

TD CALCUL DE CHARGE

2023-2024 - M2 GP/RN

Charges climatiques et déformations de la Terre

Kristel chanard & Laurent Métivier (lalmetiv@ipgp.fr)

20 novembre 2023

1 Motivations

Le but de ce projet informatique est de calculer le déplacement de la surface terrestre aux redistributions des charges hydrologiques, atmosphériques et océaniques estimées à partir de mesure de gravimétrie spatiale (Figure 1). Ce déplacement sera ensuite comparé à des positions de stations GNSS. L'accord ou le désaccord entre modèle de charge et déplacement mesuré sera ensuite discuté (cohérence des observations, limites du modèle etc.)

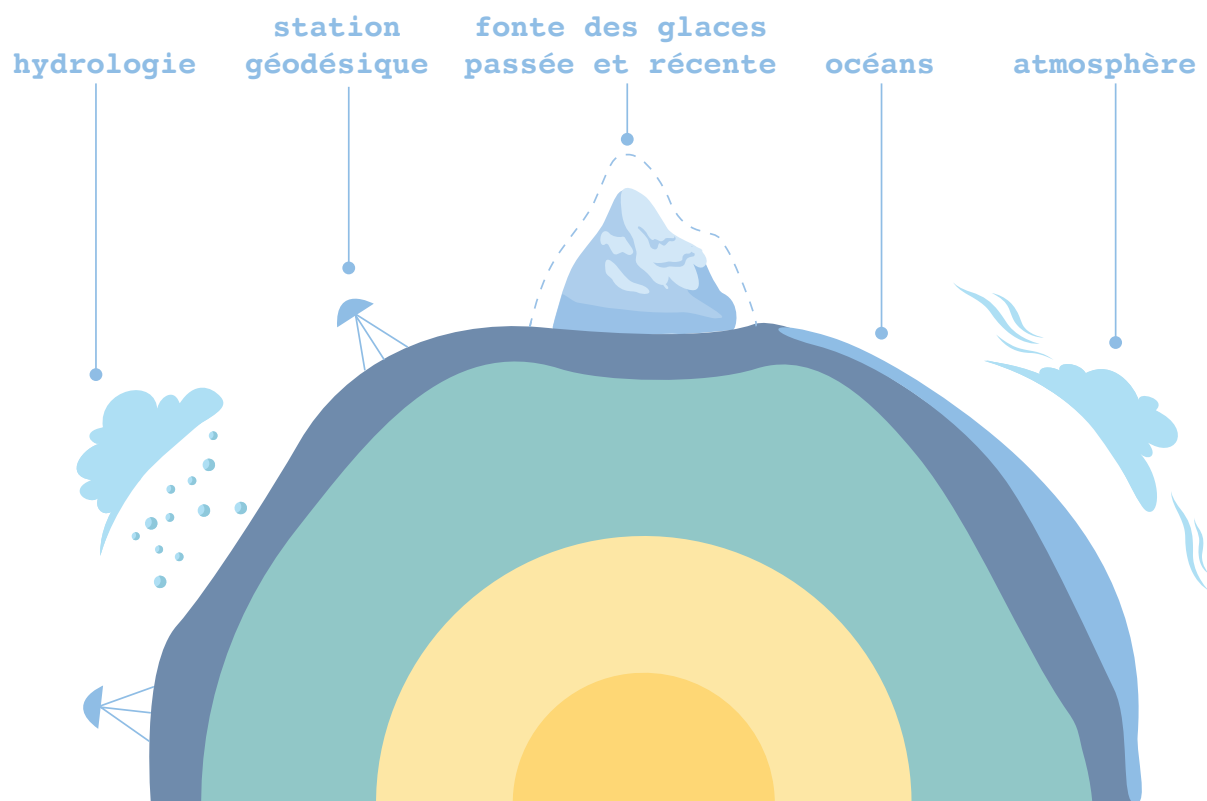


Figure 1: Schéma de la déformation de la terre sous l'effet des charges climatiques

2 Données et Outils

2.1 Données de Surcharge

Les données de surcharges sont issues des mesures gravimétriques de la mission GRACE. Dans le cadre du projet informatique, nous utiliserons les données mensuelles traitées par le CSR (UTexas), fournies dans le dossier du TD. Ces données de surcharges sont données sous formes de coefficients de Stokes, c'est-à-dire non pas les coefficients de la décomposition en harmoniques sphériques de la charge, mais ceux normalisés du champ de gravité terrestre.

2.2 Données de Déplacement de Surface

Les données de déplacement de surface sont issues de mesures GNSS. Afin de comparer les résultats des prédictions de déplacement de la surface terrestre induits par les phénomènes de surcharges décrits précédemment et la déformation observée de la surface, vous pourrez télécharger les séries temporelles de déplacement de quelques stations GNSS sur le site de l'Université du Nevada Reno: <http://geodesy.unr.edu/NGLStationPages/gpsnetmap/GPSNetMap.html>.

Par exemple, pour la station LHAZ dont les informations et données sont disponibles à l'adresse: <http://geodesy.unr.edu/NGLStationPages/stations/LHAZ.sta>), on choisira le format *IGS14 env*. La description du contenu des fichiers *IGS14 env* est donné à l'adresse: http://geodesy.unr.edu/gps_timeseries/README_tenv3.txt.

Selon le choix des stations, il pourra être nécessaire de corriger les données (1) de sauts référencés en bas de page de la station, et/ou (2) de tendance linéaire tectonique.

Pour cela, il est possible d'utiliser un logiciel en ligne, facile d'utilisation:

SARI: <https://alvarosg.shinyapps.io/sari/>

Les informations logiciel sont données dans l'onglet "help". Vous pourrez télécharger vos séries temporelles (attention au format), les tracer, et estimer puis corriger vos données de:

1. pentes linéaires liées à la tectonique: Fit Control, puis LS (least square) puis Linear
2. "sauts" liés au changement de matériel à la station (la position du point mesuré change alors légèrement) ou à un tremblement de terre par exemple. Pour cela, chaque station choisie sur le site du NGL contient la liste des dates des "steps" sous la figure en série temporelle (par ex: <http://geodesy.unr.edu/NGLStationPages/stations/CHLM.sta> en bas de page).

Il ensuite faudra créer un fichier pour le charger dans l'onglet "Input custom offset file" dans "Ancillary information" - attention la encore au format.

Il devrait vous rester à la fin de ces corrections la partie du signal liée aux charges de surface dans vos données.

Les données GNSS pourront être corrigées à vous aider à l'aide de la vidéos d'exemple dans le dossier SARI.

On pourra calculer directement le champ de déplacement vertical prédit à partir des données de surcharge à une sélection de stations GNSS et le comparer aux séries temporelles de positions

verticales produites par l'Université du Nevada Reno.

3 Calcul de la déformation induite par les phénomènes de surcharge

En vous appuyant sur le Jupyter Notebook, vous pourrez calculer la déformation verticale (et horizontale si vous le souhaitez) induite par les phénomènes de surcharge issues de GRACE.

Le calcul pourra être effectué pour un mois test (voir jupyter notebook fourni) puis appliqué à l'ensemble de la série temporelle des données GRACE. Les dates correspondant à chaque fichier sont données dans l'entête des fichiers GRACE et seront à extraire pour construire le vecteur temps des données.

En choisissant quelques stations GNSS, vous pourrez ensuite comparer prédictions et observations verticales (et horizontales) et discuter des performances du modèle de surcharge dans différents contextes géologiques: à la côte, dans les régions continentales, dans les aquifères, en région polaire, sur les îles, etc.

4 A Rendre

Un notebook court décrivant la procédure suivie pour calculer la déformation de surface induite par les charges de GRACE.

Les résultats du projet pourront être présentés et discutés sous la forme de cartes de déformation (pour un mois donné, ou entre deux mois pour les variations annuelles par exemple), long terme (entre deux dates éloignées). Vous pourrez aussi comparer des déplacements prédits par le modèle de surcharge avec des observations GPS. Vous pourrez vous focaliser sur une région ou une échelle temporelle de déformation pour présenter ces résultats.