

HLBE202 - Cartographie

Stéphane Mazzotti

Localisation : bât. 22 (Géosciences Montpellier), 4^{ième}

Email (conseillé) : stephane.mazzotti@umontpellier.fr

téléphone (déconseillé) : 04 67 14 42 91

HLBE202 - Cartographie

Equipe pédagogique

2 amphitheâtres : S. Mazzotti, C. Champollion

9 groupes de TD

Tous les intervenants sont au bâtiment 22

HLBE202 - Cartographie

Organisation

4 cours magistraux en amphithéâtre

4 TD d'application du cours

1 sortie de terrain (Bois de Mont Maur)

Supports de cours, TD, et corrections sur l'ENT

HLBE202 - Cartographie

Modalité d'évaluation

1 court rapport individuel suite à la sortie de terrain

1 examen final en TD à la fin du module

Coefficients : 0.25 Rapport + 0.75 Exam final

HLBE202 - Cartographie

Méthodes de travail

CM : il faut « comprendre le cours »

- Pouvoir le décrire / répondre à des questions simplement

TD :

- Identifier les liens avec le cours
- Applications & illustrations des points clés
- Notions de math & physique

Contenu général du module

- Qu'est-ce que la cartographie ?

A quoi ça sert ?

Quels outils et quelles méthodes ?



Contenu général du module

- A quoi ça sert ?
- A tout ! du moment qu'on traite d'observations localisées dans l'espace



Contenu général du module

A quoi ça sert ?

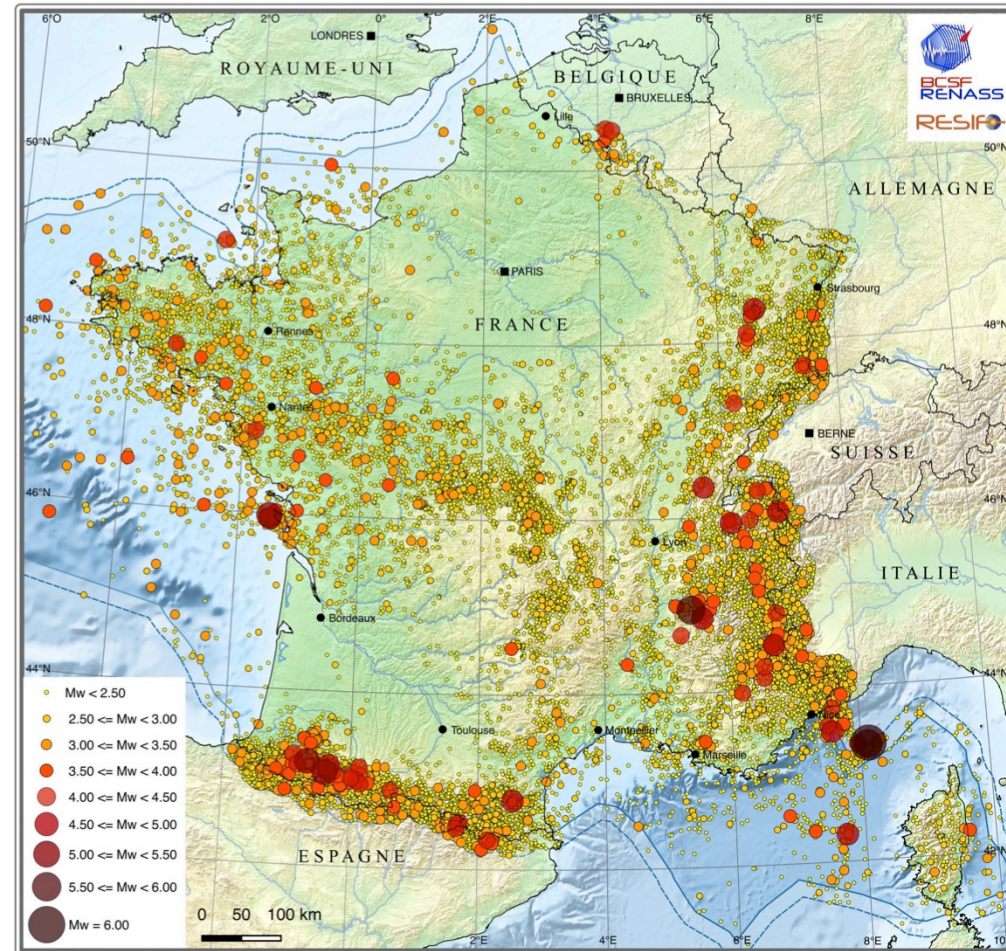
Séismes en France

... la zone “en bas à droite” de la Bretagne ...

versus

Analyse scientifique de la carte

Sismicité Instrumentale de la France métropolitaine 1962-2016



Contenu général du module

- A quoi ça sert ?
- Cartographie 4D (position + temps)
... depuis l'Afrique vers 1 Ma ...
versus
Analyse scientifique de la carte



Contenu général du module

- Qu'est-ce que la cartographie ?
- Au sens large
 - Localiser et mesurer : Géodésie
 - Représenter : Cartographie thématique
 - Comprendre : Géomorphologie, Biostatistiques spatiales, etc.



Contenu général du module

- Quels outils et méthodes ?
- Papier, crayon, boussole, GPS, etc.

Méthodes mathématiques

- Mesures de positions, angles, distances
- Systèmes de référence et projections
- Représentation des quantités (et erreurs) chiffrées



CM1 : Histoire et rappels de géographie

- **Plan**
- Représentations de la terre et enjeux
 - Philosophiques
 - Militaires
 - Scientifiques

Se positionner sur une sphère

- Système de coordonnées
- Notion de référentiel



CM1 : Histoire et rappels de géographie

- **Démarche**
- De l'histoire (connaissances de bases) vers la pratique (application de ces connaissances)

Différents points de vue sur un même objet

Utilisation de notions de math fondamentales (trigonométrie, analyse)



Cartes et enjeux

- **Une carte n'est pas la réalité !**
 - La représentation d'une perception / d'un ensemble de choix
 - La carte ne montre que ce que le cartographe veut montrer
 - Une représentation incomplète et partielle (voire trafiquée) de la réalité



Cartes et enjeux

- Carte médiévale autour de la Méditerranée (Pyrénées, Alpes, Lybie, ...)



Mapa Mundi de Beatus de Liébana (780)

Cartes et enjeux

- Cartographie « religieuse », centrée sur Jérusalem, orient en haut



Que manque-t-il pour en faire une carte « scientifique » ?

Mapa Mundi de Beatus de Liébana (780)



Cartes et enjeux

- Cartographie d'exploration pour promouvoir un « Passage du Nord-Ouest »



Jean-Dominique Cassini (1713)



Cartes et enjeux

• Cartographie d'exploration pour promouvoir un « Passage du Nord-Ouest »



Que manque-t-il pour en faire une carte « scientifique » ?

Jean-Dominique Cassini (1713)

Cartes et enjeux

● Cartographie politique et militaire



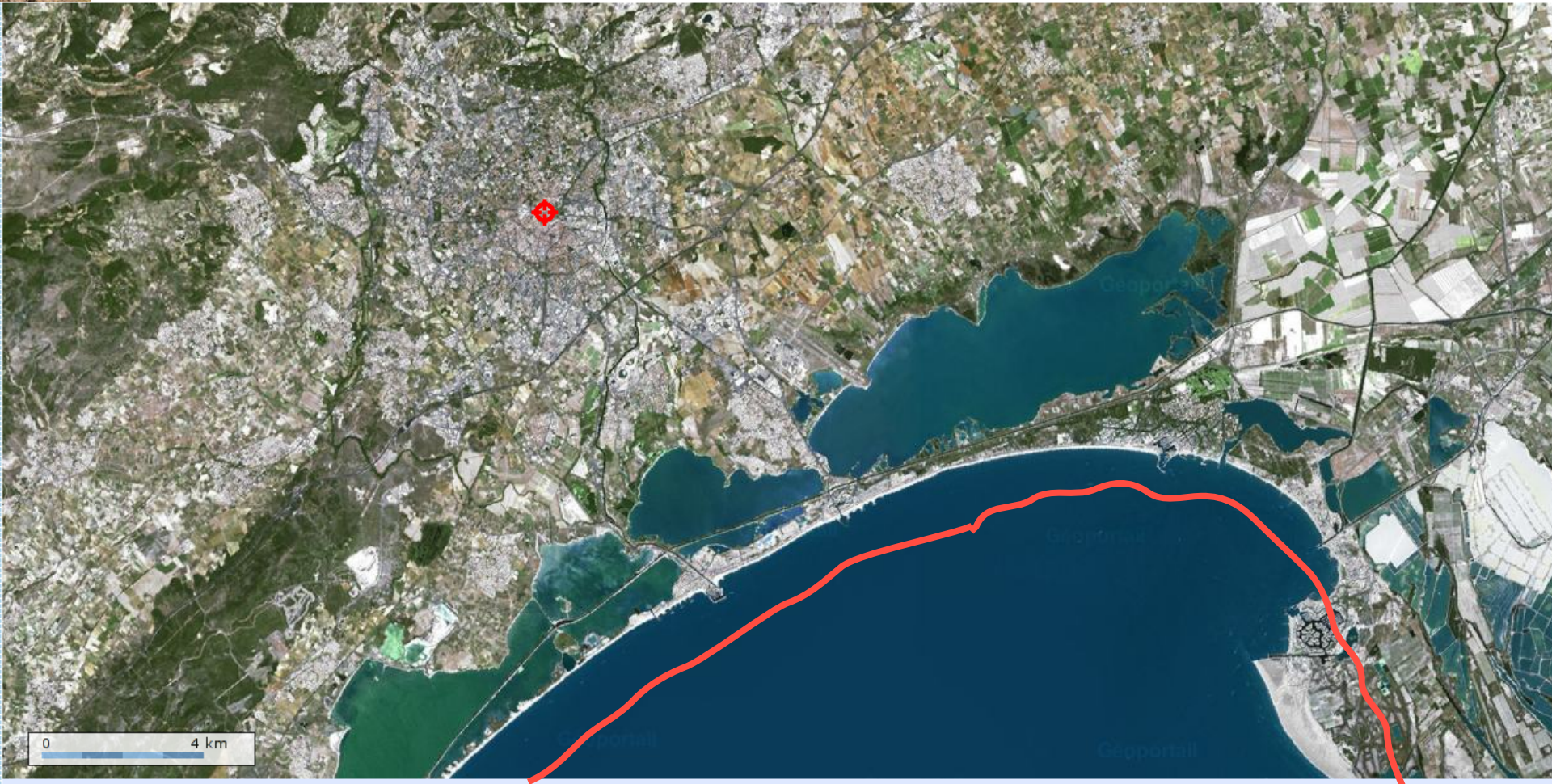
Réseau Géodésique Français 1993 - coordonnées géographiques ▾
Longitude : 04° 04' 57.9" E Latitude : 43° 32' 14.6" N



Extrait (Languedoc-Roussillon) de la Carte de France de Cassini (~1756)

Cartes et enjeux

- Cartographie politique et militaire. Erreur ~1 km



Réseau Géodésique Français 1993 - coordonnées géographiques
Longitude : 04° 07' 31.3" E Latitude : 43° 36' 58.1" N



Extrait (Languedoc-Roussillon) de la Carte de France de Cassini (~1756)

Cartes et enjeux

● **Une cartographie scientifique**

Pour minimiser les biais, et assurer une représentation et interprétation robuste, il faut :

1. Une démarche scientifique
2. Définir les critères pour la réalisation de la carte (référentiel, projection, échelle, ...)



Cartes et enjeux

• Une cartographie scientifique

Pour minimiser les biais, et assurer une représentation et interprétation robuste, il faut :

3. Définir les observations à cartographier

- Donnée
- Position
- Temps (date)

4. Définir les erreurs et incertitudes



Cartes et enjeux

- **Vidéo : tour du monde de Magellan**



Positionnement sur une sphère

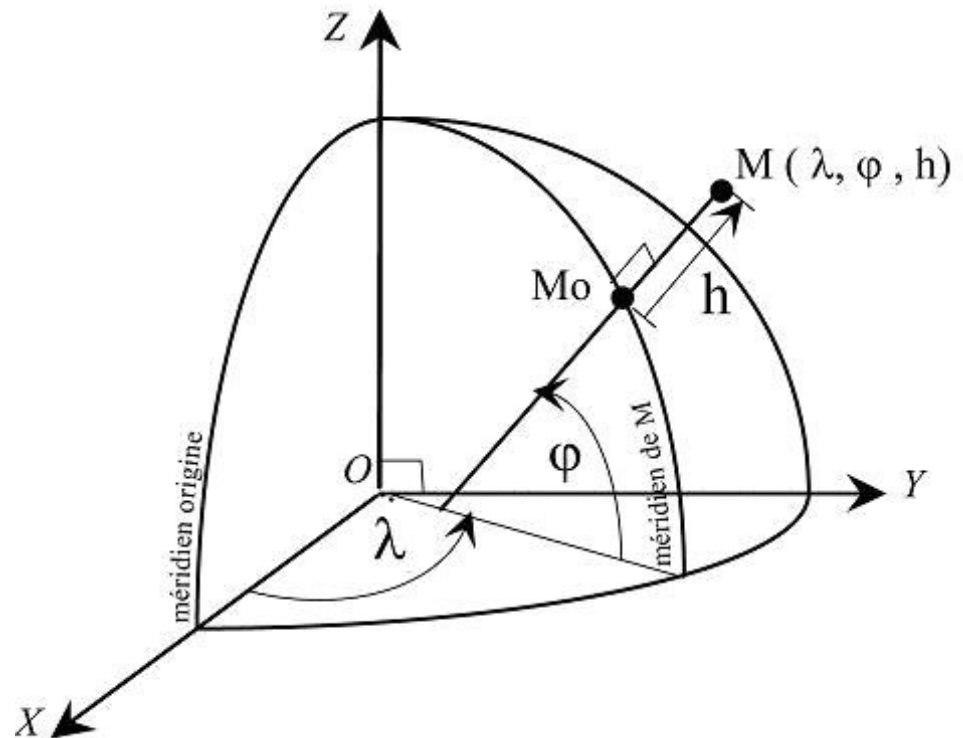
• Coordonnées cartésiennes (géocentriques)

Un repère orthonormé

- centre
- 3 axes (X, Y, Z)

Position (X_M, Y_M, Z_M)

Une unité (mètre)



Positionnement sur une sphère

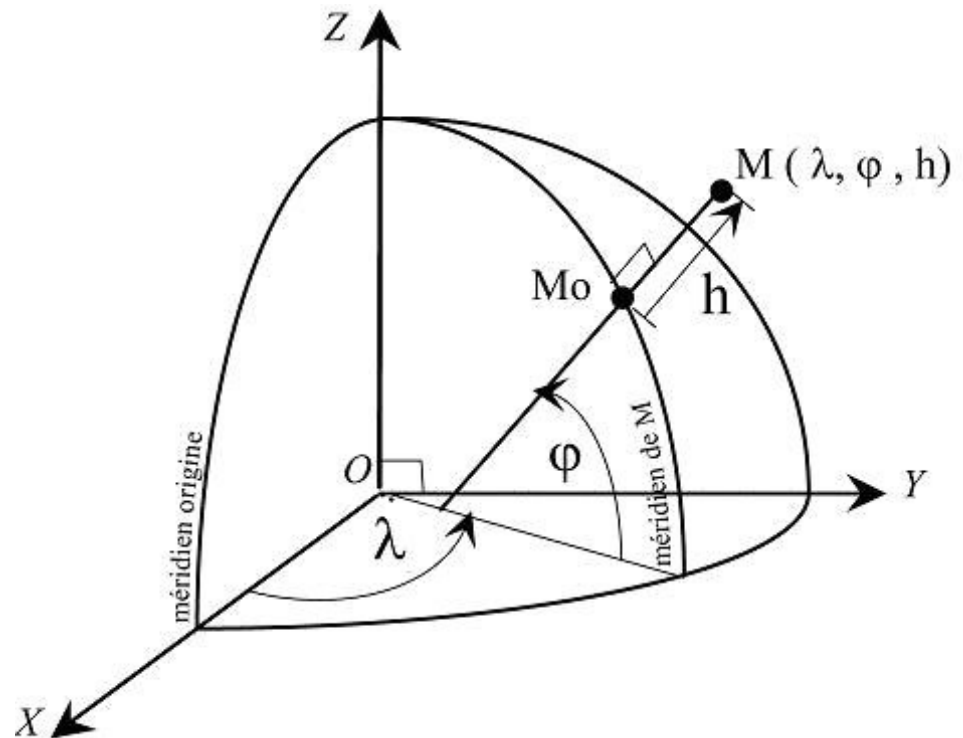
• Coordonnées sphériques / géographiques

Un repère orthonormé

- centre
- 3 axes (latitude, longitude, rayon)

Position ($\lambda_M, \varphi_M, h_M$)

Deux unités (degré et mètre)



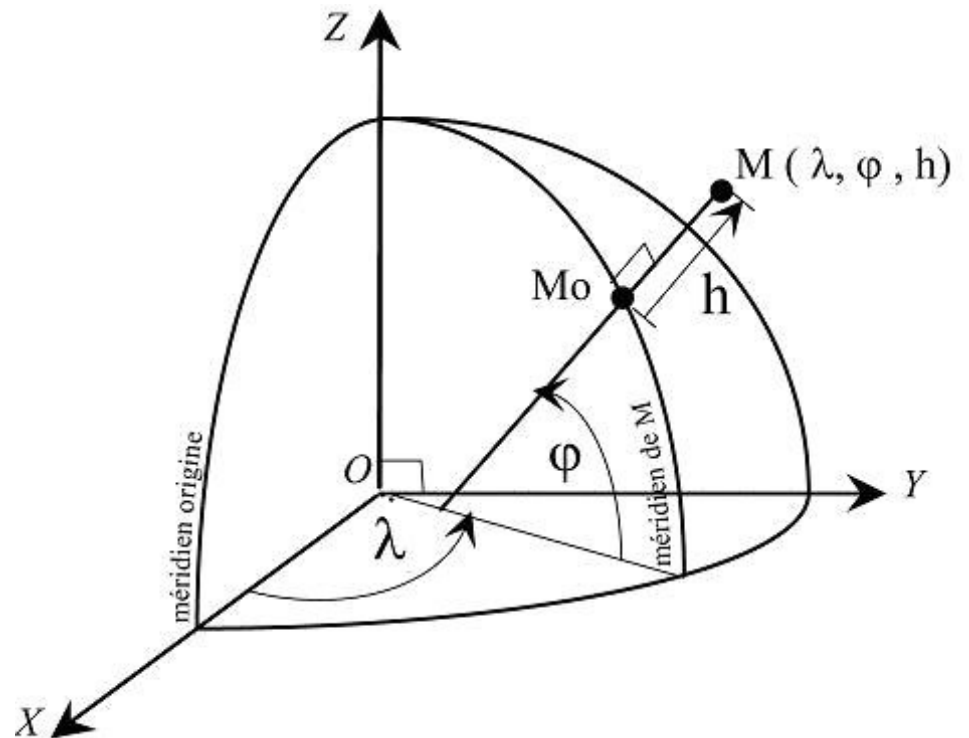
Positionnement sur une sphère

• Dans tous les cas : Un référentiel

Centre O = centre du Système Terre

Méridien d'origine = Greenwich (1911)

Axe des coordonnées
 Z = pôle nord géographique



Positionnement sur une sphère

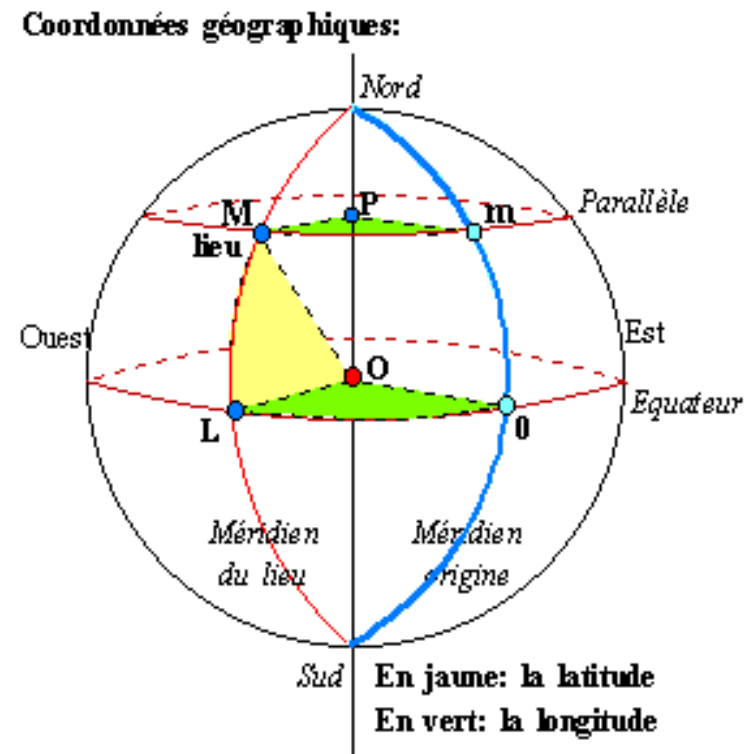
• Méridiens et parallèles

Parallèles :

- Lignes d'équi-latitude
- Intersections sphère & petits cercles parallèles à l'équateur

Méridiens :

- Lignes d'équi-longitude
- Intersections sphère & grands cercles passant par l'axe nord-sud

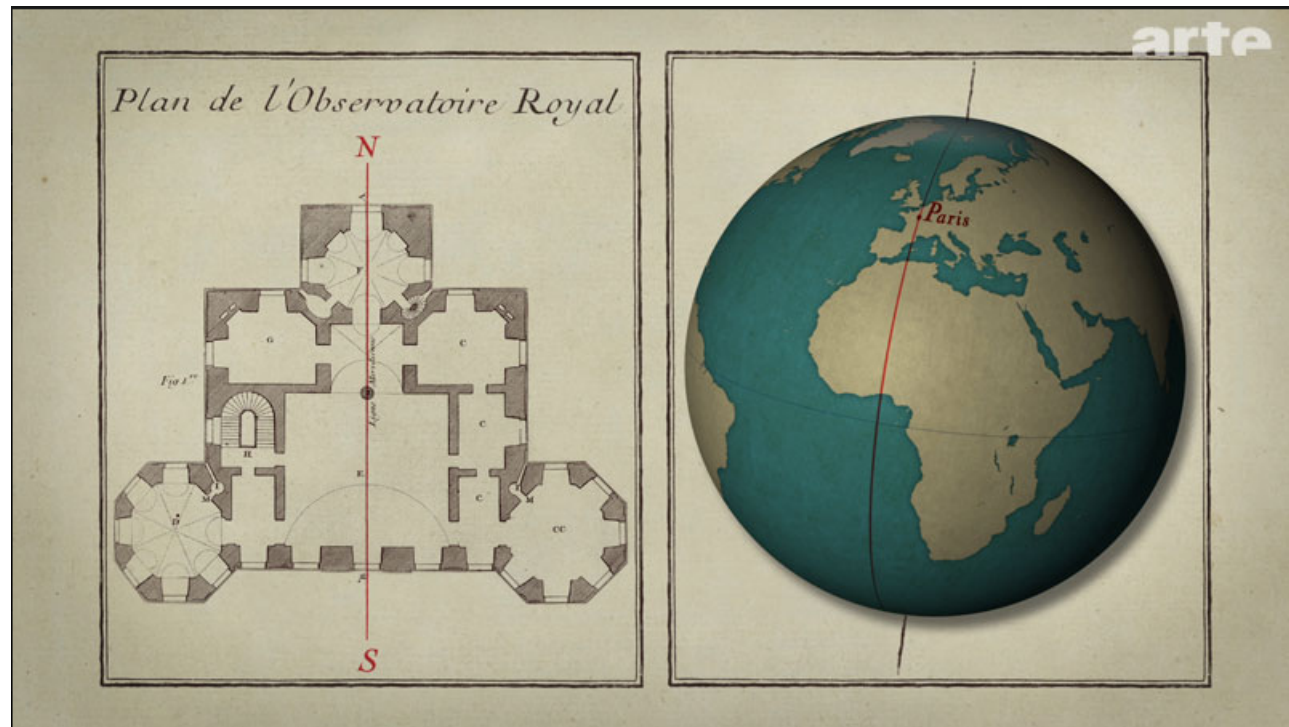


Positionnement sur une sphère

● Méridiens et parallèles

NB : le méridien de référence définit aussi le temps de référence (heure UTC)

En France,
Le Méridien
de Paris sert
de référence
jusqu'en
1911



Positionnement sur une sphère

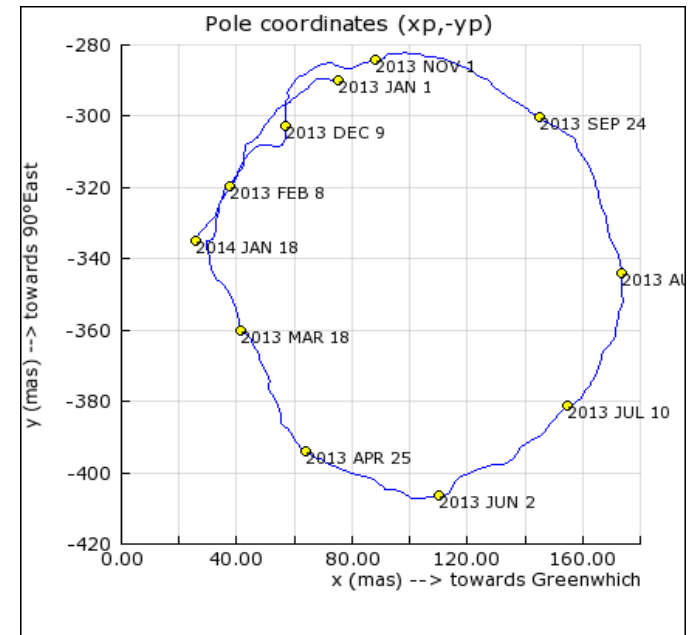
• Définition du pôle nord (et axe Z)

Nord géographique

Intersection de l'axe de rotation de la Terre avec la surface

Pas statique !

- Variations astronomiques (~6 cm / an)
- Variations climatiques
- Variations géologiques (séismes)

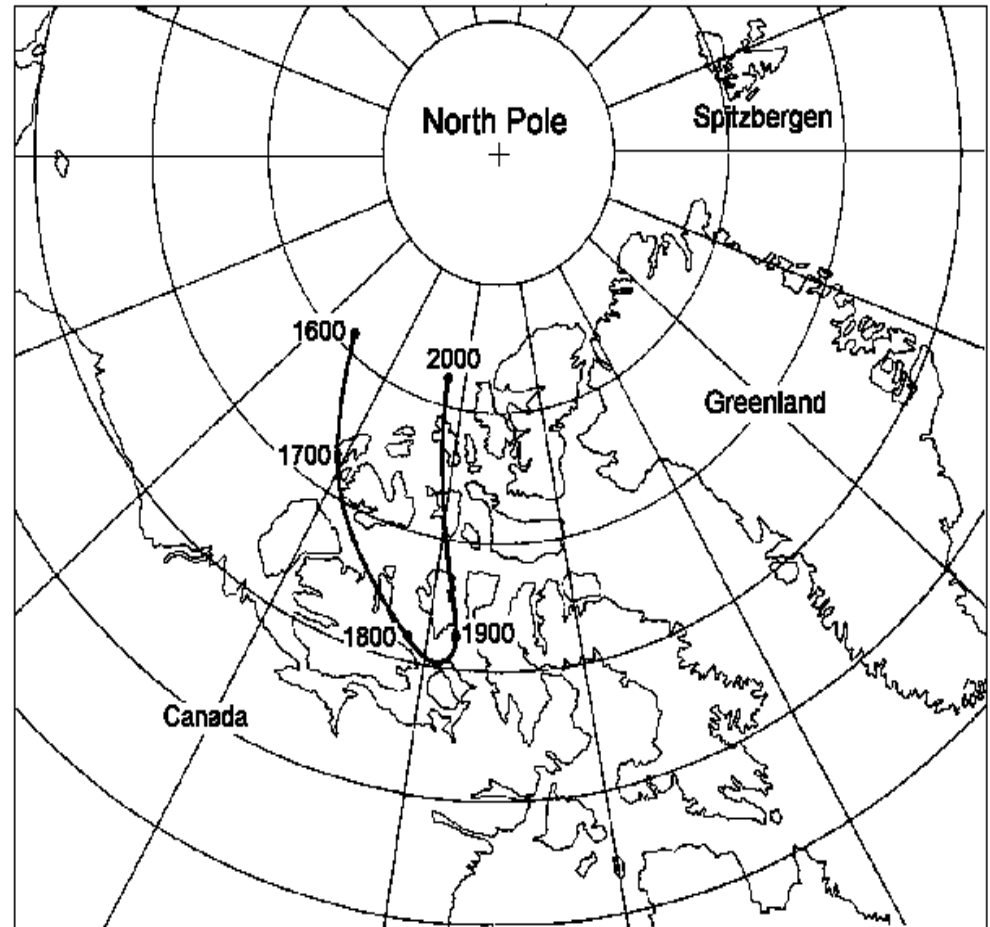


Positionnement sur une sphère

● Définition du pôle nord (et axe Z)

Nord magnétique

Mesure plus
« simple » mais
position beaucoup
plus variable dans
le temps



Positionnement sur une sphère

● Définition du pôle nord (et axe Z)

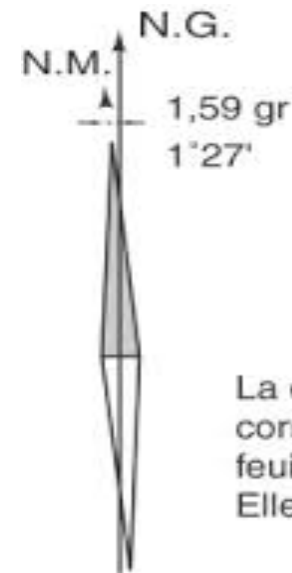
Déclinaison magnétique

sur une carte :

Angle entre nord magnétique
et nord géographique

&

Vitesse de changement



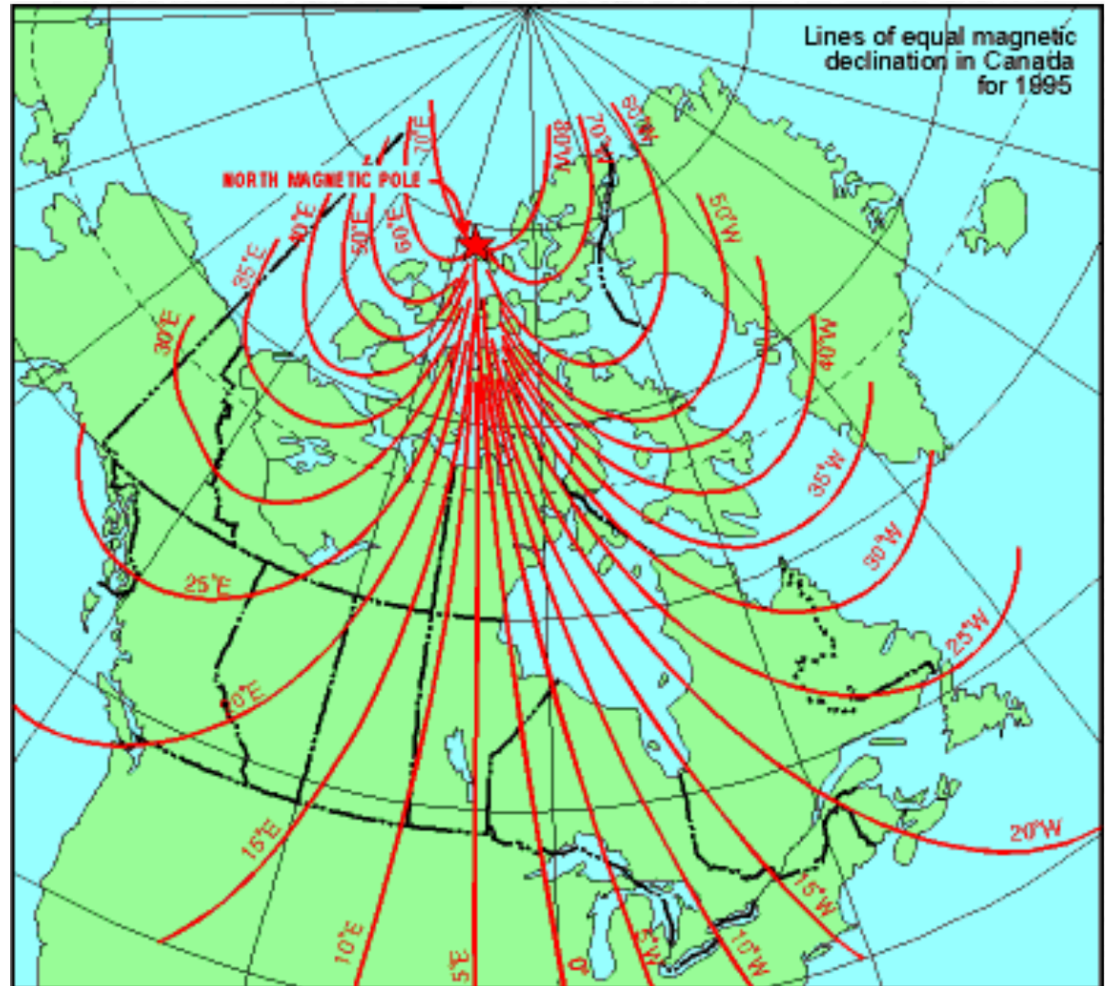
La déclinaison magnétique correspond au centre de la feuille, au 1er janvier 1999. Elle diminue chaque année de 0,16 gr (0°8')

Positionnement sur une sphère

● Définition du pôle nord (et axe Z)

Déclinaison magnétique sur une carte

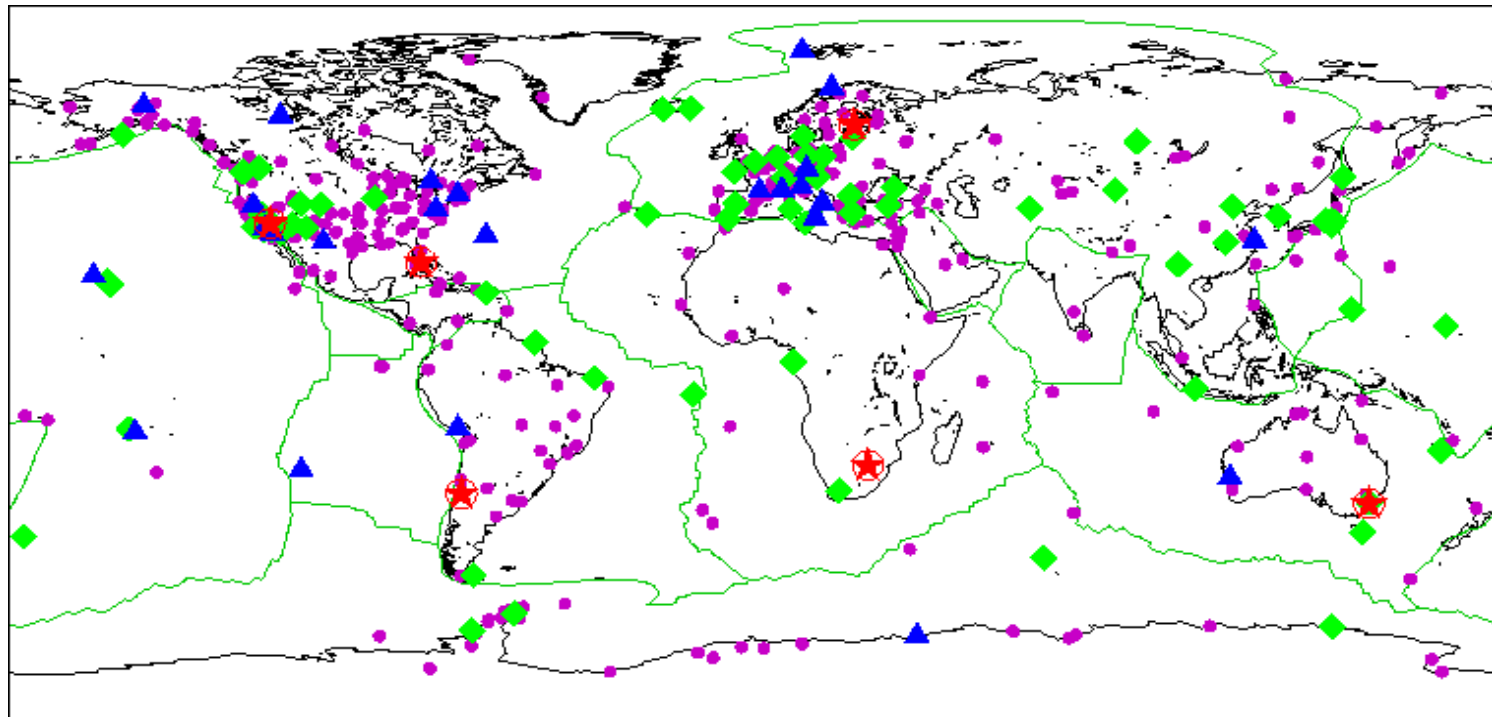
Variations régionales peuvent être très fortes !



Positionnement sur une sphère

● Réalisation d'un référentiel par géodésie spatiale

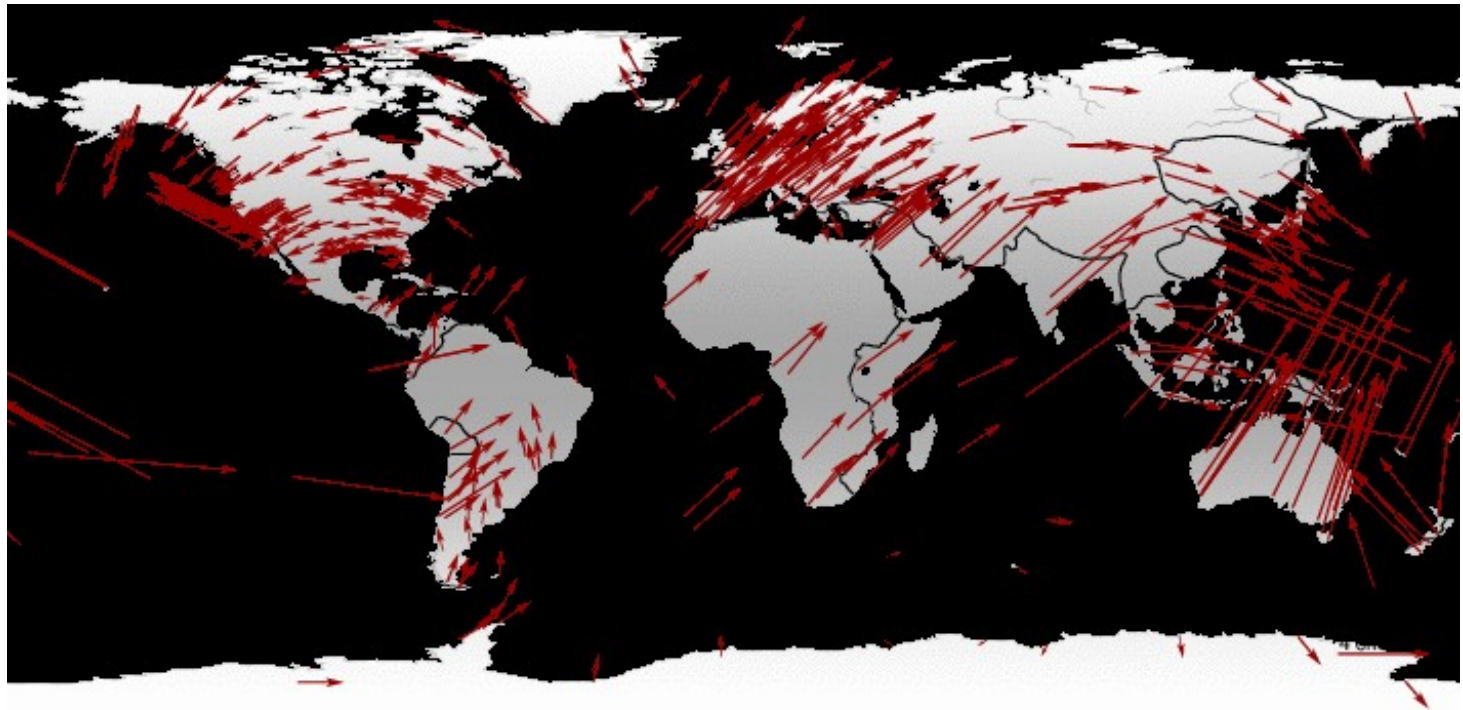
Mesure de positions par GPS (et autre) :
International Terrestrial Reference Frame (ITRF,
réalisé en France)



Positionnement sur une sphère

- **Réalisation d'un référentiel par géodésie spatiale**

Mesure de positions et de vitesses de déplacement (cm / an) avec des précisions de quelques mm



Positionnement sur une sphère

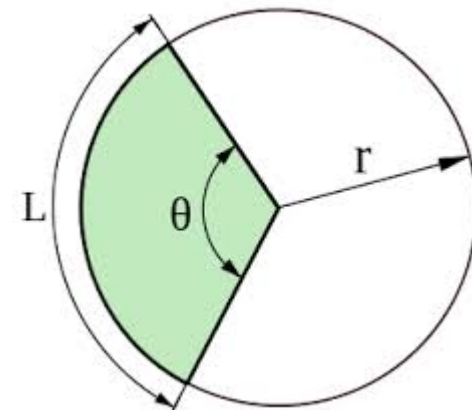
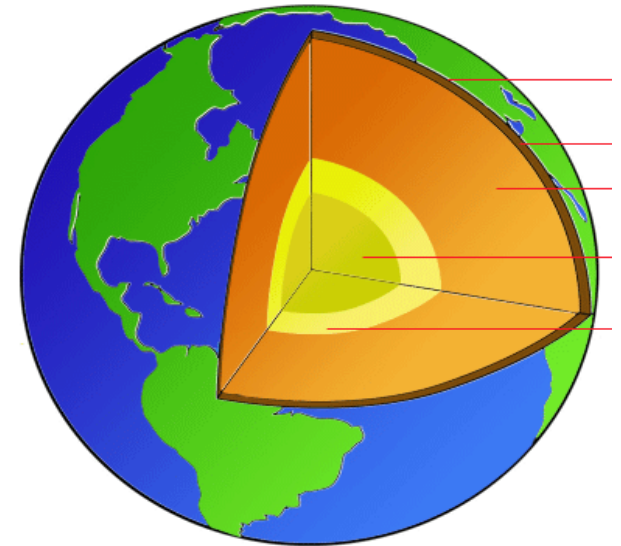
• Mesurer une distance sur une sphère

La distance entre deux points sur une sphère se mesure le long d'un arc de cercle

→ Distance \approx angle

$$L = r \cdot \theta$$

(km) (km) (rd)

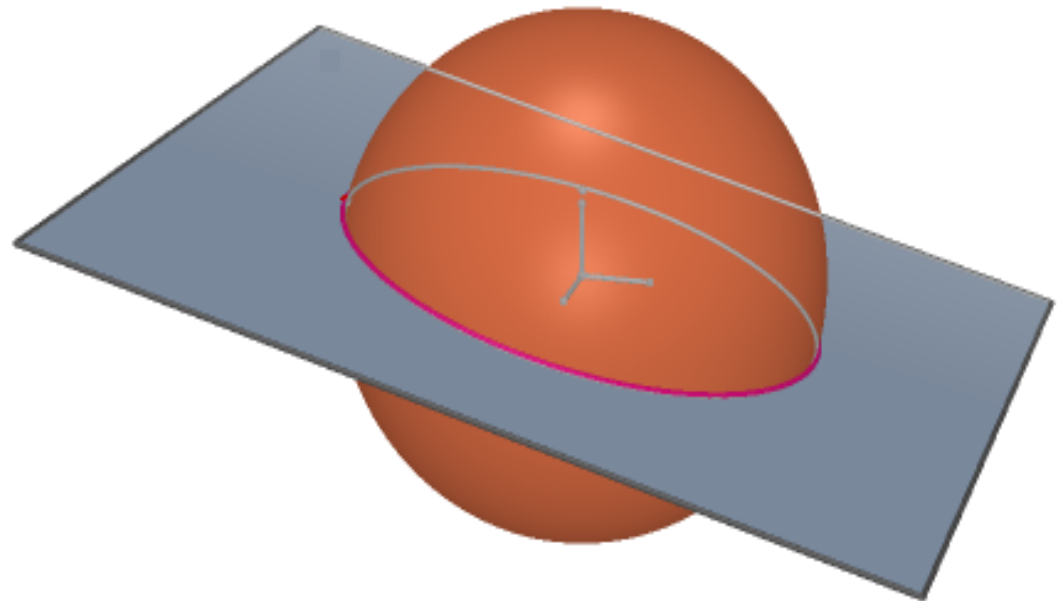


Positionnement sur une sphère

- **Mesurer une distance sur une sphère**

La distance la plus courte entre deux points sur une sphère passe par un grand cercle

→ TD1



Pour aller un peu plus loin

- Cartographie engagée et artistique :
<http://www.le-cartographe.net/index.php/blog/archives/140-isao-hashimoto-1945-1998>

Expo BNF :

<http://expositions.bnf.fr/cartes/index.htm>

IGN :

<http://tab.geoportail.fr/>

