

Marée

La marée est un mouvement, revenant à intervalle régulier, de l'eau de la mer. Il se traduit par une montée et une descente du niveau de la mer dans un même endroit. Ce mouvement est dû à l'attraction combinée de la lune et du soleil sur les particules d'eau des étendues marines de la Terre. Le phénomène se manifeste à des moments différents à la surface de la Terre en raison de la rotation de la terre. Du fait que la lune se retrouve au même endroit par rapport à la Terre au bout de 24 h 50 min, il y a un décalage journalier de 50 min de l'heure des marées. Les marées sont également plus ou moins accentuées selon les positions respectives de la lune et du Soleil par rapport à la terre.

À Brest par exemple, la différence de hauteur de l'eau (le *marnage*) est d'environ 7 mètres, elle est de 3,80 mètres à La Rochelle. Sur le site du mont Saint-Michel, elle vaut 14 mètres et seulement 40 centimètres sur les côtes de la Mer Méditerranée. Elle a lieu deux fois toutes les 24 heures et 50 minutes. L'horaire de la marée se décale donc de 50 minutes chaque jour.

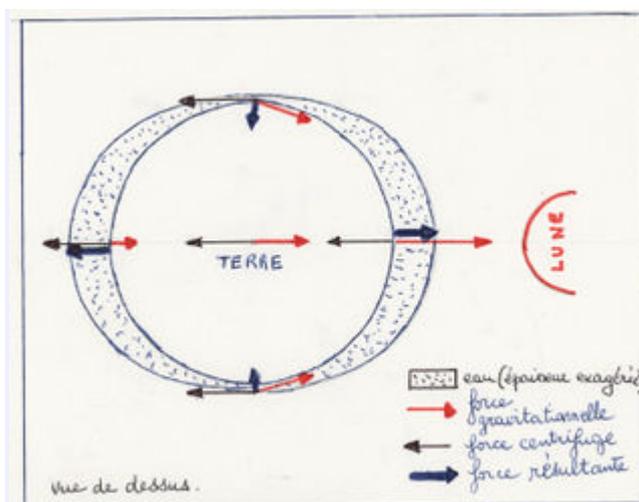


La marée basse dans le port de Ploumanac'h dans les Côtes-d'Armor



La marée haute dans le port de Ploumanac'h

Explication théorique de la marée



Les forces qui provoquent le mouvement de la marée

Les marées sont dues à l'influence de la Lune et du Soleil sur les masses d'eau de la Terre. Il s'agit de l'effet combiné de la gravitation universelle et de la force centrifuge. Ces deux astres attirent l'eau de surface (et même les sols) de la terre entière.

Le soleil étant très loin de la terre, son effet sur les marées est deux fois moins important que celui de la lune. L'essentiel du mouvement de marée est donc dû à la lune.

La force centrifuge : La rotation de la Terre génère la force centrifuge: c'est-à-dire que les particules terrestres solides et liquides ont tendance à s'éloigner du centre de la Terre. Cette force centrifuge est constante sur tous les points de la Terre.

La force gravitationnelle : La Lune exerce une force gravitationnelle sur la Terre, c'est-à-dire que les particules solides et liquides terrestres ont tendance à se rapprocher de la Lune. Cette force gravitationnelle est variable. Elle est forte pour les points les plus proches de la Lune (ceux qui font face à la Lune). Par contre elle est faible pour les points les plus éloignés de la Lune, donc pour ceux qui sont sur la partie de la Terre qui est opposée à la Lune.

Le mouvement réel des particules (celui qui provoque la marée) est donc donné par la différence (la force résultante) entre la force centrifuge et la force gravitationnelle qui affectent chaque particule en un point donné de la surface terrestre.

- Cette force résultante éloigne les particules sur la partie terrestre la plus éloignée de la Lune, car à cet endroit la force centrifuge est supérieure à la force gravitationnelle; elle fait donc monter le niveau de l'eau des océans.
- Cette force résultante rapproche les particules de la Lune sur les parties terrestres qui sont les plus proches de la Lune, car à cet endroit la force gravitationnelle est supérieure à la force centrifuge; là aussi elle fait monter le niveau de l'eau.

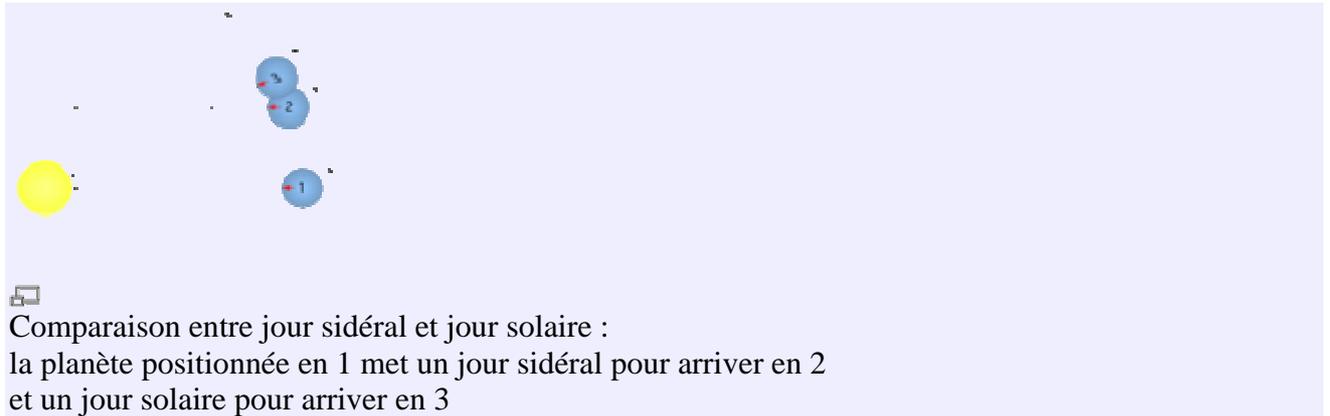
Du fait de la rotation de la terre, tous les points terrestres qui passent en face de la Lune connaissent ces renflements au cours du jour solaire. Chaque point de la Terre va donc "voir" deux fois ce renflement: une fois lorsqu'il fait face à la Lune, une autre fois lorsqu'il est à l'opposé par rapport à la Lune. Il doit théoriquement y avoir deux "marées hautes" et deux "marées basses" pour chaque point de la surface maritime.

Le renflement dû à la Lune fait le tour de la Terre en 24 h 50 min: cela provoque le décalage quotidien de l'horaire de la marée d'environ 50 min, (puisque le jour solaire ne dure que 24 h).

L'attraction du Soleil provoque le même renflement, mais beaucoup moins fort. Si le renflement dû à la Lune se combine avec le renflement dû au Soleil, ce qui arrive tous les 14 jours, la marée est plus forte (on l'appelle alors "marée de vives-eaux"); au contraire lorsque le renflement "lunaire" contrarie le renflement "solaire" (ce qui arrive 7 jours plus tard) la marée est moins forte (on parle alors de "marée de mortes-eaux").

Dans la réalité, les mouvements de marée sont aussi très liés à la configuration des côtes maritimes et à la profondeur de la mer. De ce fait il peut y avoir des régions où il y a deux marées hautes quotidiennes, comme en Europe; il y a des régions où il n'y a qu'une seule marée quotidienne comme au Viet Nam ; il y a aussi des régions où il y a deux marées par jour mais elles ont des niveaux différents...

Un peu d'astronomie : le « jour lunaire »



Avant tout, il est nécessaire de poser quelques définitions:

La lune met 27,3 jours pour faire la tour de la Terre.

La Terre met 365,25 jours pour faire la tour du soleil.

On distingue alors deux intervalles de rotation de la Terre:

Jour solaire : Temps entre deux passages du soleil au zénith (deux midis) = 24h

Jour sidéral : Temps que met la Terre pour faire un tour sur elle-même = 23h56min

L'action de marée due au Soleil s'ajoute simplement à celle de la Lune. Mais comme on le sait, la Lune tourne autour de la Terre en environ 27,3 jours. Les deux actions se décalent car elles n'ont pas la même périodicité.

L'action de marée due au Soleil a lieu deux fois en un jour solaire, c'est-à-dire en 86 400 s (la Terre, elle, pivote sur elle-même en 86 164 secondes : $86\,164\text{ s} = 86\,400 \times \frac{365}{366} = 1$ jour sidéral).

De même, l'action de marée due à la Lune a lieu deux fois par « **jour lunaire** », c'est-à-dire à chaque fois que la Lune revient à la même position dans le ciel. Refaisons le calcul de Newton, cette fois pour le « jour lunaire » :

- La période de révolution de la Lune en jours sidéraux est $230\,534 / 86\,164 = 27,396$.
- **Donc**, la Lune se retrouve à la même position en un « jour lunaire », **tel que** 27,396 jours lunaires = 26,396 jours sidéraux (même raisonnement que pour **366** et **365** plus haut).
- **En conclusion** : un jour lunaire vaut bien : $86\,164 \times 27,396 / 26,396 \approx 86\,400 + 3\,000 + 28 = 89\,428$ s.

Ce calcul démontre la coïncidence entre la périodicité de la Lune et la périodicité des marées. Le grand scientifique Newton(1642-1727), découvreur de la théorie de la gravitation universelle, fut donc convaincu que c'était bien la Lune qui attirait l'eau. **Mais La Lune attire aussi la Terre.** Et il comprit ce fait extraordinaire : *le même phénomène se passait de l'autre côté de la Terre. Il y avait donc 2 actions de marées par jour.* Et cette action de marée (seule) donnerait à la Terre une forme de cacahuète (si l'effet de marée n'était pas si petit).

Newton et la marée

Newton comprît que le Soleil agissait de même mais évidemment en un jour solaire (soit 24 heures = 86 400 s) et avec une action environ moitié moindre, selon ses calculs.

Ces deux actions de marée (en forme de cacahuètes qui ne tournent pas à la même vitesse et pas dans la même direction), voilà les deux actions qui chahutent les océans ; et cela remue l'eau dans les océans, un peu comme on peut le faire dans une baignoire. Compte-tenu de la forme des baignoires océaniques, les calculs sont très compliqués, mais aujourd'hui, en 2012, on sait à peu près calculer la marée sur le globe terrestre en entier.

- Le grand savant français Laplace (1749 – 1827) montra comment calculer des relevés de marée dans tous les ports de France et du monde. Ce Service continue d'être assuré par le SHOM, service hydrographique et océanographique de la marine.

Wikidia France