



Éléments de géomatique EG 2024

Bases de Géodésie (2/2)

Intro – références - projections

EPFL Éléments de géomatique S4 : 14.03.2025

- Retour sur Intro à la géodésie (S3 - 07.3)
 - Questions; théorie, exercice
- S4: Géodésie (références, projections)
- TP1-GPS: Analyse, rapport
 - Questions générales, organisation

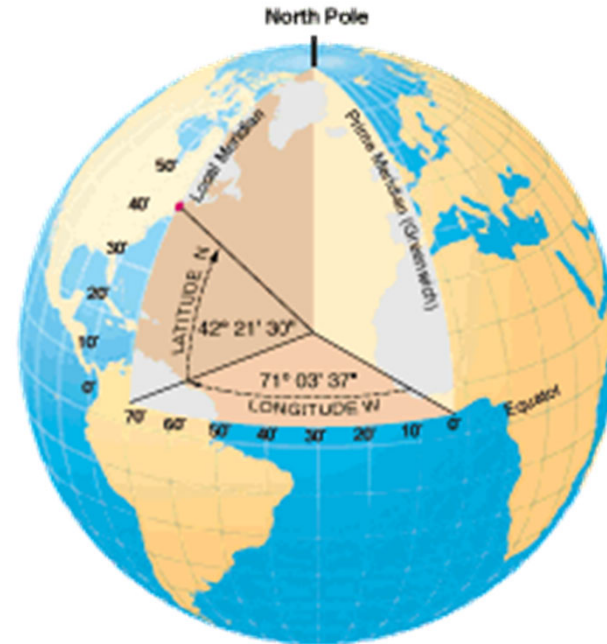
5 min R/Q



- Définition de la géodésie en 2 mots?
- Quels sont les éléments géométriques de base dans la définition d'un système de référence terrestre?
- Quels sont les principaux défis pour définir un système de coordonnées terrestre?
- Quelles sont les types de coordonnées utilisées dans un système de référence terrestre?
- Quelle est la distance engendrée à la surface de la Terre le long d'un méridien par un angle au centre de la Terre de 1'' d'arc?
- Autres questions de votre part?

2. Références géodésiques

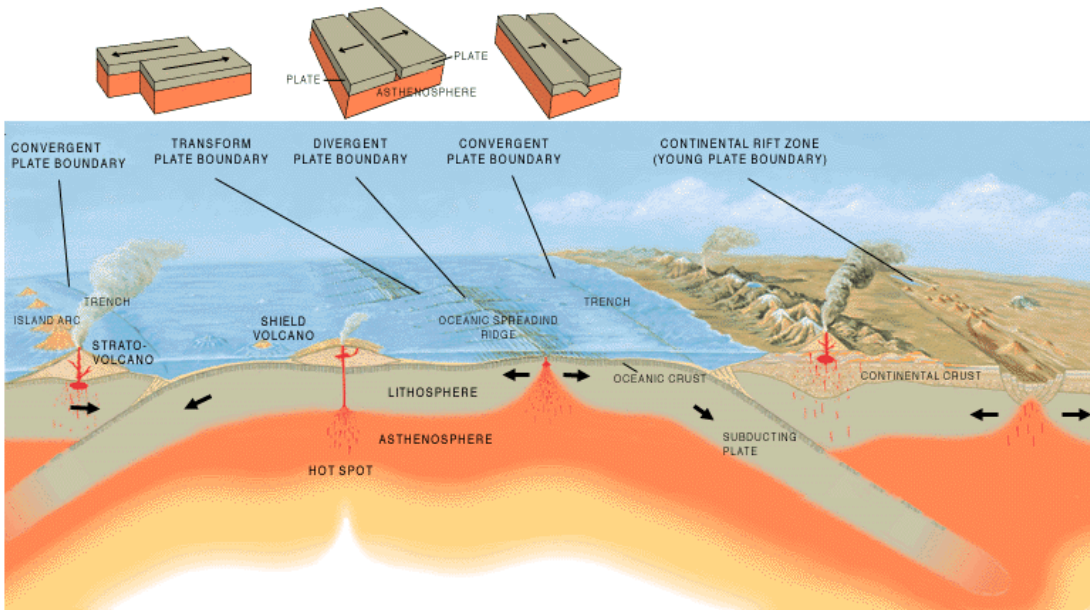
- Géoïde
- Ellipsoïde
- Datum géodésique
 - Système local suisse: CH1903
 - Système global WGS84
- Transformations de coordonnées
- Cote du géoïde



3. Systèmes de projection

- Principes
- Mercator
- UTM
- Projection suisse

EPFL Géodésie et dynamique terrestre (rappel)

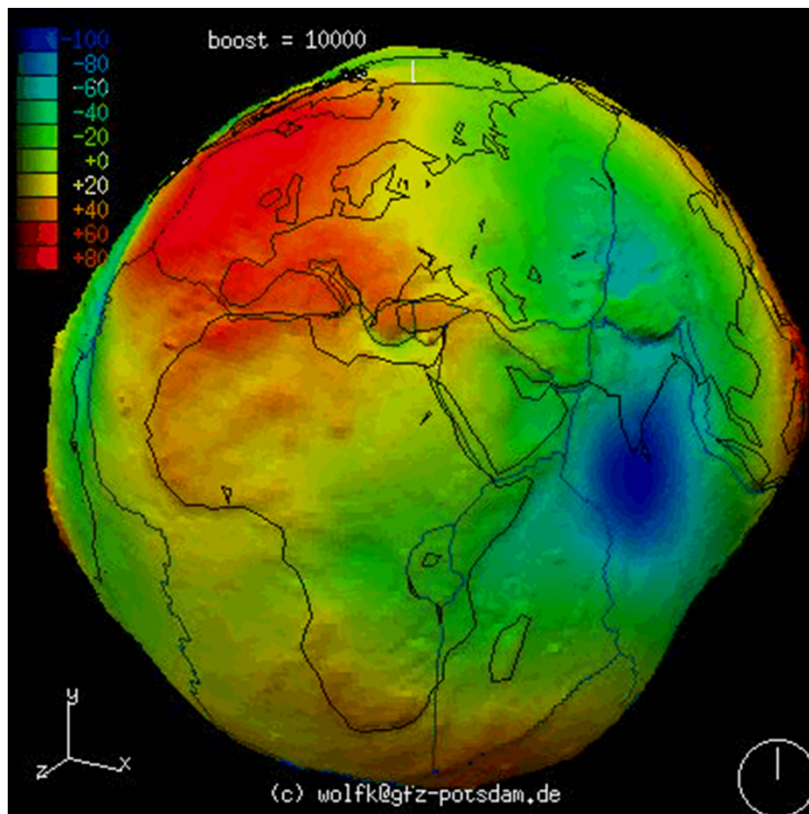


Défi

- Comment concevoir et réaliser un système de coordonnées pour la Terre?

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

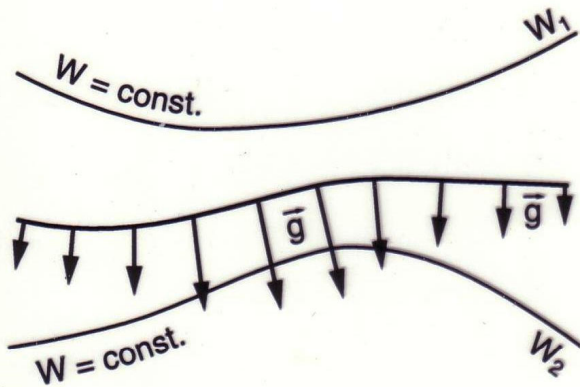
La “vraie” Forme de la Terre : modèle physique



Définition

- Surface de référence pour les **altitudes**
- Surface **physique liée à la pesanteur**
- **Surface équipotentielle** qui se confond avec le niveau moyen des mers prolongé sous les continents
- Equipotentielle zéro du **champ de pesanteur**
- **Cote du géoïde**: écart entre l'ellipsoïde de référence et le géoïde

- Relation entre pesanteur et surfaces équipotentielles

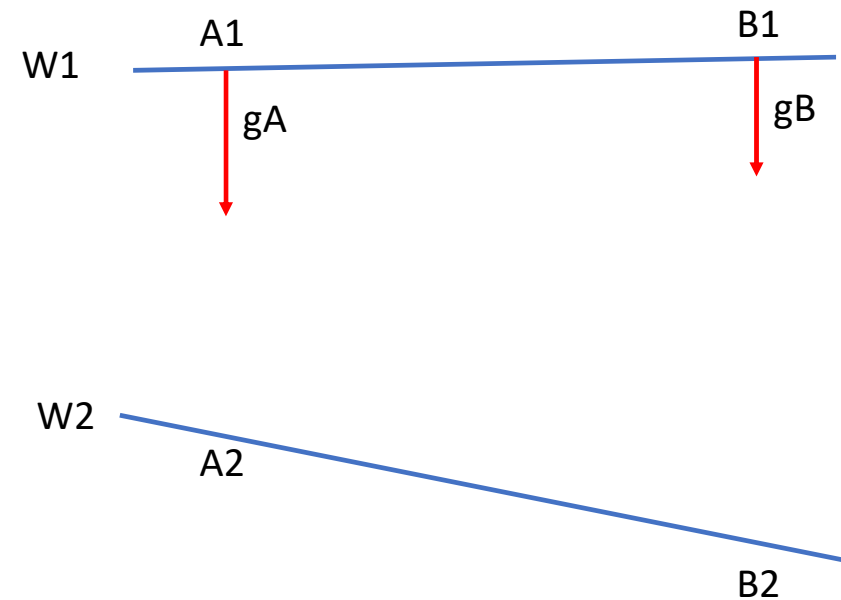


$$w_2 - w_1 = \int_1^2 \mathbf{g} \cdot d\mathbf{h}$$

$$g = \frac{\partial w}{\partial h}$$

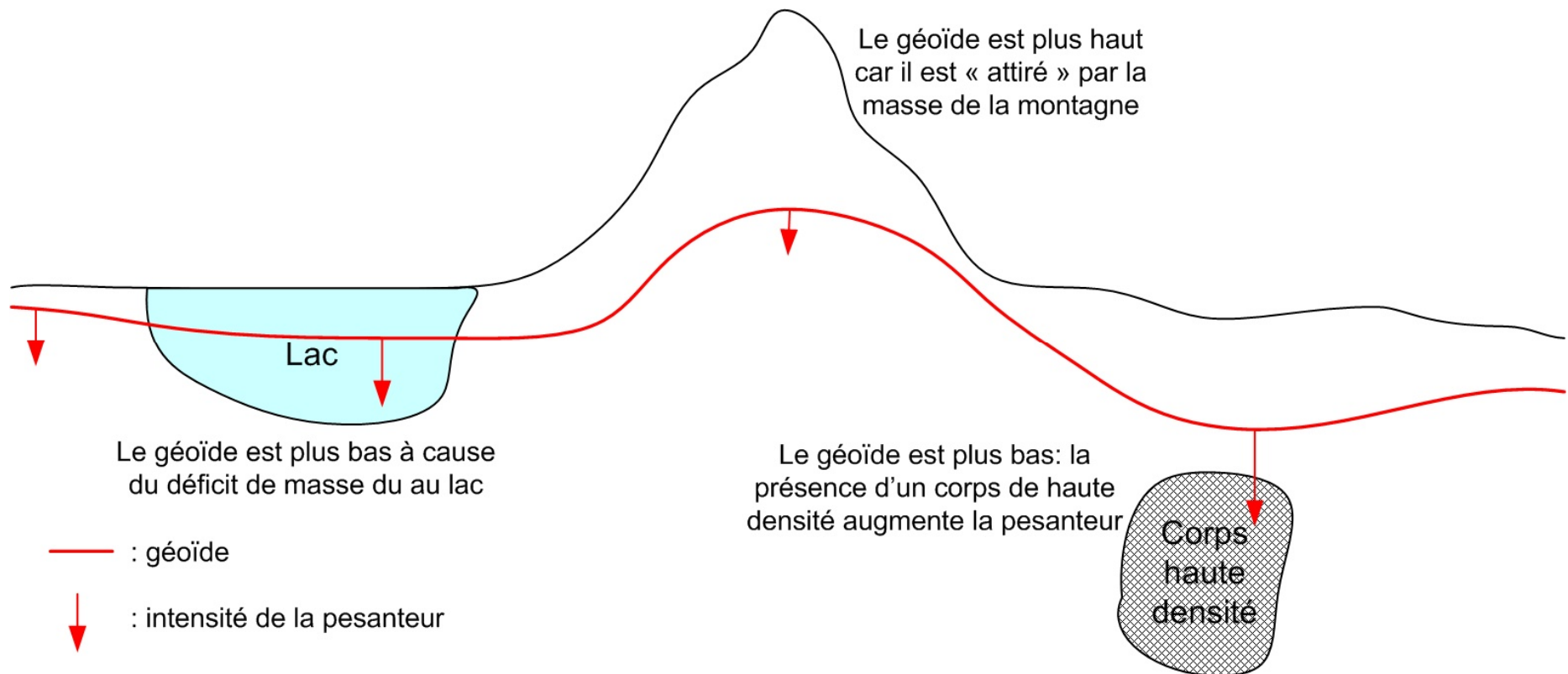
- Direction de la pesanteur \perp surface équipotentielle
- Intensité de la pesanteur inversement proportionnelle à l'espace entre les équipotentielles
- Intensité de la pesanteur **varie** sur une équipotentielle

$$\overline{A_1A_2} \cdot g_A = \overline{B_1B_2} \cdot g_B$$

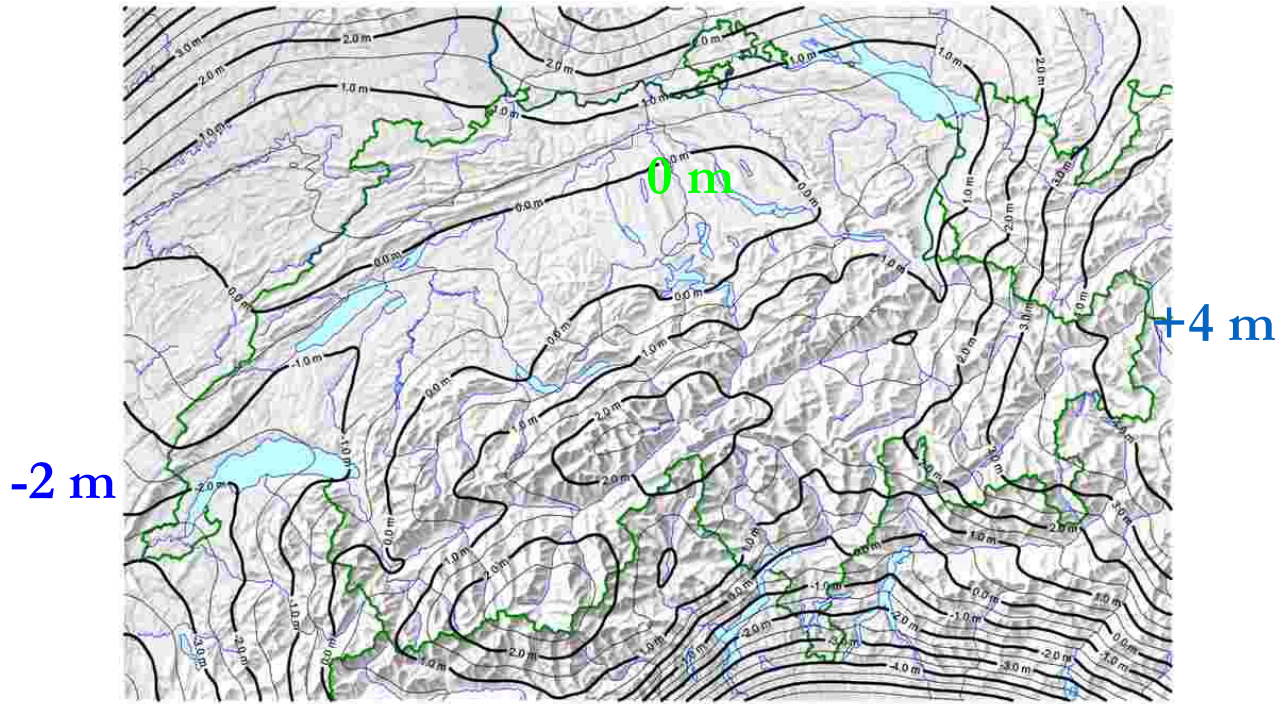


EPFL Le Géoïde

- Position du géoïde par rapport aux masses et à la topographie



EPFL Géoïde local Suisse

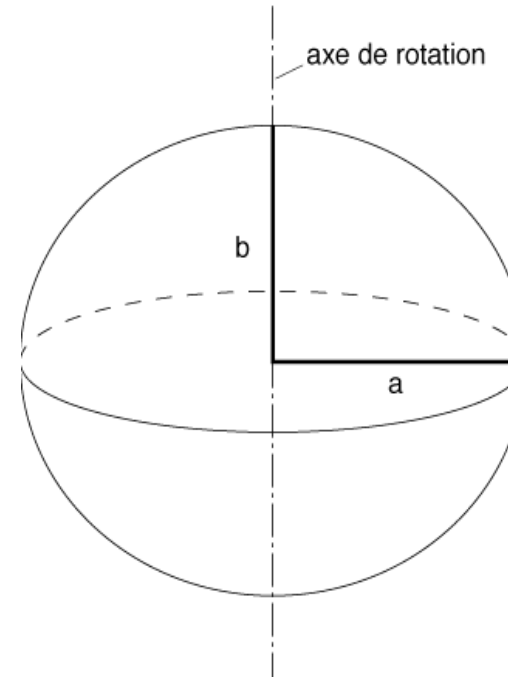


- Modèle numérique de la cote du géoïde
- Cote du géoïde: écart entre l'ellipsoïde de référence et le géoïde
 - Différence entre le modèle physique et le modèle mathématique

Système de référence : CH1903, ellipsoïde de Bessel
Variations: de -2m (Léman) à + 4m (Grisons)

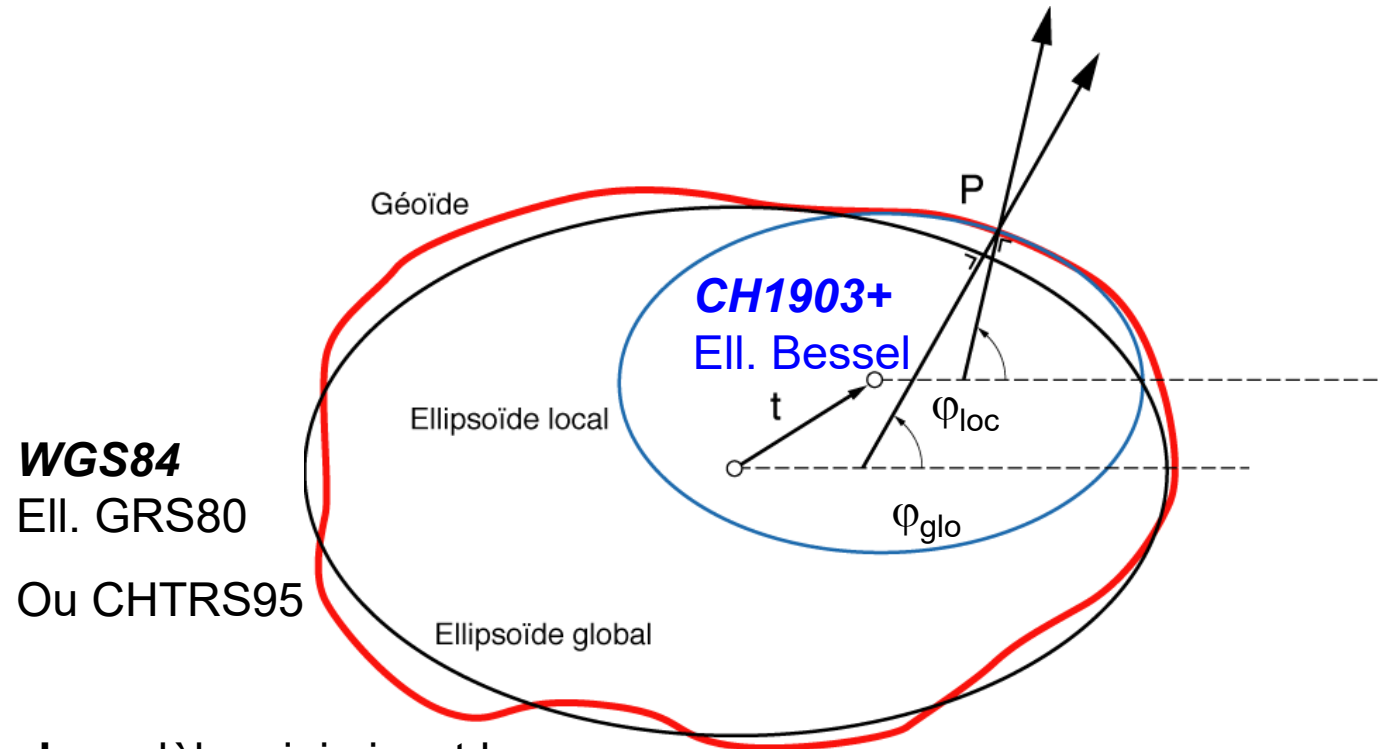
EPFL L' Ellipsoïde : définition

- Surface **mathématique** de référence
- Approximation mathématique de la surface de la Terre: sphère qui est aplatie aux pôles
- Surface de référence pour la **planimétrie**
 - Latitude, longitude
- Calage de l'ellipsoïde par rapport au géoïde



a : demi grand-axe
b : demi petit-axe

EPFL Géoïde et ellipsoïde

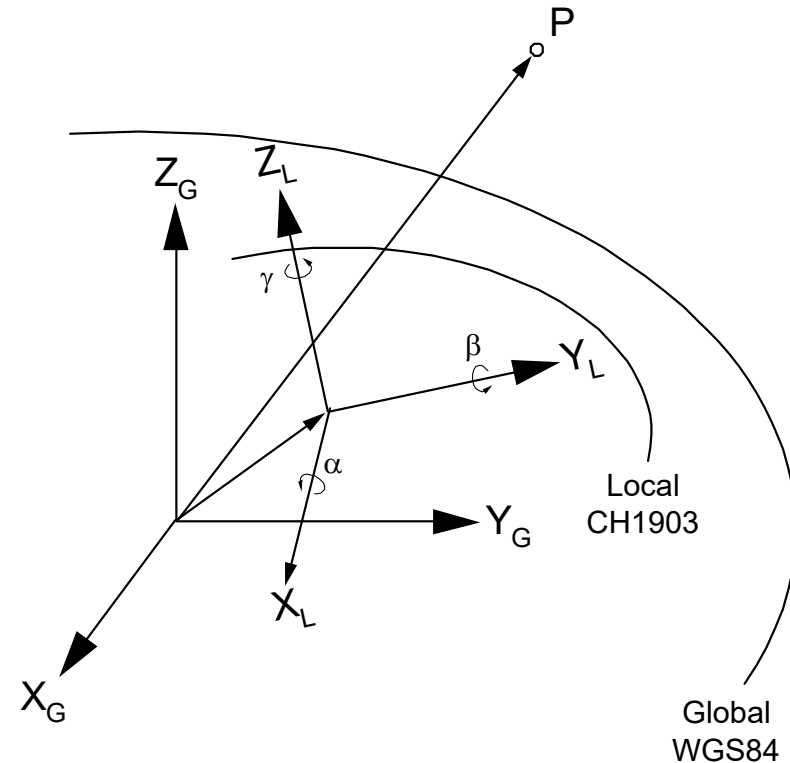


Ellipsoïde **global**: modèle minimisant les écarts avec le géoïde sur l'ensemble de la Terre

Ellipsoïde **local**: modèle minimisant les écarts avec le géoïde pour une région (pays) donnée

EPFL Transformation de Coordonnées

- Chaque pays dispose de son propre système de référence géodésique local
- GPS est basé sur un système de référence global (WGS84)
- Transformation de coordonnées ou changement de datum
- Transformation de similitude
 - 3 translations (tX, tY, tZ) selon les axes OX, OY, OZ
 - 3 rotations (α, β, γ) autour des mêmes axes
 - 1 changement d'échelle ($1 + m$)



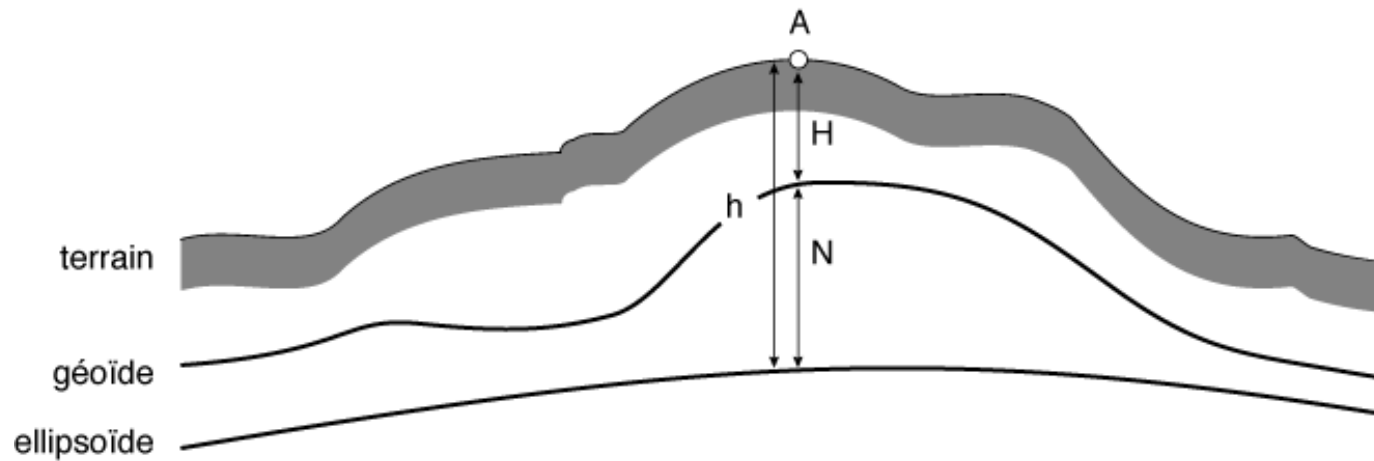
EPFL Transformations de coordonnées

Même point

- 2 systèmes
 - CHTRS95
ou WGS84
 - CH 1903+



EPFL Cote du géoïde



h = altitude ellipsoïdique

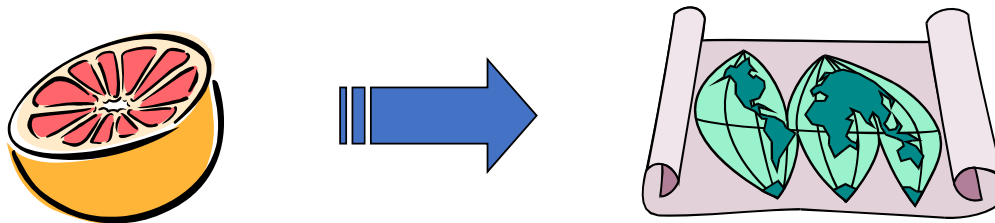
H = altitude usuelle (nivellement)

N = cote du géoïde

$H = h - N$

EPFL Systèmes de projection

« il n'est pas possible de représenter une portion de sphère ou d'ellipsoïde sur un plan sans introduire une distorsion »



La carte est une transposition plane des propriétés spatiales de la Terre

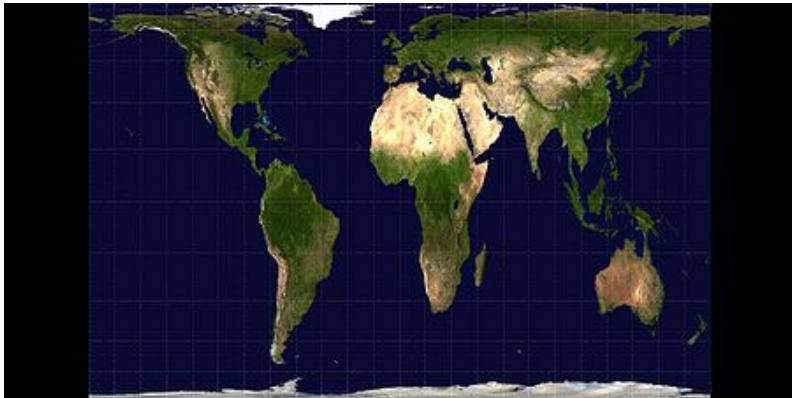
Ellipsoïdiques $(\varphi, \lambda) \Rightarrow \text{Plan } (Y, X)$

EPFL Systèmes de projection



Où se situe la réalité ?

- Observez et commentez



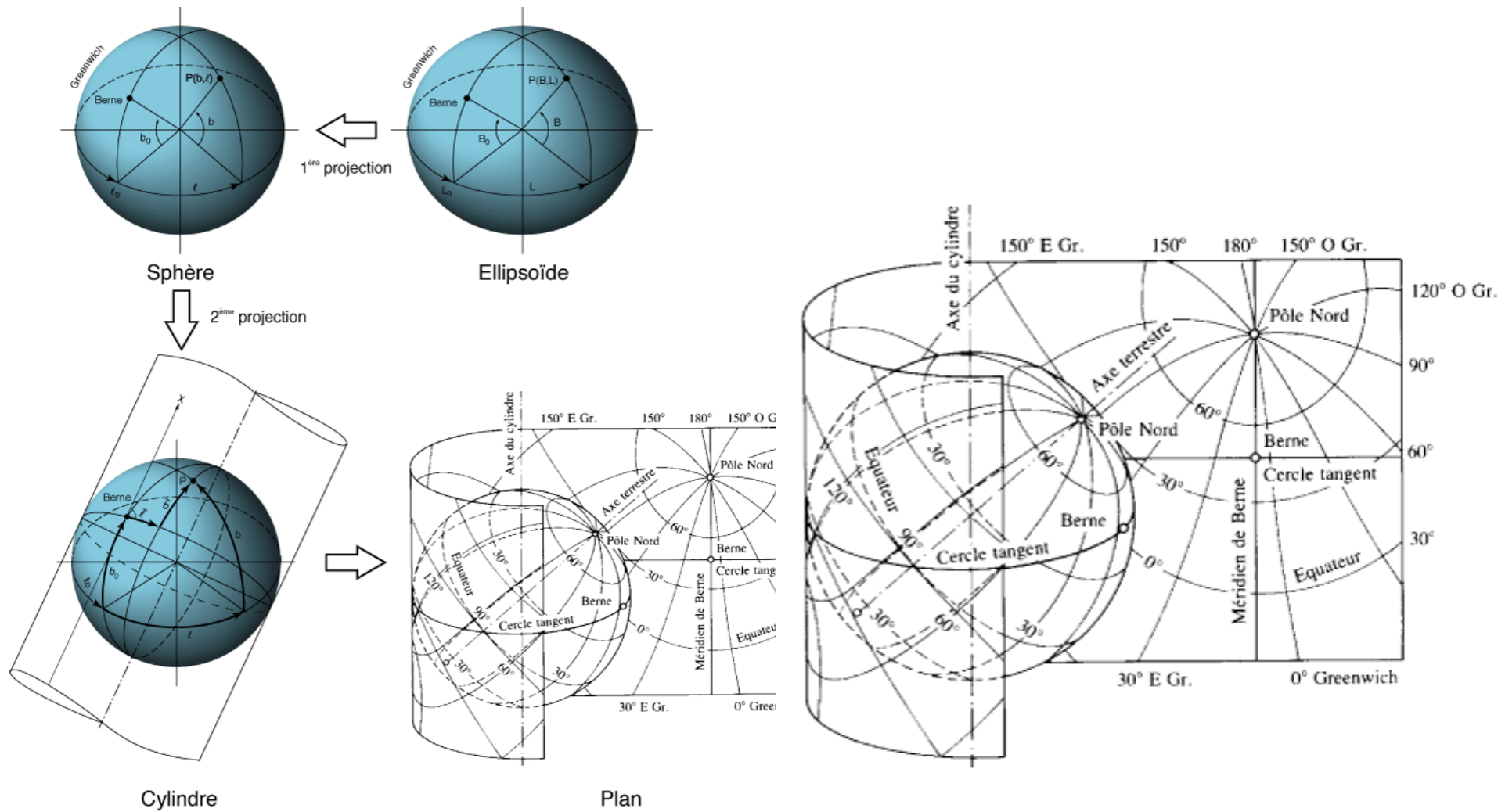
EPFL Systèmes de projection et surfaces



- <http://thetruesize.com/>

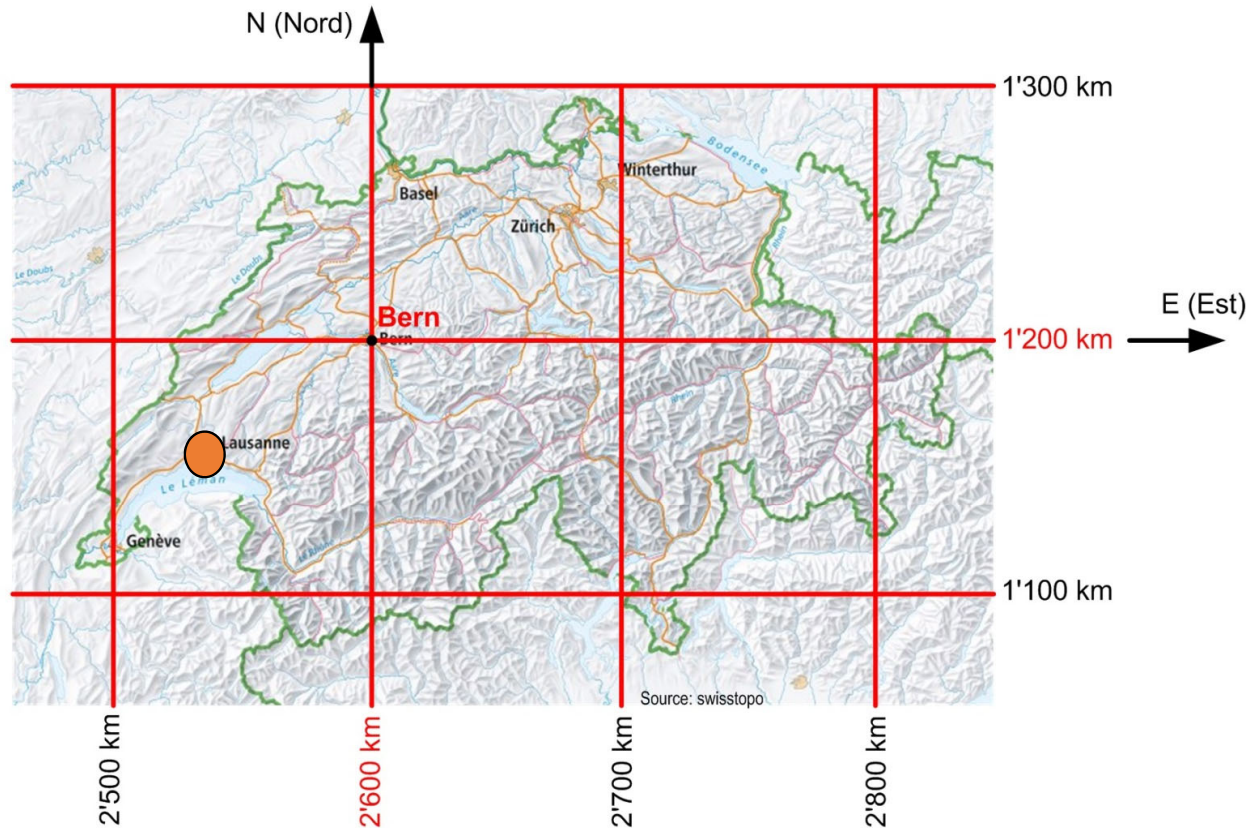


EPFL La projection Suisse



EPFL Projection Suisse

Coordonnées nationales – CH1903+

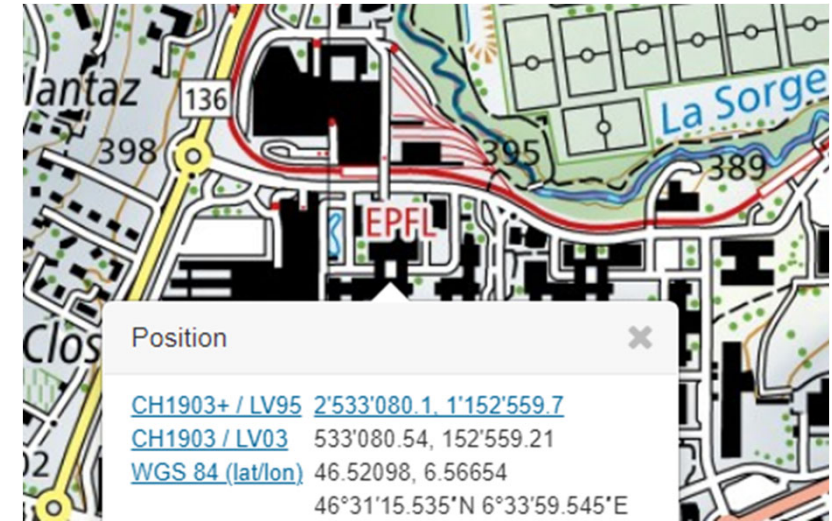


Légende

E (Est), N (Nord): coordonnées nationales

- Berne, point fondamental (E= 2'600 km; N= 1'200 km)

➔ axe de coordonnées



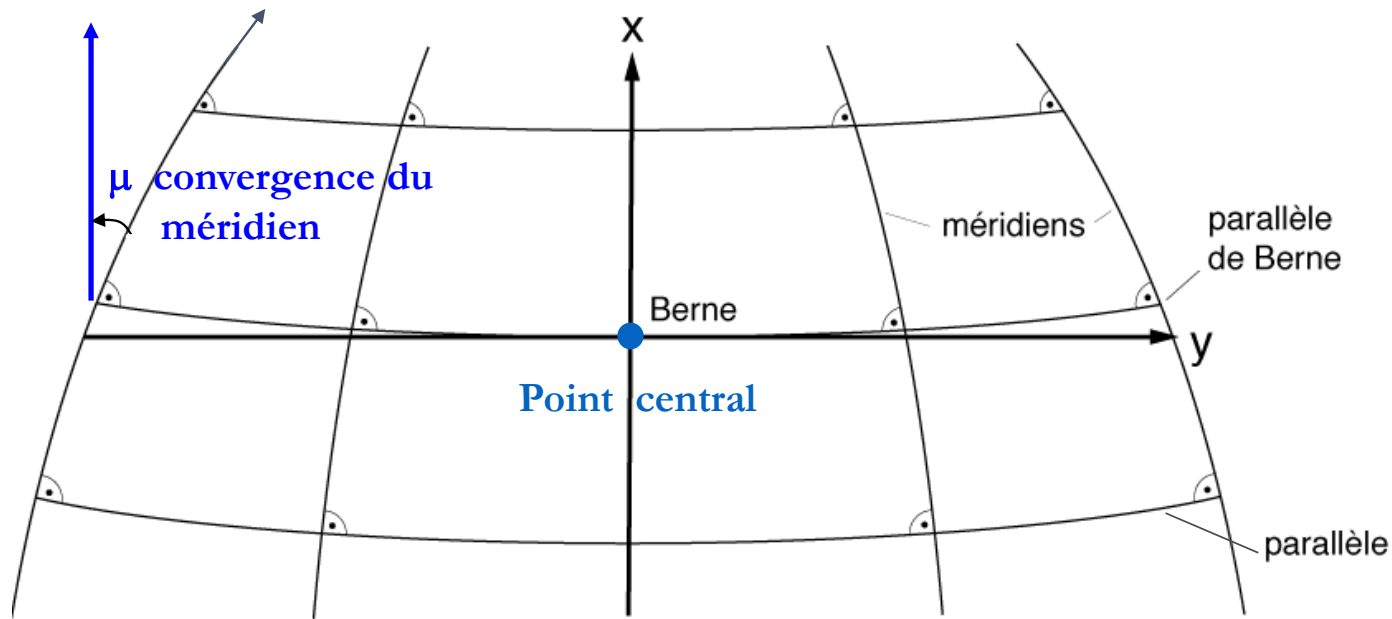
Exemple: EPFL ●

- 2'533'080 m (Est)
- 1'152'559 m (Nord)

EPFL Projection Suisse

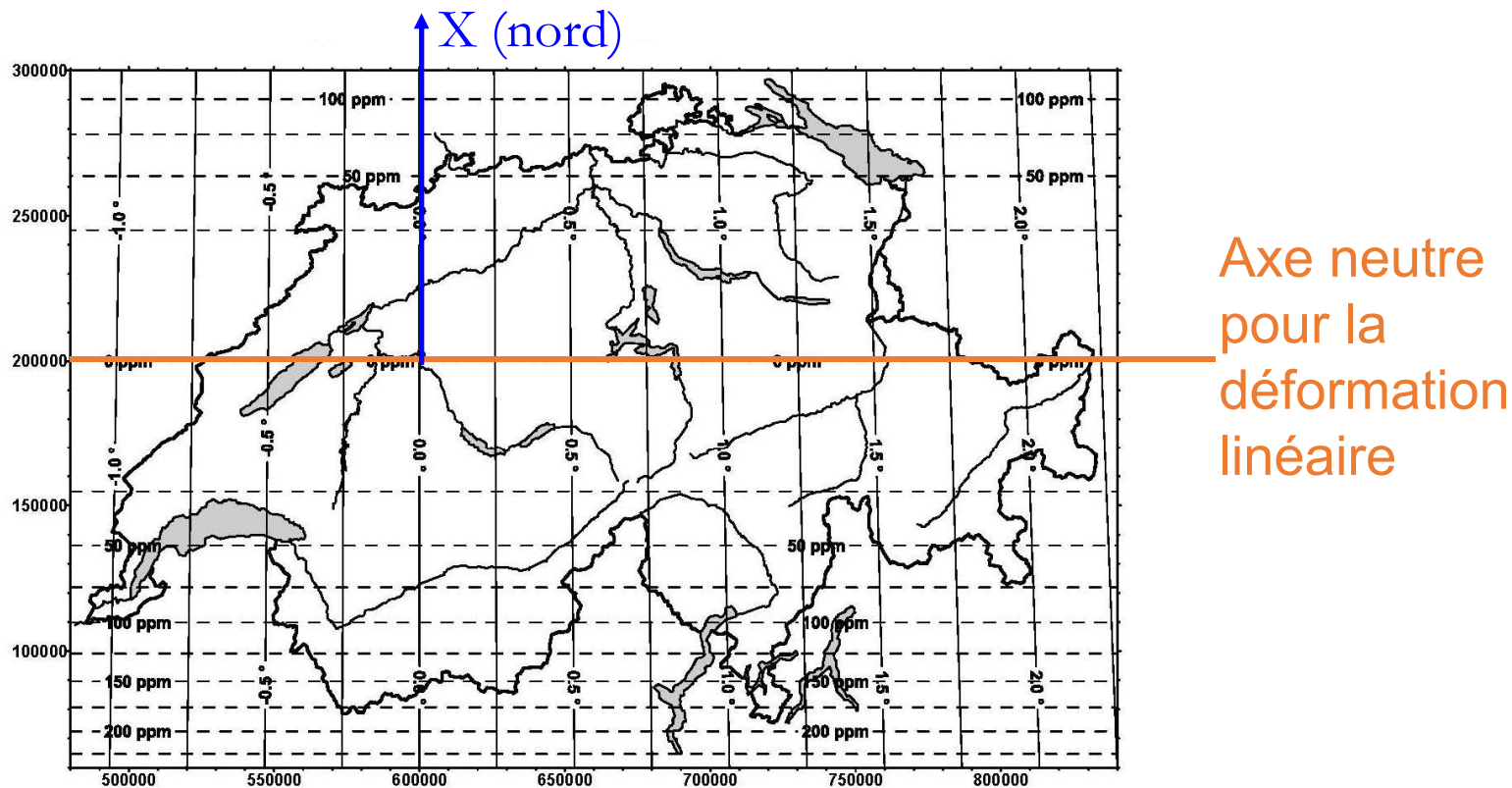
Nord de
la carte X

Nord
géographique



- l'image du cercle de contact donne l'axe **y** (est)
- l'image du méridien de Berne donne l'axe **x** (nord)

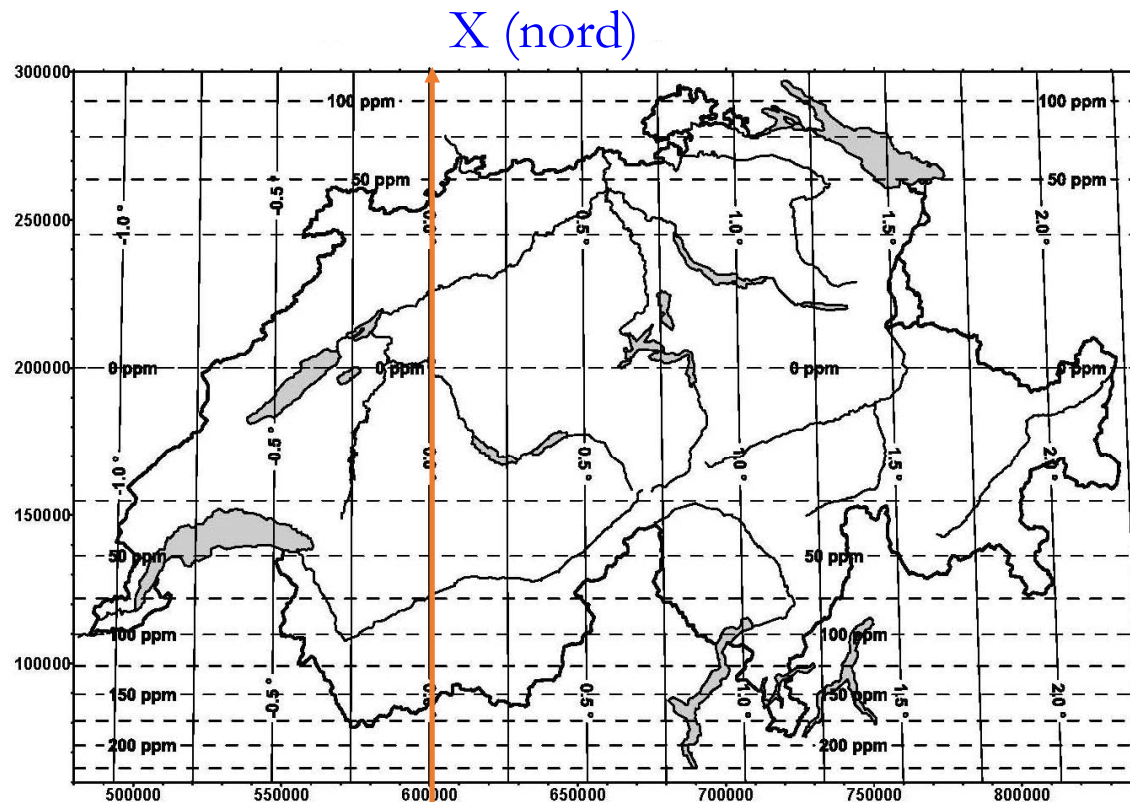
EPFL Projection Suisse: déformation linéaire



Axe neutre
pour la
déformation
linéaire

Représentation de la convergence des méridiens (en degrés) et de l'altération linéaire (pointillés, en ppm)

EPFL Projection Suisse: convergence du méridien



Représentation de la convergence des méridiens (en degrés) et de l'altération linéaire (pointillés, en ppm)

N géographique et nord de la carte confondus, convergence = 0