

Résumé de thèse :

Mesures gravimétriques absolues et relatives en co-localisation avec des techniques géodésiques de positionnement précis : quel lien entre les variations de pesanteur et les mouvements verticaux ?

Des mesures de gravimétrie absolues et relatives sont de plus en plus fréquemment effectuées en co-localisation avec des mesures géodésiques de positionnement, en particulier vertical, que ce soit dans le cadre de campagnes ou d'observations continues dans des observatoires. Grâce à la précision et à la quantité de ces mesures, il est possible de restituer des variations temporelles dans une large gamme de fréquences. En outre, depuis 2002, des solutions de champ de gravité variable issues de la mission de gravimétrie spatiale GRACE constituent un autre jeu de données d'une résolution jusque là inégalée donnant accès aux variations de masse et aux déformations localisées principalement dans l'hydrosphère mais aussi dans la Terre solide.

Le but de cette thèse est de montrer l'intérêt théorique et les difficultés pratiques de la combinaison de ces trois types d'observables que sont la gravité mesurée à la surface de la Terre, le champ de gravité et le déplacement vertical.

Dans un premier temps, nous étudions le rapport théorique entre la variation de gravité mesurée au sol et le déplacement vertical de celui-ci dans le cas d'une charge distribuée globalement à la surface d'une Terre supposée à symétrie sphérique, stratifiée, sans rotation, élastique et isotrope. Les résultats de l'étude dans le domaine spectral (au sens des harmoniques sphériques) sont ensuite confrontés dans le domaine spatial à des calculs numériques du rapport obtenus à partir des sorties de modèles globaux atmosphériques, hydrologiques et de marées océaniques.

Nous estimons ensuite la résolution et la précision correspondante pour des solutions globales de champ de gravité variable élaborées par deux centres de traitement différents (CSR versus GRGS). Nous montrons la nécessité d'un filtrage a posteriori pour les solutions du CSR et testons différents filtres.

Nous considérons deux cas de validation des estimations GRACE des variations de contenu en eau dans le sous-sol :

1. la validation par des modèles hydrologiques globaux. Nous considérons la variation saisonnière à l'échelle globale ainsi que les variations interannuelles en Europe (notamment l'effet de la sécheresse de l'été 2003). Une telle approche est cependant limitée par la dispersion existant entre les différents modèles.
2. la validation par les résidus de gravité issus des mesures par les gravimètres supraconducteurs du réseau GGP en Europe. Nous évaluons l'intérêt d'une décomposition en composantes principales (EOF) des résidus de gravité issus des mesures au sol visant à éliminer les effets locaux de chaque station.

Enfin, nous estimons la signature gravitationnelle du séisme de Sumatra-Andaman du 26 décembre 2004 à partir d'une série temporelle de 4.6 ans de solutions de champ de gravité issues de GRACE. Lors de l'inversion de ces données, nous prenons bien soin d'estimer les contributions d'autres sources (variations saisonnières de l'hydrologie, aliasing d'ondes de marées océaniques) afin d'éviter toute contamination du signal sismique. La contamination due aux variations interannuelles de l'hydrologie et de la circulation océanique est estimée séparément à partir de sorties de modèles globaux. De plus, un soin particulier est apporté à la séparation des effets cosismique et postsismique. Ce dernier est estimé à partir de 26 mois de données et est bien modélisé par une relaxation de type exponentielle. Par ailleurs, nous avons pu montrer, à l'aide d'une modélisation globale utilisant une technique de sommation des modes propres excités par le séisme, que la réponse de la Terre solide ne permet pas d'expliquer à elle seule l'effet cosismique observé dans les données GRACE. La réponse statique de l'océan ne peut être négligée. Sa modélisation permet de trouver un bon accord avec la réponse cosismique observée.