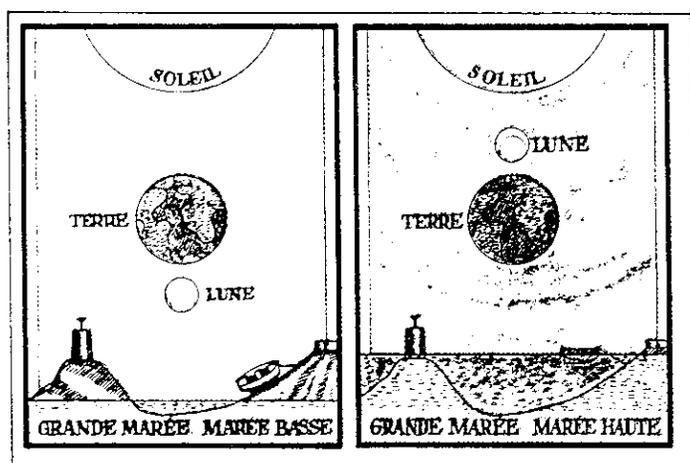
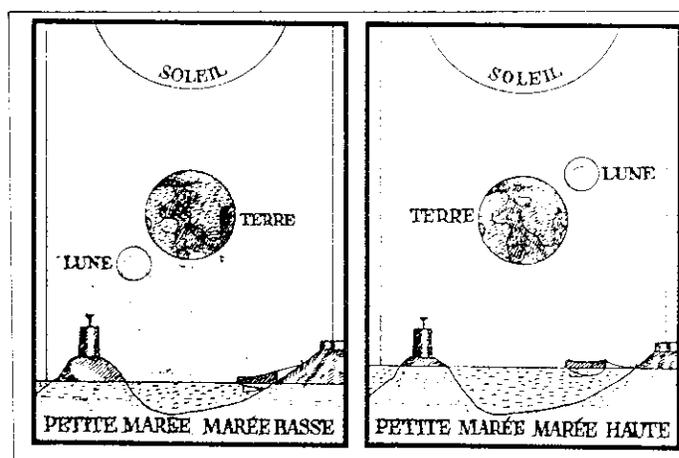


## QUAND NOUS JOUIONS A LA MARÉE...

Il n'est malheureusement pas rare de rencontrer, dans des livres ou des articles de la meilleure apparence, des explications erronées du phénomène des marées. Cependant, les deux dessins et les quelques lignes que je viens de trouver dans un séduisant ouvrage de vulgarisation sur la mer (fort estimable par ailleurs, notamment pour l'histoire des voyages et des découvertes maritimes) représentent un concentré d'inexactitudes que je n'aurais pas cru possible:



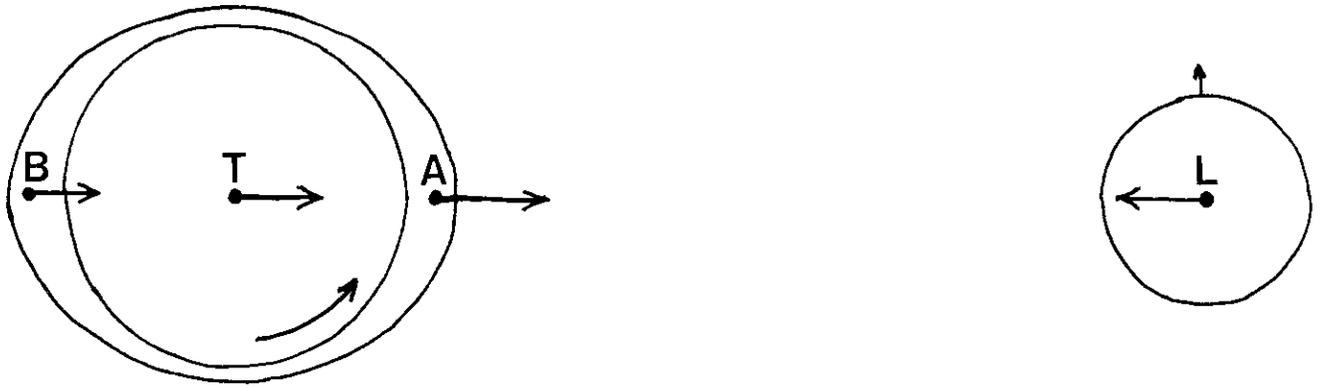
8 - Quand le soleil et la lune se trouvent du même côté de la terre, l'attraction est forte (le soleil et la lune s'ajoutent), la marée est forte : c'est la grande marée haute. Comme la lune tourne autour de la terre, six heures après elle est opposée au soleil, c'est la grande marée basse. Ce sont les marées de vives eaux.



9 - Quand le soleil et la lune forment un angle, l'addition est faible, lorsqu'ils sont du même côté de la terre, leur attraction est moins forte. C'est la petite marée haute. Quand le soleil et la lune forment un angle ouvert parce que la lune est de l'autre côté de la terre, il faut soustraire les attractions. C'est la petite marée basse. Ce sont les marées de mortes eaux.

Comment l'auteur de ce livre, présenté dans la préface comme étant "un scientifique exigeant", a-t-il pu écrire (ou laisser écrire..., car il faut compter avec la "négritude") une pareille interprétation ? Cet ouvrage étant distribué gratuitement et en nombre dans les écoles, il me semble qu'il faut saisir l'occasion de dénoncer ce genre de contre-pédagogie, d'autant qu'une explication élémentaire correcte des marées n'est ni plus compliquée, ni plus longue.

On remarque d'ailleurs que le rôle attractif de la lune et du Soleil est en général assez bien compris. Ce qui ne l'est pas, ce sont les *différences* d'attraction en divers lieux de notre planète.



Est-il si difficile de dire que la lune attire davantage un litre d'eau se trouvant en A, juste au-dessous d'elle, qu'un kilogramme de matière terrestre situé en T, vers le centre du globe ; et davantage ce dernier que le litre d'eau se trouvant en B, juste à l'opposé de la lune ? N'est-il pas alors évident qu'une double excroissance océanique va tendre à se former, à la fois vers la lune et dans le sens opposé ? A cause de la rotation de la Terre, il est clair que l'eau va culminer sur le rivage deux fois plus souvent que la lune ne culmine dans le ciel, c'est-à-dire toutes les 12h30m environ.

L'existence du Soleil provoque une seconde double excroissance, orientée vers lui et dans le sens opposé, et indépendante en principe de la première. Ces deux étirements vont s'ajouter quand lune, Terre et Soleil sont à peu près alignés, *quel que soit l'ordre* (nouvelle lune ou pleine lune), et l'on aura les marées de vive-eau. Les étirements se retranchent quand lune et Soleil font un angle droit ou presque (premier ou dernier quartier de lune), et ce seront les marées de morte-eau.

::

:: ::

Si l'on reste à ce niveau très simple, qui est celui du livre en question (en fait, celui de l'école élémentaire), il reste à dire, sans vérification possible, que l'action de la lune est plus forte que celle du Soleil, et que l'amplitude de la marée varie entre la somme et la différence de celles que provoqueraient la lune ou le Soleil agissant isolément. Mais ces raisonnements peuvent devenir quantitatifs dès le niveau du collège. La proportionnalité de l'attraction aux masses et au carré de l'inverse de leur distance se comprend bien, avec ou sans l'aide

d'une pomme (qu'on pourrait d'ailleurs trouver dans la vieille chanson dont le titre s'inspire...), et l'on peut alors faire le calcul simple suivant :

La distance moyenne de la lune au centre de la Terre, avec pour unité le rayon terrestre (6 370 km), est 60,3 ; celle du Soleil est 23 500. La masse solaire vaut 27 millions de fois la masse lunaire, qu'on prend ici pour unité.

L'amplitude de la marée, c'est la différence entre le "soulèvement" de l'eau et celui de la Terre, vers la lune ou vers le Soleil. Ces soulèvements peuvent, en première approximation, être pris proportionnels aux forces d'attraction. Avec la lune seule (et une unité arbitraire d'amplitude) il faut s'attendre à une amplitude de

$$1/(60,3 - 1)^2 - 1/(60,3)^2 \quad \text{quand elle est au zénith,}$$

et de  $1/(60,3)^2 - 1/(60,3 + 1)^2$  quand elle est à l'opposé (au "nadir").

Comme ces deux quantités ne diffèrent que de 5 %, la marée est presque aussi forte du côté "anti-lunaire" que du côté lunaire.

Avec le Soleil, il faut remplacer dans ces calculs 60,3 par 23 500. Comme 1 est encore bien plus petit devant 23 500 que devant 60,3, la marée solaire et la marée "anti-solaire" seront égales, et le soulèvement de l'eau est le même à minuit qu'à midi. Mais on verra aussi que les différences d'attraction calculées ci-dessus pour la lune deviennent 60 millions de fois moins fortes à cause de l'éloignement du Soleil. Comme le gain en masse n'est que 27 millions, la marée solaire sera à peine la moitié de la marée lunaire. Comme  $2 + 1$  est le triple de  $2 - 1$ , on peut s'attendre (en un même lieu) à des marées de vive-eau environ 3 fois plus fortes que les marées de morte-eau, ce qui est en gros la réalité, aux équinoxes tout au moins, où la dissymétrie introduite par l'obliquité de l'axe terrestre ne complique pas trop les affaires. Car c'est une donnée qu'il a fallu négliger ici, ainsi que plusieurs autres très importantes, telles que les variations des distances des deux astres, les effets retardateurs de l'inertie de la masse aqueuse et des irrégularités des côtes, etc. Mais justement ! Plus un phénomène naturel est complexe, plus il importe d'en donner des schémas qui peuvent et doivent certes simplifier, mais non pas fourvoyer.

René Dumont