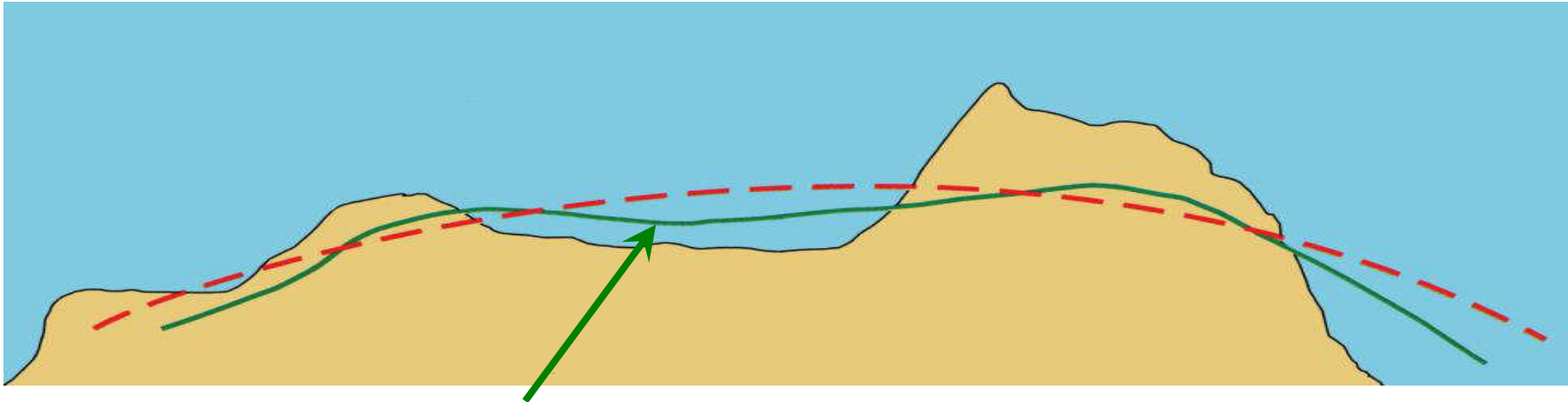
LE TOPOÏDE

C'est la surface topographique représentative du « terrain » : montagnes, plaines, fosses sous-marines, creux, bosses...



Cette surface est trop irrégulière pour pouvoir être modélisée.

LE GÉOÏDE



- Recherche à établir le « niveau zéro »,
- correspond +/- au niveau moyen des mers et à son prolongement virtuel sous les montagnes,
- s'appuie sur la mesure de la gravité.

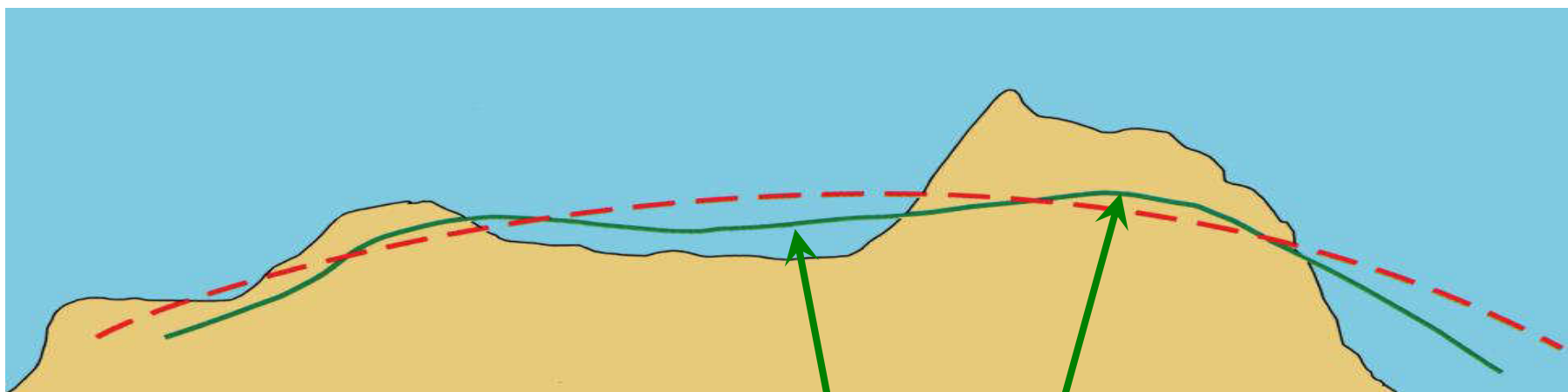
Définition officielle : surface équipotentielle du champ de gravité* terrestre (= surface où la pesanteur** est identique).

* gravité = attraction entre les corps en raison de leur masse

** pesanteur = gravité - force centrifuge de la rotation de la terre

LE GÉOÏDE

Les effets de la gravité sur le géoïde :

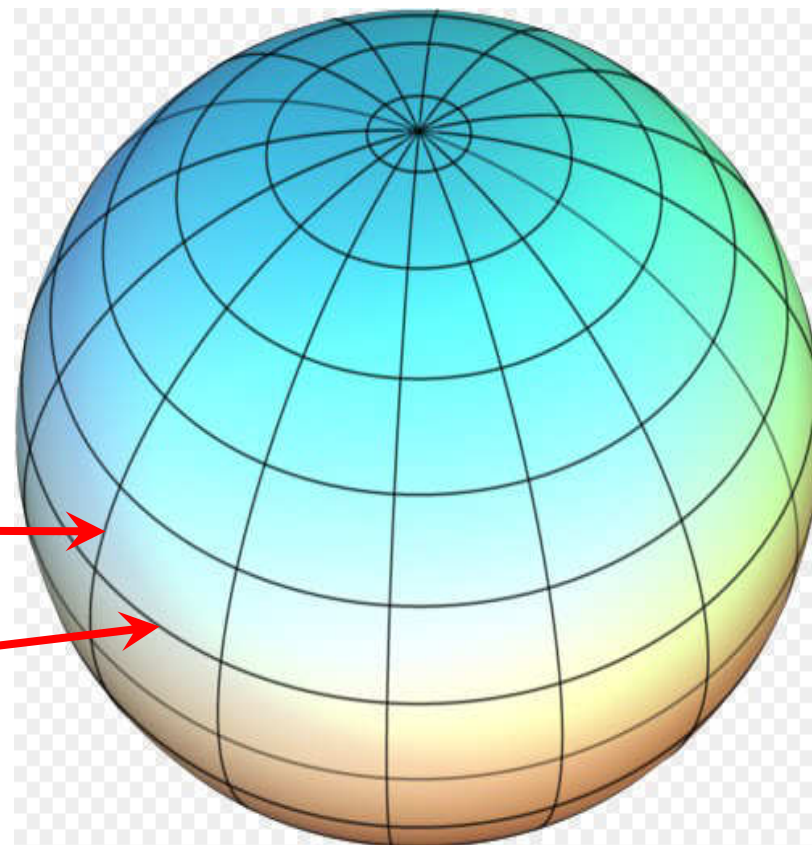


- le géoïde s'abaisse au-dessus des fosses marines,
- il remonte sous les montagnes.

L'ELLIPSOÏDE

C'est un modèle mathématique qui se rapproche le plus possible du géoïde :

- les méridiens sont des ellipses,
- les parallèles sont des cercles parfaits.



À CHACUN SON ELLIPSOÏDE

Pour éviter les déformations sur la carte, chaque pays fait tangenter ellipsoïde et géoïde sur un point de son territoire.

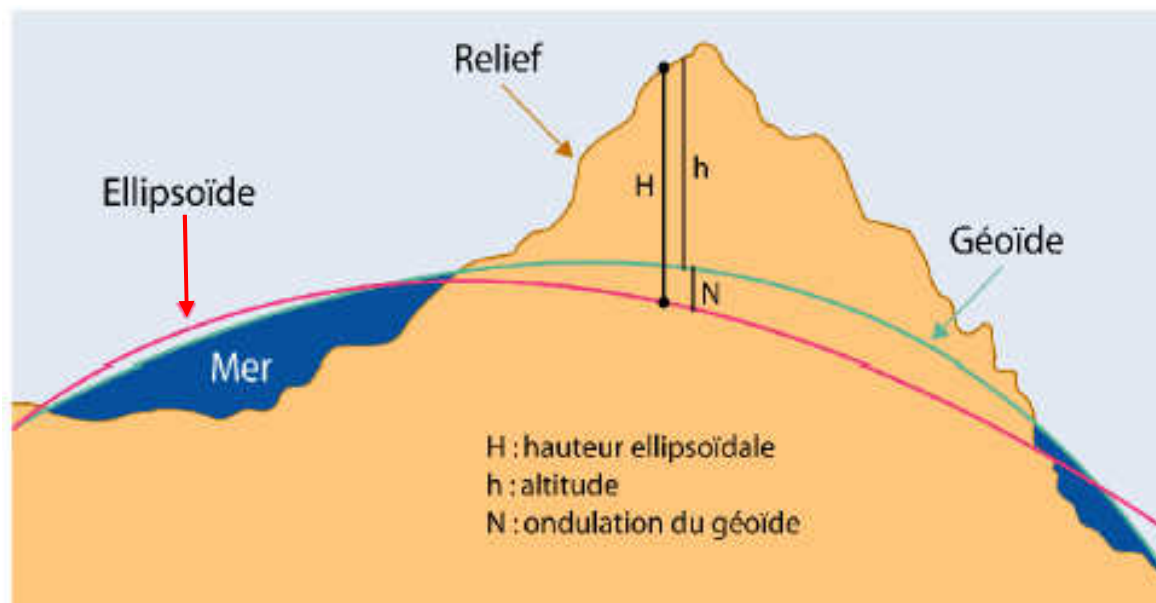
- En France : ellipsoïde de Clarke 1880 (anglais, né en 1828), le point fondamental est situé au Panthéon à Paris.
- Au plan européen : système ED 50, établi par les Américains (1950) : ellipsoïde de Hayford 1924, le point fondamental est à Postdam.
- Au plan mondial, l'ellipsoïde utilisé par le système GPS (WGS84 World Geodesic System 1984) est le IAG-GRS80, le point fondamental est au centre de gravité de la Terre.

DIFFÉRENCE GÉOÏDE / ELLIPSOÏDE = DIFFÉRENCE ALTITUDE / ÉLÉVATION

Altitude h

C'est la distance entre un point et le **géoïde**.

C'est ce qu'indiquent les cartes IGN.



Élévation H (= hauteur ellipsoïdale ou GPS)

C'est la distance entre un point et **l'ellipsoïde**.

Le GPS (par les satellites) donne une altitude ellipsoïdale.

N = Ondulation du géoïde (différence entre H et h).

ONDULATION DU GÉOÏDE

PAU : 49,29 m

BAYONNE : 48,42 m

Nombres positifs :

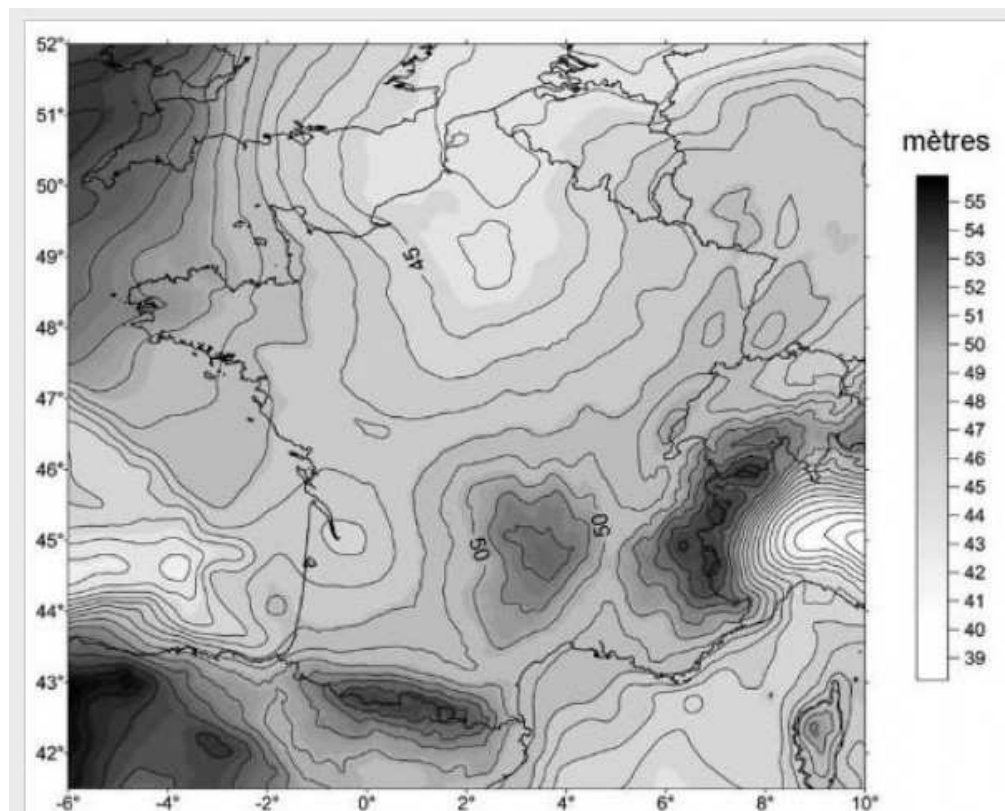
le géoïde est
au-dessus de l'ellipsoïde.

Correction automatique :

Les GPS récents opèrent
une compensation
automatique de l'ondulation
du géoïde.

Site à visiter pour connaître
la valeur de l'ondulation du géoïde :

http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/wgs84_180/intptW.html



REPÈRES DE NIVELLEMENT

Les altitudes indiquées sur les cartes IGN viennent du Nivellement Général de la France (NGF) de 1969. Elles s'appuient sur les 400 000 repères de nivellement posés par l'IGN (liste sur le Géoportail).



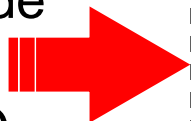
Montée au lac d'Arlet, passerelle sur le gave du Baralet

UNE BONNE CARTE, C'EST QUOI ?

C'est le choix d'un *datum*, constitué de :

- un ellipsoïde avec un point fondamental et un méridien origine, exemples :
 - ellipsoïde de Clarke (France, 1880),
 - ED 50 (européen, 1950),
 - IAG-GRS80 (international, 1980).
- et d'un système de projection, exemples :
 - Lambert (français, projection conique conforme),
 - Mercator (international).

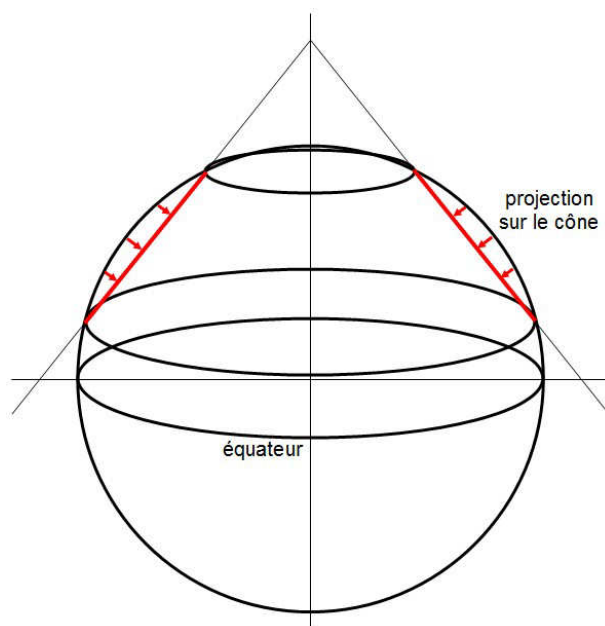
Extrait
de la légende
de la carte
IGN 1545 O
(2009)



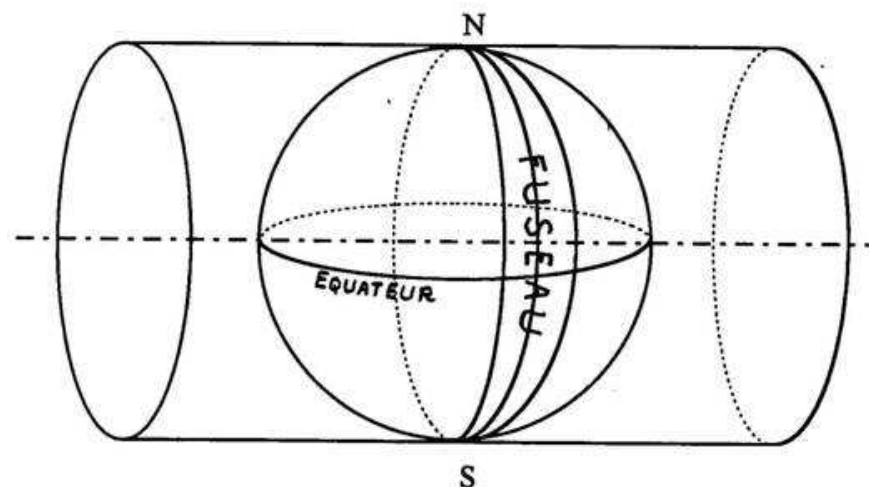
Ellipsoïde de Clarke 1880 IGN ; Point fondamental : croix du Panthéon à Paris.
Projection conique conforme de Lambert.
Nivellement général de la France NGF-IGN 69. Origine des altitudes:
niveau moyen de la mer observé à Marseille.

LA PROJECTION

Consiste à passer de l'ellipsoïde (quasi-sphère) à une surface plane (carte)



Projection conique conforme
Jean-Henri Lambert
(alsacien, 1728-1777)



Projection Transverse de Mercator (UTM)

Projection cylindrique transverse
Gerhard Kremer alias Gérard
Mercator (flamand, 1512-1594)
et Gauss (allemand, 1777-1855)

Ces deux projections sont « conformes » : les angles sont respectés, pas les surfaces.

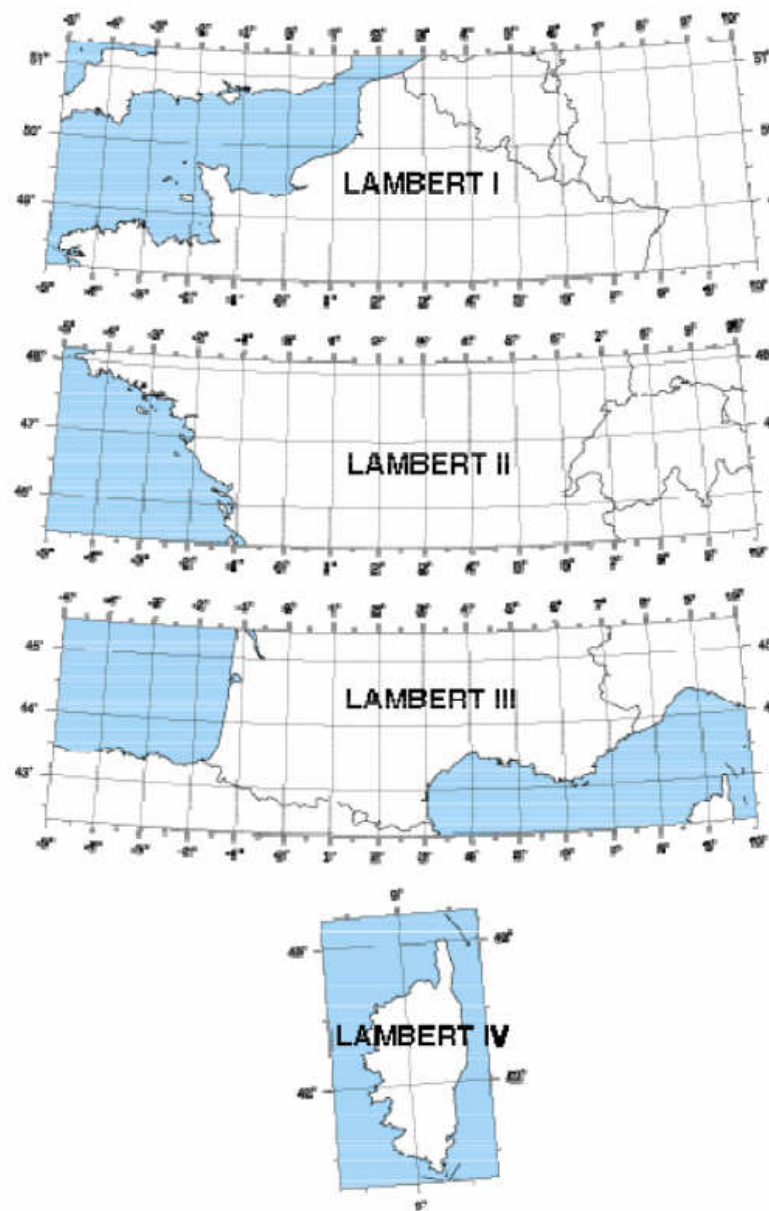
SYSTÈME UTILISÉ POUR LES CARTES IGN

Ellipsoïde de Clarke +
projection Lambert

3 zones pour la France + la Corse

→ Une projection Lambert 2 étendue a été créée pour représenter la France entière.

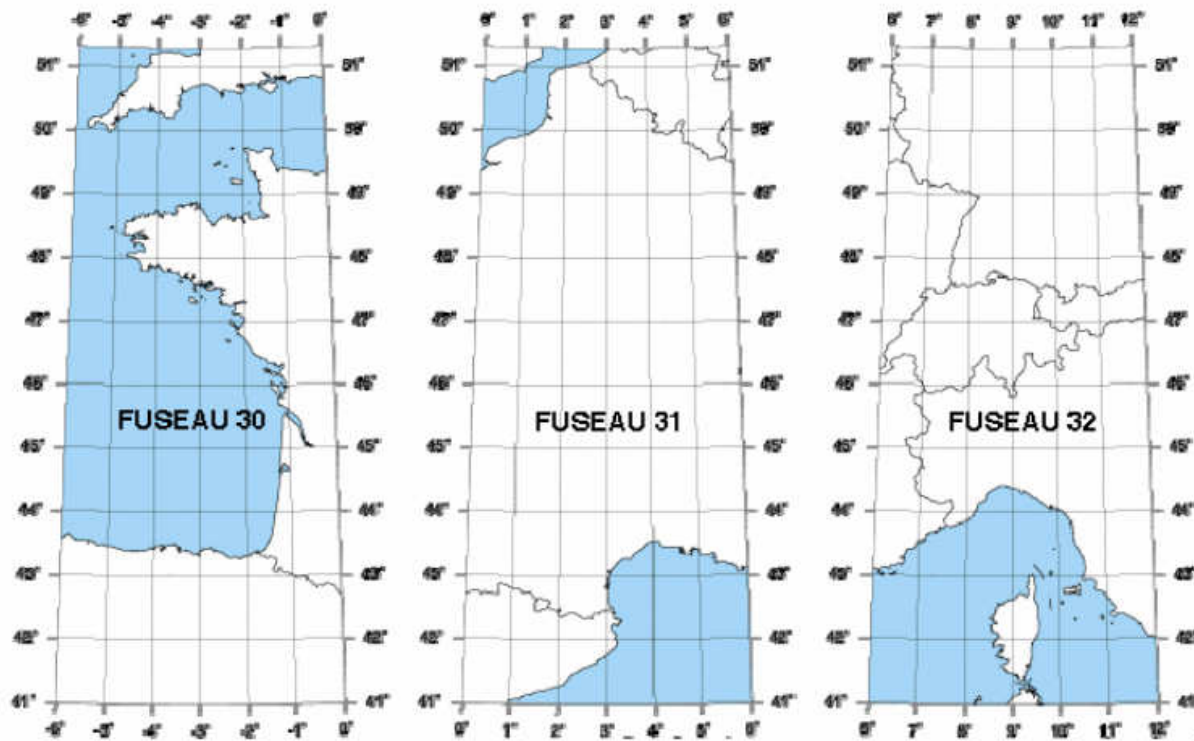
Les nouvelles cartes IGN
« compatibles GPS » présentent
en plus un carroyage UTM bleu.



SYSTÈME INTERNATIONAL (GPS)

Ellipsoïde WGS 84
(*world geodesic system 1984*) +
projection UTM
(*universal transverse mercator*)

La terre est
découpée en
60 fuseaux de 6°
et 20 bandes de 8°



La France est couverte par 3 fuseaux

LES ZONES UTM – WGS84



LES TYPES DE COORDONNÉES

1) Les coordonnées géographiques : latitude, longitude

Elles s'expriment en degrés, minutes et secondes (système sexagésimal) par rapport à l'équateur et à un méridien de référence (Greenwich).

Elles peuvent s'écrire de 3 façons.

Ex. de PAU mairie (système WGS84) :

Degrés minutes secondes :

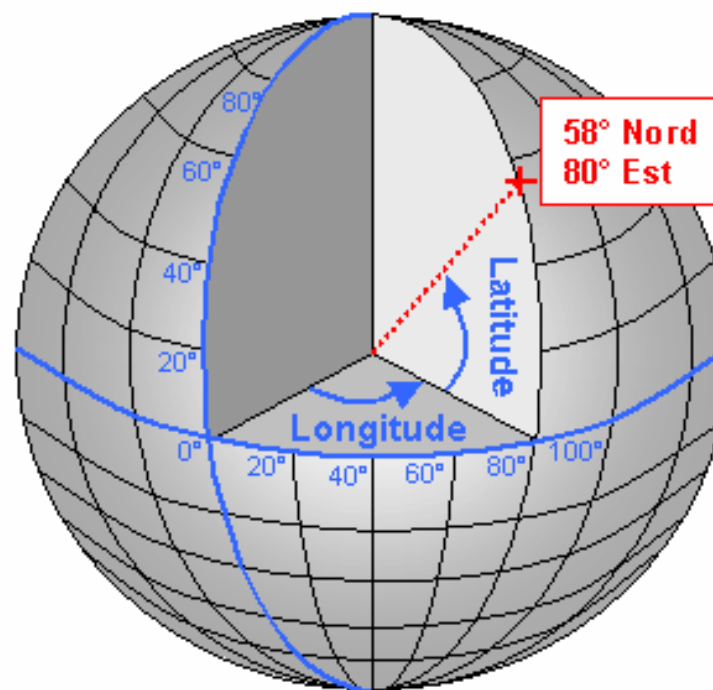
43° 17' 40,6" N 0° 22' 14,8" W

Degrés minutes décimales :

43° 17,674' N 0° 22,246' W

Degrés décimaux :

43,29457° N 0,37077° W



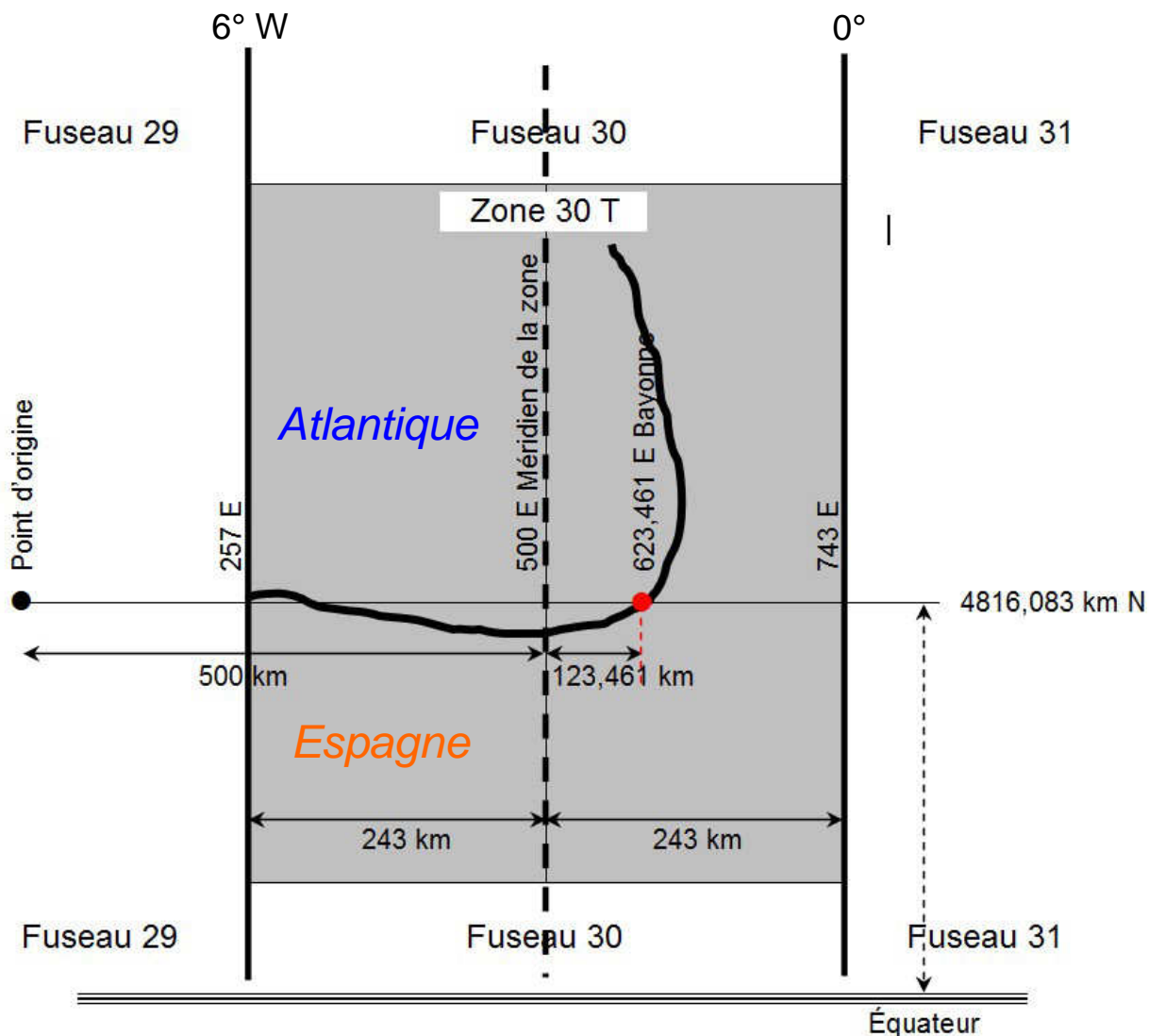
2) les coordonnées cartésiennes (ou planes)

Ces coordonnées de type x, y sont liées à un point d'origine et sont exprimées dans le système décimal en mètres : c'est le système UTM.

Exemple : le Centre Nelson
Paillou à Bayonne :

du point d'origine :
 $500 + 123,461 = 623,461$ km
 de l'équateur :
 4816,083 km

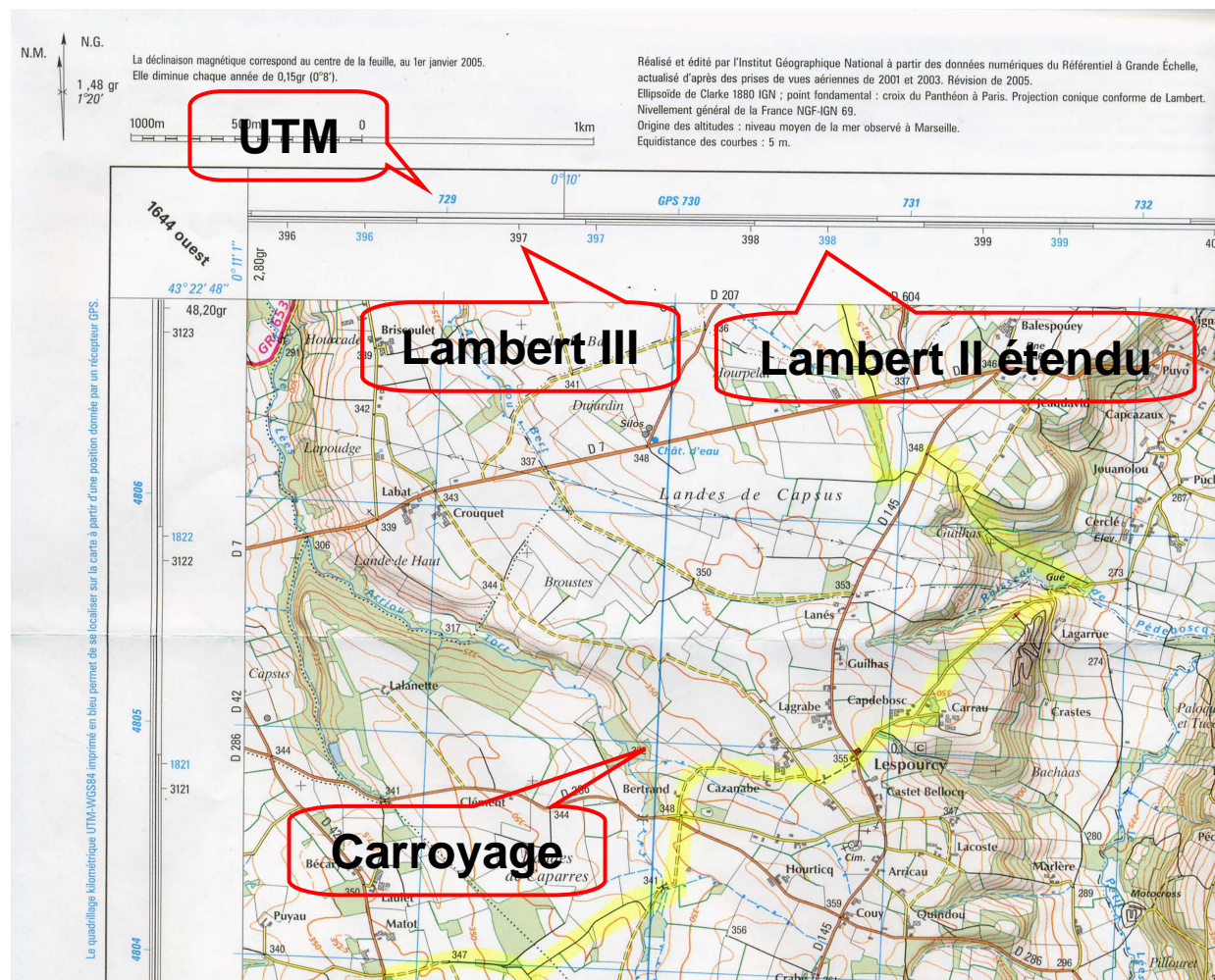
Coordonnées :
30T 623461 E 4816083 N



LES COORDONNÉES SUR LES CARTES IGN

2 systèmes sont figurés :

- intérieur du cadre : le système français NTF, méridien de Paris, projection Lambert III (noir) et Lambert II étendue (bleu),
- le système UTM-WGS84 (carroyage et chiffres bleus italiques dans les marges extérieures).



Sur cette question, cf. le tutoriel *Les cartes IGN compatibles GPS*.