

# La mesure de la pesanteur $g$

M. Van Camp, M. Everaerts, B. Ducarme, M. Van Ruymbeke & R. Verbeiren  
04-2003

La force de pesanteur - qui permet de définir le poids d'un objet - nous maintient à la surface de la Terre et est la cause de la chute libre d'un corps proche de la surface de celle-ci. Cette force est proportionnelle à la masse :  $\vec{F} = m\vec{g}$ , où  $\vec{g}$  représente l'**accélération de la pesanteur**. La norme de cette accélération est la **pesanteur  $g$** , mesurée à l'aide d'un **gravimètre**. C'est une grandeur physique qui varie dans le temps et l'espace. En effet,  $g$  dépend entre autres de la latitude, de la répartition des masses à l'intérieur de la Terre, de la rotation de la Terre sur elle-même (vitesse et position de l'axe de rotation), ainsi que de la position relative de la Lune et du Soleil, qui génèrent les forces de marée. La détermination relative ou absolue de  $g$  revêt une importance capitale dans différents domaines de la recherche scientifique. En **géophysique**, on mesure les variations de pesanteur pour étudier les déformations tectoniques, le rebond postglaciaire, les marées, l'influence de l'atmosphère et de l'hydrosphère, ainsi que la structure du globe depuis la graine jusqu'à la croûte terrestre. Par ailleurs, l'analyse des variations locales de  $g$  a de nombreuses applications en **géologie**. En **métrologie**,  $g$  intervient dans la détermination d'unités dérivées du kilogramme (ampère, pression, force) et est appelé à jouer un rôle clé dans la nouvelle réalisation du kilogramme. Enfin, en **géodésie**,  $g$  est indispensable pour déterminer le géoïde et partant, les altitudes (le géoïde représente le niveau moyen des mers et son prolongement sous les continents).

L'Observatoire a acquis une réputation internationale dans tous ces domaines au niveau scientifique et en terme d'expertise technique. Il dispose à ces fins de gravimètres relatifs à ressort, d'un gravimètre relatif à supraconductivité, ainsi que d'un gravimètre absolu.

Dans un gravimètre relatif, le déplacement d'une masse en suspension est proportionnel aux variations de  $g$ . Dans la plupart des cas, il s'agit d'instruments mobiles destinés aux mesures de terrain. A côté de ces gravimètres qui ne mesurent que les variations de  $g$ , le gravimètre absolu acquis par l'Observatoire en 1996 donne directement la valeur de la pesanteur avec une précision de  $10^{-9} g$  et permet notamment de contrôler les gravimètres relatifs. Dans un gravimètre absolu, la mesure de la distance parcourue en fonction du temps d'une masse en chute libre dans le vide fournit la valeur de la pesanteur  $g$ .

Le facteur d'étalonnage des gravimètres relatifs à ressort présente généralement des variations temporelles gênantes et les mesures dérivent fortement dans le temps. C'est pourquoi, l'Observatoire a installé en 1995 un gravimètre à supraconductivité à la station de Membach, près d'Eupen. Dans cet instrument, la suspension par ressort est remplacée par la lévitation magnétique d'une sphère engendrée par les courants permanents circulant à l'intérieur de deux bobines. L'ensemble, rendu supraconducteur et maintenu à une température de  $-269^{\circ}\text{C}$ , assure une grande stabilité qui permet de mesurer les variations temporelles de  $g$  avec une précision cent fois plus élevée que celle des gravimètres à ressort conventionnels, et garantit une très faible dérive à long terme. Cependant, contrairement aux gravimètres à ressort, le gravimètre à supraconductivité n'est pas transportable. Cet instrument participe au "Global Geodynamics Project", réseau mondial d'une vingtaine de gravimètres à supraconductivité.

A Membach, les mesures des gravimètres à supraconductivité et absolu permettent de mesurer des phénomènes à long terme, liés entre autres à une déformation lente du sol (on observe une élévation de la station de l'ordre d'un mm par an). En tant qu'instrument de référence et de haute précision, le gravimètre absolu participe aussi à de nombreuses comparaisons internationales et fournit les points de base pour le réseau gravimétrique belge établi à l'aide de gravimètres à ressort. Ce réseau comporte actuellement plus de 69.000 points de mesure qui constituent une banque de données gérée depuis 1925 par l'Observatoire. Vu les progrès de la miniaturisation, les gravimètres absolus sont appelés à remplacer progressivement les gravimètres à ressort.

Enfin, l'Observatoire accueille le Centre International des Marées Terrestres depuis sa création en 1958. Ce centre contribue à la mesure et à l'interprétation des déformations de la Terre sous l'action des forces de marées.



Figure 4 : le gravimètre à supraconductivité GWR#C021 mesure en continu les variations de pesanteur à Membach avec une précision de  $10^{-10}$  g. C'est un des vingt gravimètres de ce type en service dans le monde.



Figure 2. Le gravimètre à ressort Scintrex CG3M est l'un des instruments de terrain de l'Observatoire qui mesure les variations de pesanteur avec une précision de  $10^{-8}$  de g.

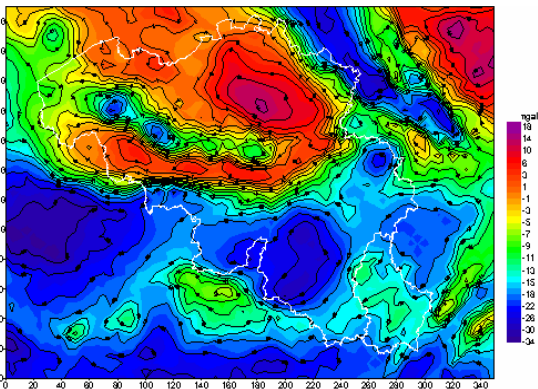


Figure 1. Anomalies gravimétriques (de Bouguer) dans nos régions. Cette carte reflète les variations de densité des roches sous-jacentes. Elle permet une visualisation des grandes structures géologiques régionales. Le Massif du Brabant, formé de roches plus denses, est la partie rouge au nord-ouest de la carte. En bleu, on retrouve l'influence des roches moins denses de l'Ardenne et du Bassin de Paris. Le Graben de la Roer, en bleu au nord-est, est formé d'une accumulation de sédiments moins denses et plus récents.



Figure 3 : le gravimètre absolu FG5#202 déterminant la pesanteur à Membach avec une précision de  $10^{-9}$  g. En fonction des saisons, la valeur de  $g$  y varie de 9,810 467 20 à 9,810 467 30 m/s<sup>2</sup>, après correction des effets variables connus tels les marées. Il n'y a actuellement qu'une trentaine de ces instruments en service dans le monde.

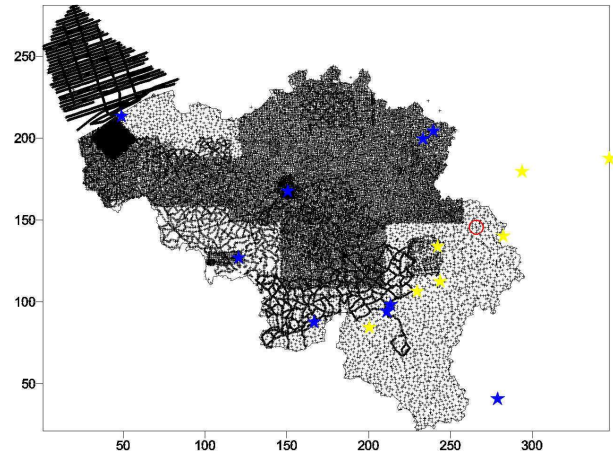


Figure 5. Le réseau gravimétrique belge. Chaque point représente l'une des 69.000 mesures effectuées à l'aide de gravimètres relatifs à ressort. Le cercle rouge montre la station de référence de Membach. Les étoiles jaunes donnent les points de mesures absolues effectuées deux fois par an à travers l'Ardenne et le Graben de la Roer. Enfin, les étoiles bleues représentent les points de mesures du gravimètre absolu ailleurs en Belgique