

# Eléments de géomatique EG 2025

## Bases de Géodésie (1/2)

Intro – références - projections

# **EPFL** Eléments 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

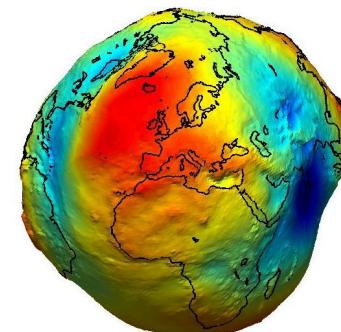
## 5 min R/Q



- 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**

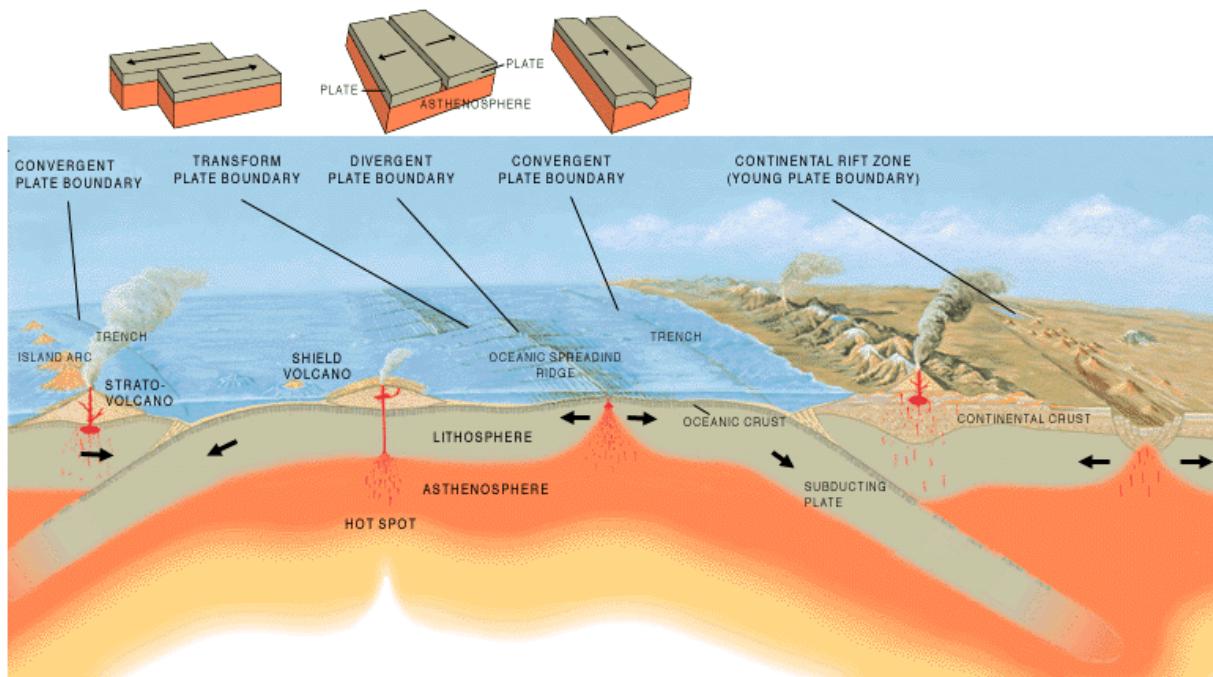
**Géométrie** de  
la Terre



**Rotation**  
Mouvement du  
pôle

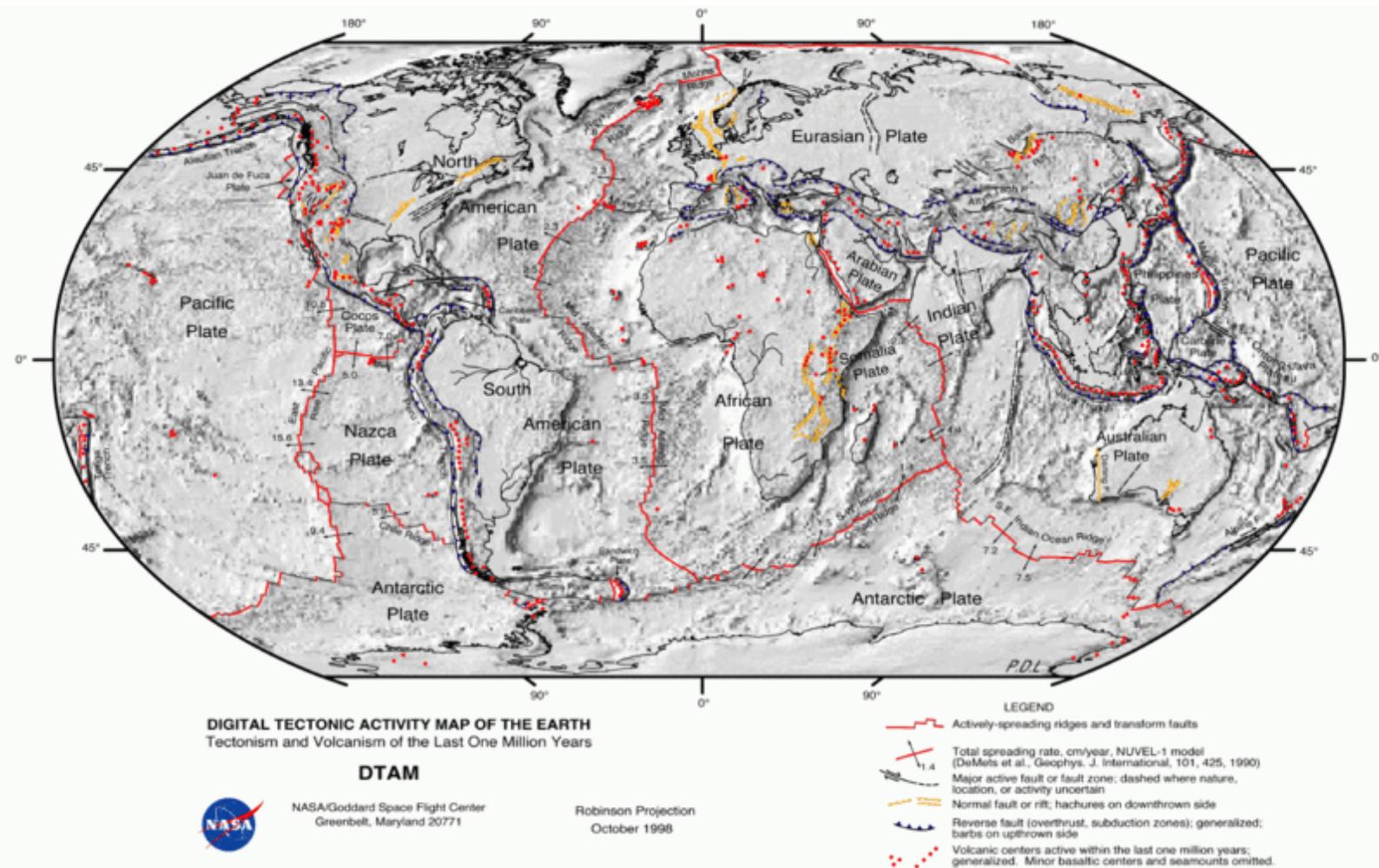
**Gravimétrie** et  
géoïde

# 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

- **1. Unités et Systèmes de Coordonnées**

- Unités
  - Longueur: le mètre [m]
  - Angulaire: radian, degré [ $^{\circ}$ ], gon [g]
  - Echelles de mesures
- Coordonnées
  - Coordonnées linéaires
  - Coordonnées planes
  - Coordonnées sur la sphère
- Conversion de coordonnées
  - Dans le plan
  - Sur la sphère

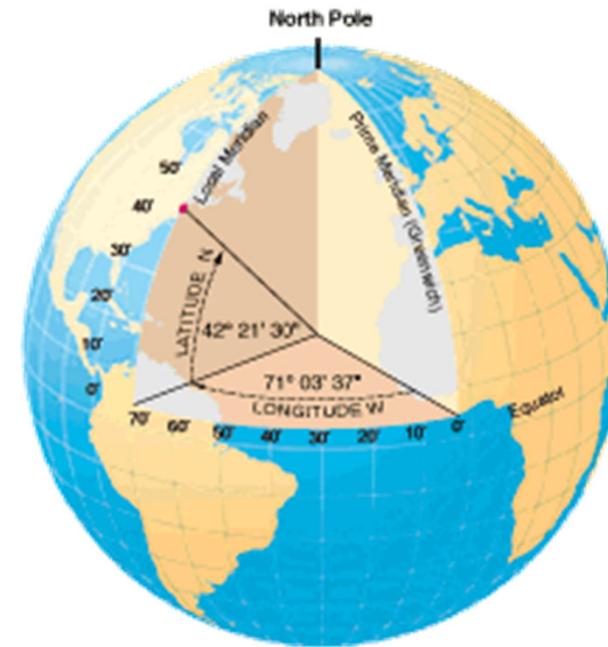


*Mètre Etalon*

# EPFL EG : Bases de Géodésie

## 2. Références géodésiques

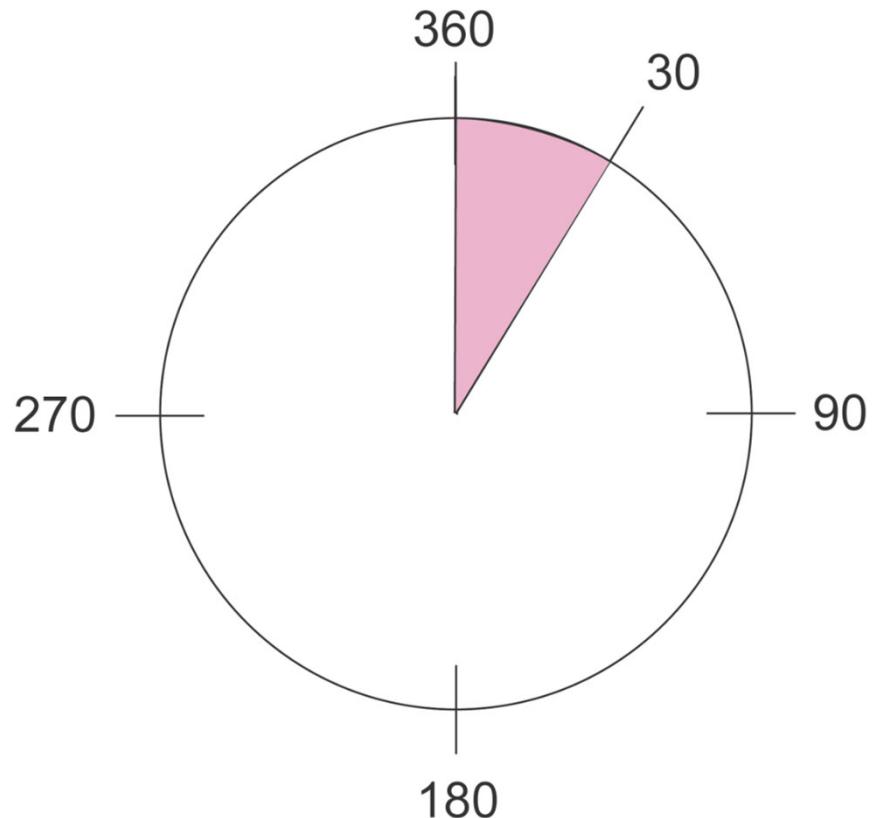
- Géoïde
- Ellipsoïde
- Datum géodésique
  - Système local suisse: CH1903
  - Système global WGS84
- Transformations de coordonnées
- Cote du géoïde



## 3. Systèmes de projection

- Principes
- Mercator
- UTM
- Projection suisse

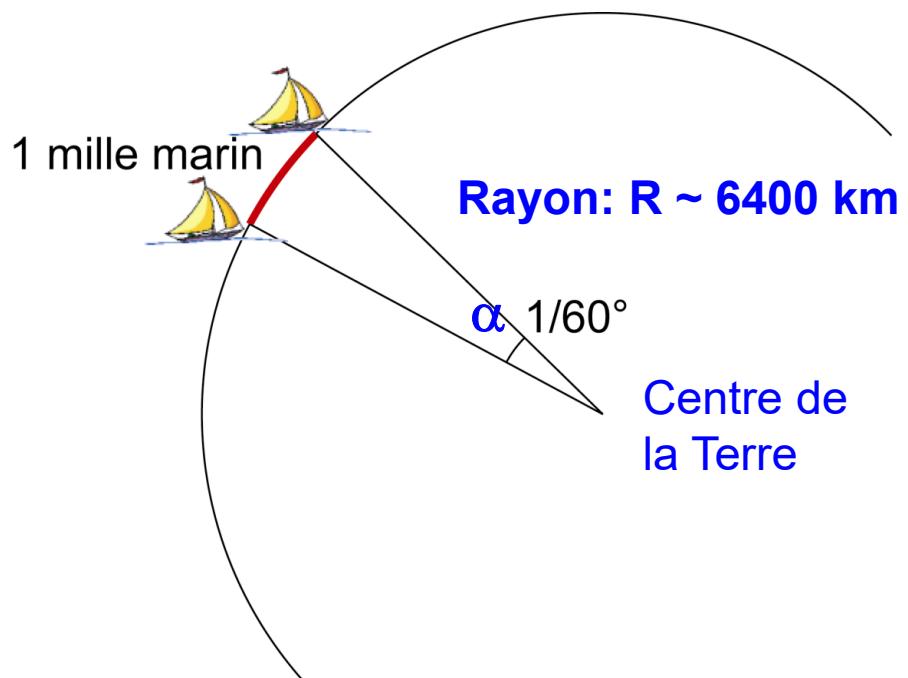
# EPFL Unité angulaire: degré



Définition du  
mile marin  
(nautique)

Utilisé en astronomie et navigation

# EPFL Unité angulaire: d-m-s



Division sexagésimale

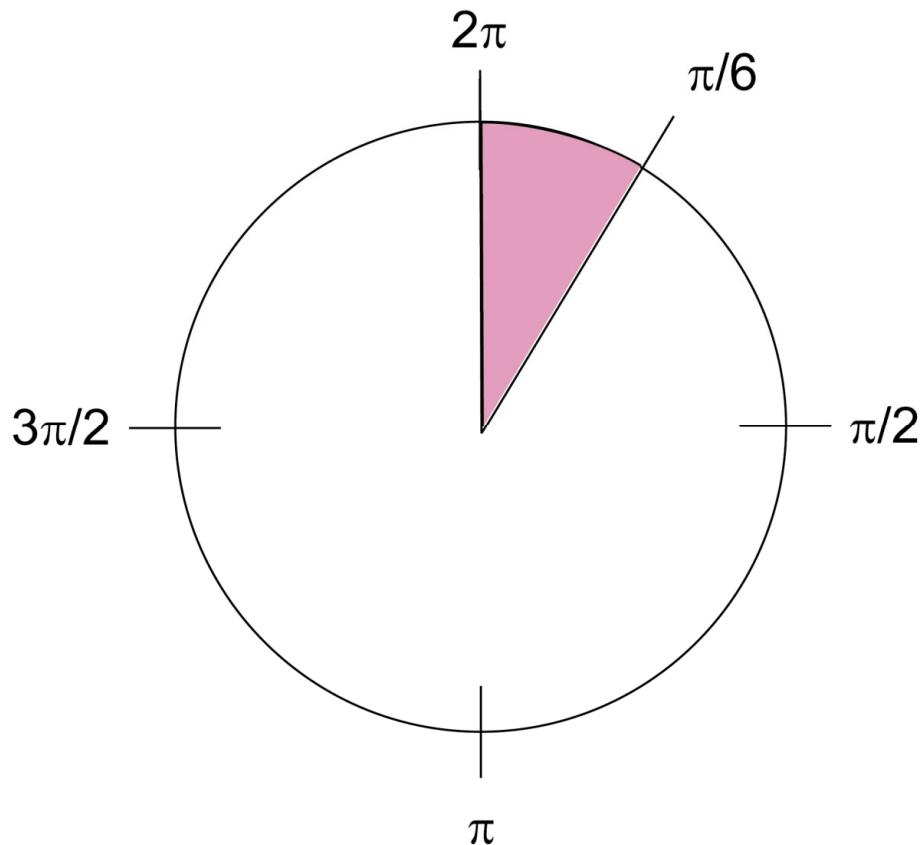
$$1 \text{ degré } [^\circ] = 60 \text{ min } [']$$

$$1 \text{ min } ['] = 60 \text{ sec } ["]$$

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

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

# EPFL Unité angulaire: radian



Utilisé en mathématique

## Attention

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



Ne pas oublier de convertir les angles

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

# EPFL Unités angulaire : TP GPS

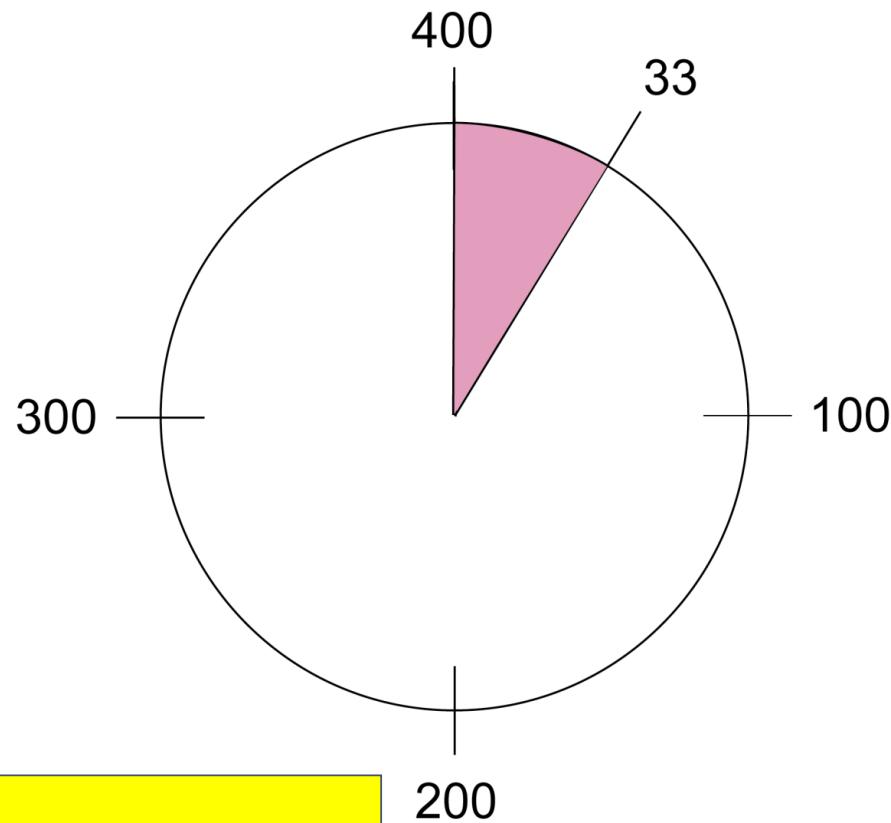


- Latitude, longitude: Degré: **division centésimale**
- **Exemple**
  - EPFL: Latitude :  $\varphi = 46,52181^\circ$  ; Longitude:  $\lambda = 6,54678^\circ$
  - Différence de latitude: on considère le déplacement engendré par un angle de  $D\varphi = 0.00001^\circ$  **le long d'un méridien**
  - Rayon 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)



Utilisé en topographie  
et géodésie

Division centésimale

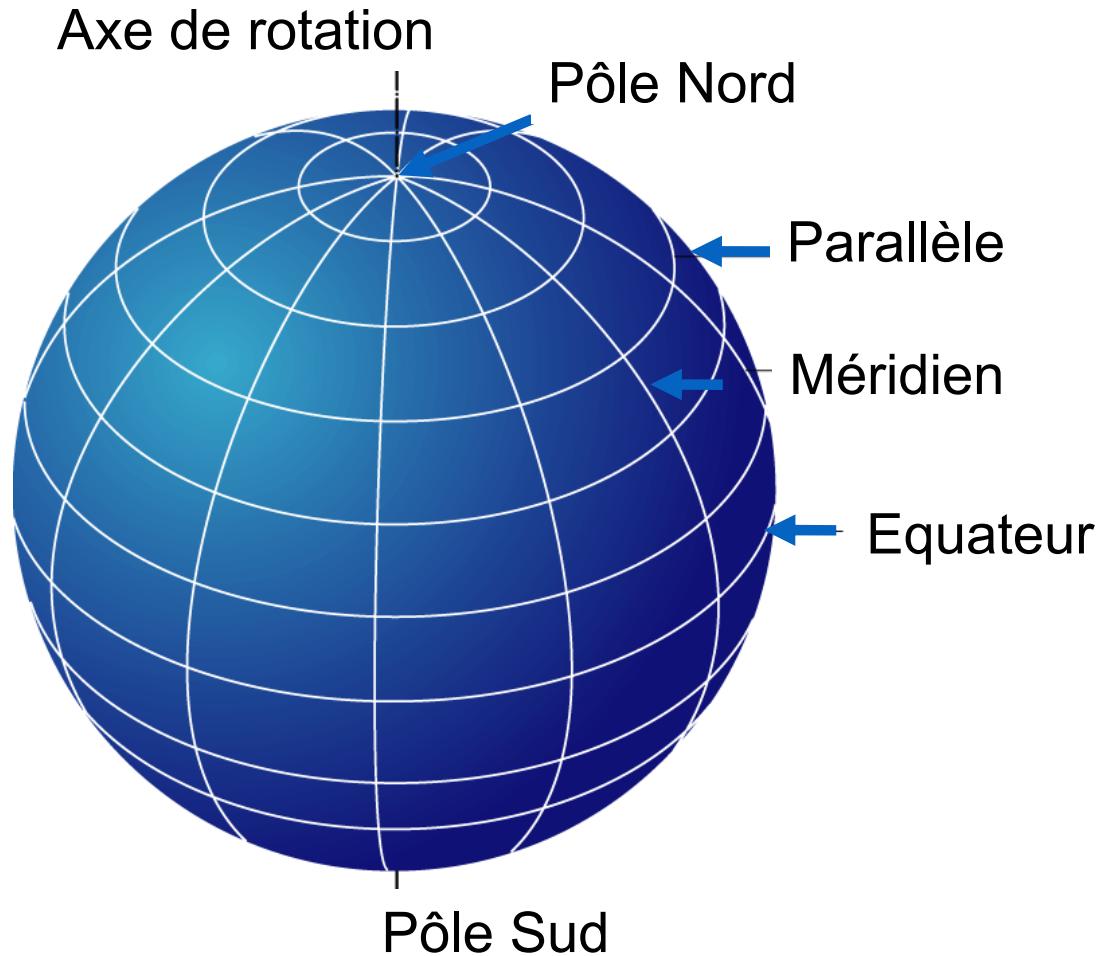
1 gon = 100<sup>c</sup>: minutes  
centésimales

1<sup>c</sup> = 100<sup>cc</sup> : sec. centésimales

1 milligon = 0.001 gon



# Lignes de coordonnées



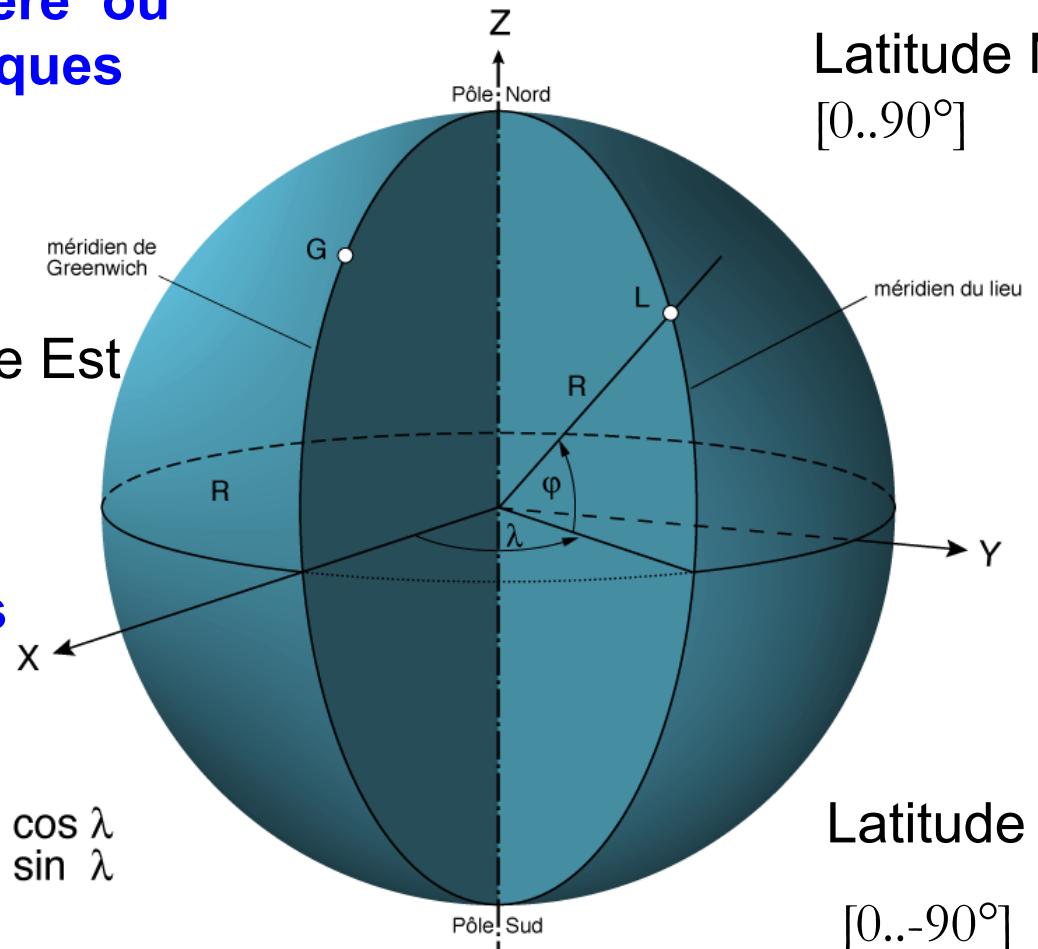
## Coordonnées sur la sphère ou Coordonnées géographiques $(\varphi, \lambda)$

Latitude Nord  
[0..90°]

Longitude Est  
[0..360°]

## 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°]

## Rolex: coin NE



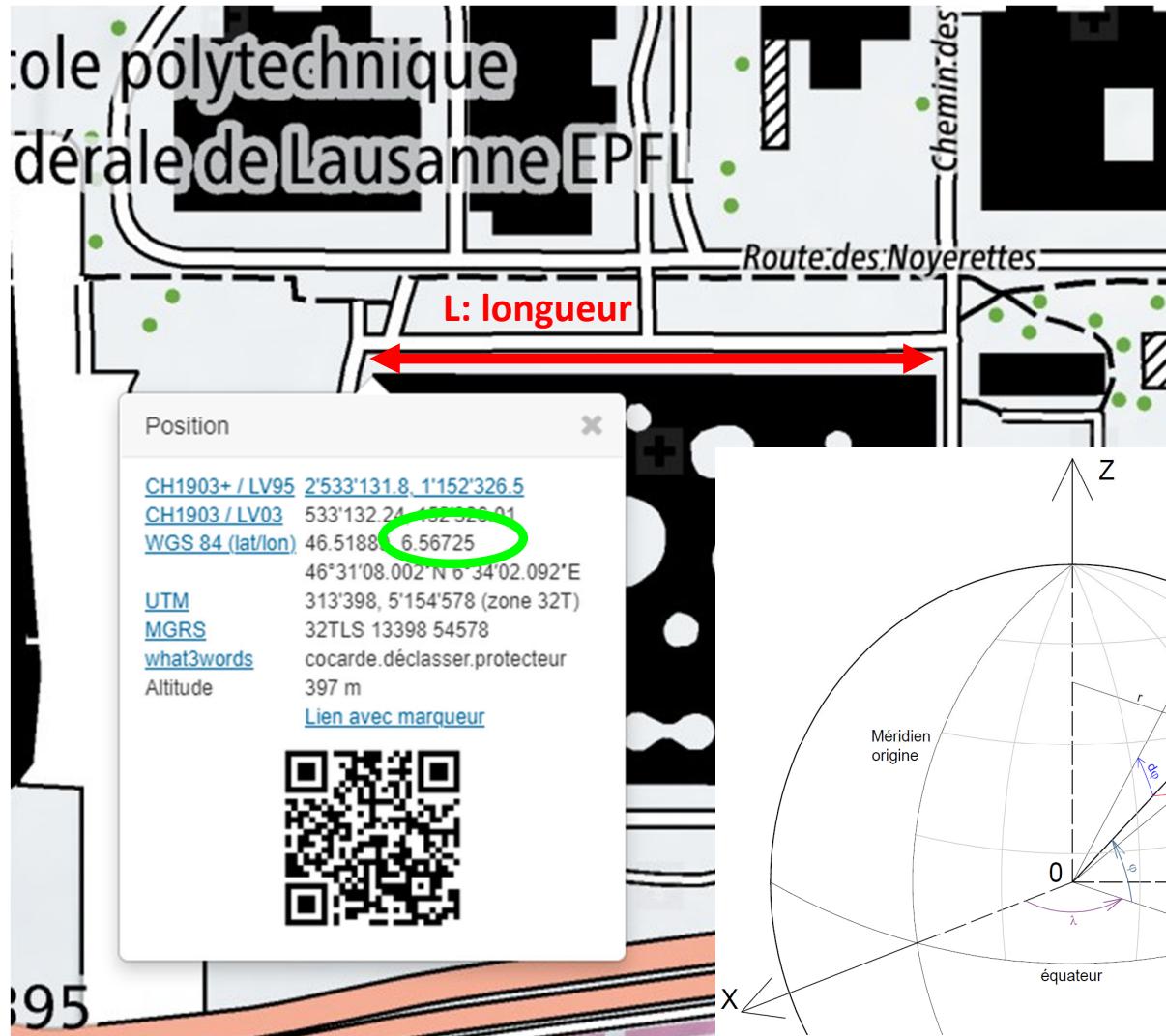
Différence de longitudes

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

Latitude:  $\varphi = 46, 519^\circ$   
 $R = 6'378'000 \text{ m}$

## Rolex: coin NO

Longueur E-O

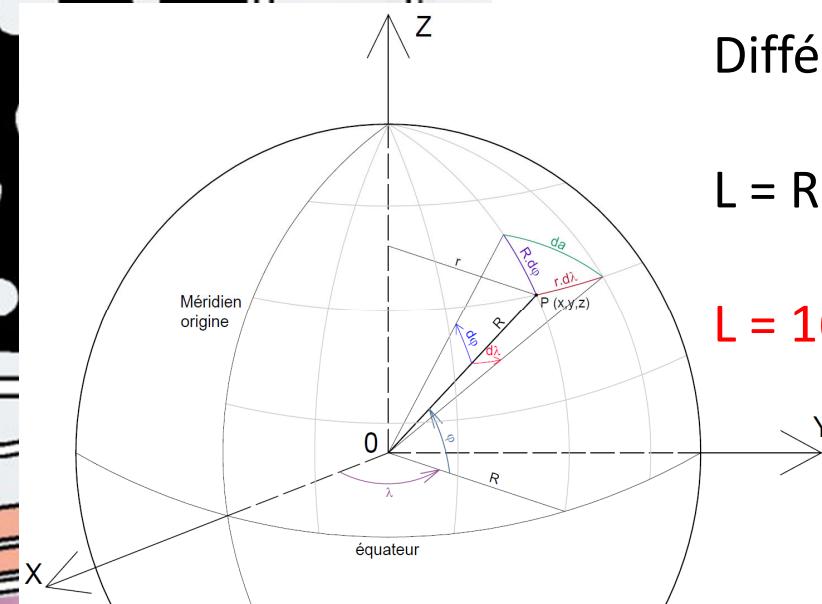


Différence de longitudes

Coin NE:  $\lambda = 6,56939^\circ$ Coin NO:  $\lambda = 6,56725^\circ$ Latitude:  $\varphi = 46, 519^\circ$  $R = 6'378'000 \text{ m}$ Différence:  $D\lambda = 0,00214^\circ$ 

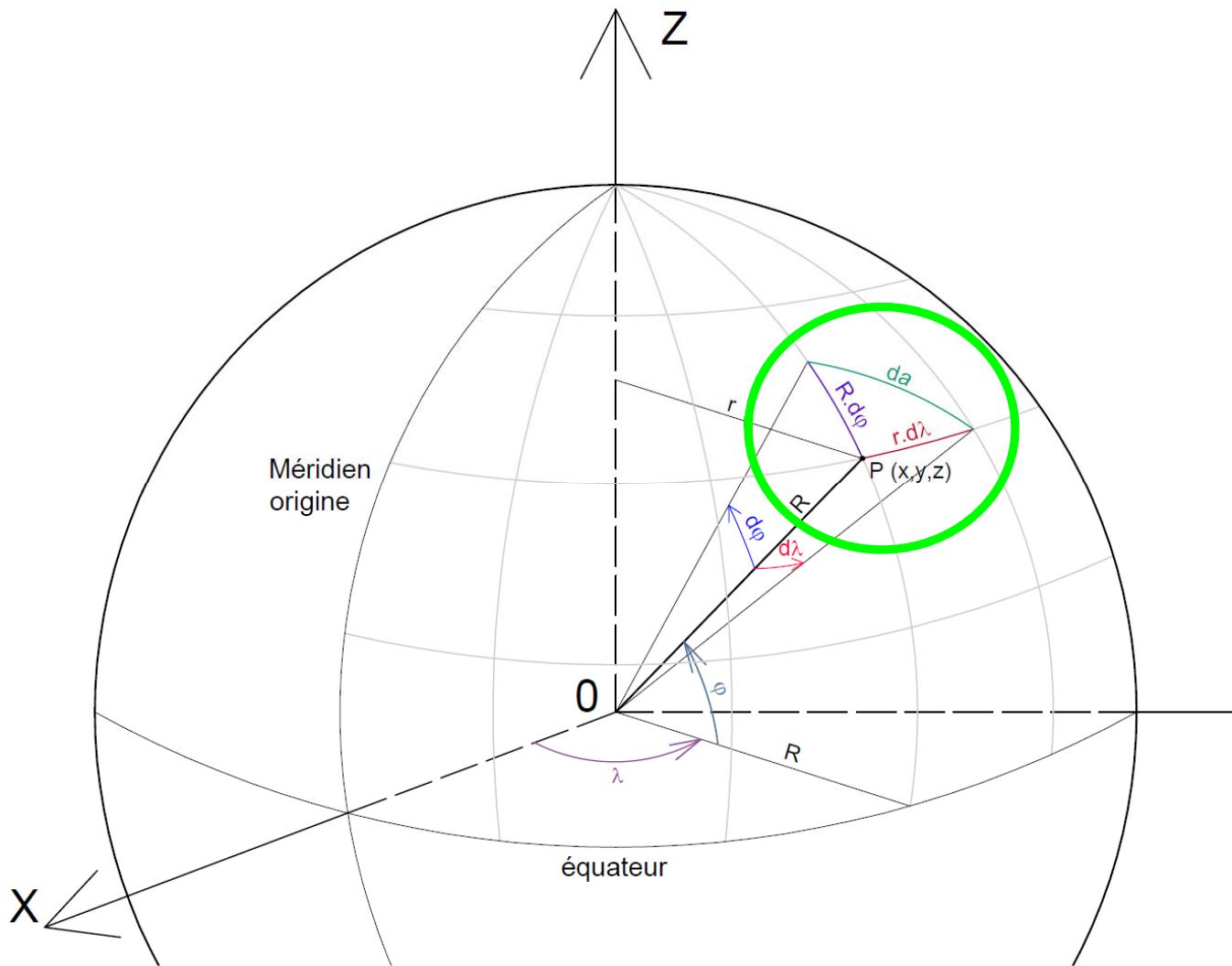
$$L = R \cdot \cos(\varphi) \cdot D\lambda \text{ [rad]}$$

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



## Rolex: coin NO

Longueur E-O



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

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

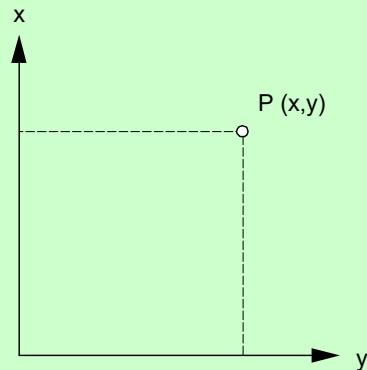
$$L = 164 \text{ m}$$

# Rolex: mesure longueur E-O



# EPFL Conversion de coordonnées: formules

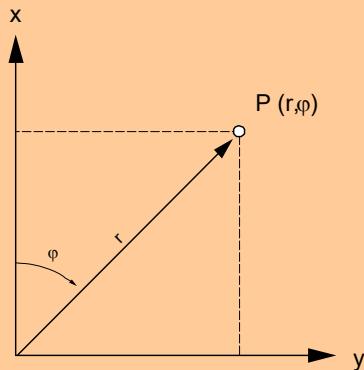
- Dans le plan



Coordonnées cartésiennes

$$y = r \sin \varphi$$

$$x = r \cos \varphi$$

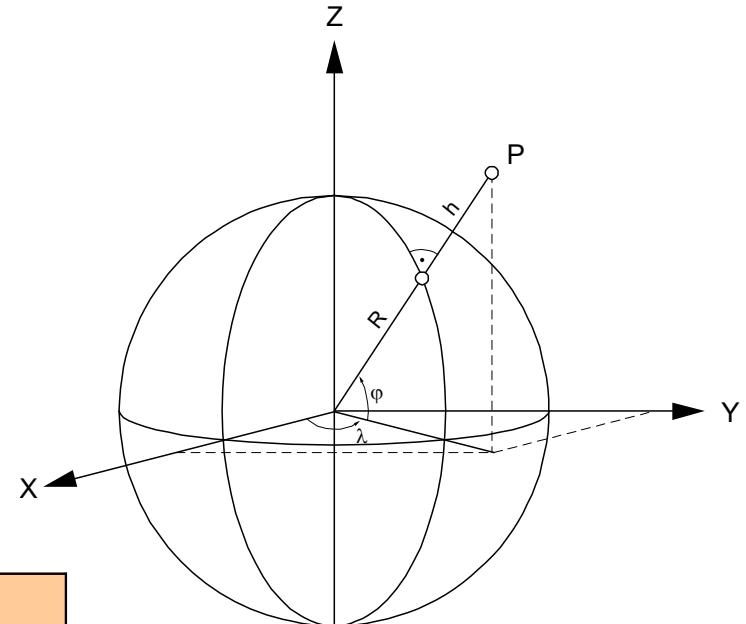


Coordonnées polaires

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

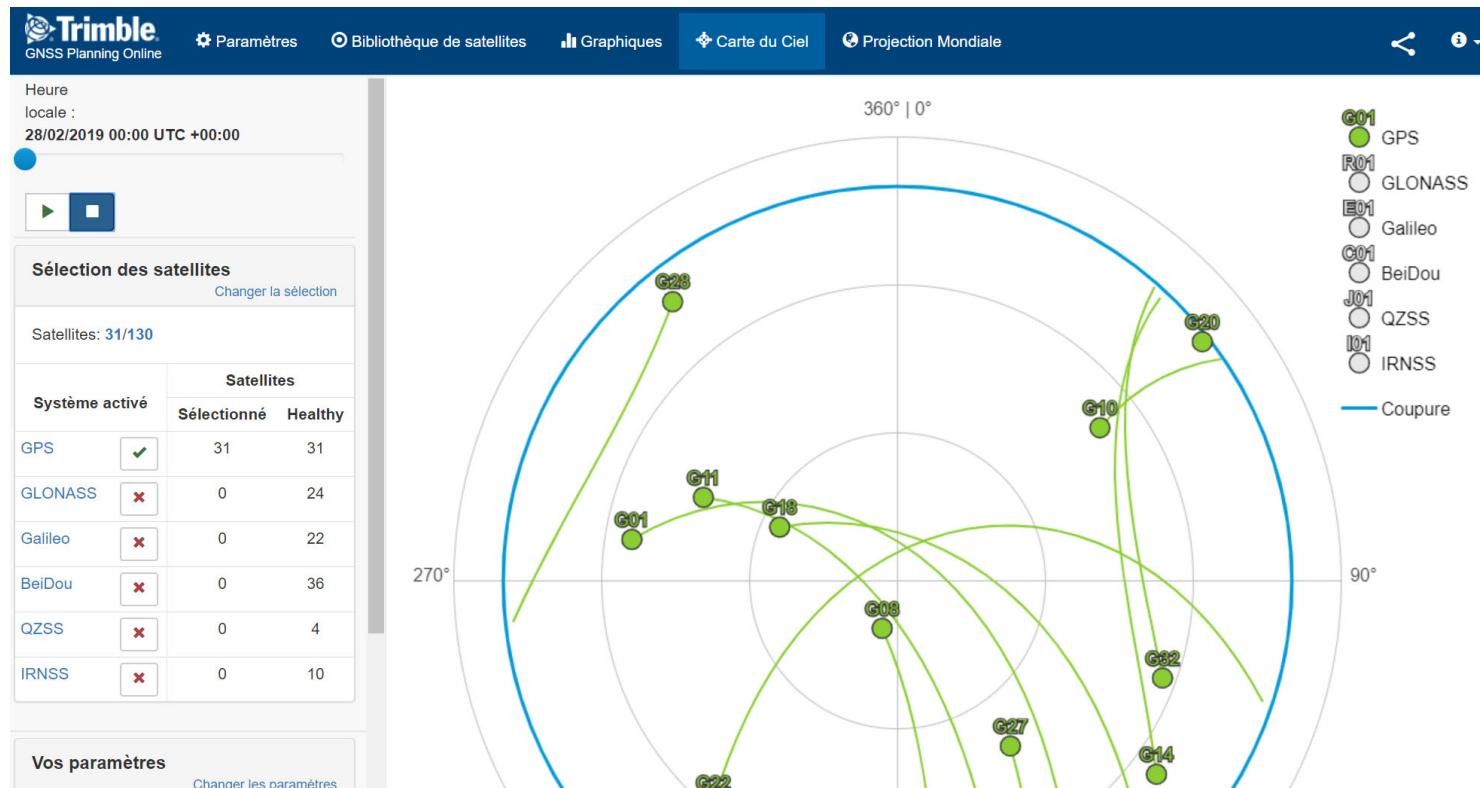
$$\varphi = \arctg \frac{y}{x} \pm 200$$

- Sur la sphère



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

# GPS: Segment Spatial DOP: Dilution of Precision



- **Visualisation**
  - Trajectographie
  - Almanach

- <https://www.gnssplanning.com>