L’erreur de Galilée: l’origine des marées

Les marées

La marée est une variation de la hauteur des mers et des océans. Typiquement, le cycle du flux et du reflux a lieu deux fois par jour (marée semi-diurne) mais, selon l’endroit de la Terre, il peut aussi avoir lieu une fois (marée diurne), ou encore être de type mixte.

Le niveau le plus élevé atteint par la mer au cours d'un cycle de marée est appelé pleine mer (ou couramment marée haute). Par opposition, le niveau le plus bas se nomme basse mer (ou marée basse).

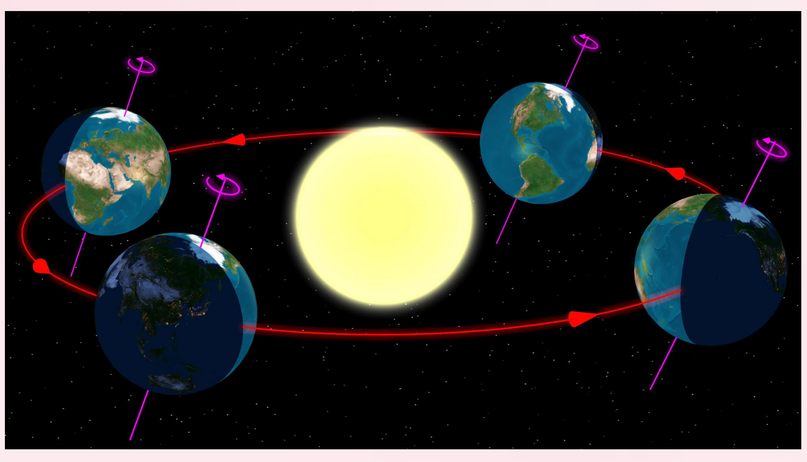
La baie du Mont-Saint-Michel en Normandie est le théâtre des plus grandes marées d’Europe continentale, jusqu’à 15 mètres de marnage, différence entre les niveaux d'une pleine mer et d'une basse mer consécutives. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Le_Mont-Saint-Michel; https://www.telegraph.co.uk]

Les marées sont des phénomènes complexes. Leur explication a longtemps représenté un défi scientifique. Pour en comprendre l’origine il faut faire des considérations d’astronomie et de physique.

Rotation et révolution terrestre

La rotation terrestre est le mouvement périodique (avec une durée de 24h) de la Terre autour de l’axe qui relie ses pôles géographiques. Ce mouvement détermine l’alternance du jour et de la nuit.

La révolution terrestre est le mouvement de la Terre autour du Soleil. Ce mouvement suit une sorte de cercle étiré (ellipse); un tour complet dure un an. Ce mouvement détermine les durées du jour et de la nuit (variables au cours de l’année) ainsi que les saisons.



Mouvements de rotation et de révolution de la Terre. [https://en.wikipedia.org/wiki/Earth's_orbit]

L’idée de Galilée

L’explication des marées de Galilée était fondée sur des concepts novateurs pour son époque. Selon lui, le cycle du flux et du reflux des eaux marines était du à la composition des mouvements de rotation et de révolution de la Terre. En effet, ces mouvements sont responsables de l’apparition de forces dans le référentiel de la Terre, appelées fictives, telles la force centrifuge (dirigée vers l’extérieur par rapport au centre de rotation) et la force de Coriolis (qui provoque la déviation d’un corps un mouvement dans un référentiel en rotation). Cependant, avec ce mécanisme la période d’alternance entre marée haute et marée basse serait de 12h uniquement.

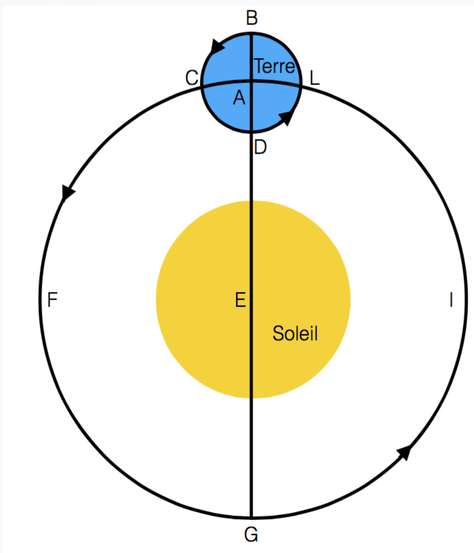
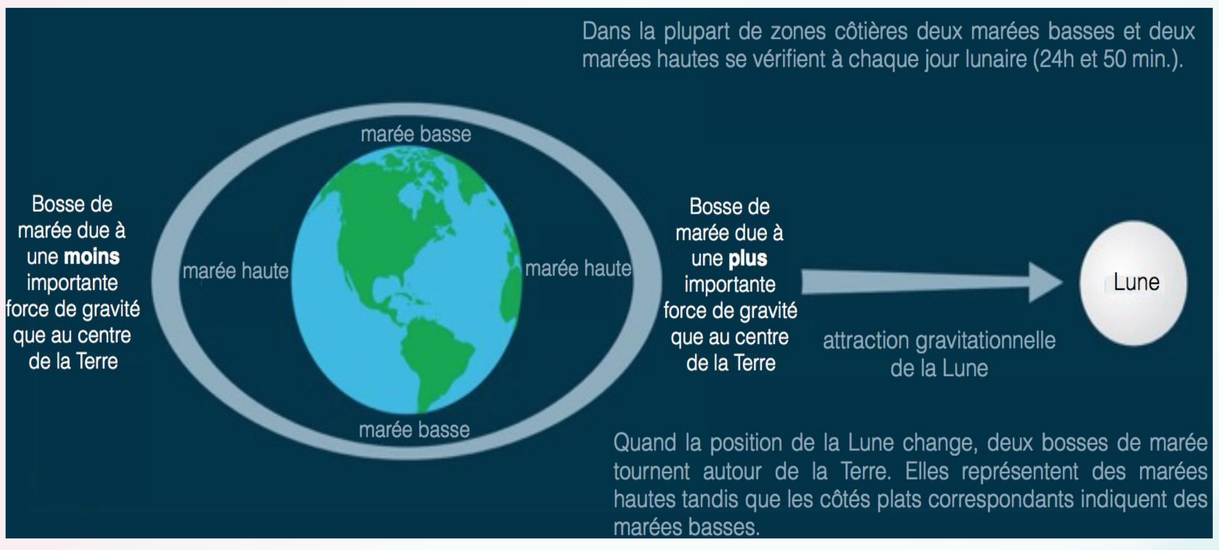


Schéma du mécanisme de Galilée. Pendant 12 h, un point sur la surface de la Terre (D) se déplace vers l'est, en opposition avec le mouvement vers l'ouest de toute la Terre et pendant 12 heures il se déplace (B) vers l'ouest, dans la même direction que le mouvement annuel. La composition de ces mouvements cause d'une part un relâchement (en raison d'une soustraction de deux mouvements opposés) et d'autre part une accélération (en raison d’une addition de deux mouvements dans la même direction).

Gravitation

Selon l’explication correcte, initialement avancée par Newton, les marées sont provoquées principalement par une force physique réelle, l'attraction gravitationnelle (et en particulier la diminution de son intensité avec la distance), de la Lune sur la Terre solide et les océans. Les forces d'inertie (ou fictives), bien que présentes, jouent un rôle secondaire.

Finalement, les marées dépendent aussi du Soleil (elles sont plus ou moins importantes selon l’alignement de la Lune et du Soleil), des fonds marins et de la forme du bassin considéré.



L’attraction gravitationnelle de la Lune (en combinaison avec les forces d’inertie) rend compte du mécanisme physique à l’origine des marées et de la fréquence du cycle du flux et du reflux. [Adaptation de https://oceanservice.noaa.gov/facts/tidefrequency.html]

Unité Mécanique Lille

Stefano Berti stefano.berti@polytech-lille.fr
Enrico Calzavarini enrico.calzavarini@polytech-lille.fr

Téléchargez ce poster