Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (1992)
Heft: 14

Artikel: Le "géoïde" suisse au centimètre près
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-971529

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le «géoïde» suisse au centimètre près

En matière d'altitude zéro, ce n'est pas le niveau de la mer qui fait autorité, mais le «géoïde»: la surface d'une Terre hypothétique entièrement couverte par un vaste océan. Des chercheurs sont en train de calculer le profil des eaux au-dessus du territoire helvétique.

Cervin: +4478 mètres. Chacun le sait, l'altitude est la différence de hauteur entre un point géographique et le niveau de la mer, sensé représenter la référence en matière d'altitude zéro. Or, les choses ne sont pas si simples, car la surface des océans n'est pas plate. Ni même ronde. Si cela était le cas, l'île de Ceylan disparaîtrait sous les flots de l'océan Indien, alors qu'au contraire l'Islande gagnerait en superficie! Les océans sont donc vallonnés. Et la responsabilité incombe moins aux courants marins et aux marées, qu'à la forme de la Terre: notre planète est une sorte de patate cabossée. De plus, elle est recouverte d'une écorce rocheuse non homogène, avec d'un côté des chaînes montagneuses imposantes et de l'autre de profondes fosses sous-marines.

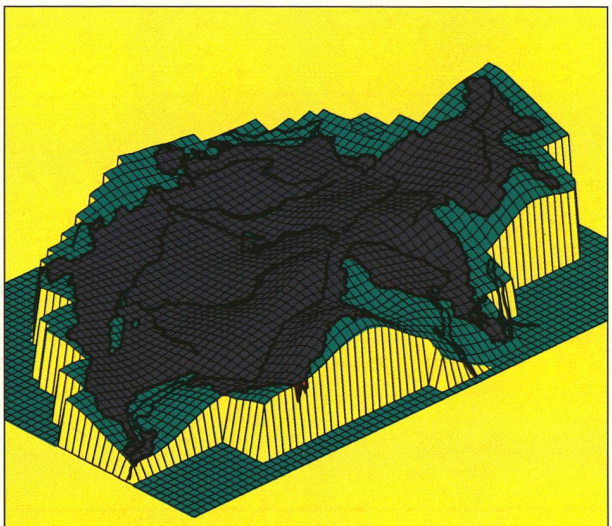
Comme l'a montré Isaac Newton, la matière attire la matière. Selon ce principe, la structure de la croûte terrestre déforme la surface des océans. Par exemple, la chaîne des volcans sous-marins d'Hawaï – une importante masse sur le plancher océanique – attire l'eau des régions avoisinantes, en produisant à cet endroit un bombement de l'océan Pacifique.

Pour compliquer encore les choses, la sphère terrestre présente un aplatissement de 21 kilomètres au niveau des régions polaires. Cela supprime l'idée que l'altitude soit une mesure de l'éloignement par rapport au centre de la Terre. Car sinon, les eaux du Mississippi ne devrait plus couler dans le Golfe du Mexique, puisque la source de ce fleuve est plus proche du centre de la Terre que son embouchure!

Dans ces conditions, comment déterminer l'altitude du Cervin par de simples mesures de triangulation sur le terrain, à fortiori dans un pays sans mer comme la Suisse?

Les scientifiques ont trouvé la solution: ils ne considèrent pas le niveau des mers comme référence pour les mesures d'altitude, mais un voile théorique qui couvre non seulement les océans mais également les continents. Cette surface s'appelle le «géoïde». Elle représente la surface d'une Terre hypothétique couverte d'un vaste océan; le relief est gommé, mais pas ses effets d'attraction sur les masses liquides. Ainsi, le géoïde possède des creux et des bosses, comme les océans.

Ces vallonements peuvent d'ailleurs être mis en évidence avec des instruments de mesure simples: le niveau d'eau s'aligne sur le plan du géoïde; le fil à plomb indique la direction de «la verticale», soit la perpendiculaire au géoïde (qui n'est pas forcément dirigée vers le centre de la Terre); le gravimètre, enfin, donne l'intensité de la force d'attraction terrestre en un lieu donné.


ETHZ

Le géoïde helvétique. Comme si un océan imaginaire s'étendait en lieu et place de nos montagnes...

Depuis trente ans, grâce aux satellites artificiels, les géophysiciens ont réalisé plusieurs géoïdes mondiaux. La NASA en est déjà à son treizième modèle. Baptisé «GEM-T3», il ressemble à une patate avec des renflements au niveau des continents africain et américain. Pour sa part, l'Université d'Ohio a réalisé le géoïde le plus précis, «OSU 89». Mais ces modèles globaux, satisfaisants à l'échelle planétaire, ne conviennent plus au niveau d'un pays. Par exemple, avec OSU 89, l'«océan» qui recouvre la Suisse apparaît complètement plat: comme si l'énorme masse alpine n'avait pas d'influence!

Pour cette raison, l'équipe du Prof. Hans-Gert Kahle, à l'Institut de géodésie et de photogrammétrie de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, a déjà réalisé trois

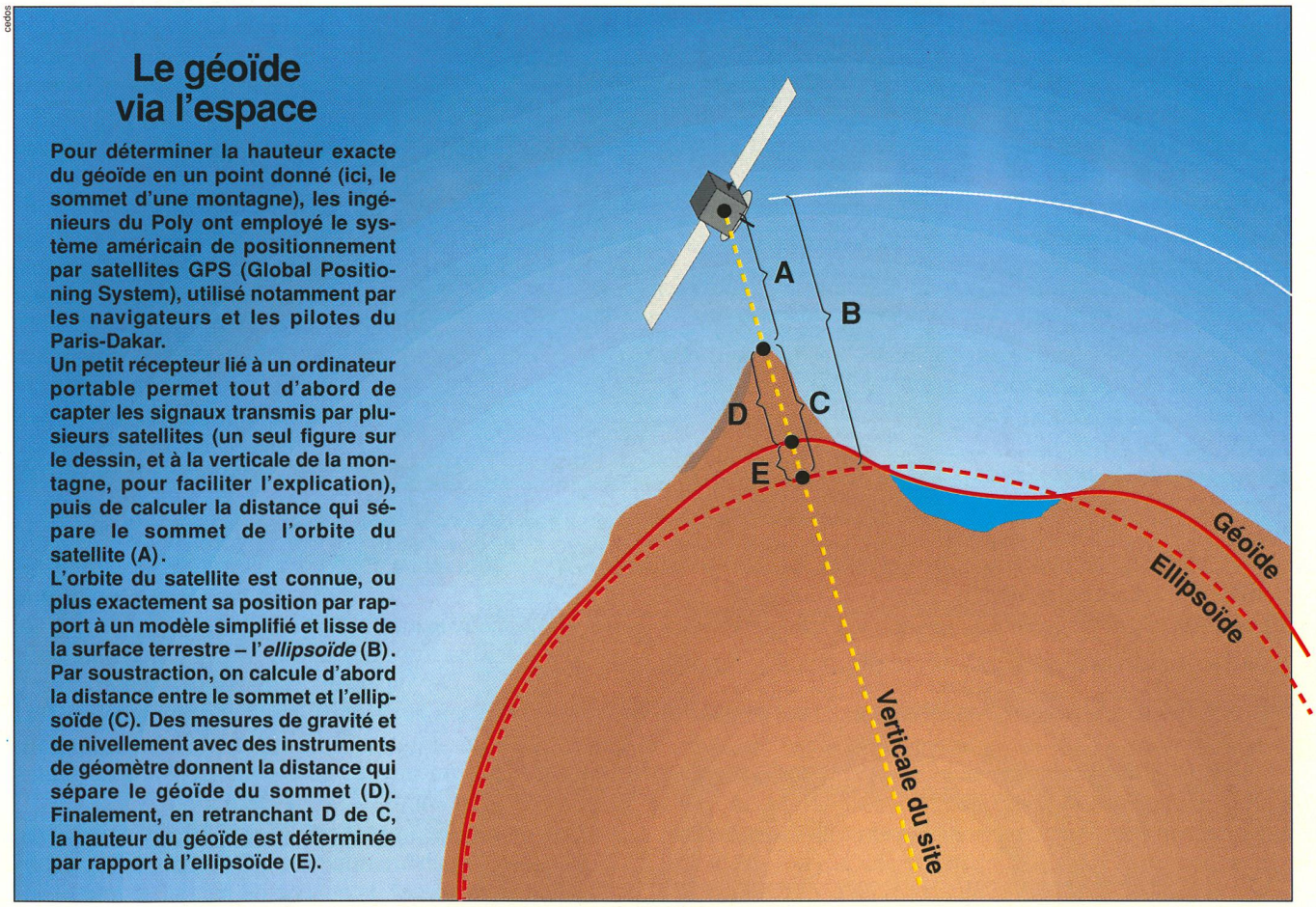
géoïdes helvétiques, en 1974, 1978 et 1990. Son dernier modèle donne les hauteurs avec une marge d'erreur de seulement 10 centimètres, contre plus d'un mètre pour les géoïdes mondiaux. Comme on pouvait s'y attendre, les Alpes bombent bel et bien de quelques mètres cet océan imaginaire. De plus, entre Genève et Coire, la hauteur du géoïde varie de 6 mètres. Et le Tessin ressemble à une pente vertigineuse...

Le corps d'Ivrea perturbe le Tessin

Les nouveaux satellites incitent à faire encore mieux. Les chercheurs du Poly préparent donc un nouveau géoïde pour 1995, dont les hauteurs seront données au centimètre près ! Dans ce but, ils ont rassemblé les mesures déjà réalisées par les Commissions de géophysique et de géodésie suisses, et par l'Office fédéral de la topographie. Ils se sont aussi rendus de longs mois sur le terrain, afin de récolter des mesures de gravité et de déviation de la verticale dans les Alpes, le Tessin et même le Nord de l'Italie. Cette région est en effet très intéressante sur le plan géologique : elle dissimule une énorme masse souterraine, d'une densité extraordinaire, longue de trois cent kilomètres et épaisse de vingt. Baptisée «Corps d'Ivrea», cette masse perturbe fortement le géoïde dans sa partie méridionale – d'où la pente du Tessin.

Au total, ce sont des milliers de données qui seront finalement introduites dans l'ordinateur : 3000 sites ont été choisis pour la mesure de la gravité, 500 pour la détermination de la verticale, et 200 pour un positionnement géographique exact par satellite. Mais pourquoi vouloir réaliser un géoïde ultra-précis ?

Qu'ils soient navigateurs, constructeurs de tunnels ou hydrauliciens, tous utilisent – ou utiliseront bientôt – le satellite pour connaître la position précise de leur bateau, les entrées et les directions de percement d'une nouvelle galerie, ou le tracé le plus approprié d'un canal fluvial. Les satellites du système de positionnement américain «GPS» fournissent des positions à la surface du globe avec une incertitude de seulement quelques millimètres sur vingt kilomètres ! Or, le satellite ne délivre pas directement l'altitude d'un point. En fait, il évalue la distance le séparant du centre de la Terre. Pour obtenir, par exemple, l'altitude du Cervin, il faut déterminer l'endroit où le géoïde coupe la montagne. L'altitude sera donc d'autant plus précise que le géoïde sera connu avec une meilleure exactitude.



Le géoïde via l'espace

Pour déterminer la hauteur exacte du géoïde en un point donné (ici, le sommet d'une montagne), les ingénieurs du Poly ont employé le système américain de positionnement par satellites GPS (Global Positioning System), utilisé notamment par les navigateurs et les pilotes du Paris-Dakar.
Un petit récepteur lié à un ordinateur portable permet tout d'abord de capter les signaux transmis par plusieurs satellites (un seul figure sur le dessin, et à la verticale de la montagne, pour faciliter l'explication), puis de calculer la distance qui sépare le sommet de l'orbite du satellite (A).
L'orbite du satellite est connue, ou plus exactement sa position par rapport à un modèle simplifié et lisse de la surface terrestre – l'*ellipsoïde* (B). Par soustraction, on calcule d'abord la distance entre le sommet et l'ellipsoïde (C). Des mesures de gravité et de nivellement avec des instruments de géomètre donnent la distance qui sépare le géoïde du sommet (D). Finalement, en retranchant D de C, la hauteur du géoïde est déterminée par rapport à l'ellipsoïde (E).