

LA LUNE ET SA ROTATION DE L'ANTIQUITÉ AU XVII^e SIÈCLE

M.-P. LERNER, S. DÉBARBAT

SYRTE/UMR 8630, Observatoire de Paris

61 avenue de l'Observatoire, 75014 Paris, France

e-mail: Suzanne.Debarbat@obspm.fr

ABSTRACT. For some two millenia, in the West, an observed phenomenon as ordinary as that of the Moon's face had major theoretical consequences. The fact that the Moon, as seen from the Earth, always has the same appearance, hindered not only the possibility of imagining its rotation upon itself, but furnished one of the observational criteria on which was based the belief in the celestial spheres carrying the heavenly bodies. The dissolution of these spheres made of a fifth essence at the end of the XVIth century, and the advances in celestial cinematics in the following century, were the conditions for the conceptual assimilation of the phenomenon of the Moon's rotation upon itself. At the end of the XVIIth century, Jean-Dominique Cassini (1625-1712) was able to give the duration of the rotation of Mars and Jupiter. It was in this context that he formulated three laws relating to the rotation of the Moon, laws which have since been given his name.

1. INTRODUCTION

La Lune offre un cas idéal pour illustrer le paradoxe suivant : pendant des siècles, le témoignage des sens a constitué un obstacle épistémologique majeur à l'admission d'un fait - la rotation propre de notre satellite - qu'il a même rendu proprement inconcevable¹. Aristote (-384 – -322) est le principal responsable de ce blocage que les données de l'observation semblaient justifier pleinement, alors que Platon (-427 – -347), sur la base de raisons purement *a priori*, avait accordé à tous les corps célestes, outre les révolutions circulaires qu'ils accomplissent autour de la Terre, un mouvement de rotation propre, celui qui est le plus en rapport avec la nature psychique des astres, que Platon dote d'intelligence et de raison.²

¹Cette communication doit beaucoup à l'excellente étude d'Alan Gabbey qui a pour titre "Innovation and Continuity in the History of Astronomy : The case of the Rotating Moon", dans P. Barker et R. Ariew (éds.), *Revolution and Continuity: Essays in the History and Philosophy of Early Modern Science*, Washington, 1991, p. 95-129; voir aussi M.-P. Lerner, *Le Monde des Sphères*, tome 1, *Genèse et triomphe d'une représentation cosmique*, Paris, 1996.

²*Timée*, 34A. Sur ce thème fondamental de la pensée platonicienne, voir l'étude de E. N. Lee, "Reason and Rotation : Circular Movement as the Model of the Mind (Nous) in Later Plato", dans W. H. Werkmeister éd., *Facets of Plato's Philosophy*, Assen 1976, 70-102.

2. LA NON-ROTATION DE LA LUNE SELON LES ANCIENS

Dans le traité *Du ciel*, après avoir postulé que l'éther, ou "premier corps", est la substance dont est composé le ciel, c'est-à-dire toute la région située au dessus des quatre éléments (terre, eau, air et feu) du monde sublunaire et qui s'étend entre la Lune et le firmament, Aristote s'interroge sur la motricité des astres. Comment se déplacent-ils dans le ciel? Etant des corps sphériques, ils peuvent avoir en théorie deux mouvements : soit progression par roulement (*kulisis*), soit rotation (*dinêsis*), deux mouvements qu'Aristote tient pour *exclusifs* l'un de l'autre.

Aristote écarte d'abord le mouvement de rotation. Si les astres toupillaient, ils resteraient dans le même lieu sans changer de place. En effet, dans son mouvement de rotation, la sphère ne change pas de lieu *secundum totum*. Il en va ainsi pour la sphère des étoiles fixes qui tourne sur elle-même, et il doit donc en aller de même pour les parties sphériques du monde que sont les astres : or on les voit se déplacer sur le fond du ciel³. De plus, étant de même nature, les corps célestes devraient tous être affectés d'une rotation propre : or seul le Soleil semble tourner sur lui-même lorsqu'on l'observe à son lever et à son coucher. En réalité, ce toupillage n'est pas le fait du Soleil lui-même, mais est dû à l'éloignement de l'astre qui fait littéralement "tourner" notre regard⁴.

Aristote élimine ensuite le mouvement de roulement, ou de progression, parce qu'un corps qui roule doit nécessairement accomplir un mouvement de conversion. Cette fois-ci, c'est la Lune qui est convoquée pour rejeter la thèse : ne nous montre-t-elle pas toujours la même face? Or ce qui vaut pour la Lune vaut pour tous les autres astres: il en résulte qu'aucun d'entre eux ne progressera par roulement, ce qui est confirmé par le fait que, à la différence des autres vivants, les astres ne possèdent pas les organes de progression dont la nature, qui ne fait rien en vain, n'aurait pas manqué de les doter s'ils devaient se mouvoir *par eux-mêmes*⁵.

La conclusion hâtive tirée de l'observation de la Lune - mais il reste que c'est bien toujours *la même face* de notre satellite que nous *voyons* -, semble avoir empêché Aristote d'imaginer que l'apparence de la Lune qui offre toujours la même face à nos regards, puisse aussi être sauvée par une rotation propre de celle-ci autour de son axe en une période égale à celle de sa révolution autour de la Terre. Conséquence : contre Platon pour qui les astres sont des vivants se déplaçant librement dans le ciel, Aristote a trouvé dans la face inchangée de la Lune une raison empirique très forte pour conforter sa thèse que les planètes, tout comme les étoiles fixes incrustées dans le firmament à l'instar des nœuds dans une planche, sont immobiles dans des sphères qui les emportent autour de la Terre⁶.

Le système des sphères concentriques directement emprunté par Aristote aux astronomes Eudoxe (-406? -355?) et Callippe (-IV^e s.), du fait de son incapacité notamment à rendre compte des variations de grandeur apparente des planètes, va être efficacement concurrencé par le système excentro-épicyclique inventé par Hipparque au -II^e s., et magistralement élaboré par Ptolémée (100?-170?). Dans ce système - en simplifiant beaucoup - la Lune est solidaire d'un épicycle qui se déplace le long d'un déferent à l'intérieur duquel se trouve située la Terre immobile. Suivant cette hypothèse, un observateur terrestre ne verrait pas toujours la face de la Lune sous la même apparence, mais tantôt orientée dans un sens, tantôt dans le sens inverse. Notons toutefois que, dans l'*Almageste*, Ptolémée ne s'est pas posé la question en ces termes, ni plus tard Copernic (1473-1543) qui, dans le *De revolutionibus*, attache lui aussi la Lune à un épicycle. Dans le corps de leur traité, Ptolémée et Copernic ne considèrent en effet la Lune, et les autres planètes, que comme des points abstraits entraînés par les cercles qui les transportent.

³ *Physique*, VI 9, 240a 29 sq.

⁴ M.-P. Lerner, "Sicut nodus in tabula : de la rotation propre du soleil au seizième siècle", *Journal for the History of Astronomy*, 11, 1980, pp. 114-129.

⁵ *Du Ciel*, 290a 24-35.

⁶ Dans sa monographie *La Lune dans la pensée grecque*, Bruxelles 1973, Claire Préaux passe curieusement sous silence toute cette argumentation d'Aristote relative à l'absence de la rotation propre de la Lune.

3. LA SOLUTION DES MÉDIÉVAUX

Ce sont des auteurs médiévaux - souvent partisans d'un retour à l'astronomie concentrique défendue par Aristote et par son interprète Averroès (1126-1198) -, qui ont posé le problème, et qui ont énoncé la solution qui permettrait de sauver l'apparence de la tache de la Lune, sans pour autant s'y rallier dans la majorité des cas. On trouve l'énoncé de cette solution chez Roger Bacon (1214?-1294) et Richard de Middleton (1249?-1308) au XIII^e siècle, chez Lévi ben Gerson, dit Gersonide (1288-1344) et Jean Buridan (1300?-1358?) au siècle suivant, et encore au XVI^e siècle chez Giambattista Amico (1502?-1538) et chez Jérôme Fracastor (1478-1555)⁷.

Selon Buridan, l'apparence de la tache lunaire vue depuis la Terre serait inchangée si l'on postulait que la Lune effectue une rotation propre autour de son axe dans le même temps que son épicycle accomplit sa révolution autour de la Terre, mais en sens inverse de celui-ci⁸. Ni Buridan, ni les autres auteurs cités n'ont repris à leur compte cette manière de "sauver" la tache de la Lune au motif qu'il faudrait, par voie de conséquence nécessaire, prêter une rotation propre à toutes les planètes - ce dont ils ne voyaient pas de justification rationnelle. Seules exceptions connues à ce refus chez des auteurs médiévaux : Nicole Oresme (1323?-1382)⁹, et Albert de Saxe (1316-1390) - lequel invoque précisément le statut cosmologique distinct de la Lune au regard des autres corps célestes, pour admettre qu'elle puisse tourner sur elle-même¹⁰ (Figure 1).

Paradoxalement, la question de la rotation, ou non, de la Lune n'a pas évolué de manière significative jusque vers 1650. Deux auteurs qui se sont intéressés directement aux propriétés physiques de la Lune en tant que corps céleste, à savoir Jean Kepler (1571-1630) et Galilée (1564-1642), n'ont pas pris sur ce sujet la position que l'on aurait pu penser.

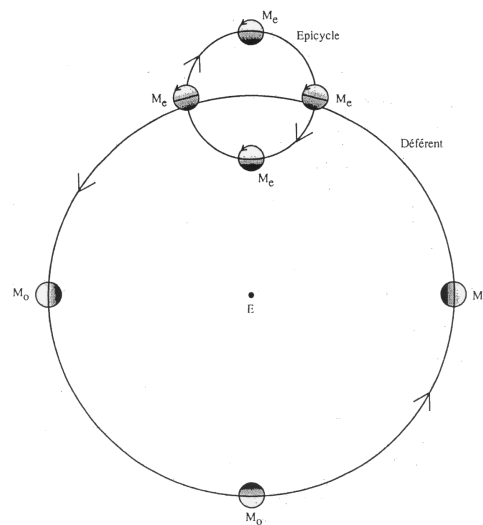


Figure 1: *Modèle épicyclique pour la Lune* (d'après A. Gabbey, art. cité note 1). La Lune (Me) montrera toujours la même face à un observateur situé sur la Terre (E), si elle tourne sur son épicycle dans la même période que celle mise par l'épicycle à parcourir son déférent, mais dans un sens contraire. Sans épicycle, la même face de la Lune (Mo) reste tournée vers la Terre sans rotation propre sur le déférent.

⁷Pour plus de détails, voir M.-P. Lerner, *Le Monde des sphères*, tome 1, pp. 114-115 et notes *ad loc.*

⁸Voir Jean Buridan, *In Metaphysicen Aristotelis Questiones Magistri Ioannis Buridani*, Paris 1518, Lib. XII, Qu. 10, ff. 73-74.

⁹*Le Livre du Ciel et du Monde*, II, 16, éd. A. D. Menut et A. J. Denomy, Madison 1968, pp. 452-461.

¹⁰*Questiones subtilissimae Alberti de Saxonis in libros de caelo et mundo*, Venise 1492, lib. II, qu. 7, sign. E4^v, col. 1.

4. LES PRISES DE POSITION DU XVII^e SIÈCLE

Dans des écrits remontant à 1609 - ils paraîtront en 1634 sous le titre *Somnium seu Opus posthumum de astronomia lunari* - mais aussi dans le livre IV son *Epitome astronomiae copernicanae* (1620), Kepler rejette résolument l'idée que la Lune tournerait sur elle-même en invoquant l'apparence que nous offre sa tache, absence de rotation que Kepler justifie par le fait que n'ayant pas de satellites à faire tourner autour d'elle - alors que la Terre a sa Lune, Jupiter ses satellites, et le Soleil ses planètes -, il n'y a pas de "raison" que la Lune soit dotée d'un tel mouvement. Et si Kepler a sans aucun doute abandonné l'idée aristotélicienne des sphères porteuses, il trouve une image qui n'en est pas éloignée, au moins du point de vue fonctionnel, pour expliquer les apparences: selon lui, la Lune "tourne autour de la Terre comme si elle était attachée à la Terre par une corde", et c'est pourquoi elle offre toujours le même hémisphère à nos regards, tandis que les Lunaires ont le privilège, eux, de voir le globe terrestre sous toutes ses faces¹¹. Quant à Galilée, le premier à avoir vu sur la Lune, grâce à sa lunette, des choses qu'aucun homme n'avait vues avant lui (Figure 2), sa position sur ce sujet ne sera pas des plus claires. En effet, s'il suggère bien dans le *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (1632) que la Lune devrait tourner sur elle-même si elle était entraînée par un épicycle, il ne dit pas ouvertement s'il retient cette solution¹².

On ne trouve pas davantage chez René Descartes (1596-1650) l'idée de la rotation propre de la Lune. Dans le *Traité du monde* [1633] resté inédit de son vivant, Descartes soutient que la Lune demeure "comme attachée à la superficie de son petit ciel", et qu'elle se trouve empêchée de "tourner derechef autour de son centre"¹³. Plus tard, dans le corps de l'article 152 de la Troisième partie des *Principes de philosophie* (1647, mais la version latine originale date de 1644) intitulé *Pourquoi c'est toujours un même côté de la Lune qui est tourné vers la Terre*, Descartes expliquera que "son autre côté est quelque peu plus solide, et par conséquent doit décrire un plus grand cercle [...]. Et certainement toutes ces inégalités en forme de montagnes et de vallées, que les lunettes d'approche font voir sur celui de ses côtés qui est tourné vers nous, montrent qu'il n'est pas si solide que celui de ses côtés qui est tourné vers nous"¹⁴. D'après les lois de la mécanique cartésienne appliquée aux mouvements des corps emportés dans un tourbillon, le côté le plus solide de la Lune serait soumis à un *conatus* centrifuge plus grand que celui du côté le plus léger, d'où sa tendance à se "détourner" du centre de son orbite occupé par la Terre.

Dans les années qui suivent la parution des *Principia philosophiae* de Descartes, les prises de position sur le sujet se diversifient, mais sans élaboration conceptuelle notable. En effet, si on constate que des auteurs comme Francesco Fontana (1580-1656), dans ses *Novae coelestium terrestriumque observationes* (1646), et Thomas Hobbes (1588-1679), dans son *De corpore* paru en 1655, postulent bien que la Lune peut en théorie tourner sur elle-même indépendamment de

¹¹Voir *Somnium*, trad. angl. par E. Rosen sous le titre *Kepler's Somnium. The Dream or Posthumous Work on Lunar Astronomy*, Madison-London 1967, pp. 77-78; pour l'*Epitome*, voir *Kepler Gesammelte Werke*, éd. M. Caspar et alii, Munich 1937 -, vol. 7, p. 319.

¹²*Opere di Galileo Galilei*, Edizione nazionale a cura di A. Favaro, 20 vol., Florence 1899-1919: cf. vol. 7, pp. 89-90; trad. fr. citée par R. Fréreau et F. de Gandt, Point Seuil, Paris 2000, pp. 165-166: "SAGREDO: [...] nous ne voyons jamais plus de la moitié de la Lune, parce qu'elle ne tourne pas sur elle-même, comme elle le devrait pour pouvoir se montrer à nous tout entière. SALVIATI: A moins que ce ne soit le contraire, je veux dire à moins que ce ne soit à cause de sa rotation sur elle-même que nous n'en voyons jamais l'autre moitié; il devrait en être ainsi si la Lune avait un épicycle[...]".

¹³Voir *Le Monde. L'homme*, éd. par A. Bitbol Hespériès et J.-P. Verdet, Paris 1996, ch. 10, p. 40 [= *Œuvres de Descartes*, éd. Adam-Tannery, t. 11, p. 72].

¹⁴*Principes de philosophie*, III, 152, dans *Œuvres de Descartes*, éd. Adam-Tannery, t. 9, p. 197.

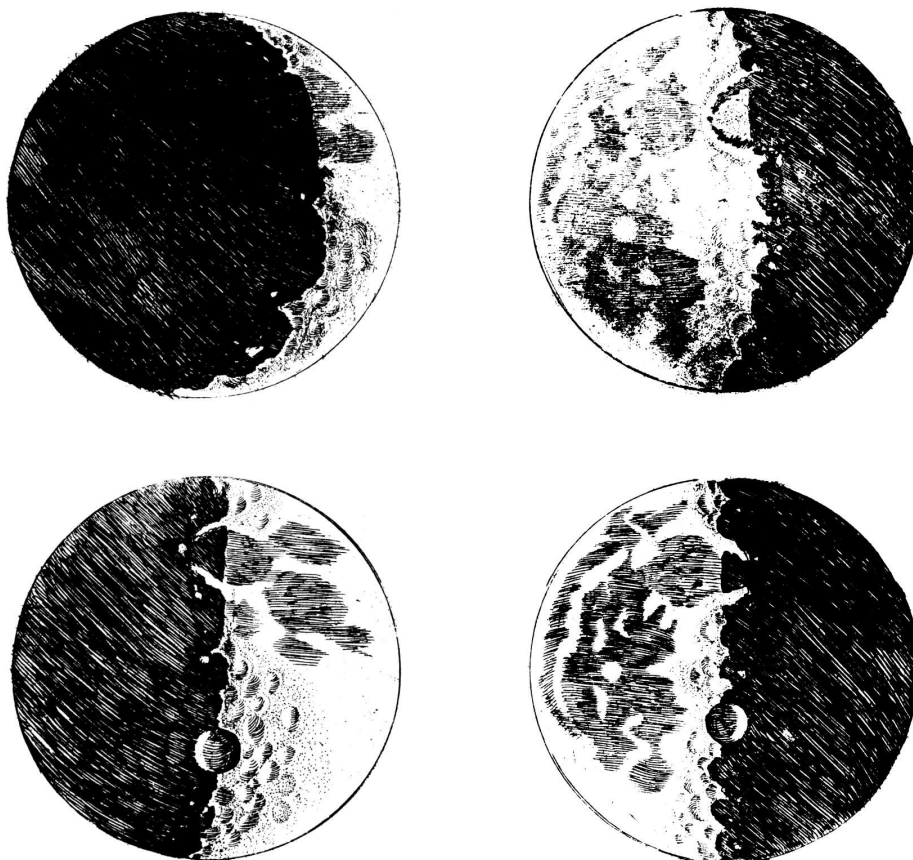


Figure 2: Phases de la Lune d'après les planches gravées dans le *Sidereus nuncius* (Venise 1610), respectivement f. 8r, f. 9v, f. 10r et 10v. En haut, de gauche à droite: Phase en croissant et Phase gibbeuse. En bas, de gauche à droite: Premier quartier et Dernier quartier.

(Document Bibliothèque de l'Observatoire de Paris)

toute mécanique épicyclique, l'idée traditionnelle d'une Lune privée de toute rotation propre est toujours fermement défendue au nom des apparences sensibles par Giambattista Riccioli (1598-1672) dans son *Almagestum novum* publié en 1651 - un ouvrage d'une toute autre autorité dans les milieux astronomiques que ceux que l'on vient de citer¹⁵. Et l'on sait que Isaac Newton (1643-1727) lui-même, encore dans les années 70 du XVII^e siècle, expliquera que la Lune tourne toujours la même face vers la Terre en empruntant à la théorie cartésienne des tourbillons. C'est seulement dans les *Philosophiae naturalis principia mathematica*, c'est-à-dire en 1687, qu'ayant élaboré une mécanique céleste originale, il donnera une explication physique de la rotation propre de la Lune qui sauve en même temps le phénomène complexe de libration¹⁶.

¹⁵ *Almagestum novum astronomiam veterem novamque complectens*, Bologne 1651, tome 1, partie 1, p. 99b.

¹⁶ Sur tout ceci, voir A. Gabbey, art. cit., en particulier pp. 124-129.

5. LES TRAVAUX DES PRÉCURSEURS DE CASSINI

Parmi les raisons qui ont conduit Newton à abandonner sa conception initiale, d'une certaine façon encore prisonnière de l'interdit "aristotélicien" prononcé quelque 2000 ans plus tôt, les observations et calculs de Jean-Dominique Cassini (1625-1712) [= Cassini I] sur la Lune n'ont pas joué un rôle mineur.

Avant d'en venir toutefois à l'énoncé des trois "lois" de Cassini I sur la Lune, il convient de rappeler quelques données plus générales sur l'observation de notre satellite au cours du XVII^e siècle.

Pendant cette période, l'intérêt des astronomes pour la Lune est double. D'une part l'utilisation des éclipses du satellite de la Terre se développe grâce à l'augmentation en fiabilité des horloges. Parmi les résultats notables qu'a permis cette précision accrue dans la mesure du temps, on mentionnera la réduction de près d'un tiers de la longitude de la Mer Méditerranée (41°30' au lieu des 60° que lui avait attribué Ptolémée) à laquelle sont parvenus les observateurs de l'éclipse de Lune du 28 août 1635. On doit ce succès principalement à Nicolas Claude Fabri de Peiresc (1580-1637), Pierre Gassendi (1592-1655) et Joseph Gaultier de La Valette (1564-1647), qui ont su s'attirer les services d'observateurs situés en France (à Paris, Aix, et Digne), en Italie (à Rome et Naples), et ailleurs encore: Alep, Tunis, Le Caire,...

D'autre part, et faisant suite à une proposition d'un certain Sieur de Saint-Pierre¹⁷ auprès de Louise de Kéroualle (1649-1734) transmise au Roi d'Angleterre Charles II, la méthode des distances lunaires, pour la détermination des longitudes à la mer, prenait corps. Ami de Peiresc et de Gassendi, Jean-Baptiste Morin (1583-1656) avait jeté les bases de cette méthode dans son ouvrage de 1647 *La science des longitudes*...¹⁸.

Sur terre, la détermination des longitudes est nécessaire pour l'établissement de cartes précises, la latitude, autre coordonnée locale, s'obtenant facilement par des mesures de hauteur d'étoiles au-dessus de l'horizon. Pour les navigateurs, la connaissance des longitudes est cruciale, et on avait espéré que la découverte des satellites de Jupiter par Galilée en 1610 offrirait un moyen efficace pour déterminer les positions en longitude des navires. Mais il était apparu dès la fin du XVII^e siècle qu'il fallait renoncer, en mer, à l'emploi des éclipses des satellites de Jupiter que Cassini I savait parfaitement prédire¹⁹. La Lune, pour son double rôle, prenait donc une importance capitale : l'instant de ses éclipses étant le même pour tous les points de la Terre d'où elle est visible, la différence des heures locales fournit directement celle des longitudes; quant à la distance qui la sépare d'étoiles dont les positions sont connues, elle se mesure aisément à l'aide d'une arbalétrille.

Les structures de la surface lunaire pouvaient - pensait-on alors - permettre une détermination plus précise des conditions des éclipses. Aussi, après les dessins préliminaires de Galilée, Gassendi et d'autres s'étaient-ils employés à repérer les particularités du relief de la Lune auxquels Riccioli donnait des noms qui ont été conservés de nos jours. Grâce à des objectifs de haute qualité fournis par des opticiens de Rome, Eustachio Divini (1610-1685) et Giuseppe Campani (1635-1715), Cassini I va entreprendre, dès son installation à l'Observatoire de Paris en septembre 1671, une série d'observations qui lui permettent de découvrir, tout d'abord, deux nouveaux satellites à Saturne, la division de l'anneau en 1675 puis, en 1684, deux autres satellites de cette planète. Mais la Lune retient aussi toute son attention pendant cette période: il s'intéresse à la fois aux accidents de sa surface, et à son mouvement dont les irrégularités sont de mieux en mieux mises en évidence par les astronomes. Pour ce faire, ils utilisent des secteurs et des

¹⁷Cf. *Greenwich Time and the Longitude*, D. Howse, National Maritime Museum in association with Atkearney, Oxford University Press, Oxford, 1997 (1ère édition 1980).

¹⁸J. Parès, *Jean-Baptiste Morin (1583-1656) et la querelle des longitudes de 1634 à 1647* (thèse Université de Paris I, 1976).

¹⁹*Ephemerides Mediceorum Syderum ex Hypothesibus & Tabulis Joan. Dominici Cassini. In fol. Bononiae*, in *Le Journal des Sçavans pour l'année 1668*, Paris, 1729, p. 105-107.

quadrants muraux équipés de micromètres mis au point par Adrien Auzout (1622-1691) et Jean Picard (1620-1682) en 1666.

Le mouvement de la Lune ne s'effectue pas avec une période de rotation strictement égale à celle de sa révolution autour de la Terre. Depuis un certain temps déjà, les astronomes avaient observé, de part et d'autre de sa face visible, des portions de globe lunaire faibles, certes, mais non négligeables.

Dans les années 1580-1590, Tycho Brahe (1546-1601) avait mis en évidence - de manière empirique - deux inégalités dans le mouvement de la Lune: la "variation", qui atteint 40' et dépend de la différence des longitudes de la Lune et du Soleil; et un autre terme appelé "équation annuelle", qui est une variation du moyen mouvement de la Lune²⁰.

La première inégalité a pour période la moitié de la lunaison, laquelle régit le retour des phases de la Lune et porte le nom de révolution synodique. La seconde, dont la période est annuelle, se détermine à partir d'un grand nombre d'observations du mouvement de révolution de la Lune autour de la Terre; elle dépend de l'excentricité de l'orbite terrestre, mais c'est par l'observation des éclipses de Lune que Tycho Brahe l'a mise en évidence, le phénomène étant affecté d'une avance ou d'un retard pouvant atteindre 40 minutes d'heure²¹.

Le phénomène qui permet de voir, depuis la Terre, environ 59% de la surface lunaire, et appelé "libration", a été étudié principalement par Hevelius (1611-1687) dans sa *Selenographia* (1647)²² et par Cassini I (Figure 3). Hevelius découvre en 1657, depuis son observatoire de Gdansk, le phénomène qui affecte la longitude céleste de la Lune²³. Il remarque aussi une anomalie du moyen mouvement de la Lune que, plus tard en 1693, Edmond Halley (1656-1742) étudiera à partir d'éclipses anciennes comparées à celles de son époque²⁴.

6. LES "LOIS" DE CASSINI

L'ensemble de ces mouvements, déduits d'observations mettant en jeu la Lune, porte à la fois sur sa révolution autour de la Terre et sur son mouvement de rotation sur elle-même. Les observations que conduit Cassini, avec ses objectifs de fort grossissement, lui permettent de faire établir en 1679, à partir d'un ensemble de dessins de structures lunaires recueillis au cours des années soixante-dix du XVII^e siècle, une carte la Lune qui est la plus précise jamais faite, et qui le demeurera longtemps. Cassini déduit de l'ensemble de ses observations des lois, sans doute approximatives, mais qui faciliteront à Newton l'établissement d'une première théorie du mouvement de la Lune dans ses *Principia* de 1687²⁵.

Ces "lois de Cassini" sont au nombre de trois. Cassini en fait état dans *Recueil d'observations...* dans lequel il a inséré *De l'origine et du progrès de l'Astronomie...* Il indique "De la théorie du soleil on passa à celle de la lune, où l'on fit aussi plusieurs nouvelles découvertes"²⁶.

Dans cette étude Cassini I rend compte du résultats des observations qu'il a faites à l'Observatoire de Paris depuis de nombreuses années - grâce à des objectifs de fort grossissement (pouvant atteindre, selon Charles Wolf, 600²⁷) :

²⁰Voir les observations recueillies dans le tome 12 des *Tychonis Brahe Opera Omnia*, éd. J. L. E. Dreyer, 15 tomes, Copenhagen, 1912-1929. Sur la théorie tychonienne de la Lune, voir le chapitre que lui consacre V. E. Thoren dans son *The Lord of Uraniborg. A Biography of Tycho Brahe*, Cambridge 1990, p. 312-333.

²¹Sur toutes ces découvertes, voir A. Danjon, *Astronomie générale*, Blanchard, Paris, 1952 (réimp. 1959 et 1980), p. 277 et 282.

²²J. Hevelii, *Selenographia: sive, Lunæ Descriptio ...*, Gedani, 1647, p. 204-272.

²³J. Hevelii, *Epistolæ II. Prior: De Motu Lunæ Libratorio*, Gedani, 1654, p. 1-48.

²⁴Voir A. Cook, *Edmond Halley*, Oxford, 1998, p. 225-228.

²⁵Cf. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, London, 1687.

²⁶Cassini I ne met de majuscule ni à Soleil, ni à Lune, ni à Terre, alors que Cassini II en mettra. Ce dernier en aurait-il introduit l'usage qui existe de nos jours? Dans les différentes citations de ces astronomes, l'orthographe de l'époque a été conservée.

²⁷Ch. Wolf, *Histoire de l'Observatoire de Paris de ses origines à 1793*, Paris, 1902, p. 161-162.

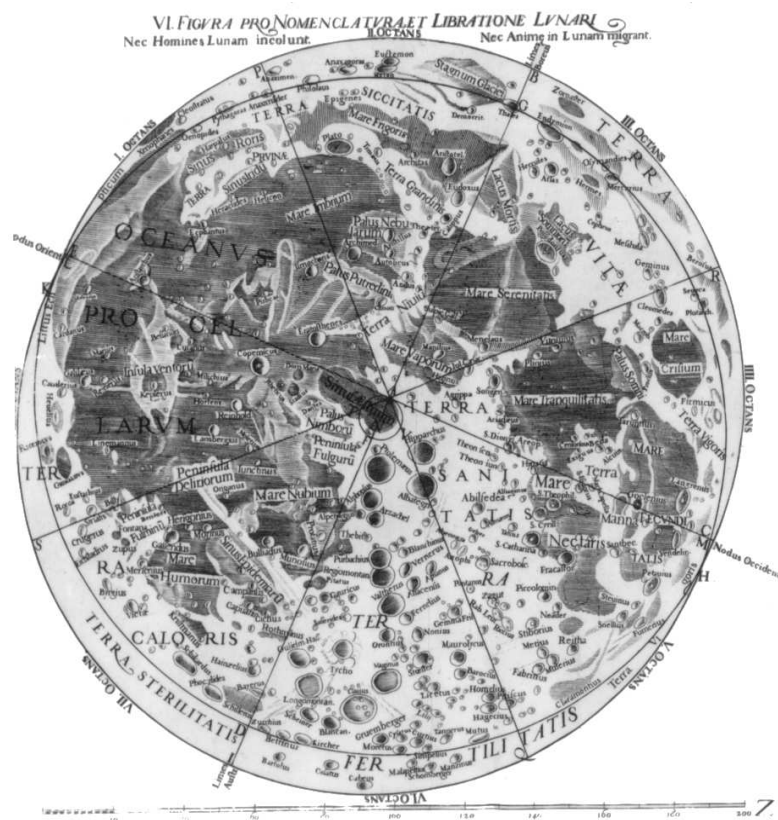


Figure 3: G. B. Riccioli, *Almagestum novum* ..., op. cit. note 15, tome 1, Figure VI, après la page 204. Nomenclature de Riccioli sur la carte de la Lune de Francesco Maria Grimaldi (1618-1663), avec représentation de la libration lunaire. (Document Bibliothèque de l'Observatoire de Paris)

Pour expliquer cette libration apparente on a trouvé une theorie tres-simple & tres-naturelle. Comme les Coperniciens attribuent deux mouvemens à la terre, l'un annuel & l'autre journalier ; de mesme on a consideré dans la lune deux mouvemens differens. Par l'un de ces mouvemens dont la révolution s'acheve en 27 jours & un tiers, la lune paroist tourner d'orient en occident sur un axe parallele à celuy de son orbite. L'autre mouvement se fait réellement d'occident en orient sur un axe dont les poles sont éloignez de ceux de l'orbite de la lune transportées dans son globe de sept degrez & demy ; & il a pour colure ou premier meridien le cercle de la plus grande latitude de la lune transportée aussi dans son globe²⁸.

Puis Cassini I expose les motifs qui l'on conduit à surveiller de manière aussi attentive la surface lunaire:

Rien ne contribuë davantage à la perfection de la theorie de la lune, que l'observation des éclipses. [...] On a fait une description exacte des taches de la lune, non-seulement pour observer les éclipses

²⁸ De l'origine et du progrès de l'Astronomie, et de son usage dans la Géographie et la Navigation (p. 1-43, en part. p. 34 et 35), dans M. Cassini, *Recueil d'observations faites en plusieurs voyages par ordre de sa Majesté pour perfectionner l'Astronomie et la Géographie, Avec divers Traitez Astronomiques*, Paris, Imprimerie Royale, 1693.

avec plus de facilités & de précision, mais encore pour examiner si dans la suite du temps il n'arrivera point de changement à quelques-unes de ces taches.

Son fils Jacques Cassini (1677-1756) [= Cassini II], publiera en 1740 ses *Elements d'astronomie...* dans lesquels il mentionne à propos de la Lune :

Par l'observation assidue des Taches de la Lune, on a reconnu que cette Planete nous presentoit toujours la même face, avec la seule différence que ses Taches qui conservent entr'elles la même situation, paroissent tantôt s'approcher un peu du bord de son disque apparent, & tantôt s'en éloigner à peu-près de la même quantité²⁹.

L'observation attentive des taches de la Lune par Cassini I, dans la perspective d'une amélioration de la détermination des longitudes au moment des éclipses de Lune, l'avait conduit à une remarquable description du phénomène. Dans son ouvrage de 1740, Cassini II fournit ensuite, de manière détaillée, les conclusions qu'en tire son père :

Cette apparence a fait d'abord juger que le globe de la Lune ne faisoit point de révolution autour de son axe, mais qu'il étoit seulement sujet à quelques balancements semblables à ceux que l'on apperçoit dans une boule dont on change le centre de pesanteur, ce qui lui a fait donner le nom de *Librations*.

Puis Cassini II précise de manière très didactique:

Ces mouvements irréguliers en apparence, & différents de ceux qu'on a découverts dans la plupart des autres Planetes qui font leur révolution autour de leur axe, ont donné lieu à mon Pere de juger de cette libration de la Lune étoit produite par la combinaison de deux mouvements, dont l'un est celui de la Lune autour de la Terre, et l'autre est sa révolution autour de son axe. Pour discuter l'effet de ces deux mouvements, il faut considérer qu'il y a dans le globe de la Lune, de même que dans celui du Soleil, un axe qui passe toujours par les mêmes Taches fixes sur la surface de la Lune, à l'extrémité duquel sont placés deux Poles élevés sur le plan de l'Ecliptique de 87 degrés 1/2, & sur le plan de l'Orbite de la Lune, de 82 degrés 1/2 ; d'où il suit que l'Equateur de la Lune, qui est éloigné de chacun de ces Poles, de 90 degrés, & qui passe aussi toujours par les mêmes Taches, est incliné à l'Ecliptique, de 2 degrés 1/2, & à l'Orbite de la Lune, de 7 degrés 1/2 (*de nos jours un peu moins de 7°*).

Il poursuit :

On considérera en second lieu, que les Poles de la Lune sont toujours dans un grand cercle du globe de cette Planete, parallele au grand cercle qui passe par les Poles de l'Orbite, & par ceux de l'Ecliptique, qu'on peut nommer *Colûre de la Lune*, par la même raison qu'on appelle *Colûre des Solstices*, le grand cercle qui passe par les Poles de l'Equinoxial & l'Ecliptique, à la distance de 90 degrés de l'intersection de ces deux cercles (*l'axe de rotation est perpendiculaire à l'équateur lunaire*).

Enfin, il indique :

On supposera en dernier lieu, que le globe de la Lune tourne autour de son axe d'Occident en Orient dans l'espace de 27 jours et 5 heures (*de nos jours 27 jours, 7 heures et 43 minutes*) et, par une période égale à celle du retour de la Lune au Nœud de son orbite avec l'Ecliptique. Ce mouvement est analogue à la révolution de la Terre autour de son axe qui se fait d'Occident en Orient, & retourne au même Colûre dans l'espace de 23 heur. 56 minutes (*de nos jours 23 heures, 55 minutes et 4.1 secondes*).

D'après Cassini II: "Ces hypothèses suffisent pour expliquer toutes les variétés de la libration apparente de la Lune".

²⁹ *Eléments d'Astronomie*, par Mr Cassini, Paris, Imprimerie Royale, 1740, p. 253-260.

7. CONCLUSION

Les lois de Cassini seront vérifiées à deux reprises au cours du XVIII^e siècle. Mayer (1723-1762), astronome à Göttingen mène, en 1748-1749, une série d'observations de plusieurs taches de la Lune qui le conduisent à confirmer les affirmations de Cassini I. Lalande publie, en 1764, de nouvelles observations qu'il a lui-même effectuées et qui entraînent la même conclusion³⁰.

Plus tard, avec l'accroissement de la précision des instruments d'observation, on constatera que les "lois" de Cassini ont un caractère de première approximation.

Ainsi le nœud ascendant de l'équateur lunaire dans l'écliptique ne coïncide pas rigoureusement avec le nœud ascendant moyen de l'équateur lunaire. En effet, l'inclinaison moyenne de l'équateur lunaire sur le plan de l'orbite subit des fluctuations, non négligeables, mais de très faible amplitude.

Quant à la rotation de la Lune, elle s'effectue autour du petit axe du globe lunaire, axe qui est perpendiculaire au plan de l'équateur lunaire. Et la direction du grand axe, dirigé vers la Terre, peut, elle, s'écarter de quelques centièmes de degré par rapport à la position qui avait conduit Cassini à conclure que l'axe de l'écliptique, celui de l'orbite de la Lune, et celui de son axe de rotation, étaient dans un même plan.

³⁰J. N. Nicollet, *Mémoire sur la libration de la Lune*, in *Connaissance des tems pour l'an 1822*, Paris, 1819, p. 228-233.