

petit (environ 200 kilomètres de rayon), s'il est liquide ou très visqueux, est compatible avec l'ensemble des libractions connues aujourd'hui. Si sa taille est supérieure, alors le noyau est plus dense. Pour lever cette ambiguïté, nous modélisons aujourd'hui d'autres types de noyaux lunaires en tirant profit des modélisations du noyau terrestre.

Grâce à notre modèle, nous avons étudié les marées lunaires et montré qu'elles conduisent à des libractions spécifiques. Sur la Terre, les marées sont dues à l'attraction de la Lune, qui déforme le globe terrestre dans son ensemble. Réciproquement, la Terre attire la Lune, et cette attraction provoque des marées lunaires, sous forme de déformations solides de la Lune, qui engendrent des libractions dites libractions maréales. Nous avons calculé leur amplitude : elle vaut quatre millisecondes de degré. Elles suffisent à provoquer un bulbe équatorial lunaire dans la direction moyenne de la Terre.

À cause de l'inclinaison de l'équateur de la Lune sur son orbite, ce bulbe oscille légèrement en latitude autour de l'équateur lunaire. En outre, une partie de l'énergie maréale se dissipe dans la structure interne de la Lune où des déformations inélastiques engendrent des libractions de même allure que les libractions maréales, mais d'amplitude beaucoup plus faible (au moins un ordre de grandeur). La Lune est en fait plus élastique qu'inélastique. Nous avons déduit de l'ensemble de ces libractions une amplitude de marée radiale du globe lunaire de quelques centimètres en direction de la Terre.

La Lune s'éloigne de la Terre !

Les phénomènes des marées ont des conséquences étonnantes. La Terre provoque un renflement de la Lune et, inversement, la Lune engendre aussi un renflement du globe terrestre au niveau de l'équateur dans la direction de la Lune et ce renflement est symétrique. En effet, la force exercée par la Lune est plus forte sur le côté qui fait face à la Lune (le plus proche) que sur la face opposée (la plus éloignée de la Lune). L'attraction subie par le centre de la Terre se situe entre ces deux extrêmes. En tout point du globe terrestre dans la direction de la Lune, la différence entre la force d'attraction lunaire qui s'exerce en ce



6. LA LUNE S'ÉLOIGNE DE LA TERRE. Elle crée un renflement du globe terrestre dans son ensemble au niveau de l'équateur en direction de la Lune. Or, la Terre tourne sur elle-même plus rapidement que la Lune ne tourne autour de la Terre. De ce fait et à cause de la viscosité terrestre, ce bourrelet de marées se réalise toujours un peu en avance sur la direction Terre-Lune (avec un angle de trois degrés). Cette avance accélère la Lune sur son orbite, et élargit donc son orbite : la Lune s'éloigne de la Terre à raison de un à trois mètres par siècle.

point et celle exercée au centre conduit à la déformation globale de la Terre : elle « se dilate » dans la direction de la Lune, c'est-à-dire qu'un bulbe apparaît de part et d'autre de la Terre (voir la figure 6).

Par ailleurs, le milieu terrestre est visqueux, ce qui introduit une inertie entre l'action et l'effet. La Terre tourne plus vite sur elle-même que la Lune autour de la Terre : par exemple, en six heures, la Terre fait un quart de tour sur elle-même, alors que la Lune ne se déplace sur son orbite que d'un angle faible vu de la Terre (voir la figure 6). Par conséquent, le bourrelet formé à l'équateur de la Terre se produit toujours un peu en avance sur la direction Terre-Lune.

Cette avance permanente se stabilise à 12 minutes de temps, soit un angle de trois degrés. Le bourrelet a

tendance à attirer en avance la Lune sur son orbite avec une accélération d'environ de 25 secondes par siècle. Son orbite s'élargit donc et la Lune s'éloigne de la Terre à raison de un à trois mètres par siècle carré.

Par conservation du moment angulaire général de la Lune, ce mécanisme d'éloignement s'accompagne d'un ralentissement de la Lune sur elle-même, et le synchronisme est conservé. Conséquence de l'éloignement de la Lune : la rotation de la Terre sur elle-même ralentit. Il en résulte un rallongement de la durée du jour. Nous n'assisterons pas aux conséquences ultimes de ces changements qui se déroulent au-dessus de nos têtes. Ces évolutions sont infimes et imperceptibles à l'échelle humaine. Et même si la Lune s'éloigne peu à peu, elle continue de nous montrer la même face.

Éric BOIS est responsable de l'équipe Dynamique non-linéaire à l'Observatoire astrophysique de Bordeaux.

É. BOIS et D. VOKROUHLICKY, *Relativistic Spin Effects in the Earth-Moon System*, in *Astron. and Astrophys.*, vol. 300, pp. 559-567, 1995.

É. BOIS, F. BOUDIN et A. JOURNET, *Secular Variation of the Moon's Rotation Rate*, in *Astron. and Astrophys.*, vol. 314, pp. 989-994, 1996.

X. NEWHALL et J. WILLIAMS, *Estima-*

tion of the Lunar Physical Librations, in *Celest. Mech.*, vol. 66, pp. 21-30, 1997.

É. BOIS et J.-F. Girard, *Impact of the quadrupole moment of the Sun on the Dynamics of the Earth-Moon System*, in *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, vol. 73, pp. 329-338, 1999.

É. BOIS, *Connaissance de la libration lunaire à l'ère de la télémétrie laser-Lune*, Comptes rendus de l'Académie des sciences (Paris), tome 1, série IV, pp. 809-823, Paris 2000.

Prothèses dentaires chez les Étrusques

GASPARE BAGGIERI • MARINA DI GIACOMO

Des prothèses en or datant du VII^e au IV^e siècle avant notre ère, servaient à remplacer des dents disparues ou à décorer des dents encore en place. Les Étrusques avaient découvert que l'or est un matériau biocompatible.

Le naturaliste Apulée (125 – 170) écrivait : « Bien en évidence et offerte au regard de tous, la bouche est l'organe dont se sert continuellement l'homme, pour embrasser ou pour parler avec quelqu'un, pour discuter en public ou réciter les prières au temple. Plus que de n'importe quelle autre partie de son corps, un orateur de la plus belle éloquence doit prendre soin de sa bouche, siège de son âme, porte de sa parole, commencement de ses pensées. »

Les pathologies dentaires de l'homme moderne sont vraisemblablement apparues en même temps que l'humanité et l'ont accompagné au cours de son évolution. Le Pithécanthrope et l'Australopithèque souffraient sans doute déjà de caries. Toutefois, même si les preuves sont peu nombreuses, on peut pourtant supposer que, jusqu'à la fin du Néolithique, les pathologies de la bouche étaient rares. C'est seulement au cours du Néolithique, il y a près de 10 000 ans, que sont apparus la cuisson des aliments, l'agriculture et l'élevage, qui ont abouti à la sédentarisation et à l'autosuffisance alimentaire d'*Homo sapiens sapiens*. Les maladies des dents et de la bouche sont sans doute apparues simultanément. Il semble que, selon le contexte anthropologique, sociologique, historique et géographique, trois à dix pour cent de ces populations étaient atteintes.

Les premiers témoignages de caries dentaires ont été retrouvés sur des vestiges étrusques qui datent du VII^e au II^e siècle avant notre ère. Les Étrusques, présents entre le delta du Pô, la côte de la mer Tyrrhénienne et l'Italie, ont souffert de caries dentaires et de pertes de dents. L'examen des différentes collections ostéologiques disponibles en Italie, qui proviennent de presque toutes les zones de peuplements étrusques connues, sont riches de plus de 1 300 pièces, dont près de 600 pour la seule nécropole de Pontecagnano, en Campanie.

Nous pensons que l'incidence des caries a progressivement augmenté au cours de la période hellénisante (entre le IV^e et le I^{er} siècle avant notre ère) de trois à quatre pour cent jusqu'à cinq à six pour cent, car le régime alimentaire est devenu plus raffiné et plus riche.

Ces chiffres, qui ne concernent que des campements particuliers dans quelques localités, témoignent pourtant d'une relative progression des caries durant l'époque classique.

Un régime riche en hydrates de carbone est un terreau favorable au développement des caries. La proportion de personnes atteintes de caries dans les populations romaines et moyenâgeuses varie entre 3 et 12 pour cent, pour atteindre 16 pour cent à la Renaissance. À la fin du XV^e siècle, de nouveaux aliments provenant des terres colonisées se substituent aux aliments existants et favorisent cet accroissement. Le sucre apparaît sur les tables en Europe (il était connu des arabes, mais peu consommé) et devient la principale raison du développement des caries ; cet aliment favorise les caries plus que le miel. Le sucre, produit en quantité toujours supérieure et à un prix toujours décroissant, est utilisé comme additif dans de nouveaux aliments, tel le cacao, ou pour faire de la confiture : c'est le principal responsable des maladies dentaires. Selon les grands organismes internationaux de santé publique, la carie toucherait aujourd'hui près de 80 pour cent de la population mondiale, ce qui en fait l'une des maladies les plus fréquentes.

Caries chez les Étrusques

Ainsi à la fin de l'âge de bronze, les populations du centre de l'Italie, notamment les Étrusques, commencent à souffrir de maladies de la bouche, et l'incidence de ces pathologies progresse. Même si les chiffres traduisent une présence limitée de la maladie, au moins dans les campements étudiés, la carie dentaire se manifeste déjà sous toutes les formes connues aujourd'hui, avec ses complications. Certaines dents présentent une attaque modérée de l'émail, d'autres une attaque agressive avec ou sans destruction du ciment et de la dentine, qui atteint parfois la pulpe. Nous avons aussi observé des ostéolyses alvéolaires, c'est-à-dire des résorptions de l'os des alvéoles, qui résultaient vraisemblablement de la présence de kystes qui témoignent de complications dues à des infections du parodonte, l'ensemble constitué du ciment, des tissus qui fixent chaque dent dans son alvéole, de l'os alvéolaire et de la gencive.

Dès le IX^e siècle avant notre ère, le régime alimentaire commence à changer avec l'introduction de la vigne et de l'olivier : le vin et l'huile conditionneront désormais les habitudes alimentaires. De plus, les échanges culturels et commerciaux qui ont lieu en Méditerranée, dès la fin du VIII^e siècle

