



Éléments de géomatique EG 2025

Bases de Géodésie (1/2)

Intro – références - projections

EPFL Éléments de géomatique S3: 07.03.2025

- Retour sur la session S2: Localisation par satellites
 - Questions; théorie, exercice
- S3: Introduction à la géodésie
 - Intro, unités, systèmes de coordonnées
- TP1-GPS: Démarrage
 - Collecte des données, bilan
 - Analyses préliminaires, Réponses aux questions

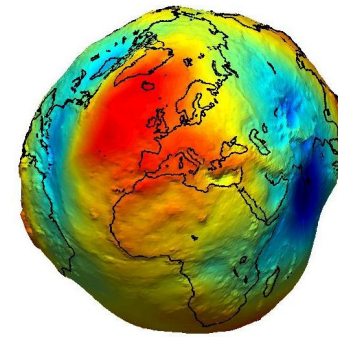
5 min R/Q



- Que mesure un récepteur GPS?
- Pourquoi parle-t-on de pseudo-distance?
- Quelles sont les principales sources d'erreur de GPS?
- Que faut-il pour calculer une position par GPS?
- Quel est l'ordre de grandeur de la précision GPS basé sur le code C/A (ciel sans obstruction)?
- Quel est l'impact du multi trajet des ondes sur le positionnement GPS?
- Autres questions de votre part?

- Définition de la géodésie
 - Science qui a pour but l'étude **géométrique de la Terre**
- Enjeu: définir une référence géodésique avec exactitude dans un environnement **dynamique**

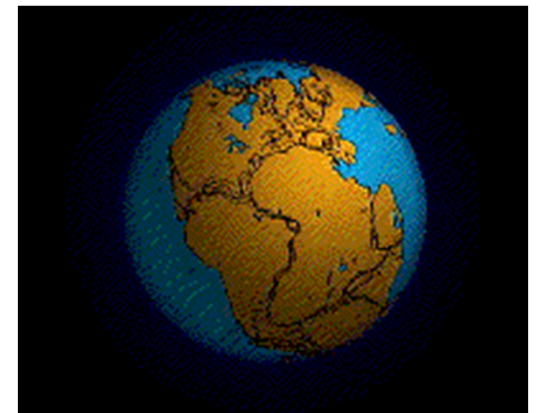
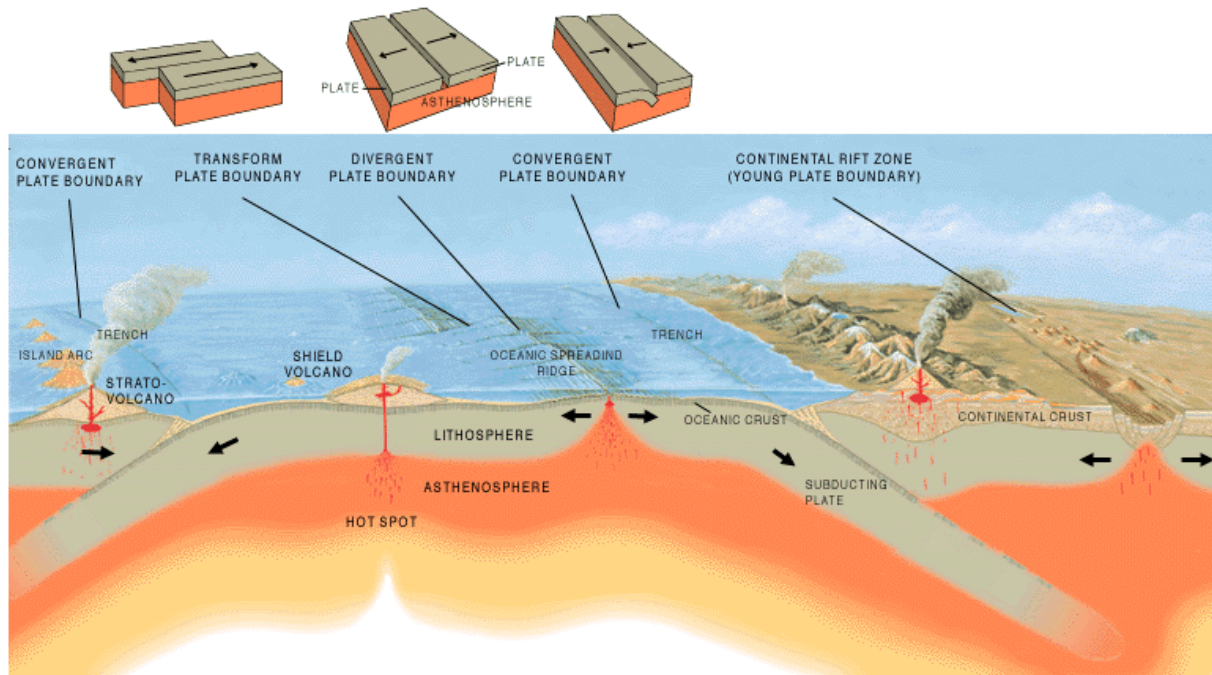
Géométrie de
la Terre



Rotation
Mouvement du
pôle

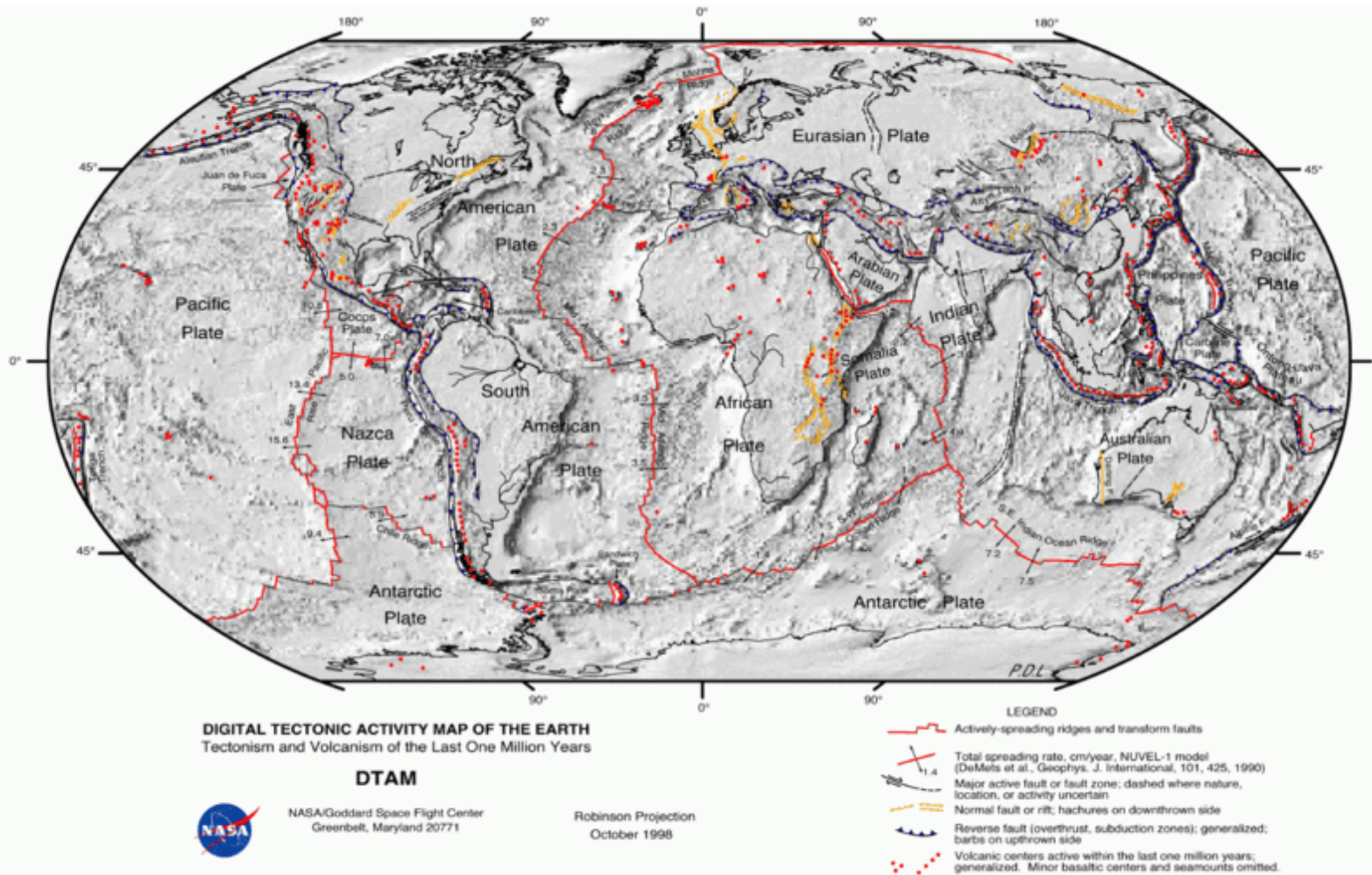
Gravimétrie et
géoïde

EPFL Rappel: Tectonique des plaques



- Ecorce terrestre non homogène
- Plaques qui « flottent » et « dérivent »
 - Référentiel géométrique non stable dans le temps

EPFL Rappel: Tectonique des plaques



- Déplacements relatifs
 - 1 à 10 cm/an

lites

• 1. Unités et Systèmes de Coordonnées

• Unités

- Longueur: le mètre [m]
- Angulaire: radian, degré [°], gon [g]
- Echelles de mesures

• Coordonnées

- Coordonnées linéaires
- Coordonnées planes
- Coordonnées sur la sphère

• Conversion de coordonnées

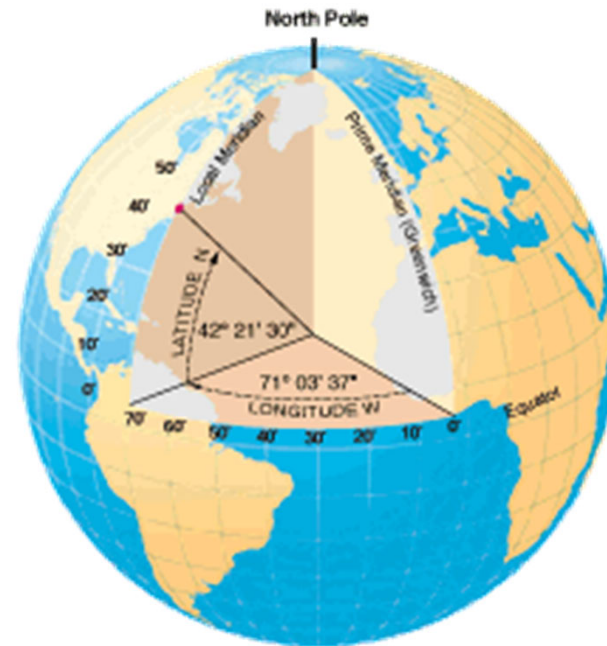
- Dans le plan
- Sur la sphère



Mètre Etalon

2. Références géodésiques

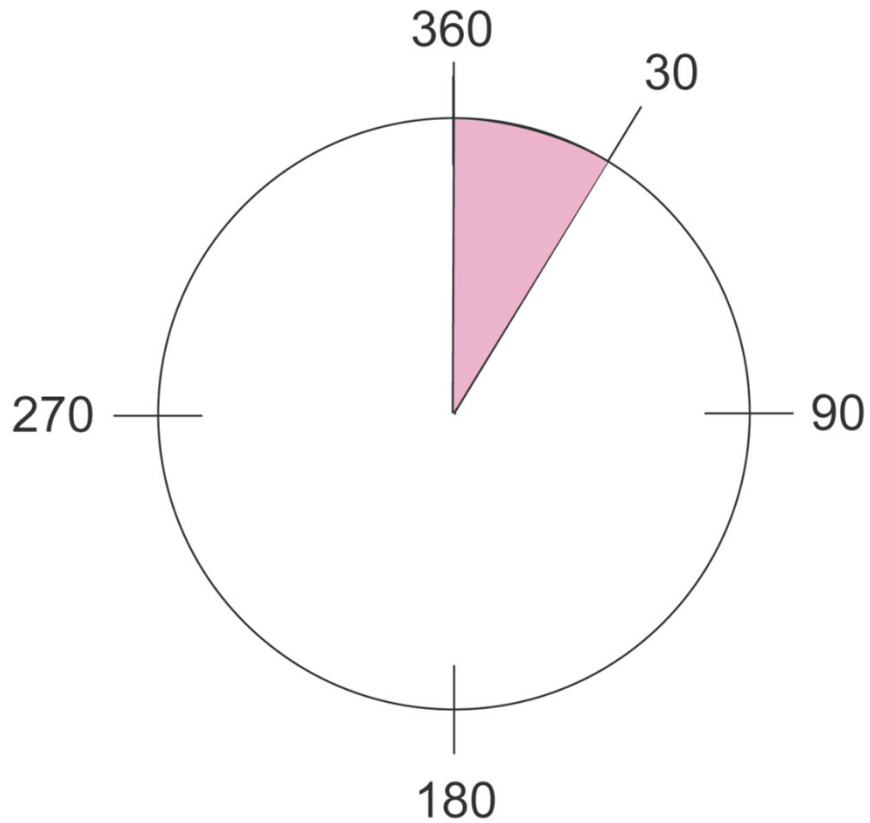
- Géoïde
- Ellipsoïde
- Datum géodésique
 - Système local suisse: CH1903
 - Système global WGS84
- Transformations de coordonnées
- Cote du géoïde



3. Systèmes de projection

- Principes
- Mercator
- UTM
- Projection suisse

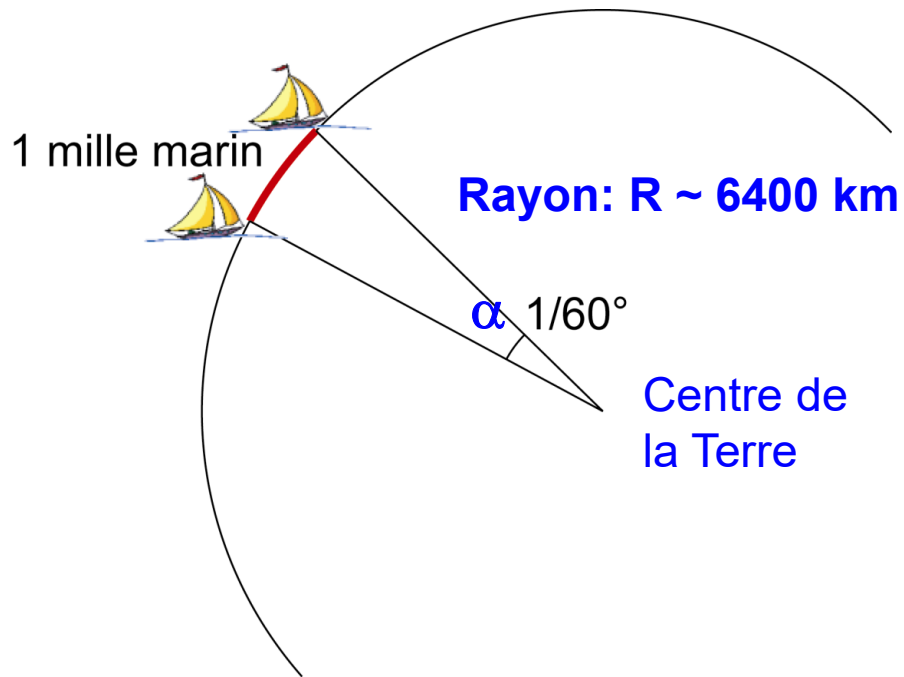
EPFL Unité angulaire: degré



Définition du
mile marin
(nautique)

Utilisé en astronomie et navigation

EPFL Unité angulaire: d-m-s



Division sexagésimale

1 degré [$^\circ$] = 60 min [']

1 min ['] = 60 sec ["]

1 mille marin = arc intercepté par un angle au centre de **1 minute**

env. 1'852 mètres = $R \times \alpha$ [rad]

EPFL Unité angulaire: radian

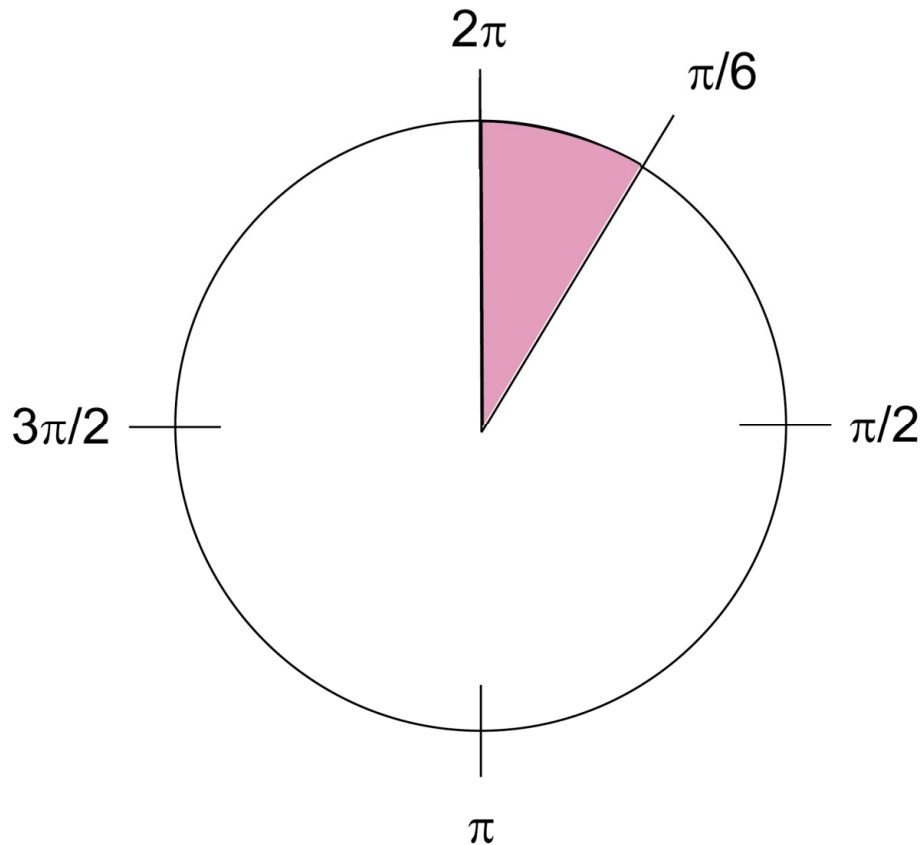


Attention

Lors de calculs trigonométriques sur un tableur ou en programmation, les unités angulaires sont en radian

Ne pas oublier de convertir les angles

$$\alpha \text{ [rad]} = \alpha \text{ [deg]} * \pi/180$$



Utilisé en mathématique

EPFL Unités angulaire : TP GPS



- Latitude, longitude: Degré: **division centésimale**

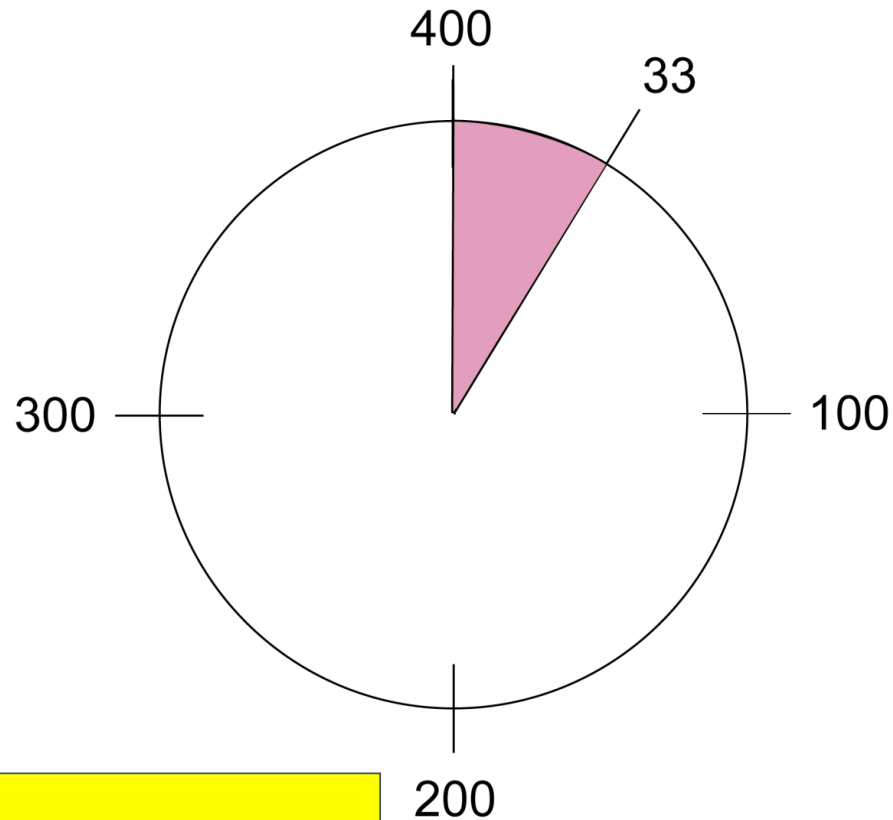
- **Exemple**

- EPFL: Latitude : $\varphi = 46,52181^\circ$; Longitude: $\lambda = 6,54678^\circ$
- Différence de latitude: on considère le déplacement engendré par un angle de $D\varphi = 0.00001^\circ$ **le long d'un méridien**
- Rayon de la Terre: $R = 6'400'000$ m
- Calcul du déplacement : DL

$$DL = D\varphi [\text{deg}] \cdot \pi / 180 \cdot R$$

$$DL = 1.12 \text{ m}$$

EPFL Unité angulaire: gon (ou grad)



Division centésimale

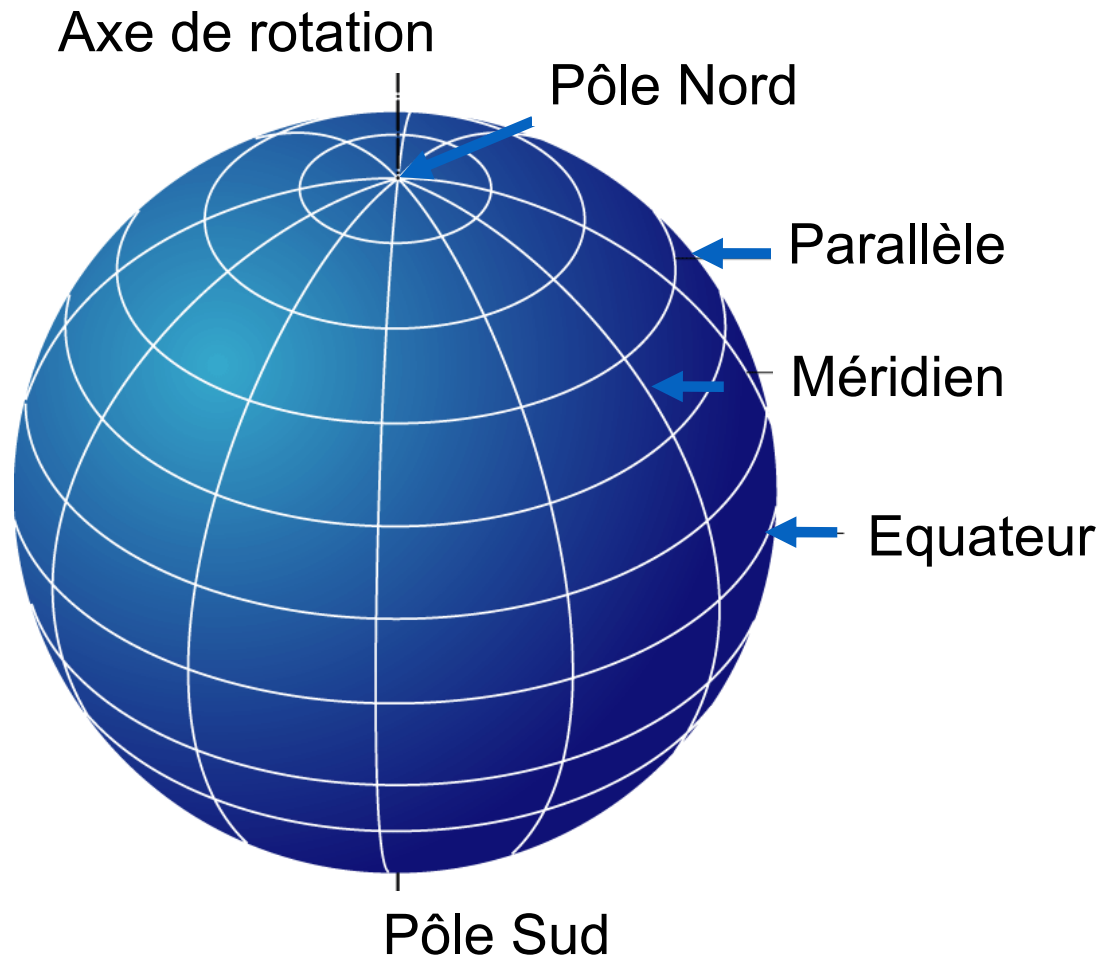
1 gon = 100^c: minutes centésimales

1^c = 100^{cc}: sec. centésimales

1 milligon = 0.001 gon

Utilisé en topographie
et géodésie





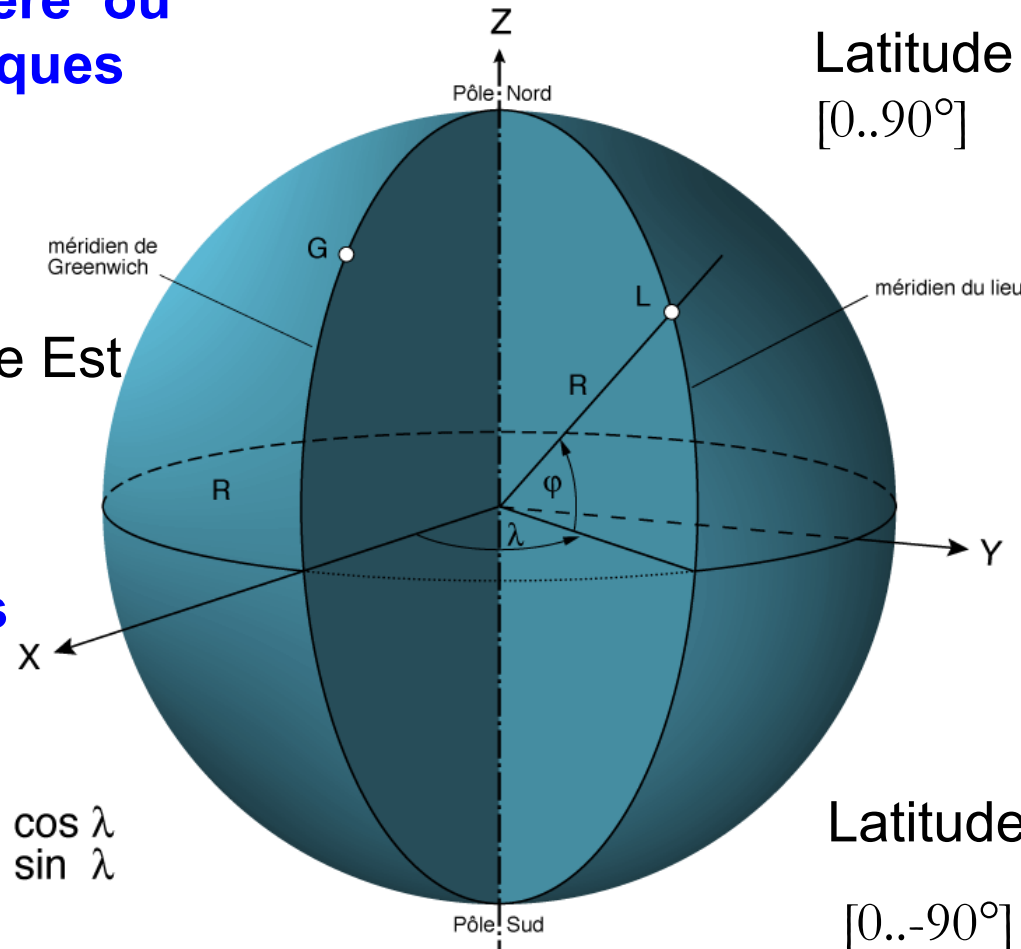
**Coordonnées sur la sphère ou
Coordonnées géographiques**
(φ, λ)

Longitude Est
[0..360°]

Latitude Nord
[0..90°]

**Coordonnées cartésiennes
géocentriques [X,Y,Z]**

$$\begin{aligned} X &= R \cos \varphi \cos \lambda \\ Y &= R \cos \varphi \sin \lambda \\ Z &= R \sin \varphi \end{aligned}$$



Latitude Sud
[0..-90°]



Différence de longitudes

Coin NE: $\lambda = 6,56939^\circ$

Latitude: $\varphi = 46, 519^\circ$

R = 6'378'000 m

Différence de longitudes

Coin NE: $\lambda = 6,56939^\circ$

Coin NO: $\lambda = 6,56725^\circ$

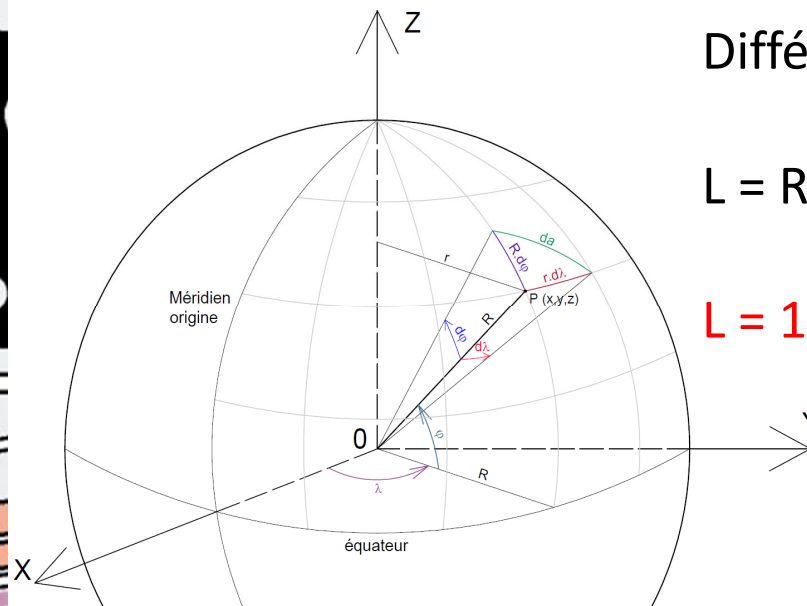
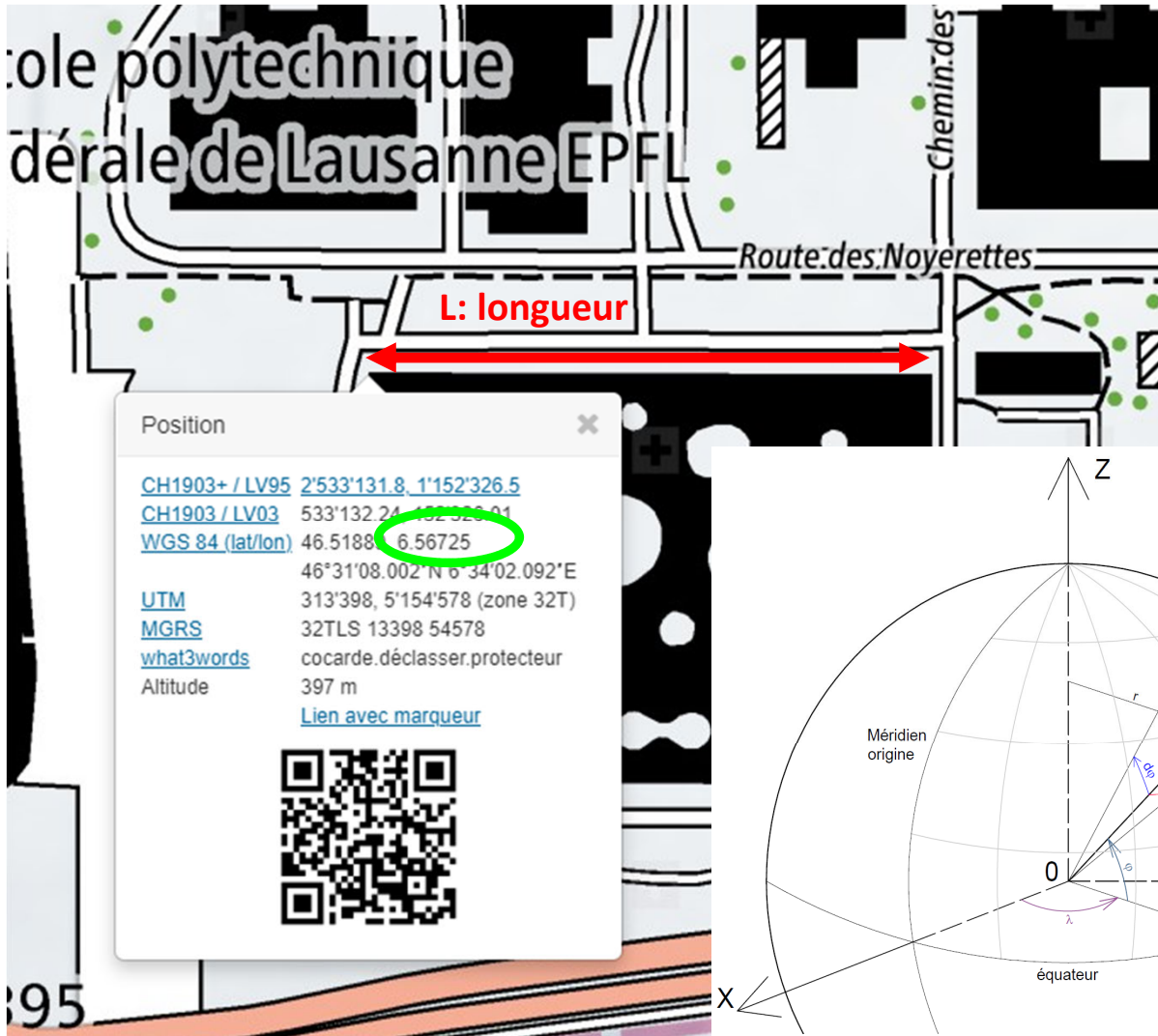
Latitude: $\varphi = 46,519^\circ$

$R = 6'378'000 \text{ m}$

Différence: $D\lambda = 0,00214^\circ$

$L = R \cdot \cos(\varphi) \cdot D\lambda \text{ [rad]}$

$L = 164 \text{ m}$



Différence de longitudes

Coin NO: $\lambda = 6,56725^\circ$

Latitude: $\varphi = 46, 519^\circ$

$$R = 6'378'000 \text{ m}$$

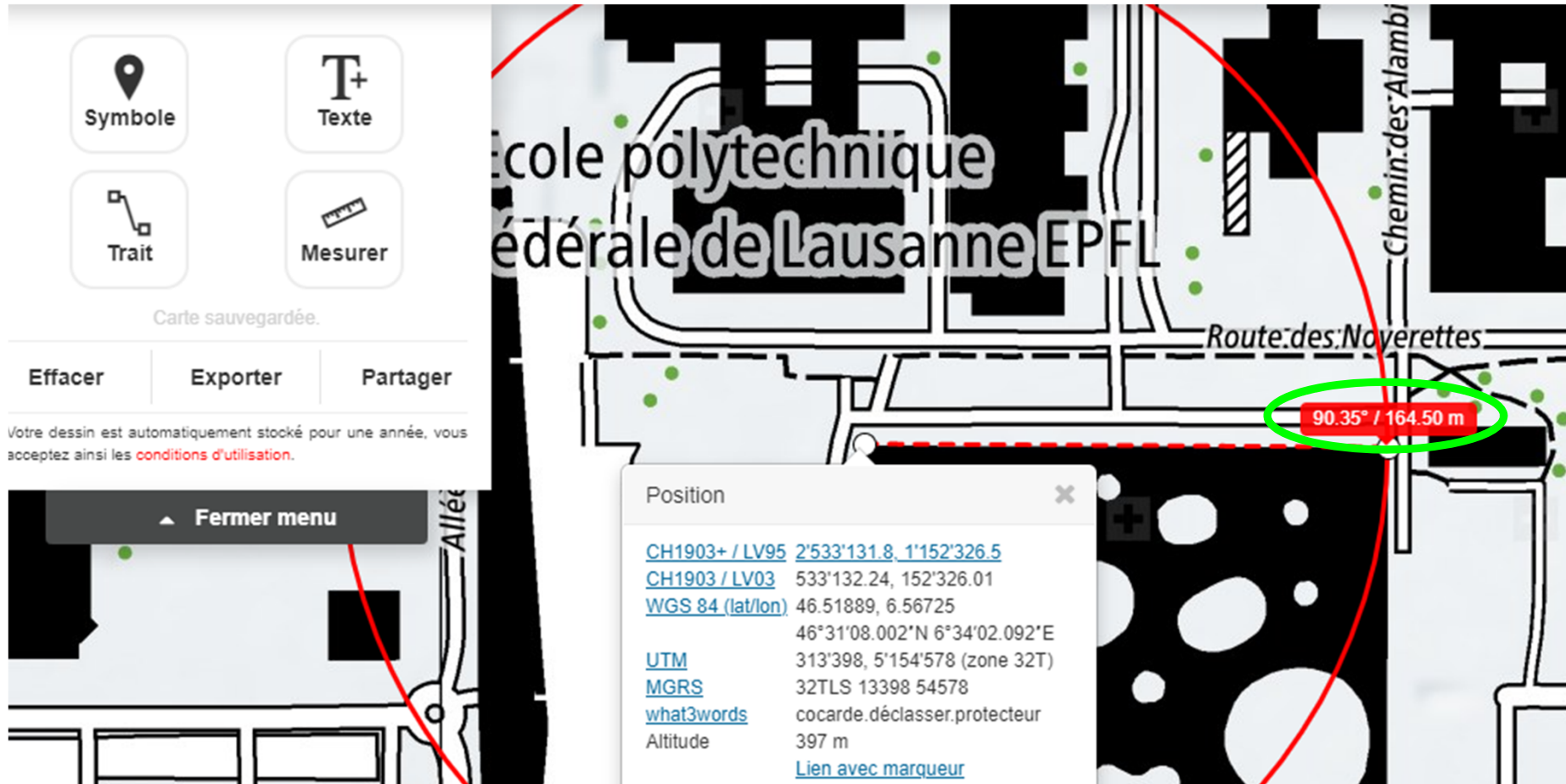
Différence: $D\lambda = 0,00214^\circ$

$$L = R \cdot \cos(\varphi) \cdot D\lambda \text{ [rad]}$$

$$Y \Rightarrow L = 164 \text{ m}$$

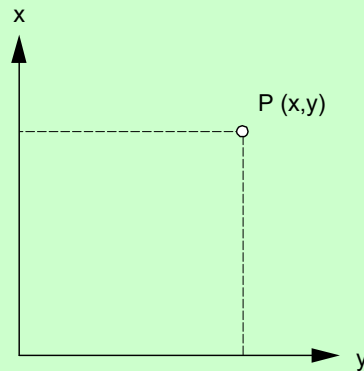


Rolex: mesure longueur E-O



EPFL Conversion de coordonnées: formules

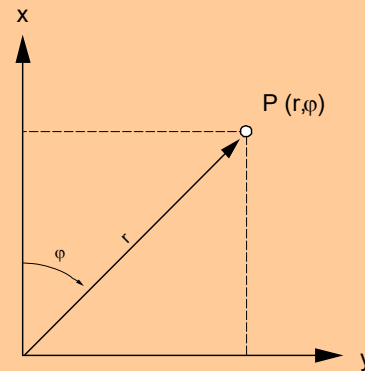
- Dans le plan



Coordonnées cartésiennes

$$y = r \sin \varphi$$

$$x = r \cos \varphi$$

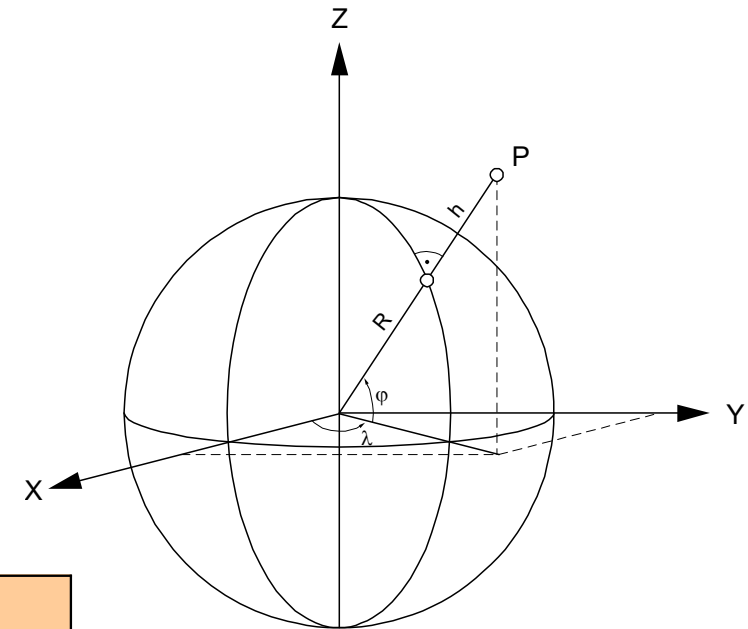


Coordonnées polaires

$$r = \sqrt{y^2 + x^2}$$

$$\varphi = \arctg \frac{y}{x} \pm 200$$

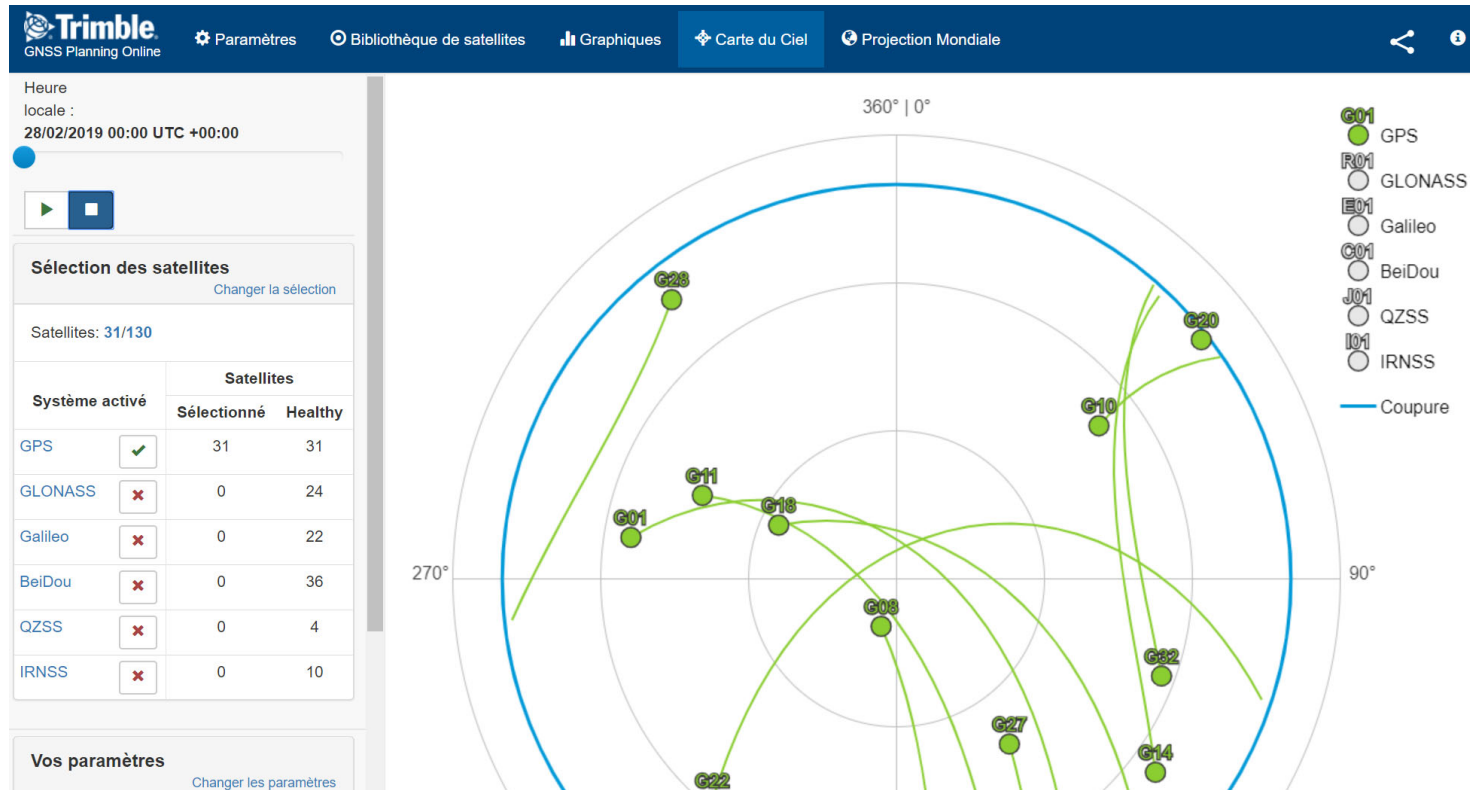
- Sur la sphère



$(\varphi . \lambda . h) \rightarrow (X,Y,Z)$	$(X,Y,Z) \rightarrow (\varphi . \lambda . h)$
$X = (R+h) \cos\varphi \cos\lambda$	$\lambda = \arctg \frac{Y}{X}$
$Y = (R+h) \cos\varphi \sin\lambda$	$\varphi = \arctg \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}}$
$Z = (R+h) \sin\varphi$	$h = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} - R$

GPS: Segment Spatial

DOP: Dilution of Precision



- Visualisation
 - Trajectographie
 - Almanach

■ <https://www.gnssplanning.com>