

DÉTERMINER LE MOUVEMENT DE LA TERRE AU MILLIMÈTRE PRÈS

Publié le 27 octobre 2026



par Christian Du Brulle

Et si, pour mesurer le monde avec une précision toujours plus fine, il fallait d'abord savoir exactement comment la Terre bouge dans l'espace ? C'est le pari scientifique de la professeure Véronique Dehant qui lance à l'UCLouvain un projet de recherche de cinq ans consacré à la précession et à la nutation de notre planète. Soutenu par une bourse « Advanced » du Conseil européen de la Recherche dotée de 2,5 millions d'euros, le projet vise une cible particulièrement ambitieuse. Il s'agit de modéliser l'orientation de la Terre dans l'espace avec une précision de l'ordre du ... millimètre.

L'enjeu peut sembler abstrait. Il est pourtant très concret. « Mesurer précisément le niveau moyen des mers, suivre les déformations d'un bâtiment ou d'un volcan, déterminer des positions par satellite ou exploiter au maximum les performances des systèmes de navigation comme Galileo : [toutes ces applications reposent, directement ou indirectement, sur une connaissance extrêmement précise de la manière dont la Terre est orientée dans l'espace](#) », explique la mathématicienne.

« Toute observation depuis la Terre vers l'espace a besoin de connaître précisément l'orientation de la Terre dans l'espace. Toute observation de la Terre depuis l'espace en a également besoin », précise-t-elle.

Il faut donc connaître précisément la manière dont notre planète bouge dans l'espace. En effet, son axe passant par les pôles décrit un large mouvement dans l'espace : il bouge d'environ 1,6 mètre par jour (précession) et effectue des oscillations périodiques dont l'amplitude est de 600 mètres (nutations).

Pas une toupie parfaite

Pour comprendre le problème, il faut imaginer la Terre comme une immense toupie. Son axe de rotation n'est pas parfaitement immobile : il change lentement d'orientation. Deux mouvements principaux sont concernés. La précession correspond à la lente rotation de l'axe terrestre, comme celui d'une toupie qui décrit progressivement un cercle en environ 26.000 ans. La nutation, elle, désigne des variations périodiques qui se superposent à ce mouvement. Ces déplacements sont petits à l'échelle humaine (quelques mètres de variation par an), mais ils deviennent déterminants dès que l'on cherche à atteindre une précision du millimètre.

Le modèle international actuellement utilisé pour déterminer l'orientation de la Terre dans l'espace a été adopté en 2000. Il permet de représenter l'orientation de la planète avec une précision de quelques centimètres. « Nous voulons désormais améliorer cette précision et passer à un modèle au millimètre », résume la chercheuse. Avec une nuance importante : « Le millimètre, c'est une cible. Je ne sais pas si on va l'atteindre. C'est le défi que nous devons relever. »

Cette prudence dit beaucoup de l'ambition du projet. Pour y arriver, il ne suffit pas d'affiner un calcul. Il faut comprendre et intégrer une multitude de phénomènes physiques qui font bouger la planète.

De la Lune aux profondeurs de la planète

Une première étape consistera à recalculer avec une grande précision les forces qui agissent sur la Terre. Le Soleil et la Lune exercent, bien sûr, une attraction gravitationnelle, mais les chercheurs devront également tenir compte des interactions avec les autres planètes et des effets indirects de ces systèmes gravitationnels.

Quant à la Terre, elle ne réagit pas comme un bloc parfaitement rigide à ces sollicitations. Elle se déforme, ses différentes enveloppes échangent notamment de l'énergie. C'est ici que l'expertise de l'équipe de l'UCLouvain devient particulièrement importante.

Dans le cadre de précédentes recherches de la professeure Dehant financées par le Conseil européen de la recherche, l'équipe a développé des modèles permettant de décrire le comportement du noyau terrestre, c'est-à-dire la partie liquide constituée principalement de fer en mouvement à environ 2.900 km sous nos pieds et qui génère le champ magnétique de la Terre. Elle peut notamment étudier la manière dont le noyau réagit à (voire amplifie) certaines sollicitations, notamment celles liées aux forces de marée.

Le nouveau projet s'appuiera sur ces acquis pour aller plus loin. Le manteau terrestre qui se déforme devra être intégré, tout comme les effets de l'atmosphère, des océans et de l'hydrologie. Les mouvements de masse à la surface et à l'intérieur de la planète peuvent, en effet, modifier la façon dont la Terre tourne. « Nous allons prendre tout cela en considération », indique Véronique Dehant.

Les quasars à la rescousse

Pour savoir si les nouveaux modèles fonctionnent, encore faut-il pouvoir les confronter à la réalité. Les chercheurs disposent pour cela d'un outil particulièrement spectaculaire. Il s'appelle VLBI, ou interférométrie à très longue base.

Le principe consiste notamment à observer des quasars, des objets extrêmement lointains dans l'Univers, qui peuvent servir de repères pratiquement fixes dans l'espace. En comparant leur position relative depuis différentes stations terrestres, les scientifiques peuvent déterminer avec une très grande précision l'orientation de la Terre. Autrement dit, les observations donnent une référence sur ce que fait réellement la planète dans l'espace.

« Les observations sont très précises, mais les modèles de l'orientation de la Terre dans l'espace ne le sont pas suffisamment. Et c'est là que notre recherche prend tout son sens », souligne la

scientifique. « Le modèle adopté par les unions scientifiques internationales a plus de 25 ans. Le défi consiste maintenant à construire un modèle capable de reproduire, et surtout de prédire, ces mouvements. »

De multiples paramètres à prendre en compte

Le projet s'intéressera également aux modes libres, des oscillations naturelles de la Terre liées à des phénomènes de résonance. Ces oscillations viennent compléter un tableau déjà complexe. Dans l'espace, les phénomènes apparaissent notamment à des périodes correspondant aux cycles orbitaux. Certaines variations sont liées aux cycles du mouvement de la Terre autour du Soleil (cycles d'une année, de six mois), d'autres à ceux de la Lune (28 ou 14 jours, ou même un autre cycle particulièrement important qui s'étend sur environ 18 ans et demi et est lié au mouvement du nœud de l'orbite de la Lune), tandis que les mouvements de l'atmosphère et des océans introduisent des variations principalement saisonnières et diurnes.

« On va retrouver dans l'espace toutes les périodes des éléments orbitaux », explique Véronique Dehant. « L'avantage, c'est qu'on connaît très bien les fréquences. On va donc pouvoir calculer les forçages (influences), et puis calculer la réponse de la Terre à ceux-ci. »

Un modèle pour les applications du futur

Le projet sera mené à l'UCLouvain pendant cinq ans. La professeure Véronique Dehant dirigera directement les recherches et travaillera notamment avec d'anciens postdoctorants ayant déjà contribué à ses travaux sur le noyau terrestre. Une chercheuse espagnole spécialisée dans le calcul des forçages gravitationnels rejoindra également l'équipe. Le projet impliquera, par ailleurs, des doctorants, notamment autour de la modélisation du noyau et de la nutation de la Terre considérée comme rigide.

L'objectif final dépasse largement la seule compréhension fondamentale des mouvements terrestres. Il s'agit de fournir un modèle suffisamment précis pour devenir une référence utilisable par différentes communautés scientifiques et technologiques.

Car atteindre le millimètre ne constitue pas seulement un exploit de précision. C'est une condition pour repousser les limites de nombreuses mesures de notre planète. Dans un monde où satellites, géodésie et systèmes de navigation sont capables de détecter des déplacements toujours plus infimes, connaître avec exactitude le mouvement de la Terre devient une infrastructure scientifique à part entière.

La question est désormais de savoir jusqu'où cette précision pourra être poussée. « Nous modéliserons tout ce qu'il est possible de faire. Et peut-être même des phénomènes physiques que nous n'avons pas encore imaginés », résume Véronique Dehant.