





GPS

2

- Deux sessions pour une découverte ou mieux comprendre les systèmes de géolocalisation et leurs utilisation
 - ✓ **Le 6 mars 2017**
 - ❖ Le système GPS , qu'est-ce que c'est
 - ❖ Son fonctionnement
 - ❖ Des satellitesà la carte IGN
 - ✓ **Le 29 mai 2017**
 - ❖ Mise en œuvre des récepteurs GPS



3

GPS





Le GPS, c'est quoi

4

- GPS : *Global Positioning System* (*Système de positionnement Mondial*)
- Un nom devenu éponyme (GPS est le nom du réseau américain)
- Système de navigation à base de satellites (la constellation) permettant de donner des informations de position, de vitesse et de temps à n'importe quel endroit sur terre, à n'importe quelle heure et par n'importe quelles conditions météorologiques



Origine historique

- Armée Américaine (US Navy)
- Années 60 : lancement projet (guerre froide)
- 1978 : lancement du premier satellite
- 1983 : le système de navigation s'ouvre aux applications civiles
- 1995 : 24 satellites opérationnels, système ouvert au grand public en version bridée. Précision : 100m
- 2000 : levée du brouillage, la précision : 10m
- 2011 : constellation de 30 satellites NAVSTAR dont 24 opérationnels sur 6 plan orbitaux



Autres GNSS (système global de navigation par satellite)

- **GLONASS (Russie, 1980)**
 - ✓ En juillet 2014, 30 satellites dont 24 en service, couvrent la terre entière
 - ✓ Précision 2 à 3 mètres
- **BEIDOU ou COMPAS (Chine, 1993)**
 - ✓ 16 satellites en fin 2013, opérationnels en Asie
 - ✓ Précision moins de 10m
- **IRNSS (Inde) en préparation**
- **QZS (Japon) à l'état de projet**

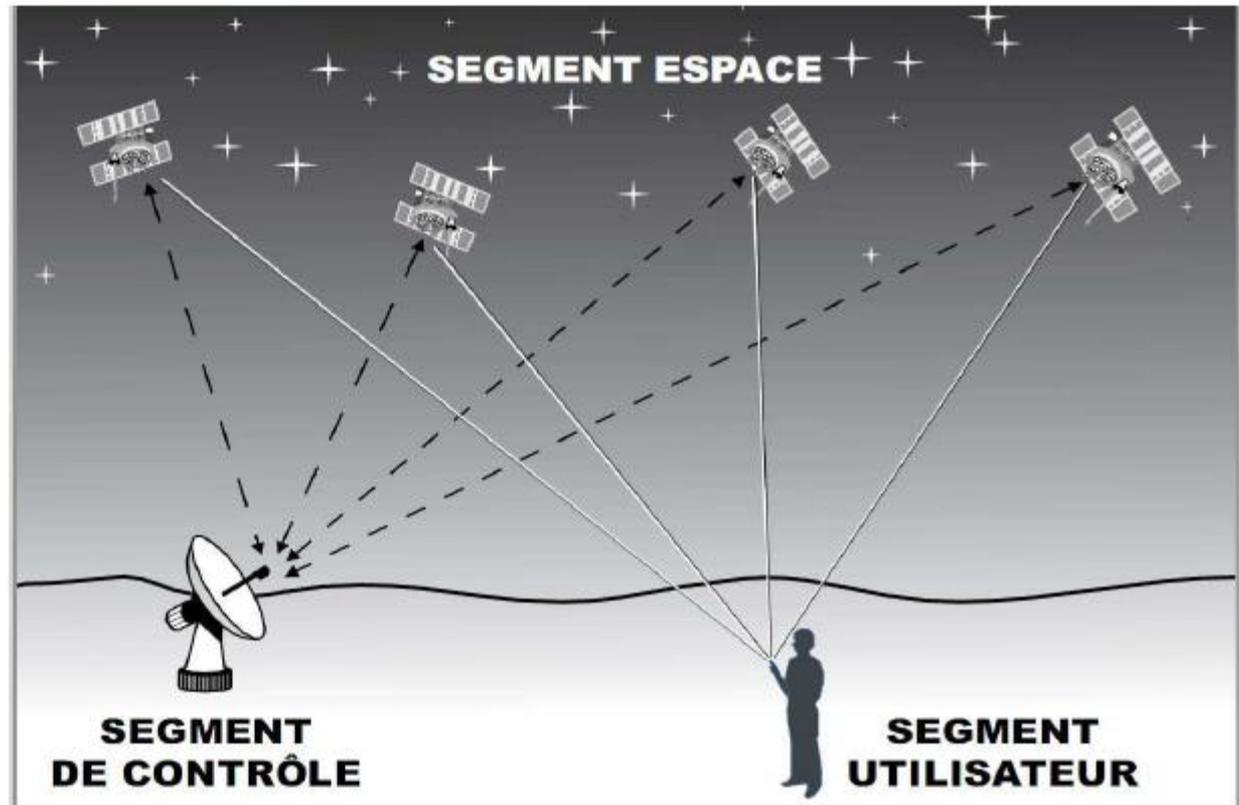


GALILEO

- Système européen contrôle civil (commission européenne, agence spatiale européenne) lancé en 2001
- A terme 24 satellites opérationnels, précision 1m. Six ans de retard (Pb techniques et financiers)
- 2 satellites lancés en 2011, 2 en 2012, 2 en 2014 (ratés) et placés en orbite intermédiaire
- En 11 / 2015, 18 satellites lancés,
- Premiers services : 15/12/2016,
- Système opérationnel en 2020

Organisation du système

**Il repose
sur 3
segments**





Constellation NAVSTAR

9

- Elle est composée de 24 satellites placés sur 6 orbites circulaires.(4 par orbites)
- L'altitude de ces satellites : 20184 kms.
- Ils font un tour d'orbite en 12h.
- Position connue avec une précision $< 1\text{m}$
- Leur répartition a été choisie pour optimiser le nombre de satellites visibles en chaque point de la Terre.
- Les zones les plus défavorisées sont voisines des pôles.



10

Satellites NAVSTAR

- Masse d'un satellite : 1150 kg
- Puissance consommée : 1140 w par panneaux solaires
- Durée de vie : 10 ans
- Coût : environ 200M\$ (hors envoi)
- Coût / an du système GPS (entretien/R&D) : 750M\$
- Vitesse du satellite : 14000 km/h
- Vitesse de rotation de la terre : 1675 km/h





11

Les yeux et les oreilles du système

- La station maîtresse est située à Colorado Springs
- Elle fournit le temps de référence, contrôle et programme le repositionnement éventuel des satellites.



- Les autres stations assurent le contrôle du système et la mise à jour des informations à bord des satellites.



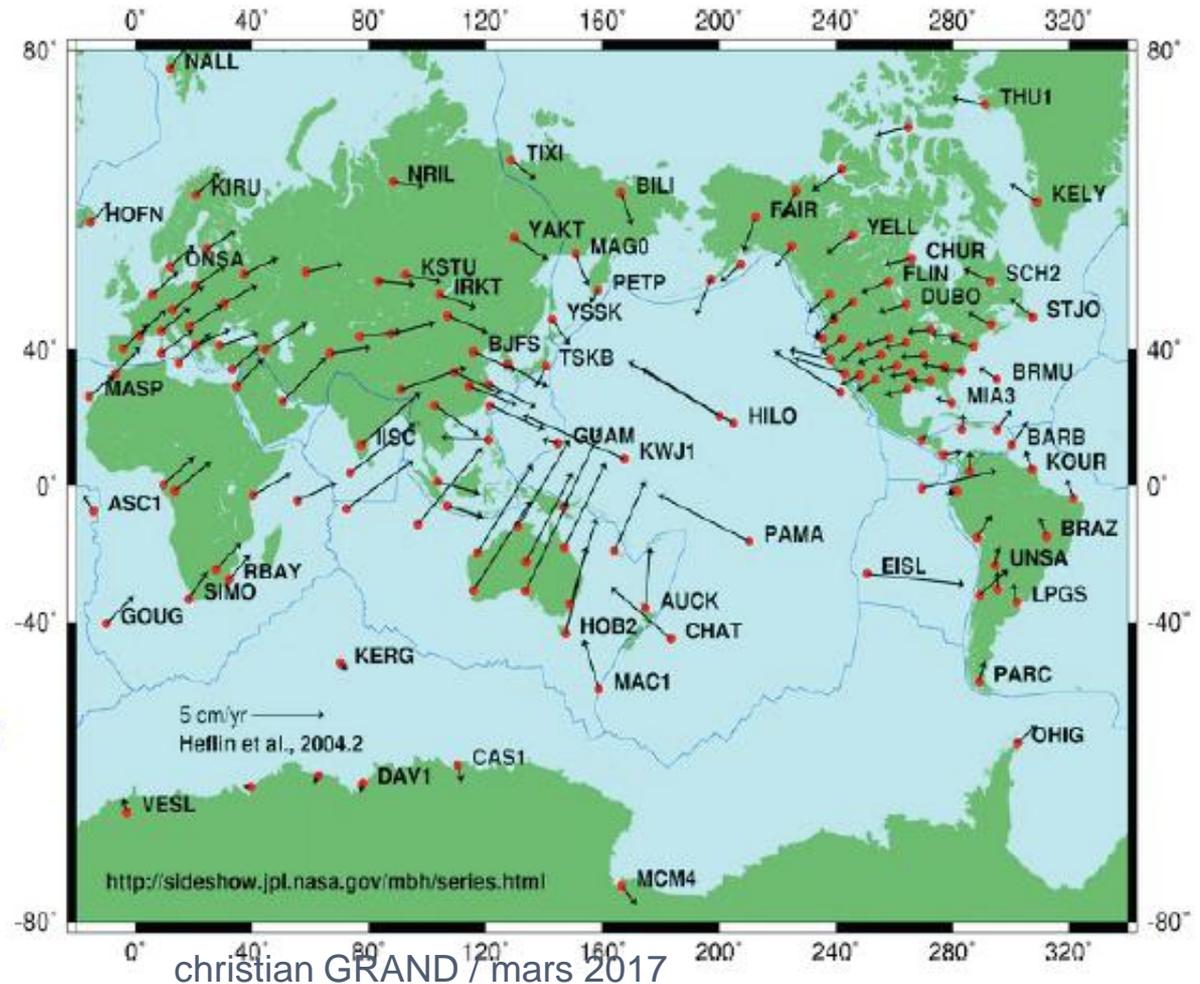
Le « job » du GPS

- Les utilisateurs captent avec les récepteurs les signaux émis par les satellites
- Les récepteurs n'émettent pas. Ils calculent leur position à partir des données que fournissent les satellites
- L'importance d'avoir des récepteurs de bonnes qualités avec des logiciels performants

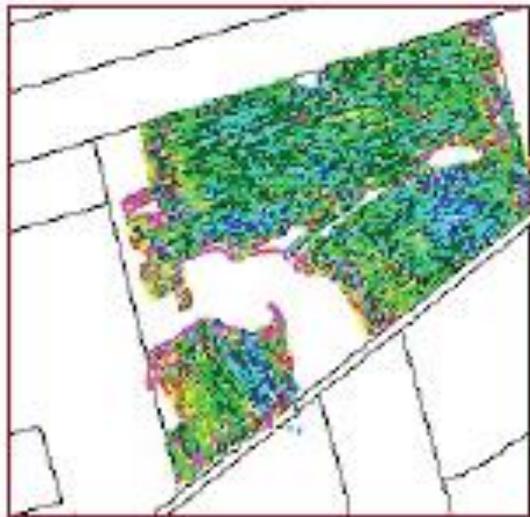


La tectonique des plaques

le GPS permet de mesurer avec précision la dérive des plaques



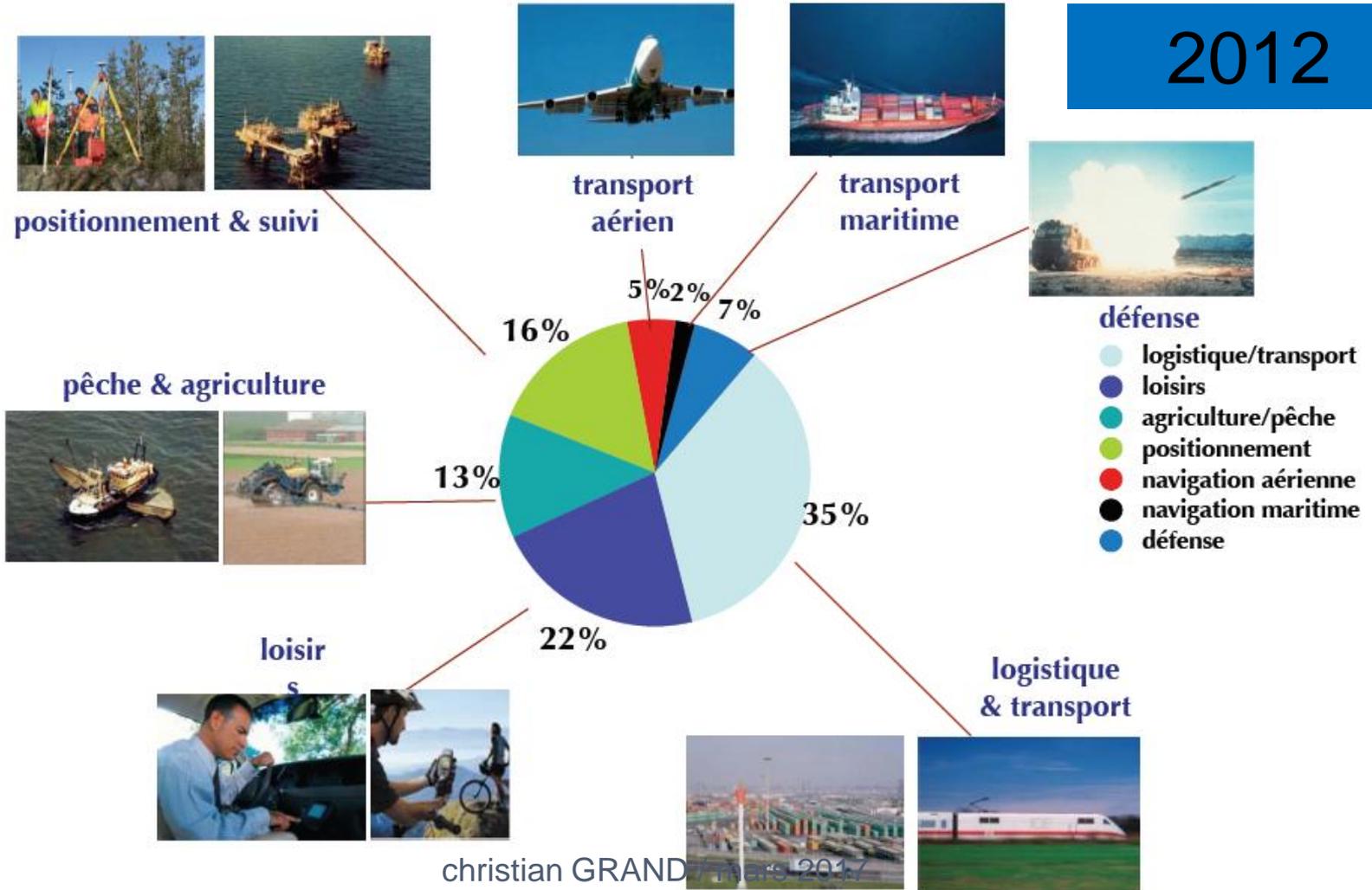
L'agriculture



La connaissance exacte des caractéristiques en tout lieu d'une parcelle permet de mieux doser les engrais

Les utilisateurs

2012





Navigation maritime



➔	0.2 ^m	Turn right on Shelter Island Dr	00:23 03:57 ^m
↑	0.5 ^m	Take roundabout to 2nd exit	01:17 03:58 ^m
↑	0.6 ^m	Take 2nd exit to Shelter Island Dr(N)	01:28 03:58 ^m
➔	0.7 ^m	Arrive at Shelter Island' s Bali Ha' on right	01:40 03:58 ^m



exemples d'écrans

christian GRAND / mars 2017



17

Le segment utilisateurs

- Nous évoquerons dans le cours du 27 Mai comment utiliser le GPS
- Il concerne l'ensemble des utilisateurs civils et militaires
- Posséder un récepteur GPS + ou - élaboré
- Le nombre des utilisateurs est illimité





Les données

- Le système GPS est quadridimensionnel. Il permet de déterminer pour un point du globe :
 - ✓ La latitude
 - ✓ La longitude
 - ✓ L'altitude
 - ✓ L'heure
- Ces données permettront de nous positionner sur une carte compatible GPS ou pas à l'aide du récepteur équipé de logiciel GPS



Comment ça marche

- Les satellites embarquent des horloges atomiques
- Ils émettent continuellement des signaux électromagnétiques à la vitesse de la lumière (ces signaux sont de type micro-ondes mais très faibles)
- Les signaux contiennent l'identification du satellite, l'heure d'émission ainsi que **l'éphéméride et l'almanach de celui-ci**



Comment ça marche

➤ L'éphéméride

- ✓ Information précise de la position du satellite
- ✓ Utilisée pour faire les mesures de calcul de distances
- ✓ Mise à jour toutes les heures, valable 6 heures

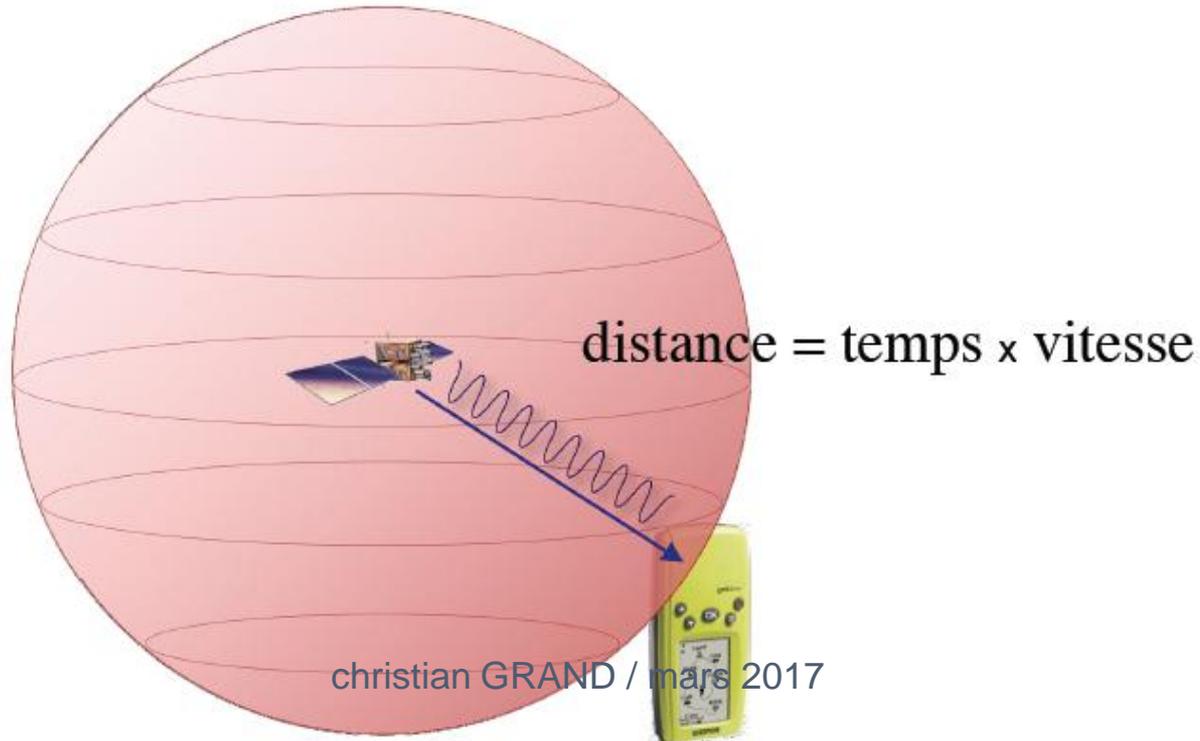
➤ L'almanach

- ✓ Type de satellite
- ✓ Son état de fonctionnement
- ✓ Le calcul précis de son orbite précision 1m

```
***** Week 267 almanac for PRN-01 *****
ID: 01
Health: 000
Eccentricity: 0.5360126495E-002
Time of Applicability(s): 61440.0000
Orbital Inclination(rad): 0.9810490239
Rate of Right Ascen(r/s): -0.7577458489E-008
SQRT(A) (m 1/2): 5152.597656
Right Ascen at Week(rad): 0.6406025110E+000
Argument of Perigee(rad): -1.689387348
Mean Anom(rad): -0.2325692391E+001
Af0(s): 0.3662109375E-003
Af1(s/s): 0.3637978807E-011
week: 267
```

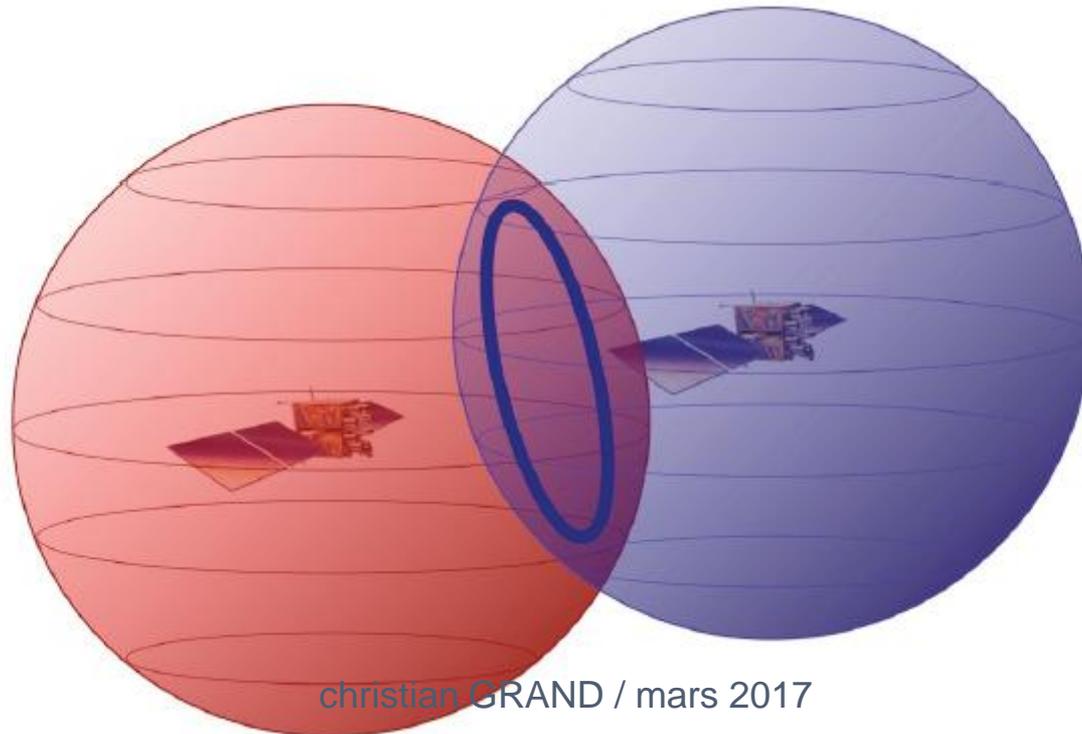
Fonctionnement du GPS

- Le GPS calcule la position par triangulation :
 - ✓ Le satellite émet une onde électromagnétique de vitesse connue
 - ✓ Le récepteur calcule le temps mis par cette onde pour l'atteindre
 - ✓ Le récepteur sait alors qu'il se trouve sur une sphère centrée sur le satellite



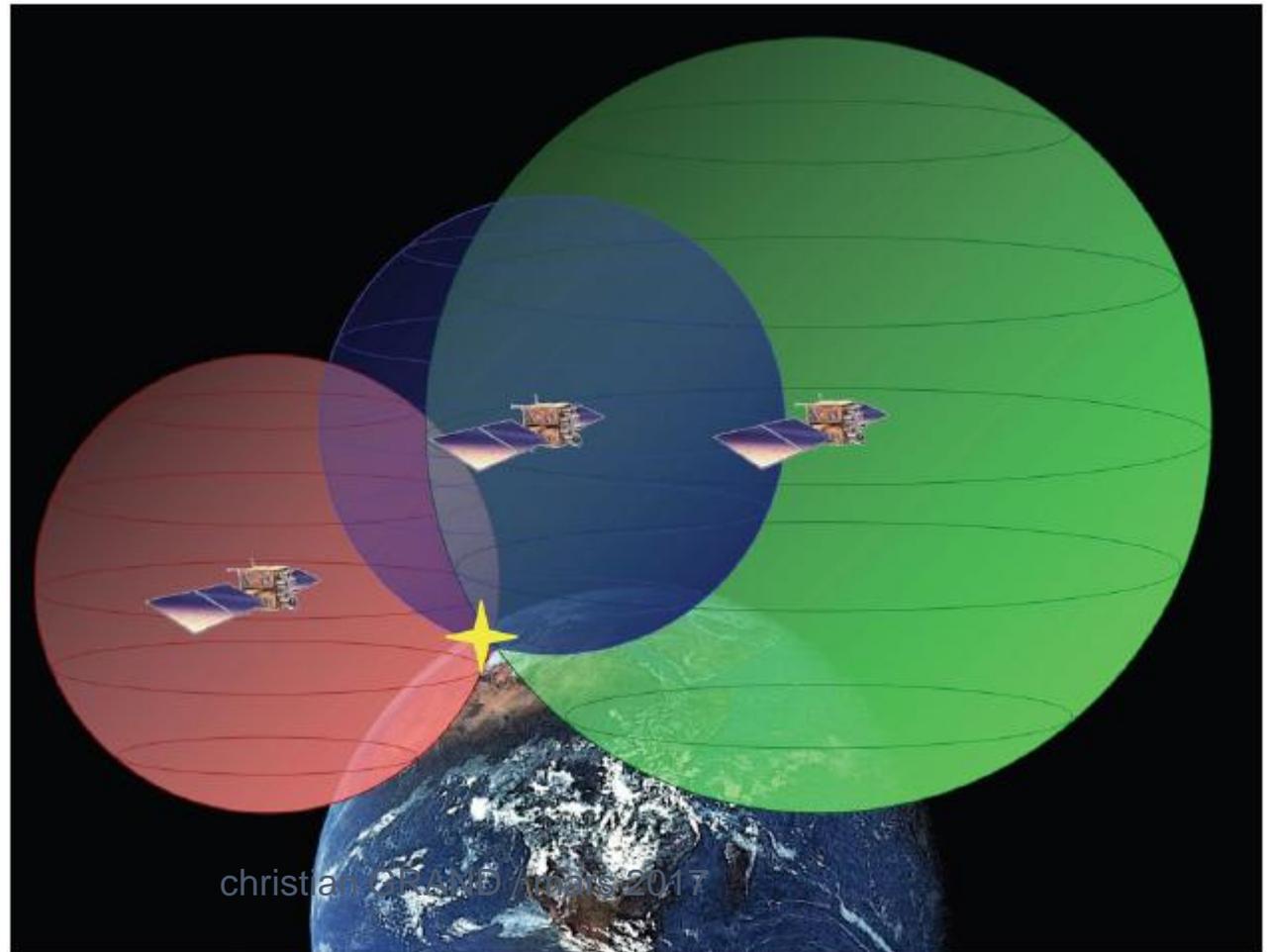
Fonctionnement du GPS

- En recoupant les informations de 2 satellites, le lieu géométrique du récepteur devient un cercle



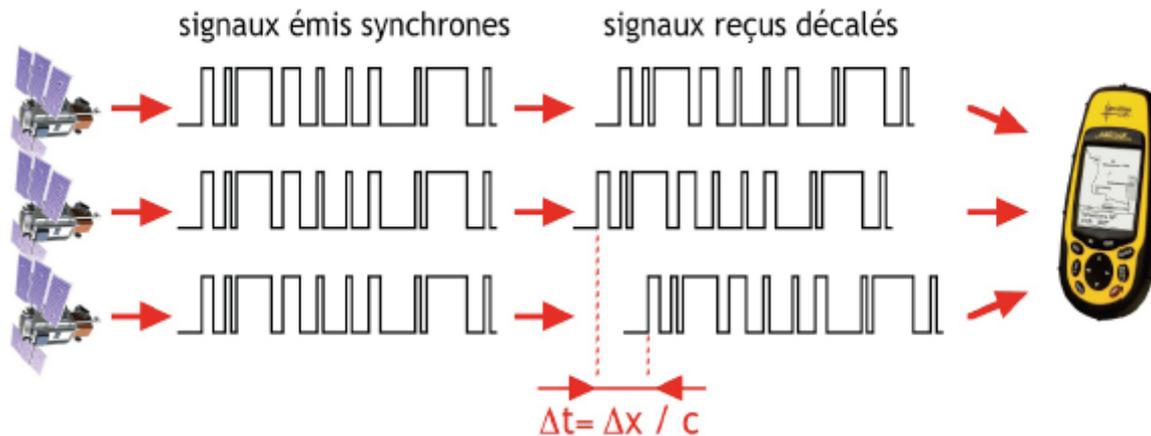
Fonctionnement du GPS

- Avec 3 satellites, l'intersection se réduit à 1 point



Ce que reçoit le GPS

- Le récepteur GPS compare l'heure d'émission incluse dans le signal du satellite avec l'heure de son horloge interne et ce pour les trois satellites captés.



- Les signaux se propagent à la vitesse de la lumière. 1 μ s de retard = 300m de distance, il faut 1ns pour résolution 1m.

$$\text{distance} = \text{durée} \times 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$



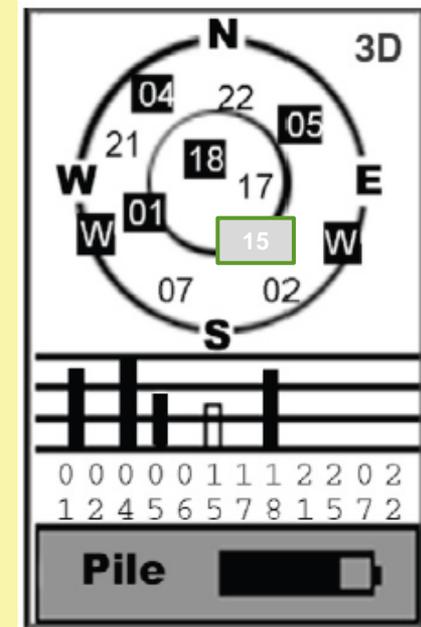
Ce que calcule le GPS

- Le récepteur n'a pas l'heure exacte et ne connaît donc que l'écart relatif par rapport aux trois satellites.
- Il faut donc un quatrième satellite pour figer la position exacte en un mot mettre les « pendules à l'heure »
- Exercice: Résoudre les 4 équations à 4 inconnues

$$\begin{cases} (x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2 + (z_0 - z_1)^2 = c^2(t_0 - t_1)^2 \\ (x_0 - x_2)^2 + (y_0 - y_2)^2 + (z_0 - z_2)^2 = c^2(t_0 - t_2)^2 \\ (x_0 - x_3)^2 + (y_0 - y_3)^2 + (z_0 - z_3)^2 = c^2(t_0 - t_3)^2 \\ (x_0 - x_4)^2 + (y_0 - y_4)^2 + (z_0 - z_4)^2 = c^2(t_0 - t_4)^2 \end{cases}$$

Fonctionnement du GPS

- Dans la pratique le détecteur utilise entre 4 et 12 satellites pour calculer sa position.
- Plus il y en a, plus la position du récepteur est précise



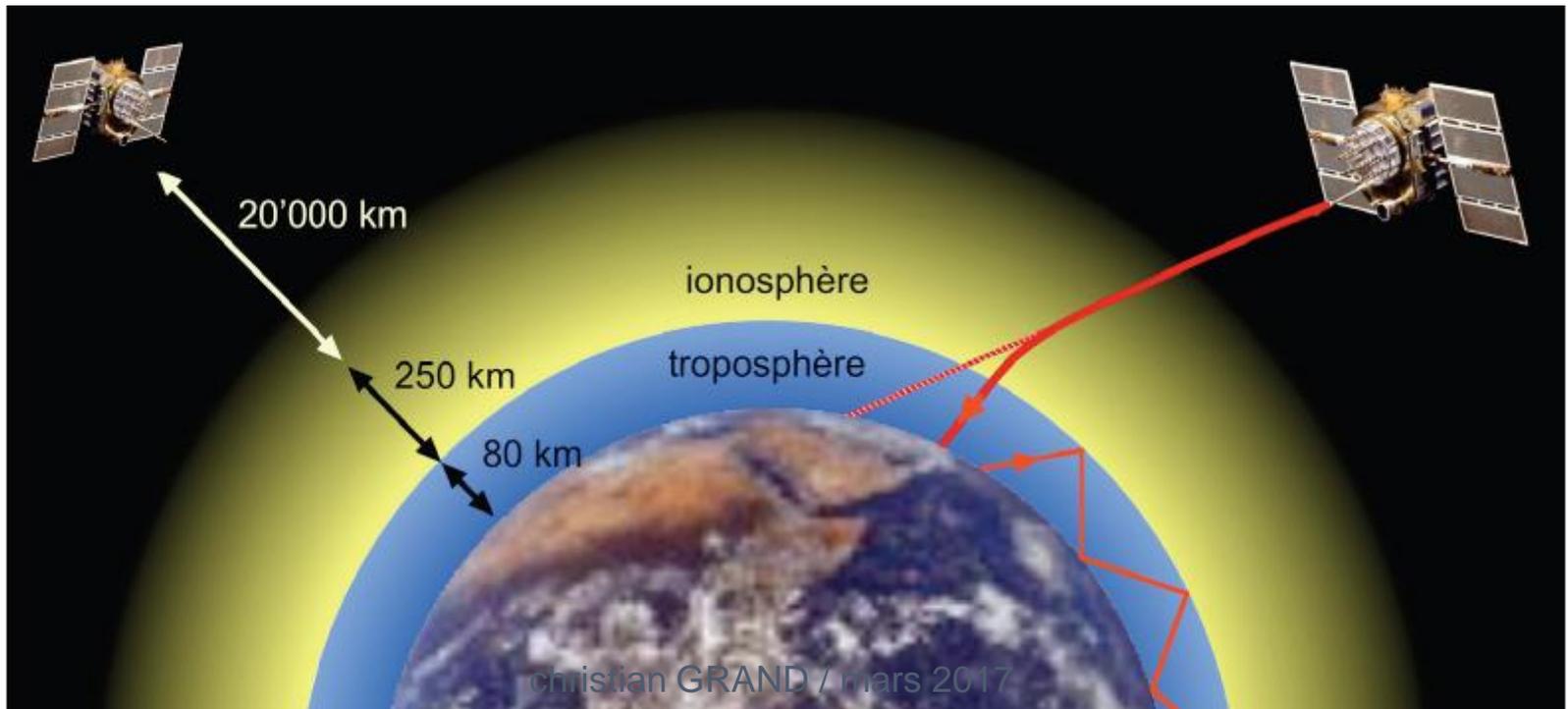
Ecran de récepteur montrant que les satellites utilisés sont les n^{os} 1, 4, 5 et 18. Le signal du satellite 15 est en cours de synchronisation.



27

Le GPS peut-être perturbé

- Le GPS ne fonctionne pas toujours : il arrive parfois que les signaux soient trop perturbés lors de la traversée de l'ionosphère (plasma) ou de la troposphère (humidité, pression)
- Les obstacles naturels terrestres : arbres / canyon / pluie / brouillard..

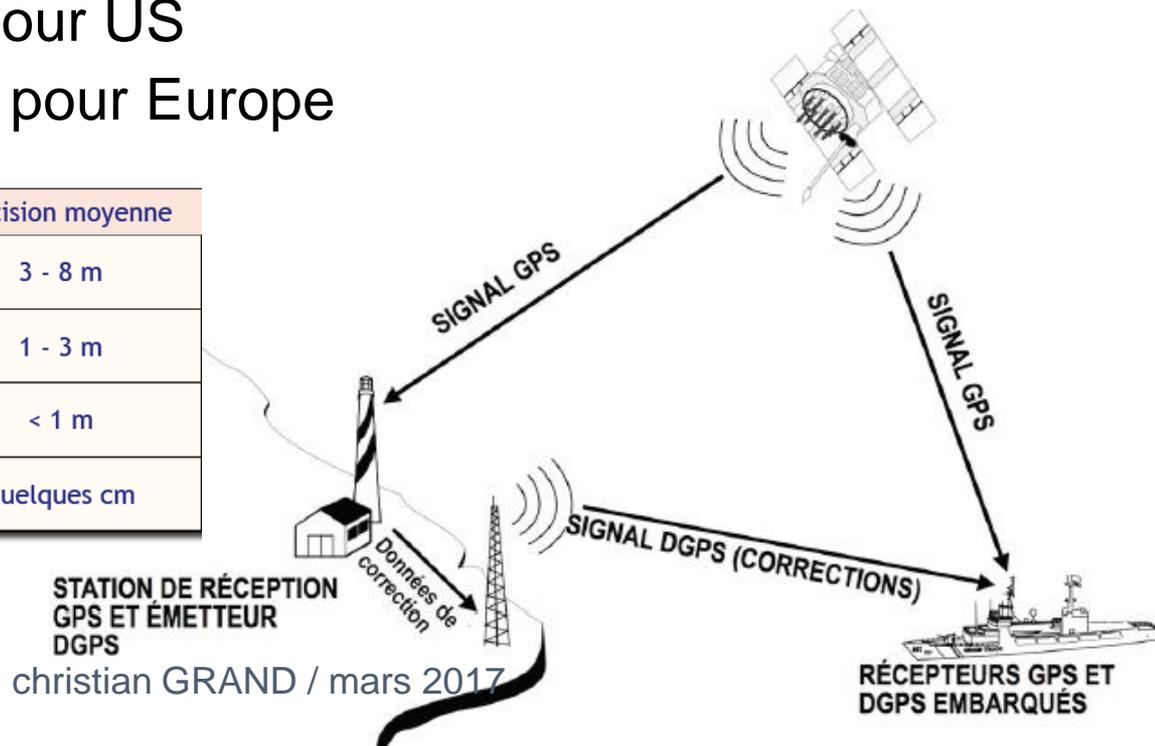


Améliorer la précision du GPS

➤ Principe du GPS différentiel

- ✓ On mesure sa position par rapport à un récepteur fixe, dont la position est connue (sur terre ou un satellite dédié)
- ✓ On applique les corrections au récepteur
- ✓ Système WAAS pour US
- ✓ Système EGNOS pour Europe

type de mesure	précision moyenne
GPS (usage civil)	3 - 8 m
GPS (usage militaire)	1 - 3 m
GPS différentiel	< 1 m
GPS différentiel avec post-traitement	quelques cm



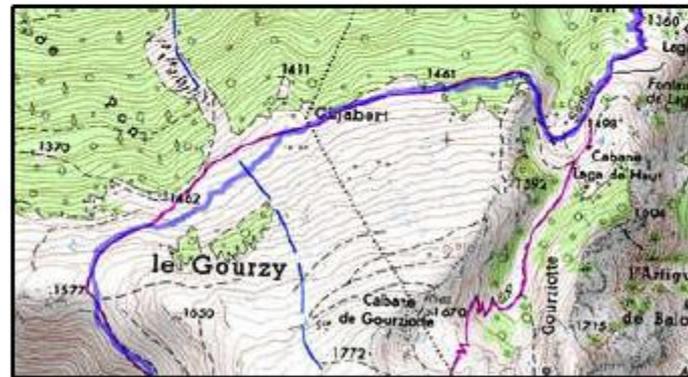


Données sur récepteur

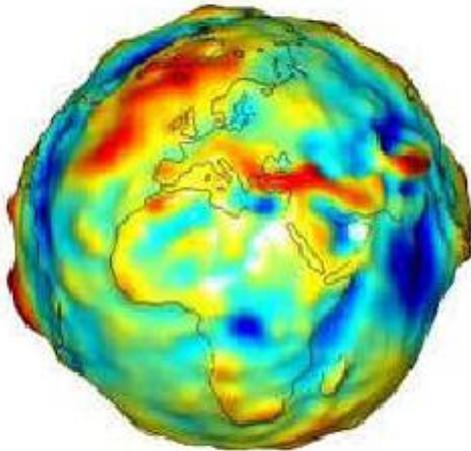
- Fournir des informations précises et fiables

Précision du récepteur	Précision GPS 3_m	Position 30 T 0713168 UTM 4796231	Coordonnées (ici dans le système UTM-WGS84)
Altitude	Altitude 195_m	Odo. trajet 69_m	Distance parcourue
Vitesse de marche	Vitesse 4.1_{km/h}	Moy. globale 3.1_{km/h}	Vitesse moyenne
Temps total (ici 1 min 21 sec)	Temps total 01:21	Tps déplac. 01:03	Temps de déplacement
Vitesse montée	Vt. verticale 0.9_m↑	Baromètre 1022_P_a	Pression atmosphérique

LA GÉODÉSIE DE LA TERRE À LA CARTE



La géodésie

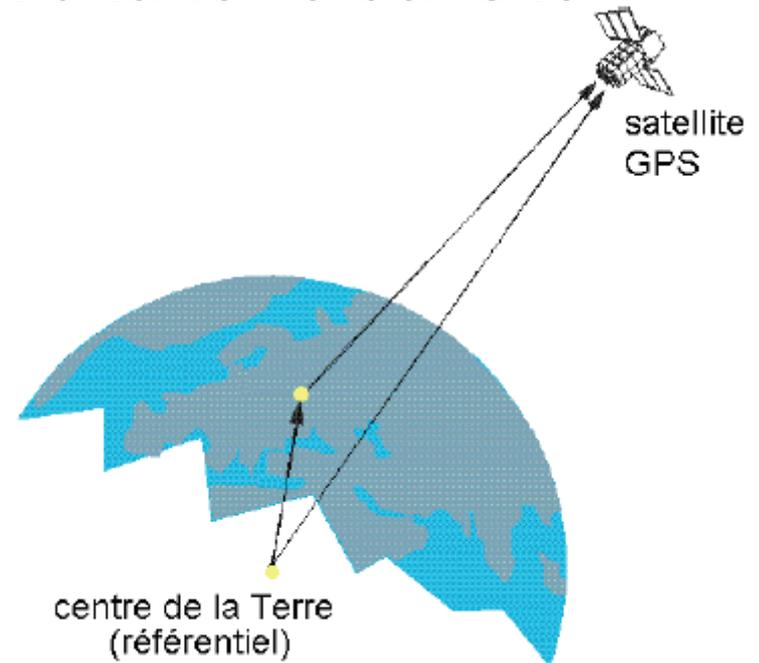


- C'est la science
 - ✓ De la forme
 - ✓ De la dimension
 - ✓ Du champ de pesanteur
-de la terre



De la terre à la carte

- Une fois que le récepteur a calculé sa position par rapport aux satellites, il reste à calculer sa position absolue par rapport à la terre dans le référentiel terrestre
 - ✓ Latitude
 - ✓ Longitude
 - ✓ Altitude
- Le modèle de cette forme est le géoïde

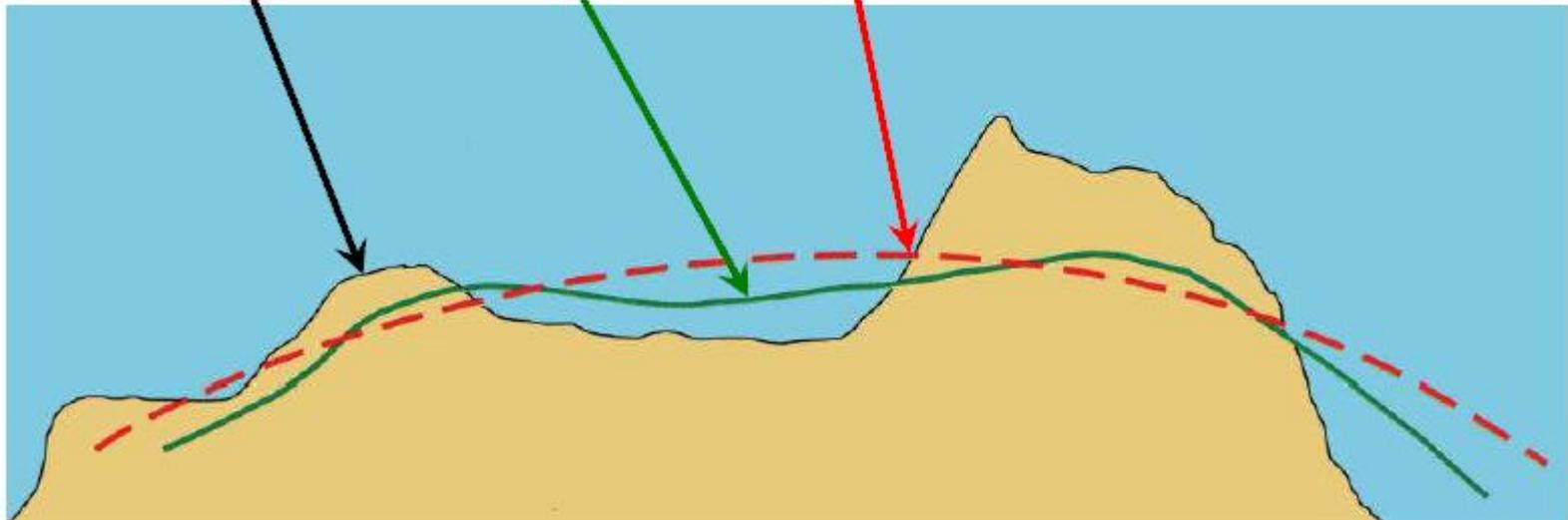


Les 3 surfaces de la terre

- Le topoïde

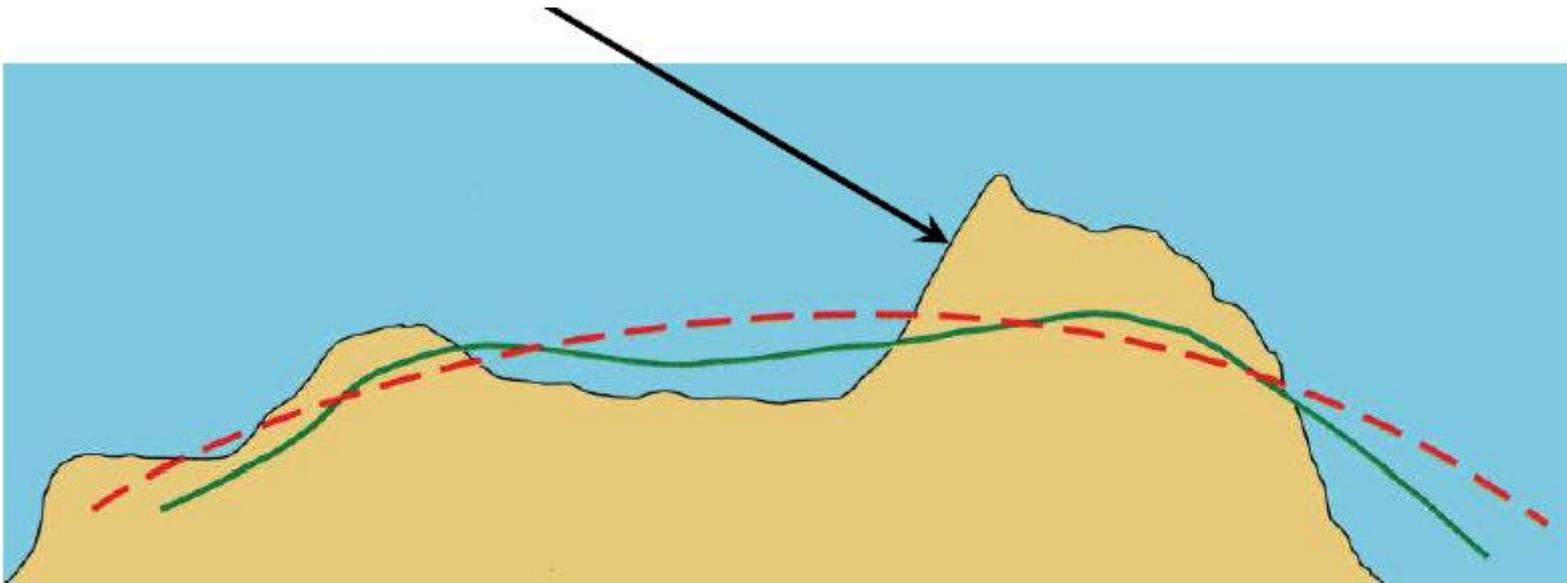
- Le géoïde

- L'ellipsoïde



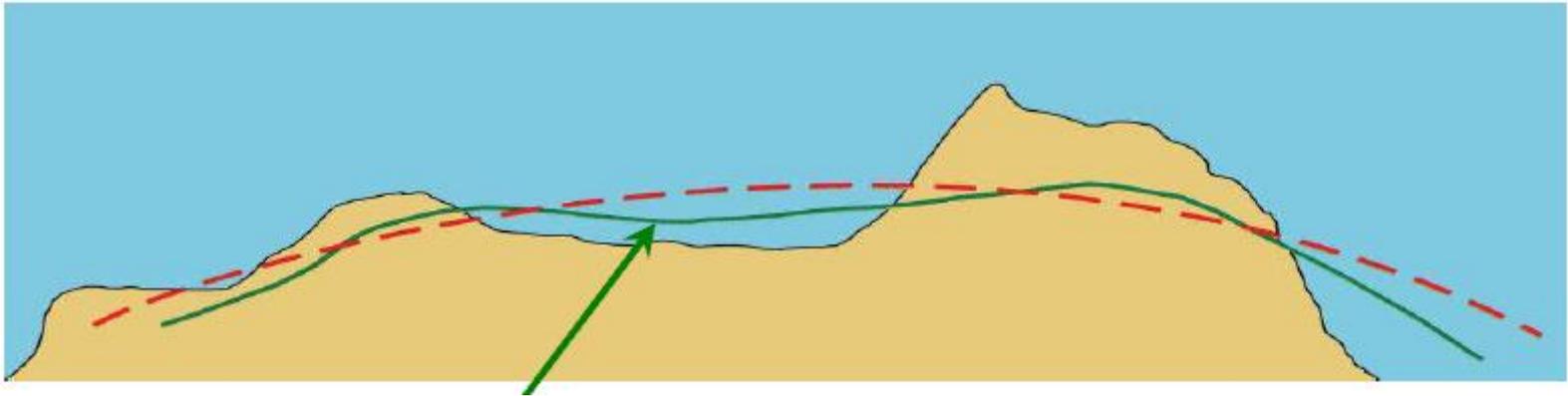
Le topoïde

- Surface représentative du « terrain » : montagnes, plaines, fosses sous-marines, creux, bosses....



- Cette surface est trop irrégulière pour pouvoir être modélisée

Le géoïde

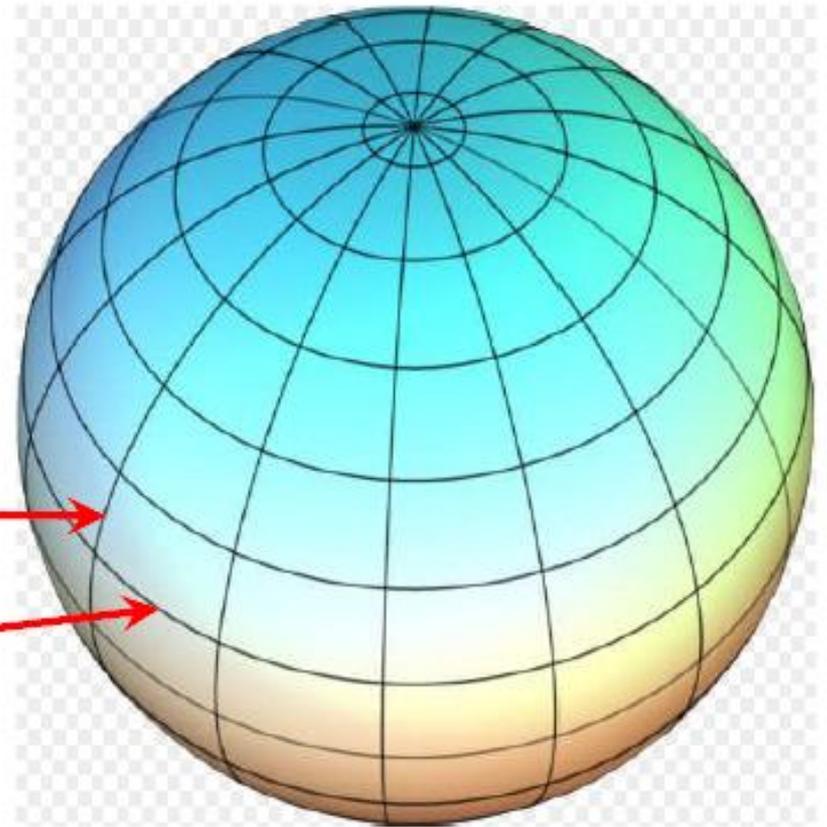


- Recherche à établir le « niveau 0 » France = Marseille
- Correspond au niveau moyen des mers et à son prolongement virtuel sous les montagnes
- S'appuie sur les mesures de gravité : s'abaisse au dessus des fosses marines, remonte sous les montagnes

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.





A chacun son ellipsoïde

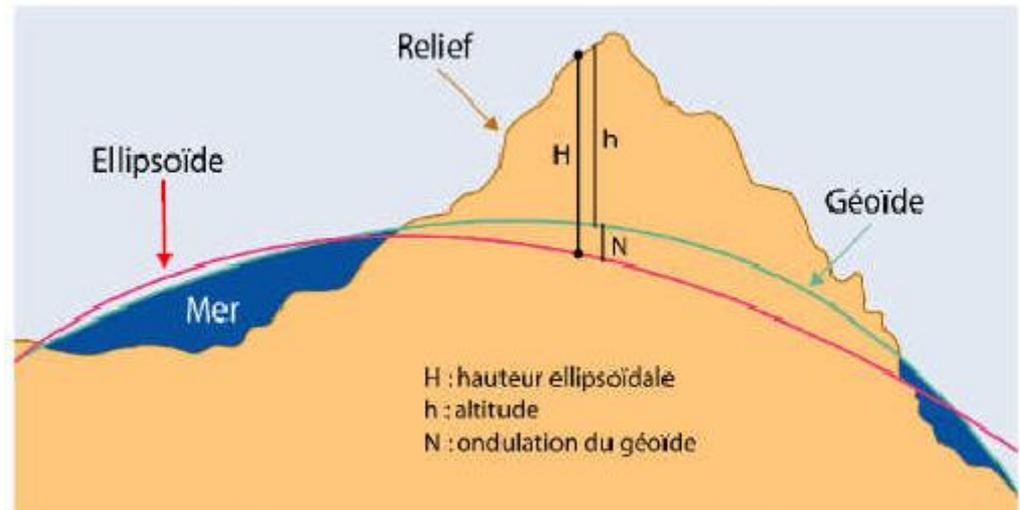
- Pour éviter les déformations sur la carte, chaque pays fait tangenter ellipsoïde et géoïde sur un point de son territoire.
- France : ellipsoïde de Clarke 1880 (anglais né en 1828), le point fondamental est situé au Panthéon.
- En Europe : système ED, établie par les américains en 1950 : ellipsoïde de Hayford 1924, le point fondamental est Postdam
- Au plan mondial, l'ellipsoïde utilisé par le système GPS (WGS84 World Géodésic System 1984) est le IAG-GRS80, le point fondamental est au centre de gravité de la terre.



38

Différence Géoïde / Ellipsoïde = Différence Altitude / Elévation

- **Altitude h** : c'est la distance entre un point et le géoïde. C'est ce qu'indiquent les cartes IGN
- **L'élévation H** : hauteur ellipsoïdale ou du GPS.
- Les GPS par les satellites donnent une altitude ellipsoïdale
- N = ondulation du géoïde (différence en H et h)
- Les GPS récents utilisent une compensation automatique de l'ondulation



Repères de nivellement

- Les altitudes indiquées sur les cartes IGN viennent du Nivellement Général de la France (NGF) de 1969, mise à jour en 2001.
- Elles s'appuient sur les 400 000 repères de nivellement posés par l'IGN.
- La [liste](#) est disponible sur Géoportail



Repère de nivellement

IGN *Nivellement Général de la France*
Repère de nivellement

Matricule :	V'.A.K3 - 264	Système d'altitude : NGF-IGN 1969
		1 017,233 m
Année de dernière observation : 1952 - Année de nouveau calcul : 1980		ALTIITUDE NONGALE
Repère vu en place en 2001		
Type : M REPERE CYLINDRIQUE DU NIVELLEMENT GENERAL		
Complément :		
Système : <i>RGF93 (ETRS89) - Ellipsoïde : LAG GRS 1980</i>		
Longitude (decs) :	5° 28' 37" E	Latitude (decs) : 45° 08' 03" N
Système : <i>RGF93 (ETRS89) - Projection : LAMBERT-93</i>		
E (decs) :	894.69	N (decs) : 6451.38
Département : ISERE Numéro INSEE : 38333 Commune : RENCUREL		
Voie servie : D.35		
de : RENCUREL à : SAINT-GERVAIS		
Côté : Gauche PK : -	Distance : 0,88 km du repère V'.A.K3 - 263	
Localisation : AU LIEU-DIT "PRELONG"		
Support : MAISON		
Partie support : CHAÎNE D'ANGLE COTE "SAINT-GERVAIS" DU MUR PIGNON , FACE ROUTE		
Repèrements :		

Remarques : **Exploitable par GPS depuis : une station excentrée**



Le repère est au centre de la photo



Carte : 3235 VIF

Avertissement

Compte tenu des risques de déplacement des repères, il est indispensable de rattacher vos opérations de nivellement à plusieurs repères proches, une fois de suite sur leur stabilité.
 La responsabilité de l'IGN ne saurait être engagée en l'absence d'un tel contrôle. [En savoir plus sur les repères de nivellement](http://www.ign.fr)
 Toute remarque concernant la description, la disponibilité ou le maintien d'un des repères doit être signalée au Service de la Qualité et de l'Innovation - ign@ign.fr

© 2009 IGN - INSTITUT NATIONAL DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE ET FORESTIÈRE
 73 Avenue de Paris 94165 SAINT-MANDE CEDEX



Une bonne carte c'est quoi ?

- C'est le choix d'un « **datum** »
 - ✓ Une ellipsoïde avec un point fondamental et un méridien d'origine,
 - ✓ pour le **GPS (WGS84) c'est IAG-GRS80 (Greenwich)**
 - ✓ ED 50 (européen) + Postdam
 - ✓ Ellipsoïde de Clarke 1880 Paris
 - ✓ Un système de projection
 - ✓ Lambert (français)
 - ✓ **Mercator (international)**

Réalisé et édité par l'Institut Géographique National, d'après des levés photogrammétriques complétés sur le terrain de 1953 à 1965. Révision de 2001. Ellipsoïde de Clarke 1880. Projection conique conforme de Lambert. Origine des altitudes : niveau moyen de la mer à Marseille. Les deux échelles de latitudes et longitudes du cadre et les deux chiffraisons kilométriques correspondent respectivement :
– vers l'intérieur, aux latitudes et longitudes en grades (longitudes référées au méridien de Paris) rapportées au système géodésique français NTF ; les amorces sont celles des quadrillages kilométriques Lambert zone III (chiffrées en noir) et Lambert zone II étendu (chiffrées en bleu) ;
– vers l'extérieur, aux latitudes et longitudes en degrés (longitudes référées au méridien international) rapportées au système géodésique mondial WGS84 ou RGF93 ; les chiffraisons bleues en italique en regard du quadrillage kilométrique sont des coordonnées Mercator Transverse Universel fuseau 31



Inscriptions sur votre carte

DESCRIPTIF

Réalisé et édité par l'Institut Géographique National, d'après des levés photogrammétriques complétés sur le terrain de 1953 à 1965. Révision de 2001. Ellipsoïde de Clarke 1880. Projection conique conforme de Lambert.

Origine des altitudes : niveau moyen de la mer à Marseille.

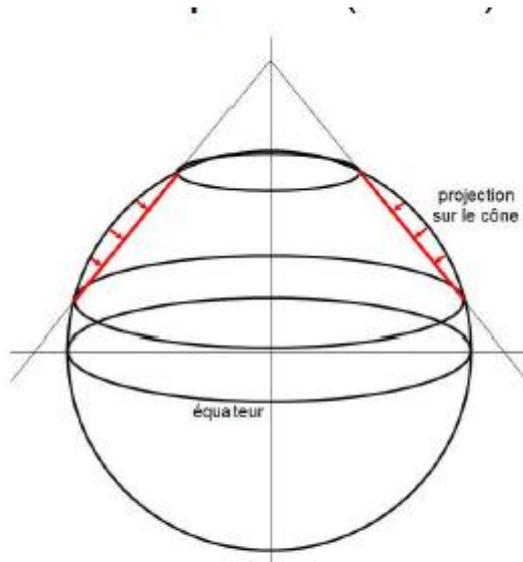
Les deux échelles de latitudes et longitudes du cadre et les deux chiffraisons kilométriques correspondent respectivement :

- vers l'intérieur, aux latitudes et longitudes en grades (longitudes référées au méridien de Paris) rapportées au système géodésique français NTF ; les amorces sont celles des quadrillages kilométriques Lambert zone III (chiffrées en noir) et Lambert zone II étendu (chiffrées en bleu) ;
- vers l'extérieur, aux latitudes et longitudes en degrés (longitudes référées au méridien international) rapportées au système géodésique mondial WGS84 ou RGF93 ; les chiffraisons bleues en italique en regard du quadrillage kilométrique sont des coordonnées Mercator Transverse Universel fuseau 31

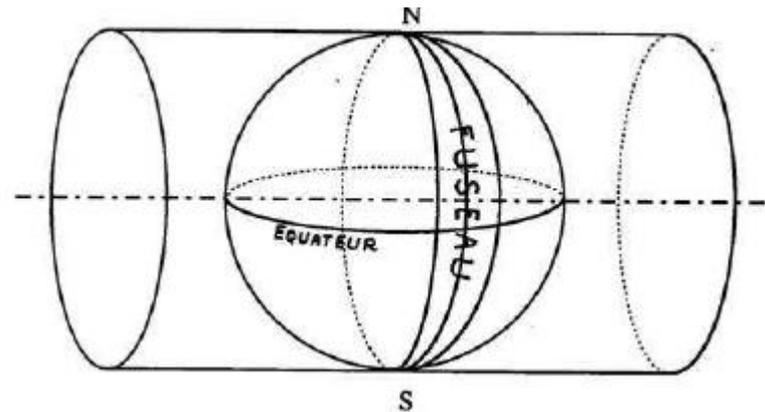


Les projections

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



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

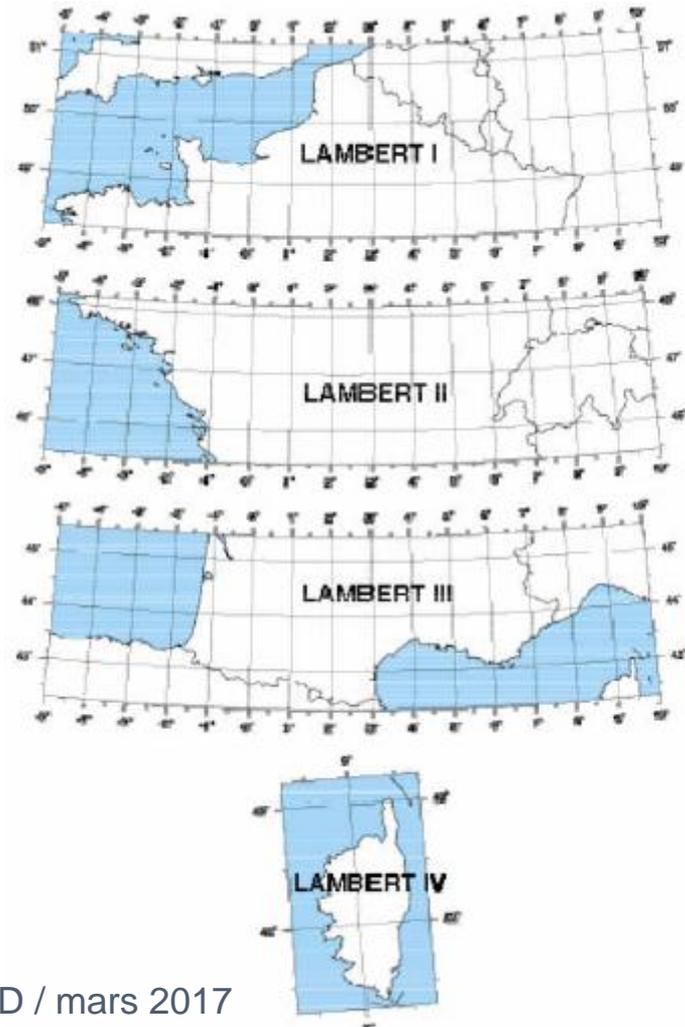


Projection Transverse de Mercator (UTM)

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

Systeme utilisé pour les cartes IGN

- Ellipsoïde de Clarke + projection Lambert
- Trois zones pour la France + la corse
- Les nouvelles cartes IGN « compatibles GPS » présentent en plus un carroyage UTM bleu





45

La projection UTM pour WGS84

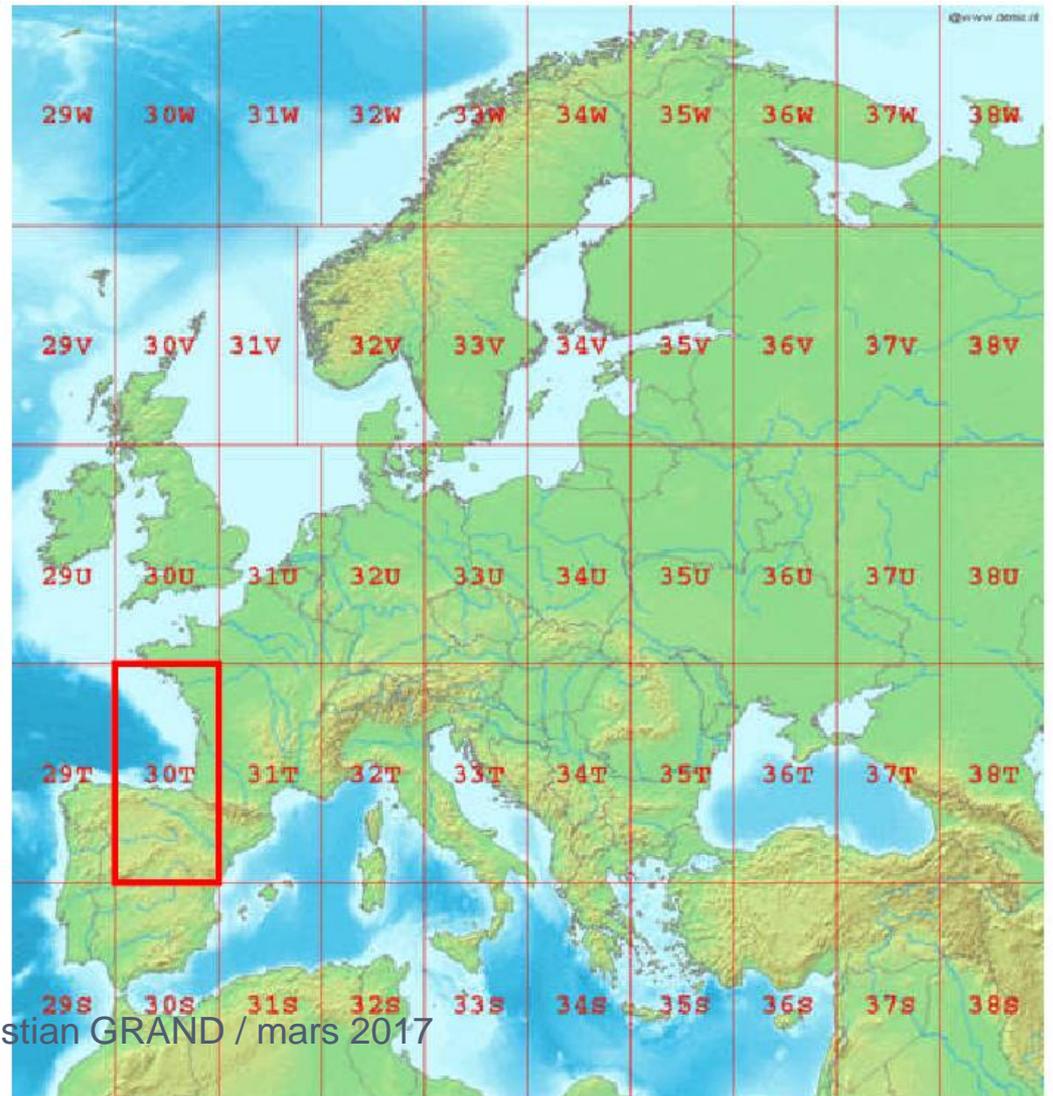
- Dans ce système la surface de la terre est découpée
 - ✓ 60 fuseaux de 6 degrés de longitude numérotés de 1 à 60 en partant de l'opposé du méridien de Greenwich et en allant vers l'est
 - ✓ 10 bandes parallèles de 8 degrés de latitude numérotées de C à M (le I n'est pas utilisé) de la région polaire sud jusqu'à l'équateur
 - ✓ 10 bandes numérotées de N à X (le O n'est pas utilisé) de l'équateur jusqu'à la région polaire nord



christian GRAND / mars 2017

Les zones UTM – WGS84

- La surface au croisement d'un fuseau et d'une bande s'appelle une zone (exemple 30T)
- La France continentale est présente sur 6 zones
 - ✓ Zones 30U et T : entre 6° ouest et 0° degré Greenwich
 - ✓ Zones 31U et T : entre 0° et 6° est Greenwich
 - ✓ Zones 32U et T : entre 6° est et 12° est Greenwich



LES CARTES IGN COMPATIBLES GPS

Pas à pas : comment tirer parti du carroyage bleu des cartes IGN au 1:25 000





48

Les cartes IGN compatibles GPS

- Les cartes concernées
 - ✓ Série bleue
 - ✓ Au 1: 25000
 - ✓ Reconnaisables à ce pictogramme

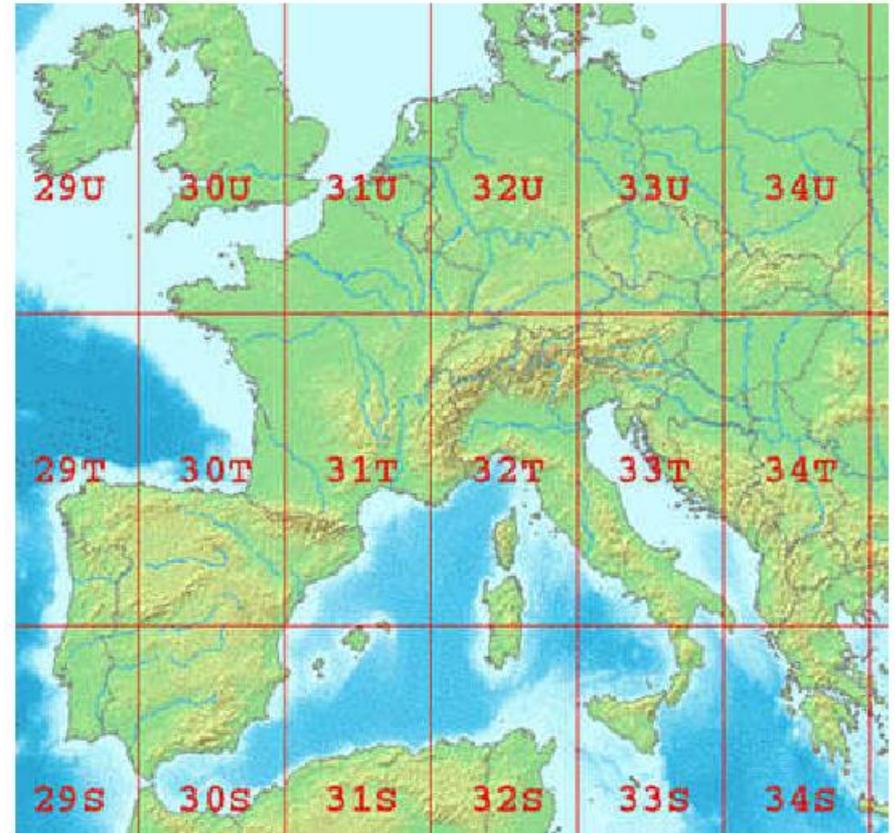




Les coordonnées GPS

Les coordonnées
utilisées sont planes,
en mètres, de type :

30T 0713282E 4796884N
Zone Easting Northing



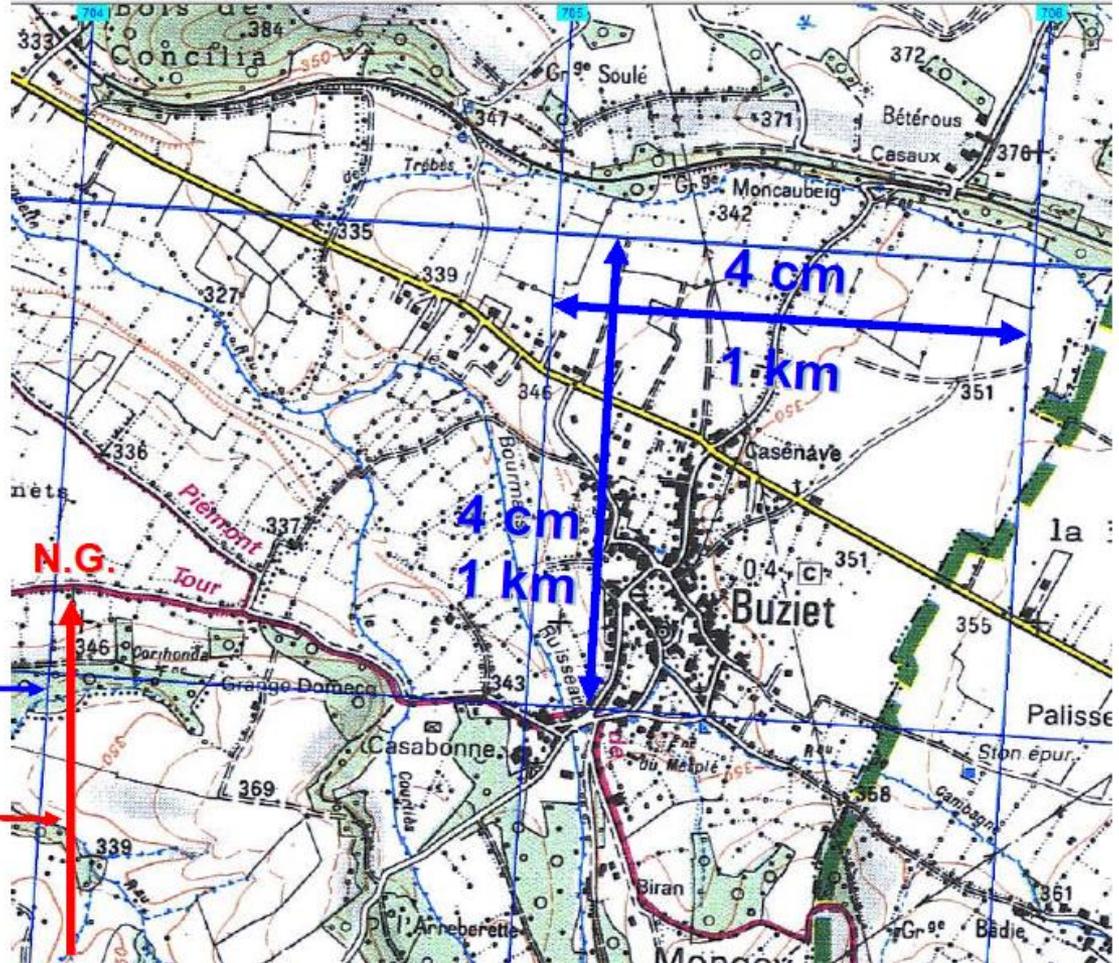


Le carroyage bleu

Dimensions des
carreaux :
4 cm x 4 cm
soit 1 km x 1 km
au 1:25 000

4 cm \Leftrightarrow 1 km

Attention !
Les lignes bleues
ne sont pas
orientées nord-sud



Conversion carte / terrain

À retenir :

pour une carte
au 1:25 000

carte		terrain
4 cm	↔	1 000 m
1 cm	↔	250 m
1 mm	↔	25 m



Conversion carte → terrain
multiplier les mm de la carte par 25
pour avoir les mètres de terrain

10 mm sur la carte →
 $10 \times 25 = 250$ m sur le terrain

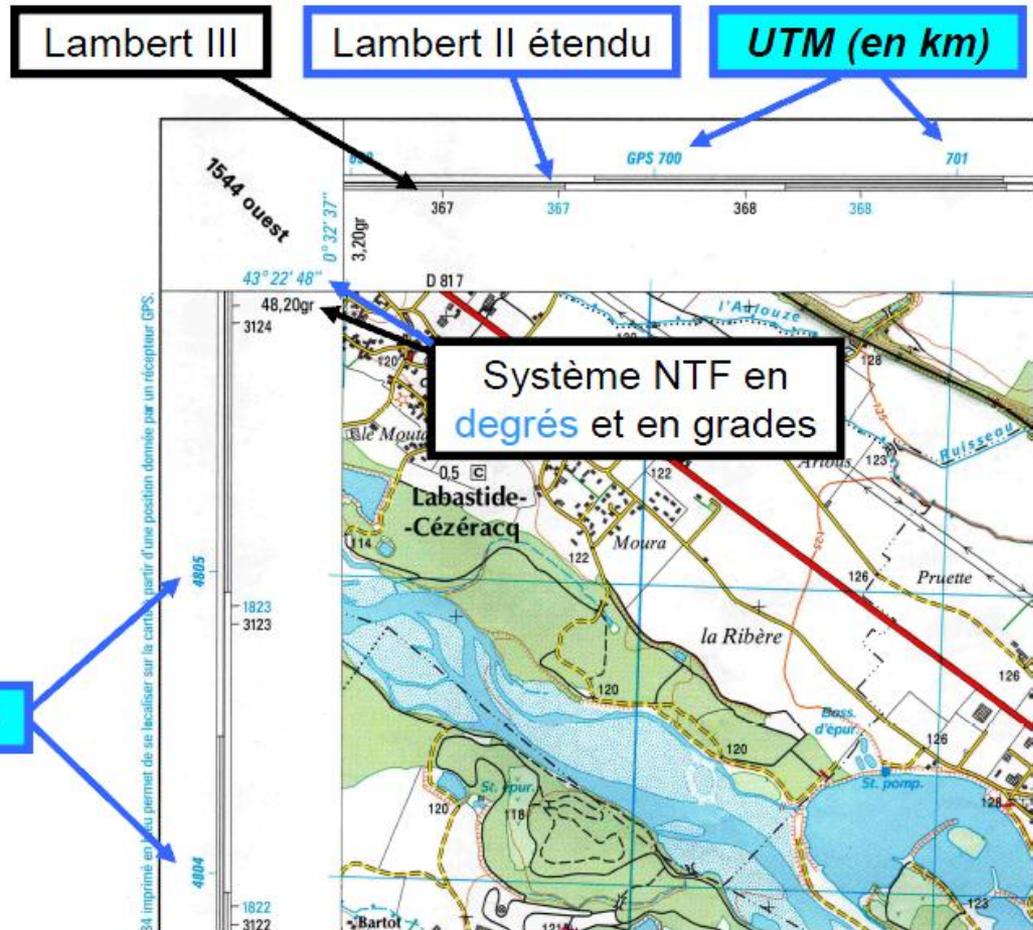
Conversion terrain → carte
diviser les m de terrain par 25
pour avoir les mm de carte

500 m sur le terrain →
 $500 / 25 = 20$ mm sur la carte

Les repères de coordonnées

Différents systèmes se superposent sur la carte.

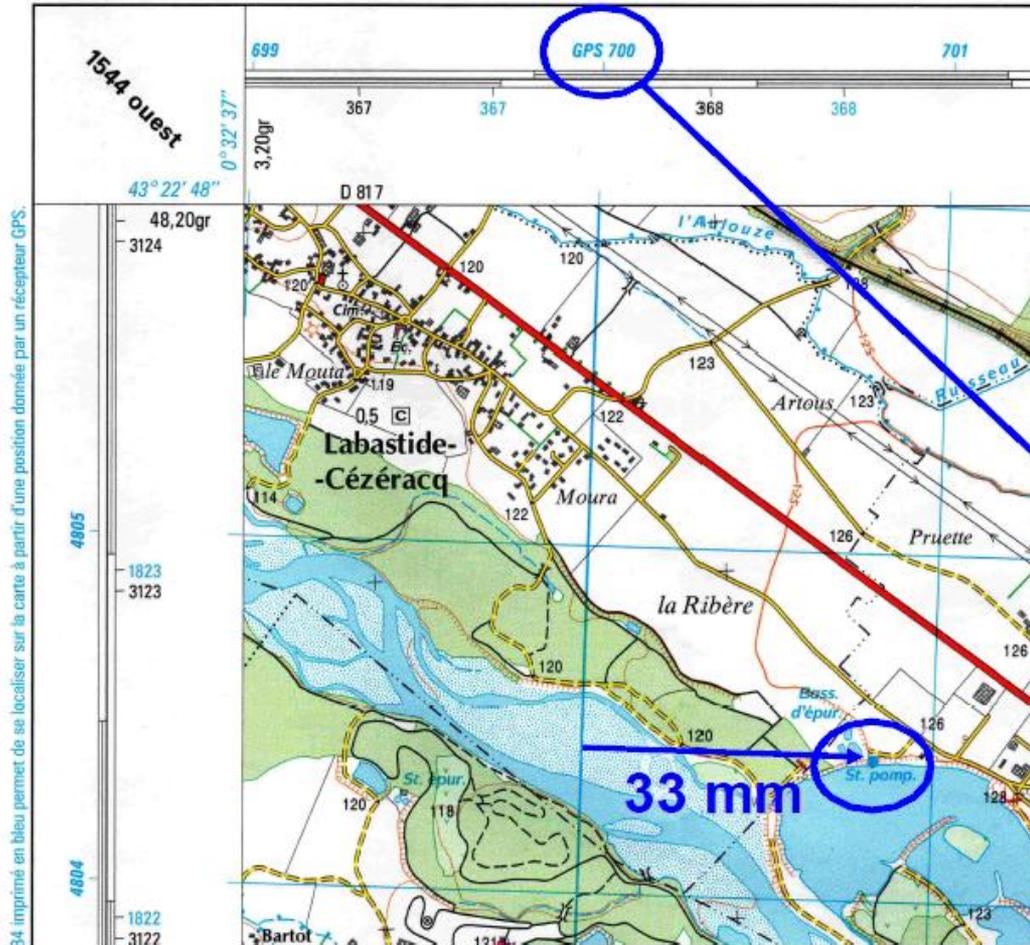
Les références GPS (UTM) sont en *bleu, gras et italique*.





Déterminer les coordonnées d'un lieu

53



Exemple :
la station de pompage

1) le *Easting*

$$33 \text{ mm} \times 25 = 825 \text{ m}$$

$$700 \text{ km} + 825 \text{ m} = 700825 \text{ m}$$

Le *Easting* est donc :
700825E



Déterminer les coordonnées d'un lieu

54

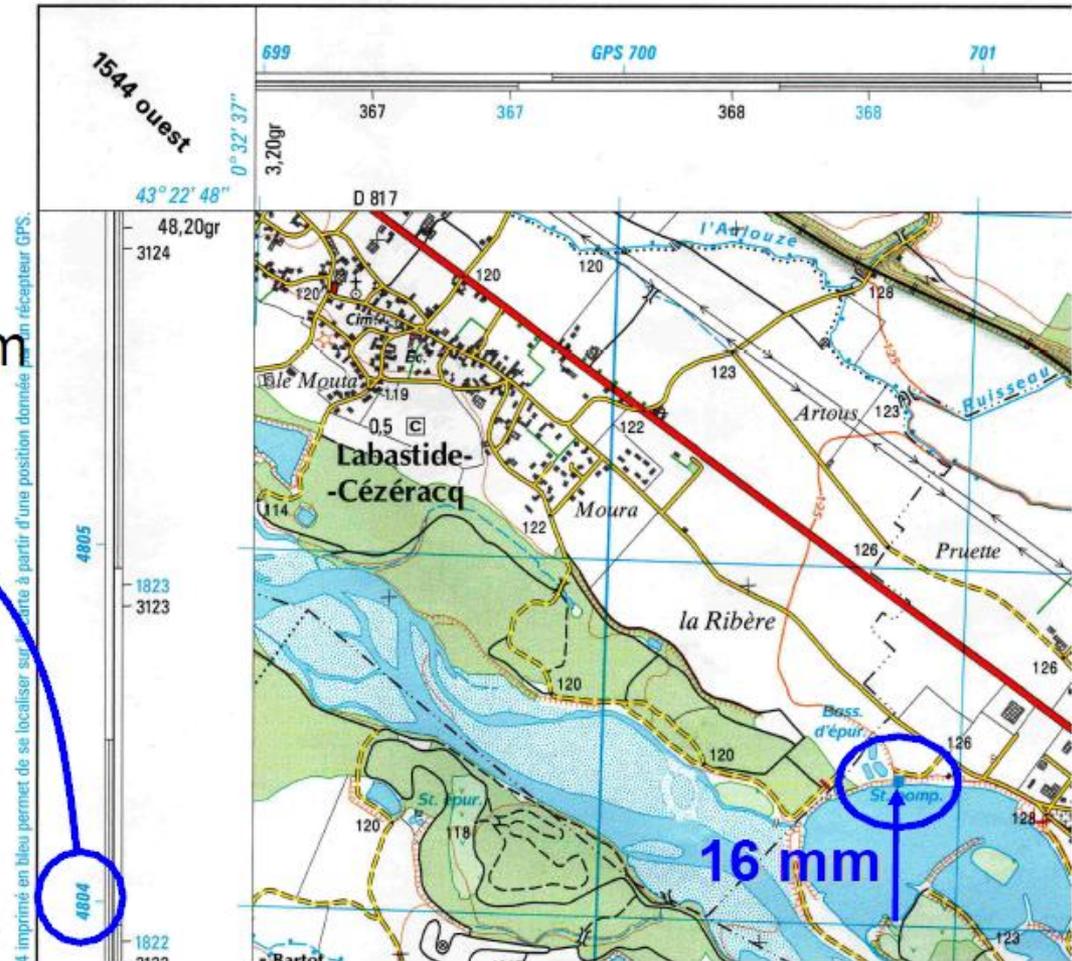
2) le Northing

$$16 \text{ mm} \times 25 = 400 \text{ m}$$

$$4804 \text{ km} + 400 \text{ m} = 4804400 \text{ m}$$

Le *Northing* est donc :
4804400N

Au final, les coordonnées GPS/UTM de la station de pompage sont :
30T 700825E 4804400N





55

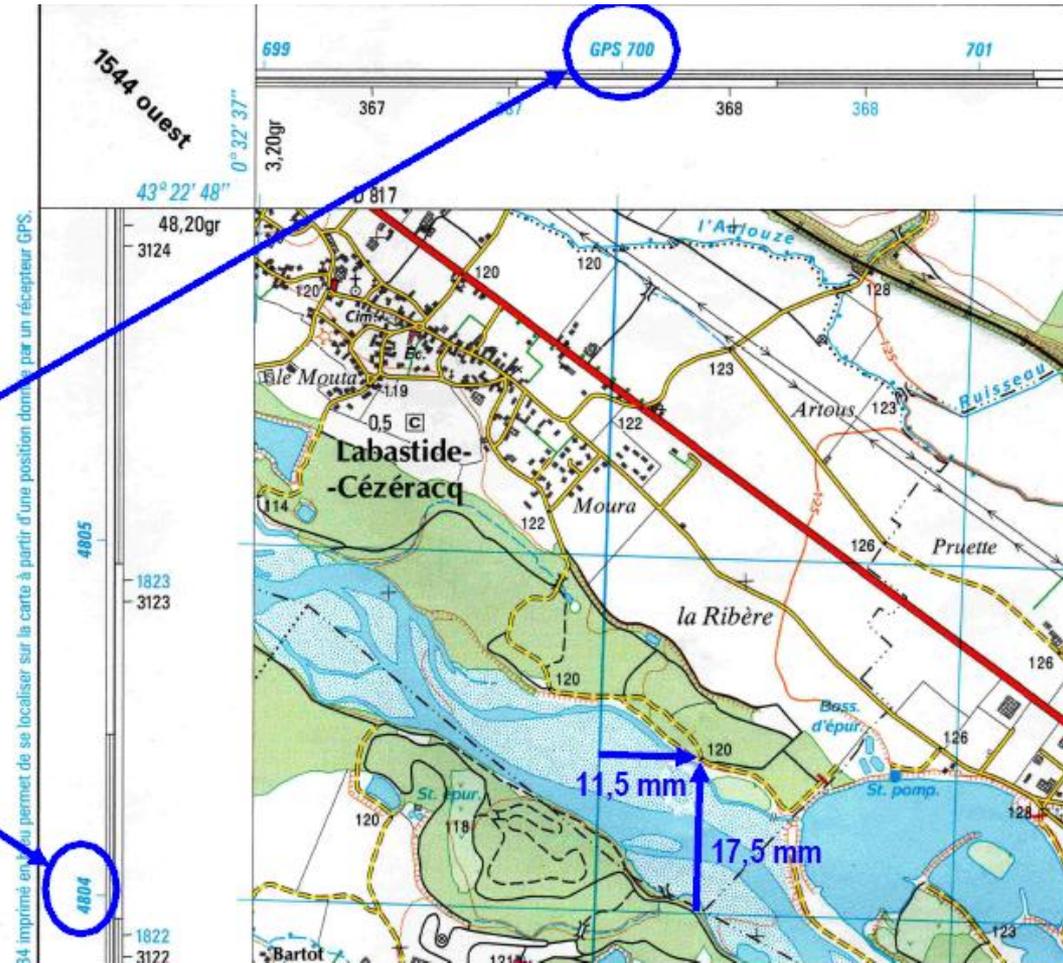
Trouver un lieu sur la carte d'après ces coordonnées

Exemple :
quelle est la valeur de la
cote située :
30T 700288E 4804437N ?

$288/25 \approx 11,5$ mm
à l'est de la ligne 700

$437/25 \approx 17,5$ mm
au nord de la ligne 4804

Réponse : cote 120.



Est du Méridien international

699

7

GPS 700

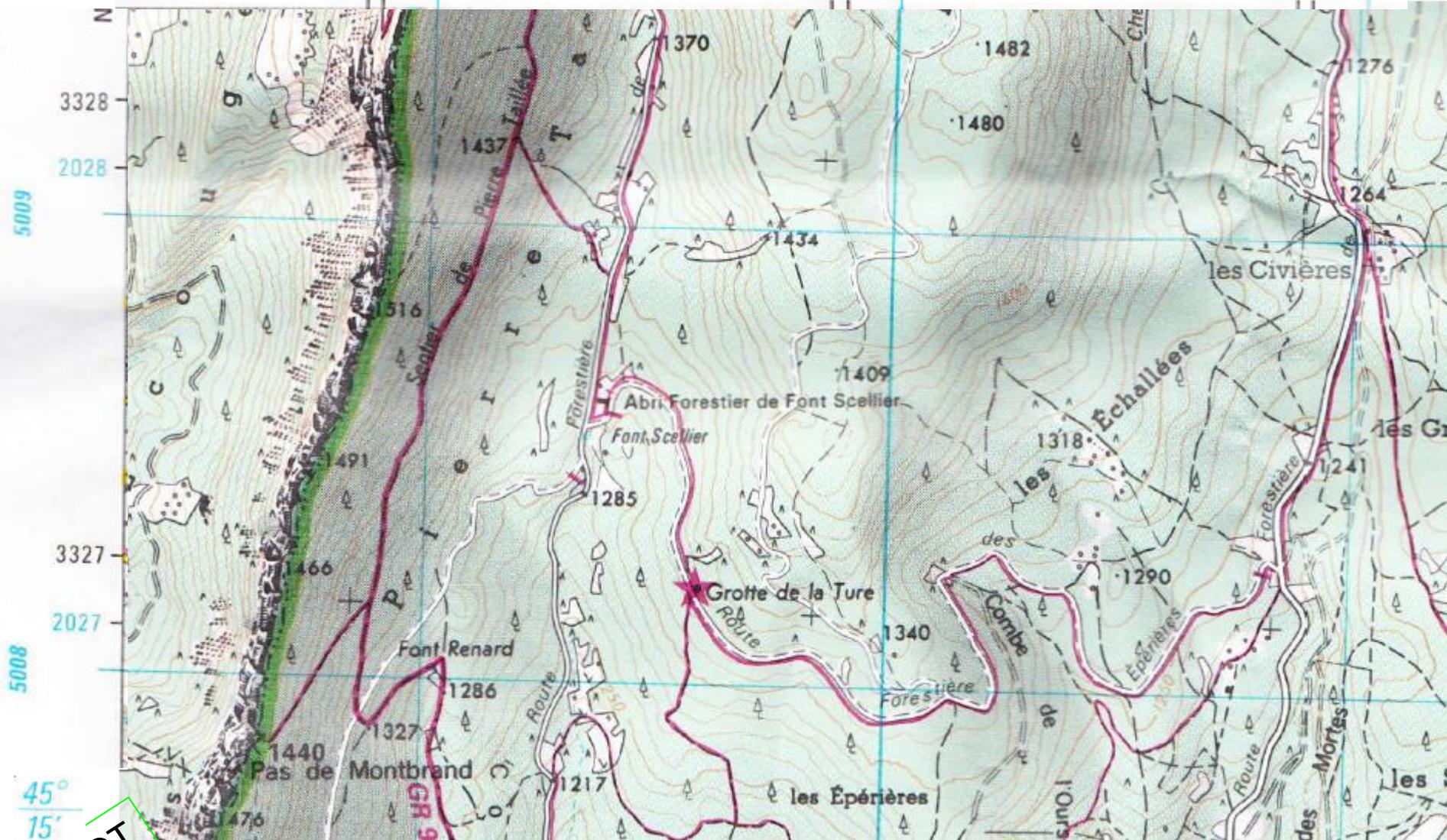
701

5° 30'

851 851

852 852

853 853



3235 OT

Trouver les coordonnées GPS de la grotte de la ture

Correction de l'exercice

Cours d'eau bords d'arbres, Cascade, Barrage, Digues
Symbole bord d'arbres, Cascade, Barrage, Digues

Canal navigable, d'alimentation, Écluse, Canal souterrain
Symbole canal, Écluse, Canal souterrain

Aérodromes : au sol, élevés, souterrains
Symbole aérodrome au sol, élevé, souterrain

Phare, Feu, Bateau-les Épis
Symbole phare, feu, bateau-les épis

Sémaphores, Balise. Les parties hachurées sont extraites des cartes du 1/50 000
Symbole sémaphore, balise

Cartes de niveau, espacement 5 m et 10 m, Dépression, Tels
Symbole carte de niveau, dépression, tels

Bois de feuillus	Bois de conifères	Feuillus et conifères	Arbustes	Verges, plantation	Rigue	Rizières

Révisé en 1984 par l'Institut Géographique National, d'après des levés photogrammétriques complétés sur le terrain de 1942 à 1953. Révision de 1986. Échelle de Clarke 1860. Projection conique conforme de Lambert. Origine des abscisses : le méridien de la mer à Marseille. Les deux ordonnées du cadre et les deux chefs-lieux kilométriques (national) rapportées en italique en regard de la distance en regard de l'axe des abscisses. Les longitudes relatives au méridien de Greenwich sont celles de quadrillage. Les longitudes relatives au méridien international (WGS84 ou ICRS) ; les altitudes indiquées sont des coordonnées altimétriques françaises.

Échelle
 0 100 m 1 km

Compass
 N.M. N.G.
 1.03 gr
 0°56'

La déclinaison magnétique correspond au centre de la feuille, au 1^{er} janvier 1986. Elle diminue chaque année de 0.12 gr 10' 53".

Est du Méridien international

5° 30'

699

7

GPS 700

701

851 851

852 852

853 853

3328

2028

5009

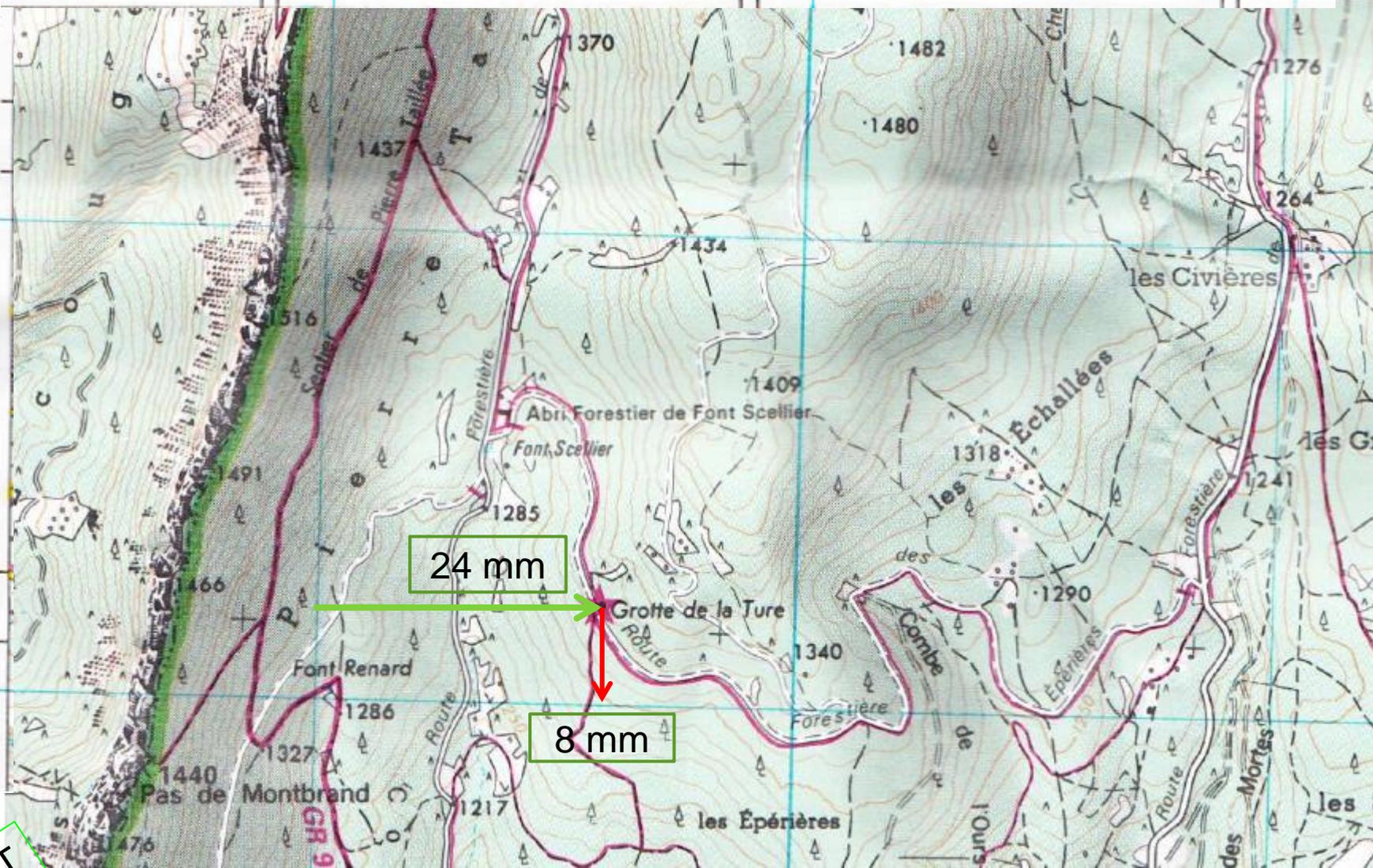
3327

2027

5008

45
15'

3235 OT



24 mm

8 mm

Trouver les coordonnées GPS de la grotte de la ture



Correction exercice

59

- Quelle zone ?
 - ✓ 30T 31T 32T
- Quelle direction ?
 - ✓ Nord : N / Sud : S / Est : E / Ouest : O ou W
- Quelle lecture sur la ligne GPS horizontale ?
 - ✓ 699 / 700 ?
- Quelle mesure horizontale en mm sur la carte ?
 - ✓ 24 mm
- Quelle mesure réelle sur le terrain : $24\text{mm} \times 25\text{ m} = 600\text{ m}$
- Quelle lecture sur la ligne GPS verticale ?
 - ✓ 5008 / 5009 / 5010 ?
- Quelle mesure verticale sur la carte ?
 - ✓ 8 / 8,5 / 9 mm ?
- ✓ Quelle mesure réelle sur le terrain : $8 \times 25\text{ m} = 200\text{ m}$



Correction exercice

- Zone : 31T
- Longitude : $699 + 600m = 699600$
- Direction : E
31T 699600 E

- Latitude : $5008 + 200m = 5008200$
- Direction : N
31T 5008200 N



Exercice inverse

61

- Donner le nom du lieu ci-dessous :
 - 31T 683450E 4993475N

- Réponse :
- Zone 31 T
- Sur ligne GPS longitude 683 latitude 4993 :
définition du carré à l'Est de 683 au Nord de 4993
- On divise $450/25 = 18\text{mm}$ pour la longitude
- On divise $475/25 = 19\text{mm}$ pour la latitude
- Le point correspond au village de BALAI

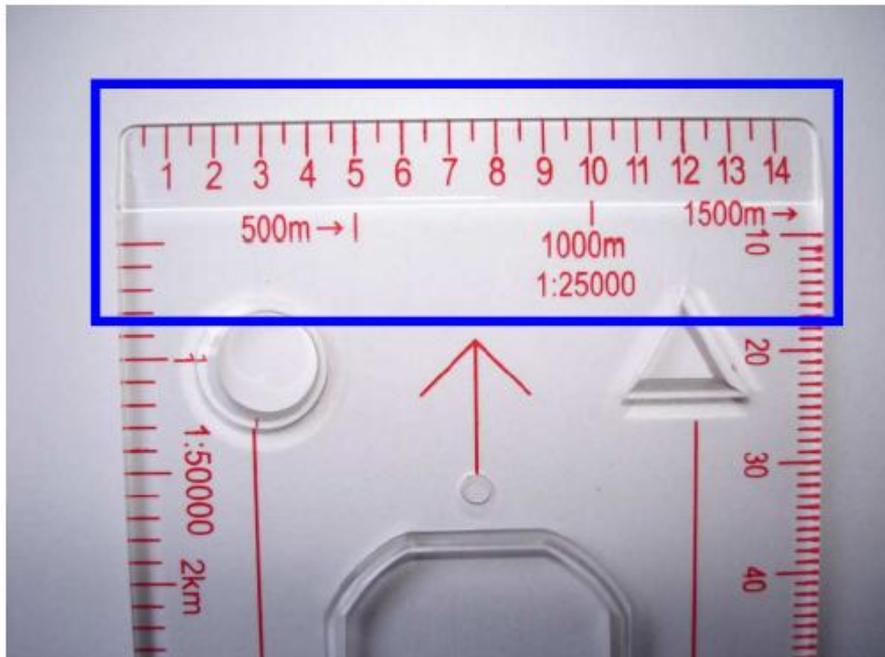


62

Utilisation de la boussole plaquette

L'échelle au 1:25 000
permet la lecture directe
en hectomètres

Lecture directe de la
distance sur le terrain
(multiplier par 100) : 825 m





63

En guise de conclusion

- Le système GPS est un complément
- Il s'ajoute aux autres instruments de navigation traditionnels
 - ✓ Carte
 - ✓ Boussole
 - ✓ Altimètre barométrique



- Il ne les remplace pas

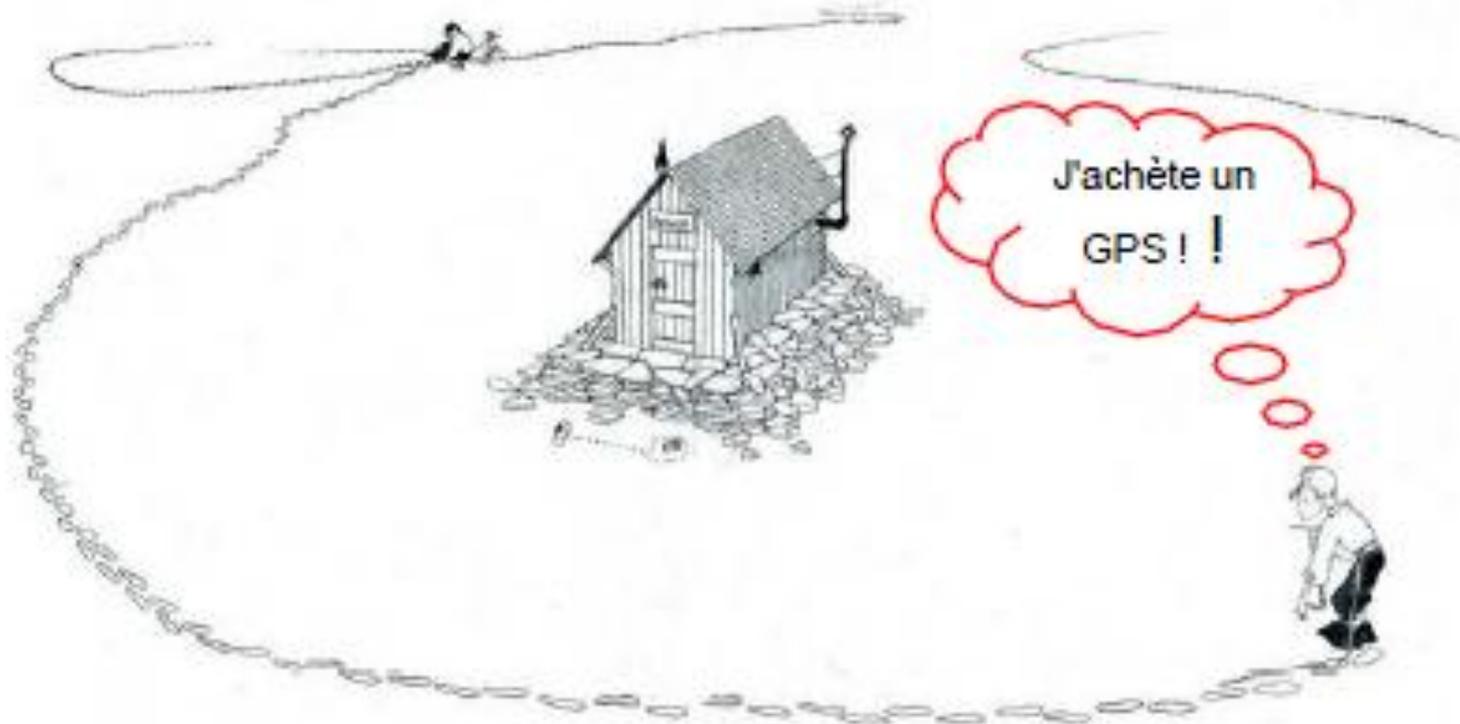
En guise de conclusion

- Le récepteur GPS offre de nouvelles possibilités
 - ✓ Partager, échanger des itinéraires de randonnée (fichiers GPX)
 - ✓ Travailler avec des logiciels cartographiques pour archiver et retrouver ses randonnées
 - ✓ Préparer ses randonnées depuis son ordinateur (longueur, durée, dénivelé) et les importer dans son GPS
 - ✓ Améliorer sa sécurité et celle de son groupe



Le prochain cours.....

Quand le brouillard ... enfin se leva !





Rendez-vous le 29 mai

66

- Intérêts et dangers du GPS
- Utiliser son GPS efficacement
 - ✓ Le vocabulaire
 - ✓ Son organisation (cartes / boussole / altimètre...)
 - ✓ Les différents types de récepteurs et leurs qualités
 - ✓ Alimentation et batterie
 - ✓ Déterminer sa position
 - ✓ Les différentes fonctions principales (retour, rallier un point, suivi de traces.....
 - ✓ Préparer un itinéraire et l'enregistrer dans le GPS
 - ✓ Les différents logiciels et matériels
 - ✓



67



68

