

Sources et origines de la théorie classique de la libration de la Lune.

Eppure, ruota in se stessa...

L'on attribue, couramment, à Jean-Dominique Cassini, la formulation d'un théorème de mécanique céleste selon lequel le plan de révolution et le plan de rotation d'un globe animé d'un double mouvement, l'un, de révolution, l'autre, de rotation, se coupent suivant une intersection dont la révolution engendre un troisième plan qui demeure, constamment, parallèle à lui-même, de sorte que l'axe de révolution et l'axe de rotation décrivent un cône de précession. Une telle situation trouve son illustration privilégiée dans le cas de la théorie de la Lune, dont le plan de révolution et le plan de rotation coupent le plan de l'écliptique suivant une commune intersection, de sorte que la ligne des équinoxes lunaires coïncide, constamment, avec la ligne des nœuds de l'orbite lunaire et que la période de la précession lunaire est égale à la période de la révolution des nœuds de la Lune.¹ Nous n'examinerons pas, ici, la question de savoir si l'origine de ce théorème ne doit pas davantage être recherchée dans deux mémoires de Lagrange consacrés à la théorie de la Lune², voire, dans *l'Essai sur le problème des trois corps*³,

¹ Cf. Laplace (Pierre-Simon de), *Exposition du Système du monde*, sixième édition, Paris, 1836, tome I, p. 57-59, et tome II, p. 461.

² Lagrange (Jean-Louis de), « Recherches sur la libration de la Lune » (1764), *Œuvres de Lagrange*, tome VI, Paris, 1873, B. N., V.15.595, p. 5-61 ; « Théorie de la libration de la Lune » (1780), *Œuvres de Lagrange*, tome V, Paris, 1870, B. N., V.15.594, p. 5-122.

³ « Essai sur le Problème des trois corps » (1772), *Œuvres de Lagrange*, tome VI *op. cit.*, p. 229-324 ; cf. « Sur le mouvement séculaire des nœuds & des orbites des Planètes », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1774, B. N., R. 3868, p. 97-174, rapporté dans *l'Histoire de l'Académie royale des sciences*, année 1774, p. 39-45. On pourrait s'interroger sur les relations que ces textes de Lagrange entretiennent avec, au moins, trois textes de Lalande : « Mémoire dans lequel on détermine le mouvement des nœuds de chacune des six Planètes principales par l'action de toutes les autres », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1758, B. N., R.3850, p. 252-270, rapporté dans *l'Histoire de l'Académie royale des sciences*, année 1758, p. 84-87 ; « Sur quelques phénomènes qui résultent de l'attraction que les Planetes exercent sur la Terre... », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1758, p. 339-371 (voir, notamment, p. 342 et p.354 sq); et « Second mémoire sur le mouvement des nœuds de chacune des six planètes principales par l'action de toutes les autres », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1761, B. N., R.3853, p. 399-408, rapporté dans *l'Histoire de l'Académie royale des sciences*, année 1761, p. 134-140, voire, avec deux textes d'inspiration cassinienne : Jacques Cassini, « De l'inclinaison du plan de l'Ecliptique et de l'orbite des Planètes, par rapport à l'Equateur de la Révolution du Soleil autour de son Axe », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1734, B. N., R.3825, p. 107 sq, rapporté dans *l'Histoire de l'Académie royale des sciences*, année 1734, p. 63-68, et Jean-Dominique Maraldi, « Mémoire sur le mouvement des nœuds du quatrième satellite de

ou, encore, dans les spéculations de Laplace sur un plan invariable du système du monde⁴, mais nous nous demanderons quelle a pu être sa signification aux yeux de son auteur. A cet effet, nous examinerons, d'abord, l'état des documents ; nous décrirons, ensuite, le champ de leurs conditions de possibilité, pour préciser, enfin, leur signification.

Pour l'étude de la théorie de la libration de Cassini, les sources sont au nombre de quatre :

1° une copie, datée de 1669, du compte-rendu de l'observation de l'éclipse de lune du 26 mai 1668. On sait que cette éclipse a été observée de concert par Jean Picard, à Paris (Porte Montmartre), et par Cassini, à Rome (Palazzo Estense), pour déterminer la différence des longitudes de ces deux villes⁵. Cette copie, qui, selon

Jupiter », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1758, p. 81-98, indignement blâmé par Delambre, *Histoire de l'Astronomie du dix-huitième siècle*, Paris, 1827, B. N., V.8181, p. 246, à confronter à *l'Histoire de l'Académie royale des sciences*, année 1758, p. 86, qui justifie entièrement Maraldi. Cf. aussi Gautier (Alfred), *Essai historique sur le problème des trois corps, ou dissertation sur la théorie des mouvemens de la Lune et des planètes, abstraction faite de leur figure*, Paris, 1817.

⁴ La mention la plus ancienne que nous connaissions figure dans la première édition de *l'Exposition du Système du monde*, celle de l'An IV (1796) ; il s'agit d'une mention assez allusive qui se lisait dans ce qui était, dans cette édition, le Chapitre II de la Partie IV, qui correspond au Chapitre III de cette même Partie dans l'édition des *Œuvres de Laplace*, tome VI, Paris, 1846, où elle se lit aux pages 226-227. Manquait, dans la première édition, l'important développement du Chapitre V de la Partie III, qui se lit p. 206-207 de l'édition citée. La théorie est formulée, pour la première fois, dans le « Mémoire sur la détermination d'un plan qui reste toujours parallèle à lui-même, dans le mouvement d'un système de corps agissant d'une manière quelconque les uns sur les autres, et libres de toute action étrangère », *Journal de l'École polytechnique, ou Bulletin du travail fait à cette École, publié par le Conseil d'Instruction et Administration de cet établissement*, Cinquième Cahier, Prairial An VI, B. N., R.5679, p. 157-158, et sera développée dans le *Traité de Mécanique céleste*, Livre premier, articles 21 et 22, et Livre second, article 62 (tome I, p. 317-318 ; édition consultée : Paris, 1829, B. N., V.8290). Ces textes, publiés en l'An VII (1798) ont nourri la réflexion de Poinsot (« Théorie et détermination de l'équateur du système solaire », publié dans la seconde édition (1811) des *Eléments de Statique*), et de Poisson (« Sur la composition des momens et des aires », *Bulletin universel des Sciences et de l'Industrie*, année 1827, tome VII, B. N., Z.44.320, p. 357-358). L'idée a été pressentie par Lagrange, *Essai sur le Problème des trois corps*, article XVII, op. cit., p. 259, et par Patrice d'Arcy (« Théorème VII, Corollaire II », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1758, p. 6).

⁵ Sur cette éclipse célèbre, cf. Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, ms B, 4, 1, fol. 398 sq. (= fol. 629 sq., observation de Rome : « La lune alloit alors a son Perigée d'où elle estoit encore éloignée de 26 degrez, et son diamètre apparent estoit de 33. minutes et demie. La Tache Caspienne est ordinairement plus proche du bord occidental lorsque la lune va de l'Apogée au Perigée que quand elle va du Perigée à l'Apogée. Je fis ces observations pour les comparer avec ma Theorie de la libration de la Lune, dont j'avois trouvé que les Poles sont dans sa circonférence au temps des eclipses, éloignées (sic) des poles de l'écliptique transportée (sic) dans le globe de la lune de deux degrez et demy, et des poles de l'orbite de la lune marquez par l'extrémité du diamètre de la lune perpendiculaire a son orbite de sept degrez et demy < tout > autant que les poles du mouvement des taches du Soleil sont élevez sur le plan de l'écliptique et que ces poles du globe de

une glose marginale, serait de la main d'Agostino Fabri, connu par des documents conservés à la Biblioteca Universitaria de Bologne, se trouve fol. 69 v° - 70 v° du ms français, nouvelles acquisitions, 5.856 de la Bibliothèque nationale de Paris : « *La macchia Caspia era molto vicina al margine, come è stata in tutta questa Lunazione da me osservata in ordine all'apparente Librazione... Lora considero come dipendente dalla complicazione di due moti, uno periodico, con cui la Lune sia portata intorno alla Terra con l'asse, che in corso di questo solo resterebbe sempre parallelo a se stesso, onde dall'istesso punto del firmamento vedrebbe sempre l'istessa faccia Lunare e dalla Terra apparirebbe volversi intorno a se stessa contro l'ordine dei segni mostrando sempre faccie diverse, e da un altro moto di rivoluzione intorno ad un proprio asse inclinato in certa forma all'asse del moto periodico, di periodo uguale al medesimo, e similmente secondo l'ordine dei segni <in virtù del quale> mostrando sempre faccie diverse all'istesso punto del firmamento secondo il medesimo ordine dei segni, ma rispetto alla Terra abolisce l'apparenza del moto contro l'ordine dei segni, che cagionerebbe il semplice moto periodico con l'asse Lunare sempre parallelo a se stesso, se non in quanto questi due moti non convengono nell'asse e nell'inegalità, essendo più inugale il moto Lunare periodico di quello della rivoluzione intorno al proprio asse, dalle quali discrepanze concepisco che dipenda l'apparenza della librazione Lunare, all'incontro alle stravaganze notate dal dottissimo Evelio, onde non vi sia bisogno di riconoscere come reale questo moto di Librazione della Luna di specie differente dai moti soliti circolari insieme e continui all'istesso asse, che negli altri Pianeti si osservano. Siccome per l'apparente retrogradazione dei Pianeti non è necessaria l'introduzione di un nuovo moto reale, che le respinga indietro, ma basta la complicazione di due moti circolari nell'istessa parte. »⁶.*

la lune sont dans un mesme cercle qui est toujours parallele au cercle de sa plus grande latitude, et change de situation dans le disque apparent comme ce parallelisme demande. Et j'avois trouvé que le globe de la lune a l'égard de ce cercle tourne au tour de ces deux poles par un mouvement egal, par lequel les mesmes taches retournent au mesme cercle en 27 jours et un quart qu'est aussi la periode du retour de la Lune à ces (sic) neuds; de sorte que comme la lune au temps des eclipses est toujours près de ces neuds le globe de la lune est aussi pres du terme de sa révolution. » ; fol. 541-542 (observation de Rome, à laquelle se rattachent, fol. 543 sq., les remarques relatives au diamètre apparent du disque lunaire et à la distance du *Mare Caspium* (= *Mare Crisium*) du bord apparent (cf. Cassini IV, *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences*, p. 285)) ; fol. 565 (observation de Paris) ; fol. 623-635, « Observation de l'éclipse de Lune arrivée le 26 de May 1668 avec diverses réflexions » ; fol. 636-645 : (Relation comparée des observations de Rome et de Paris). Comment il peut se faire que ces documents, qui sont censés porter sur une observation faite à Rome par un Astronome qui, à l'époque, n'avait pas mis un pied dans le Royaume de France et qui, sa vie durant, ne parlera, pour ainsi dire, pas un mot de français, comme il le reconnaît lui-même dans la *Vie* que publiera son arrière-petit-fils en 1810, soient précisément rédigés dans cette langue, il faudra qu'on nous l'explique. Il est clair, pour nous, qu'il ne saurait s'agir, ici, des originaux de 1668 et que nous avons affaire, non seulement à des copies tardives, mais, encore, à des traductions. Les fautes de grammaire prouvent assez que le scribe ne comprend pas un traître mot à ce qu'il écrit, transcrit ou traduit.

⁶ Traduction : « La *Macchia Caspia* était très proche de la circonférence, comme je l'ai vue tout au long de cette éclipse, à cause de la Libration apparente... Je considère que cette dernière trouve son origine dans la

2° Des passages récurrents dans les manuscrits préparés par Cassini en vue d'un traité d'astronomie, dont des copies, ou des débris, constituent les ms B, 4, 1-4 de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, ainsi que le ms français, nouvelles acquisitions, 5.156 de la Bibliothèque nationale (Principales occurrences de l'exposition de la libration de la Lune : Observatoire, B, 4, 1, fol. 399-414, 548, 608, 973-980 (« De la Révolution de la Lune autour de son axe ») ; Bibliothèque Nationale, ms fr., nouvelles acquisitions, 5.156, fol. 11 v° - 12 r° ; ce ms semble reproduire en partie le même texte que l'« Abrégé d'Astronomie » du ms B, 4, 2 de l'Observatoire ; par exemple, B, 4, 2, fol. 397-398 = B. N., 5.156, fol. 9 = fol. 31-32 de l'« Abrégé » ; cf. Observatoire, ms D, 1, 13, qui contient des documents de Jacques Cassini, ayant servi, plus tard, à la rédaction des *Eléments d'Astronomie* de 1740, parmi lesquels une version de la théorie de la libration que le rapprochement qui s'y trouve suggéré avec les *Theses mathematicae de Optica propugnabuntur a Iacobo Cassini die 10. Augusti 1691 in Collegio Mazarineo...*, Paris, 1691, permet, peut-être, de dater de 1691; dans cette liasse, intitulée « *In opticarum Theseum supplementum ; quae opticatorum instrumentorum ope a patre in Observatorio regio inventa sunt* », manquent les feuillets qui paraissent correspondre à la théorie de la libration ; le passage français parallèle a pour titre : « Les decouvertes qui ont este faites à l'observatoire royal avec des Lunetes d'aproche » ; il n'est pas sans

combinaison de deux mouvements, dont le premier est le mouvement périodique, par lequel on imagine que la Lune est emportée autour de la Terre, et qui possède un axe, qui, au cours de ce mouvement, considéré à lui tout seul, demeurerait constamment parallèle à lui-même, d'où vient que, d'un même point du firmament, l'on verrait constamment le même côté de la Lune, tandis que, de la Terre, on aurait l'impression qu'elle accomplit une révolution sur elle-même, contre l'ordre des signes, en nous présentant des côtés toujours différents, puis, ensuite, d'un second mouvement, mouvement de révolution sur un axe distinct, incliné d'une quantité déterminée à l'axe du mouvement périodique, révolution dont la période serait égale à celle du premier mouvement et qui, comme ce dernier, se ferait dans l'ordre des signes, révolution par l'effet de laquelle, tout en présentant constamment différents côtés vers un même point du firmament, ne s'en oblitère, pas moins, à l'égard de la Terre, l'impression de ce mouvement contre l'ordre des signes que produirait le mouvement périodique considéré à lui tout seul, avec son axe du globe de la Lune qui demeure constamment parallèle à lui-même, si ce n'est dans la mesure où ces deux mouvements ne sont pas parfaitement accordés l'un à l'autre quant à leurs axes et quant à leurs inégalités, puisque l'inégalité du mouvement périodique de la Lune l'emporte sur celle de sa révolution sur son axe à elle, discordance dans laquelle je vois l'origine de cette impression d'une Libration de la Lune, ce à l'encontre des *stravaganze* qu'y croit reconnaître le très-savant Hevelius, raison pour laquelle il n'y a pas lieu d'attribuer à ce mouvement de Libration de la Lune la moindre réalité, mouvement qui serait d'une espèce différente des mouvements, à la fois circulaires et continus sur un même axe, qu'on observe habituellement dans les autres Planètes. Tout comme l'impression d'un mouvement rétrograde des Planètes ne rend pas indispensable d'introduire un mouvement réel distinct, qui les ramènerait en arrière, et qu'il suffit, à cet effet, de combiner entre eux deux mouvement circulaires dans le même sens.» Le mot *Lunazione* nous paraît poser problème ; peut-être faut-il lire *Eclisse*.

signification que le chapitre intitulé « De la lune » soit précédé d'une exposition des variations apparentes des traversées des taches du Soleil, ce qui souligne l'étroite dépendance de toute cette théorie des conceptions de Scheiner ; on y lit notamment : « On a observé que dans le globe de la lune il y a deux poles opposez, toujours adherans aux mesmes taches, éloignez de 5 degrez des poles de l'orbite de la lune transportez dans son globe. Ces poles sont dans un grand cercle qu'on peut appeller colure de la lune, qui est perpendiculaire à son orbite, et parallele au cercle de sa plus grande latitude. Ce colure, qui, comme le colure de la terre dans la révolution journalière, change de situation dans le disque apparent de la lune par le mouvement qu'elle fait autour de la terre et par lequel elle s'éloigne du cercle de sa latitude, porte les deux poles de la lune, avec les taches adherentes et leur fait faire deux cercles polaires par un mouvement qui, dans le disque apparent, va d'occident en orient, et semble imprimer au pole apparent un mouvement, vers le même costé, ce qui cause la libration en longitude et lorsque ce pole par un tel mouvement est élevé sur le disque apparent de la lune, ou bien qu'il l'est (*sic*) dans l'hémisphère occulte, les taches qui sont autour du pole s'approchent et s'éloignent du centre apparent faisant une espece de libration en latitude. Mais les taches éloignées des poles ne suivent pas le mouvement du colure vers l'orient, parce qu'elles en ont un autre vers l'occident par lequel elles tournent également au tour de l'axe de la Lune dans une période egale a celle du retour de la lune au cercle de sa plus grande Latitude. Ainsi par le mouvement des taches contraire au mouvement apparent du colure il se fait une compensation du mouvement du mesme colure, dont il en resulte que les taches qui sont dans le disque apparent ne souffrent aucune variation... Et il y a encore quelque petite inégalité qui vient de ce que en differens temps tantost le mouvement egal des taches vers l'occident l'emporte sur le mouvement inégal du colure qui se fait du costé d'orient, et tantost celui des colures l'emporte sur le mouvement des taches, et la différence entre ces deux mouvements fait une autre espece de libration en longitude. » (feuillet non numérotés, où se repère l'allure alambiquée que revêtiront les expositions ultérieures.)).

3° L'exposition, purement verbale, littéraire si l'on peut dire, dans « De l'Origine et du Progrès de l'Astronomie et de ses rapports avec la navigation. », rédigé en 1687, publié, en 1693, dans le *Recueil de diverses observations faites en plusieurs voyages par ordre de sa majesté pour perfectionner l'astronomie et la géographie, avec divers Traitez astronomiques*, Paris, 1693, réimprimé dans les *Mémoires de Mathématique et de Physique de l'Académie royale des sciences, depuis 1666 jusqu'à 1699*, tome VIII, Paris, 1730. La théorie de la libration se trouve, à la page 35, dans le premier

recueil, aux pages 42-43, du second. On y lit : « Par l'un de ces mouvemens dont la révolution s'achève en 27 jours & un tiers, la Lune paroît tourner d'orient en occident sur un axe parallèle à celui 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 transportés dans son globe de sept degrez & demi, & des poles de l'écliptique, de deux degrez & demi. ». C'est en pensant à ce texte qu'en 1747, Dortous de Mairan écrira : « Nous examinerons bientôt ce qu'il faut entendre par le premier de ces deux mouvemens contraires, ce que je ne sache pas avoir été expliqué nulle part. » (« Recherches sur l'Equilibre de la Lune dans son Orbite », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1747, p. 4), ajoutant, p. 14, « Ce mouvement ne peut être que celui qui résulte, par la première définition, du parallélisme perpétuel du diamètre DM...par rapport à un point pris hors de la circulation AR ; car dans ce cas, no 14, & selon l'idée des anciens Astronomes, la circulation doit renfermer une révolution entière de la Lune sur son axe... Aussi M. Cassini qualifie-t-il cette rotation de mouvement apparent et inégal : d'apparent, parce que cette rotation n'a rien de réel que relativement à la Terre, ou à quelqu'autre point pris au dedans de sa circulation, & disparaîtroit si la Lune L ou son diamètre DM étoient vûs du Soleil ou des fixes ; d'inégal, parce que, selon l'hypothèse, il suit toutes les inégalités du mouvement de projection de la Lune dans son orbite. ». Citons donc pour simple mémoire infâmante les gloses de Delambre, Montucla et autres derviches tourneurs de tables : « Le mouvement d'occident en orient, dans la partie supérieure (!), paraît se faire en sens contraire dans la partie inférieure, la seule que nous voyions... Il était inutile de parler de deux mouvemens contraires ; ils sont les mêmes, comme les mouvemens de Vénus et de Mercure ressemblent à ceux de la Terre. Mercure et Vénus paraissent tourner en sens contraire dans leurs passages sur le Soleil. Il en est de même des taches que nous voyons sur la Lune. Celles que nous ne voyons pas, et qui sont dans l'hémisphère supérieur, tournent d'occident en orient comme toutes les planètes. » (Delambre (Jean-Baptiste), *Histoire de l'Astronomie moderne*, tome II, p. 734.). Il est facile de justifier Cassini en confrontant le texte de 1693 avec celui des *Eléments d'Astronomie* de Jacques Cassini, de 1740, où l'on lit, p. 259 : « Pendant que les Poles du globe de la Lune font leurs révolutions de l'Occident vers l'Orient, le Colûre de la Lune sur lequel ces Poles sont placés, & qui est représenté en ligne droite lorsque cette Planète est à la distance de 90° de ses nœuds, tourne du même sens, & se transforme en une Ellipse dont la largeur augmente jusqu'à ce que la Lune étant arrivée à son Nœud, il se conforme au bord oriental de cette Planète ; & comme ce Colûre qui est fixe sur la surface de la Lune, passe toujours par les mêmes Taches, il suit que si la Lune n'avoit aucun mouvement autour de son axe,

on verroit ces Taches passer successivement du bord occidental de la Lune à son bord oriental, & revenir aux mêmes endroits après le retour de la Lune à ses Nœuds, ce qui est contraire à ce que nous observons de la Lune, dont on découvre toujours à peu près la même face & les mêmes Taches. /Il est donc nécessaire pour expliquer cette apparence, de supposer que le globe de la Lune tourne autour de ses Poles, d'un mouvement égal & uniforme de l'Occident vers l'Orient, qui, étant vû de la Terre, paroît être de l'Orient vers l'Occident, au contraire du mouvement apparent du Colûre. » (à confronter aussi à B. N., mss fr. nouvelles acquisitions 5.156, fol. 11 v°-12 r°.).

4° Le mémoire, imprimé en 1721, « Sur la Libration apparente de la Lune, ou de la Révolution de la Lune autour de son axe. », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1721, p. 108-126, repris dans Cassini (Jacques), *Eléments d'Astronomie*, Paris, 1740. Dans sa double version, ce mémoire présente des erreurs surprenantes ; en particulier, les planches qui représentent la Lune telle qu'elle se voit dans les latitudes sont inversées (latitude nord pour latitude sud), sans que l'auteur des légendes semble s'en émouvoir ; on remarque, encore, une similitude troublante entre les constructions proposées pour déterminer la position des accidents lunaires sur le disque de la Lune (point important quand on sait que l'observation des éclipses est utilisée pour la détermination des différences des longitudes terrestres) avec des constructions qu'on trouve dans la *Rosa Ursina* de Scheiner pour déterminer les trajectoires des taches solaires. Avec les Cassini, le plagiat n'est jamais loin et l'authenticité de toute cette documentation pourrait soulever mainte discussion. Nous-même ne savons quelle est l'origine des recueils de la Bibliothèque Nationale ; peut-être sont-ils constitués de documents soustraits par Libri à la Bibliothèque de l'Observatoire.

« Le mouvement de la Lune autour de la Terre en 27 jours qui fait le mesme effet que feroit le mouvement de la Terre autour de la Lune... »⁷. Ce membre de phrase, qui ouvre le chapitre intitulé « De l'apparence de la Libration de la Lune à la Terre », dans le *Traité* manuscrit d'astronomie attribué à Cassini, nous porte au cœur d'un problème. Nous ne sachions pas que personne ait jamais soutenu l'idée selon laquelle la révolution de la Terre autour de la Lune eût engendré des apparences différentes de celles qui résultent d'une révolution de la Lune autour de la Terre. Mais nous connaissons quelqu'un qui a soutenu, en toute lucidité, qu'une révolution du Soleil autour de la Terre eût engendré des apparences différentes de

⁷ B. N., mss fr. nouvelles acquisitions 5.156, fol. 11 v°.

celles qui résultent d'une révolution de la Terre autour du Soleil. Sentite dunque l'alta e nuova meraviglia.

« Fu il primo scopritore ed osservatore delle macchie solari, si come di tutte l'altre novità celesti, il nostro Academico Linceo ; e queste scopers'egli l'anno 1610, trovandosi ancora alla lettura delle Matematiche nello Studio di Padova, e quivi ed in Venezia ne parlo con diversi, de i quali alcuni vivono ancora : ed un anno dopo le fece vedere in Roma a molti Signori, come egli asserisce nella prima delle sue Lettere al signor Marco Velsero, Duumviro d'Augusta. E esso fu il primo che, contro alle opinioni de i troppo timidi troppo gelosi dell'inalterabilità del cielo, affermo tali macchie esser materie che in tempi brevi si producevano e si dissolvevano ; che, quanto al luogo, erano contigue al corpo del Sole, e che intorno a quello si rigiravano, o vero, portate dall'istesso globo solare, che in se stesso circa il proprio centro nello spazio quasi di un mese si rivolgesse, finivano loro conversioni : il qual moto giudico sul principio farsi dal Sole intorno ad un asse eretto al piano dell'eclittica, atteso che gli archi descritti da esse macchie sopra il disco del Sole apparivano all'occhio nostro linee rette ed al piano dell'eclittica parallele... sin che incontratosi meco, doppo alcuni anni, essendo noi nella mia villa delle Selve, in una delle solari macchie solitaria, assai grande e densa, invitato anco da una chiarissima e continuata serenità di cielo, si fecero a mia richiesta osservazioni di tutto il transito di quella, appuntando diligentemente sopra la carta i luoghi di giorno in giorno, nell'ora che il Sole si trovava nel meridiano, ed accortici come il viaggio suo non era altrimenti per linea retta, ma alquanto incurvata, venimmo in pensiero di fare altre osservazioni di tempo in tempo : alla quale impresa gagliardamente ci stimulo un concetto che repentinamente casco in mente all'ospite mio, e con tali parole mel conferi : « Filippo, a gran conseguenza mi par che ci si apra la strada. Imperocché, se l'asse intorno al quale si rivolge il Sole non è eretto perpendicolarmente al piano dell'eclittica, ma sopra di quello è inclinato, come il pur ora osservato passaggio incurvato mi accenna, tal coniettura avremo degli stati del Sole e della Terra, quale né si ferma né si concludente da verun altro rincontro non ne è sin qui stata somministrata ». Résumons les pages qui suivent et que chacun peut lire par lui-même. Le rayon visuel d'un observateur terrestre est dans le plan de l'écliptique, ou parallèle à l'écliptique. Le Soleil est vu comme un disque, c'est-à-dire qu'il est vu dans un plan qui est orthogonal au plan de l'écliptique. Le Soleil tourne sur lui-même, en vingt-sept jours, de l'occident vers l'orient, dans un plan qui est incliné au plan de l'écliptique de deux degrés et demi. L'axe de la rotation du Soleil conserve une direction constante, en ce sens que chacun de ses pôles correspond, toujours, à la direction d'un même point de la sphère des étoiles fixes : il quale asse fisso ed immutabile si mantenga perpetuamente nella medesima inclinazione e direzione verso

*i medesimi punti del firmamento e dell'universo*⁸. De ce fait, l'axe de l'écliptique et l'axe de rotation du Soleil définissent un plan remarquable qui demeure, constamment, parallèle à lui-même (Poissons/Vierge). Du fait de l'inclinaison du plan de rotation à l'égard du plan de l'écliptique, le plan dans lequel est vu le disque du Soleil n'est dans le plan remarquable que lorsque le Soleil est dans les Gémeaux ou dans le Sagittaire ; la trajectoire que décrivent les taches solaires, en treize jours, est alors une ligne droite, inclinée, du nord-est, vers le sud-ouest, dans les Gémeaux (fig. 1), ou, du sud-est, au nord-ouest, dans le Sagittaire : *segnerebbe sopra la superficie des Sole la circonferenza di quel cerchio che a noi appare una linea retta* (fig. 2). Dans les Poissons et dans la Vierge, c'est, au contraire le rayon visuel qui est dans le plan remarquable (*il piano del nostro meridiano, nel qual piano sarebbe ancora l'asse della rivoluzion del Sole*) et la traversée des taches s'accomplit suivant un arc d'ellipse, dont la convexité regarde le nord, dans les Poissons : *incurvata col suo convesso verso la parte superiore* (fig. 3), et le sud, dans la Vierge : *si mostrerà incurvata e col suo convesso verso la parte inferiore* (fig. 4). On sait la conséquence que l'auteur en déduit : si c'est la Terre qui se meut autour du Soleil (*posta la Terra immobile nel centro dell'eclittica*), *sarà...necessario dire che l'inclinazion di questo asse non sia fissa e riguardante di continuo verso il medesimo punto dell'universo, anzi che di momento in momento vadia mutando direzione... E' forza dunque dire, tale asse esser convertibile, e talora trovarsi nel piano del cerchio estremo terminator dell'emisferio apparente, allora, dico, quando i passaggi delle macchie appariscono fatti per linee rette e più che mai pendenti, il che accade due volte l'anno ; altre volte poi trovarsi nel piano del meridiano del riguardante, in modo tale che l'uno de' suoi poli caschi nel solare emisferio apparente e l'altro nell'occulto, ed amendue lontani da i punti estremi, o vogliam dire da i poli, d'un altro asse del Sole, il quale sia parallelo all'asse dell'eclittica (il qual secondo asse converrà necessariamente assegnare al globo del Sole), lontani, dico, tanto quanto importa l'inclinazione dell'asse della rivoluzione delle macchie... Convien necessariamente porre, l'istesso asse della rivoluzione mestrua delle macchie avere una sua propria conversione, per la quale i suoi poli descrivano due cerchi intorno a i poli d'un altro asse, il quale per cio conviene (come ho detto) assegnare al Sole, il semidiametro de i quali cerchi risponda alla quantità dell'inclinazione del medesimo asse ; ed è necessario che il*

⁸ Page 376. Soulignons que cette assertion se présentait, déjà, sous la forme d'une subordonnée concessive, p. 374 : « *quando ben si ponga tale asse del Sole persiste perpetuamente ed immutabilmente nella medesima inclinazione ed in una medesima direzione verso l'istesso punto dell'universo* », « même en supposant que cet axe... ». Le sens est : les apparences qu'on observe se produisent, même en supposant que cet axe se conserve constamment et sans changement dans un même habitus et dans une même direction à l'égard d'un même point de l'univers, ce, dans le cas où la Terre se meut autour du Soleil, et non l'inverse ; dans le cas contraire, ces mêmes apparences interdisent de reconnaître à cet axe la conservation de ce même habitus.

tempo del suo periodo sia d'un anno, avengaché tale è il tempo nel quale si restituiscono tutte l'apparenze e diversità ne i passaggi delle macchie... Talché, finalmente, per mantener la Terra stabile nel centro, sarà necessario attribuire al Sole due movimenti intorno al proprio centro, sopra due differenti assi, l'uno de i quali finisca la sua conversione in un anno, e l'altro la sua in manco di un mese... Onde quel terzo movimento, il qual si debbe assegnare al globo del Sole in se stesso (non parlo di quello quasi mestruo che conduce le macchie, ma dico dell'altro che deve trasferir l'asse ed i poli di questo mestruo), non si vede ragion nessuna per la quale ei debba finire il suo periodo più tosto in un anno, come dependente dal moto annuo per l'eclittica, che in ventiquatt'ore, come dependente dal moto diurno sopra i poli dell'equinoziale.

On sait que ces textes célèbres constituent la paraphrase de textes de Scheiner: « Les Pôles sur lesquels tournent les Taches sont au nombre de deux, le Pôle Austral et le Pôle Boréal, opposés l'un à l'autre, et ils sont affectés de mouvements opposés ; et l'un des deux s'avance toujours, la moitié de l'année, dans l'hémisphère apparent du Soleil, l'autre, dans l'hémisphère caché, et celui qui est visible tourne toujours de l'occident vers l'orient, et celui qui est invisible, de l'orient vers l'occident : le pôle austral se lève dans la *Statio rectilinea* d'Hiver, aux alentours du début du mois de Décembre, époque à laquelle le pôle boréal se couche ; à l'époque de la *Statio* d'Eté, en revanche, c'est le pôle austral qui se couche, dans la région polaire Sud-Est, aux alentours du début Juin, et que se lève, dans la région Nord-Ouest, le pôle de l'Aquilon ; et c'est ainsi que ces levers et couchers alternés des pôles en Mouvement, qui emportent les axes autour desquels tournent les Taches, prennent toujours une année. »⁹. On sait aussi la raison que voyait Scheiner pour que la révolution de l'axe du Soleil devait avoir une période annuelle, plutôt qu'une période diurne : « Le premier est un mouvement local, par lequel le Soleil, tous les vingt-sept jours environ, accomplit une seule révolution sur son propre centre, et, par l'effet de cette *conversio*, répand avec abondance tout ce qu'il renferme de lumière, tout ce qu'il renferme de *virtus radiosa*, tour à tour, à la fois sur la terre et sur l'ensemble du ciel et jusque sur chacun des astres en

⁹ « Poli super quos Maculae convertuntur sunt duo, Australis & Borealis, sibi oppositi, & motibus oppositis agitantur ; semperque alter medio anno in hemisphaerio Solis patente incedit, alter in latente, & semper manifestus ab occasu in ortum volvitur, occultus, ab ortu in occasum : australis exoritur in statione rectilinea Hyberna, circa initium mensis Decembris, quo tempore boreus occumbit ; tempore vero Stationis aestivalis occidit polus australis, in plaga polari austrina ortiva, circa initium Iunii, & exoritur in plaga septentrionali occidua Aquilonaris ; & sic mutui isti ortus atque occasus polorum Mobilium, axes circa quos rotantur Maculae deferentium, semper perennant. » (Scheiner (Christophorus), *Rosa Ursina*, Roma, 1626-1630, B. N., V.1842, p. 162, col. 2, l. 22-39).

particulier ; et que cette *circuitio* a été sans doute attachée au Soleil par le Créateur en vue, particulièrement, de la terre, paraît résulter clairement de ce qu'elle n'est pas simple, mais se compose <aussi> d'une *circumductio* annuelle de l'axe en mouvement, sur lequel s'accomplit le mouvement précédent, ce qui fait que le Soleil, aux alentours de son pôle boréal et de son pôle austral, s'incline vers la terre, le temps de six mois, puis, se relève dans la direction opposée, selon la succession de la visibilité de ses pôles et de ses axes en mouvement au-dessus de l'horizon du Soleil, et de leur occultation en dessous de cet horizon, comme il a été suffisamment démontré à partir de l'observation du Phénomène, en plus d'un endroit, et, particulièrement, dans la Théorie. / Que cette *vertiginosa libratio* due aux Cercles polaires se fasse donc aussi dans l'intérêt du globe terrestre, ne soulèvera guère, je pense, de controverse parmi les doctes. »¹⁰. On sait encore que l'idée selon laquelle l'axe de rotation d'un globe animé d'un double mouvement, l'un, de révolution, l'autre, de rotation, ne pouvait conserver un *habitus* constant sans décrire un cône autour de l'axe de révolution a inspiré la conception copernicienne de la précession des équinoxes : « Que les équinoxes et les solstices changent ainsi d'un mouvement inégal, semble être manifeste d'après ce qui précède. De ce phénomène, personne n'indiquera sans doute de cause plus adéquate, qu'une sorte de *deflexus* de l'axe de la terre et des pôles du cercle équinoxial. Cela, en effet, semble suivre de l'hypothèse du mouvement de la terre. Comme il est manifeste que le cercle qui traverse le milieu des signes demeure constamment sans changement, comme en témoignent les latitudes constantes des étoiles fixes, tandis que l'équinoxial subit un changement. Puisque, si le mouvement de l'axe de la terre s'accordait simplement et exactement avec le mouvement du centre, presque aucune avance, comme nous disions, des équinoxes et des solstices ne se présenterait. Seulement, comme ils diffèrent l'un de l'autre, d'une différence, toutefois, inégale, il fut nécessaire que les solstices et les équinoxes, à leur tour, précèdent les lieux des étoiles d'un mouvement inégal. Il se

¹⁰ « Primus est localis, quo Sol singulis vicenis septenis diebus circiter, unam circa centrum proprium revolutionem conficit, & huius conversionis beneficio, quidquid lucis, quidquid virtutis radiosae continet, successive tam in terram, quam universum caelum adeoque sidera singula abundantissime effundit ; & hanc quidem Solis circuitionem in terrae praesertim gratiam a Conditore esse Soli inditam, videtur ex hoc patere, quod ipsa non sit simplex, sed composita ex annua circumductione axis mobilis, circa quem prior motus describitur, quo fit ut Sol circa summitatem borealem, & depressionem australem, versus terram annuat sex mensium tempore, & abnuat ab eadem, vicissitudinaria polorum & axium mobilium apparitione supra horizontem solarem, & occultatione infra eundem, uti satis ostensum est ex observato Phaenomeno passim, & singulariter in Theoria. / Hanc igitur vertiginosam librationem Circellorum polarium beneficio ad utilitatem quoque molis terrenae fieri, arbitror inter peritos controversum vix iri. » (Scheiner, *op. cit.*, IV, 2, 10 ; p. 601, col. 1).

produit la même chose pour le mouvement de déclinaison, qui modifie, à son tour, d'une manière inégale, l'obliquité de l'écliptique, obliquité qu'on ferait mieux, toutefois, d'attribuer à l'équinoxial. De ce fait, il y a lieu d'entendre, en tout, deux mouvements réciproques des pôles, semblables aux librations d'une balance, puisque, dans une sphère, les pôles et les cercles sont fixes et solidaires entre eux. L'un des deux mouvements sera donc celui qui modifie l'inclinaison de ces cercles, les pôles étant ramenés vers le haut et vers le bas selon un angle d'un plan d'une section. L'autre, celui qui augmente et diminue les précessions des solstices et des équinoxes, ceci delà, le déplacement se faisant dans le sens orthogonal. Or, ces mouvements, nous les appelons librations, pour la raison que, à l'exemple d'une balance, dans deux fois deux limites, ils se font, plus rapides, au milieu, et très lents, aux alentours des extrémités... Ils diffèrent encore par leurs périodes, parce que l'inégalité des équinoxes se rétablit deux fois pendant que se rétablit une fois l'obliquité. »¹¹. Il est plus rare qu'on sache que le dénigrement galiléen de Scheiner n'est pas sans rapports avec une remarque de Tycho, au sujet de Copernic, dans une lettre à Rothmann : « Le troisième <mouvement>, une fois supprimé le mouvement annuel, s'évanouit tout seul ; ou, si tu croyais qu'il peut se maintenir en même temps que l'autre, comment, s'il te plaît, pourra-t-il arriver que l'Axe de la Terre tourne dans le sens contraire du mouvement du centre tous les ans, d'une manière si parfaitement concomitante qu'il n'en paraisse pas moins être en repos ?

¹¹ « Quod igitur aequinoctia & solstitia permutantur inaequali motu, ex his videtur esse manifestum. Cuius causam nemo forsitan meliorem afferet, quam axis terrae, & polorum circuli aequinoctialis, deflexum quendam. Id enim ex hypothesi motus terrae sequi videtur. Cum manifestum sit, circulum qui, per medium signorum est, immutabilem perpetuo manere, attestantibus id certis stellarum haerentium latitudinibus, aequinoctialem vero mutari. Quoniam si motus axis terrae simpliciter & exacte conveniret cum motu centri, nulla penitus, ut diximus, appareret aequinoctiorum conversionumque (sc. solstitiorumque) praeventio. At cum inter se differant, sed differentia inaequali, necesse fuit, etiam solsticia & aequinoctia inaequali motu praecedere loca stellarum. Eodem modo circa motum declinationis contingit, qui etiam inaequaliter permutat obliquitatem signiferi, quae tamen obliquitas rectius aequinoctiali concederetur. Quam ob causam, binos omnino polorum motus reciprocos pendentibus similes librationibus oportet intelligi, quoniam poli & circuli in sphaera sibi invicem cohaerent & consentiunt. Alius igitur motus erit, qui inclinatione permutat illorum circulorum, polis ita delatis sursum deorsumque circa angulum sectionis. Alius, qui solsticiales aequinoctialesque praecessiones auget & minuit, hinc inde, per transversum facta commotione. Hos autem motus librationes vocamus, eo quod, pendentium instar, sub binis limitibus, per eandem viam, in medio concitatiores fiunt, circa extrema, tardissimi... Differunt etiam suis revolutionibus, quod inaequalitas aequinoctiorum bis restituitur sub una obliquitatis restitutione.» (Copernicus (Nicolaus), *De Revolutionibus orbium caelestium*, Nuremberg, 1543, reproduction photomécanique, Leipzig-Johnson Reprint, 1965, B. N., 4°V.26.638, fol. 65 v°-66 r°).

Comment se fait-il encore que son Axe et son Centre soient animés de deux mouvements différents, au sein d'un même corps simple ? Pour ne rien répondre sur ce troisième mouvement, qui se produit en une journée sur son Axe. Je ne dirai pas non plus que l' enchevêtrement des librations, loin de s'accorder au déplacement des Fixes, auquel elles sont destinées, s'en éloigne grandement. Pèse tranquillement ces difficultés et d'autres semblables et, s'il se peut, résous-les dans ton loisir. »¹². Il est encore plus rare qu'on ait entrevu l'étroite relation que la théorie cassinienne de la libration entretient, jusque dans le plus petit détail du choix des vocables ou du degré d'ouverture du compas, avec ces pages de Galilée ou de Scheiner. Celui aux yeux de qui une révolution de la Terre autour de la Lune n'aurait pas produit les mêmes apparences qu'une révolution de la Lune autour de la Terre, c'est, d'une façon aveuglante, celui qui soutenait, en toutes lettres, qu'une révolution du Soleil autour de la Terre n'eût pas produit les mêmes apparences qu'une révolution de la Terre autour du Soleil. Et lorsque Cassini écrit, en 1668, écrit que *non vi sia bisogno di riconoscere come reale questo moto di Librazione della Luna di specie differente dai moti soliti circolari insieme e continui all'istesso asse, che negli altri Pianeti si osservano*, cette proposition n'est pas séparable d'une proposition selon laquelle *non vi bisogna di riconoscere come reale questo moto di Librazione del Sole di specie differente dai moti soliti circolari insieme e continui all'istesso asse, che negli altri Pianeti si osservano*. La théorie cassinienne de la libration est la vérité, au sens hegelien, à la fois, de la doctrine de Scheiner et de celle de Galilée. Si Scheiner s'est trompé en affirmant que la conservation de l'habitus de l'axe du Soleil requiert un mouvement annuel, comme s'est trompé Copernic en attribuant un mouvement à l'axe de la Terre, Galilée s'est trompé en disant qu'une révolution du Soleil autour de la Terre produit des apparences différentes de celles que produit une révolution de la Terre autour du Soleil.¹³

¹² « Tertius <motus>, sublato Annuo, per se ruit ; vel si una cum illo tibi constare posse videatur, qui, quaeso, fieri poterit, ut Axis Terrae in contrarium motui centri annuatim adeo correspondenter gyretur, ut quiescere nihilominus appareat ? Quomodo etiam Axin & Centrum duplici diversoque motu agitari datur, in corpore unico & simplici ? Ut de tertio illo circa Axem diurno superveniente, nihil replicem. Taceo quoque librationum intricaciones, nec promotioni Fixarum, cui destinantur ubique correspondentes, valde absonas esse. Haec & similia tute tecum perpende, atque, si dabitur, per oculos resolve. » (« Tycho Brahe, Clarissimo et Eruditissimo Viro D. Christophoro Rothmanno, Illustrissimi Principis Vuilhelmi Landtgravii Hassiae, &c. Mathematico eximio, Amico suo plurimum dilecto », *Tychonis Brahe Liber I Epistolarum astronomicarum*, p.155-169 ; le passage que nous citons se trouve p. 167 de l'édition princeps, commencée d'imprimer à Uraniburg, ex officina typographica Auctoris, achevée d'imprimer, à Francfort, en 1610).

¹³ A notre connaissance, le premier à avoir aperçu l'erreur de Galilée a été Ismael Boulliau, dans une lettre à Hevelius du 11 décembre 1648 : « Quod porro supponis p. 81. ex motu polorum Solis oriri

Dans ces conditions, l'on doit s'interroger sur les raisons qui auraient pu faire que le cas de la Lune fût, au contraire, un cas d'exception. Or, dans les conditions des débuts de l'observation télescopique, une telle raison n'est pas difficile à trouver. Ce qui fait de la Lune un cas d'exception, c'est, là, encore, quelque chose qui a à voir avec ce qu'on croit être son « axe ». Et si nous mettons, à ce mot, des guillemets, c'est parce qu'on a pu entendre, sous ce nom, vers le milieu du dix-septième siècle, des choses assez différentes les unes des autres, et qui ne correspondent que très approximativement à ce que nous croyons être l'axe de la rotation de la Lune. Dans le cas des « autres planètes », l'observation a révélé, depuis 1610, qu'elles accomplissent, généralement, une rotation sur un axe qui semble observer une direction plus ou moins constante à l'égard de la sphère des fixes. Avec une rigueur qui force l'admiration, la question a été posée de savoir si ce modèle peut s'appliquer au cas de la Lune : il s'agit de la première des deux théories du mouvement de la Lune contenues dans l'*Astronomia Philolaïca* d'Ismael Boulliau (1645).

La première théorie de la libration de la Lune de l'*Astronomia Philolaïca* admet (a) que « l' » axe du corps lunaire (entendons, une droite menée par le centre du globe lunaire, parallèlement à l'axe de l'orbite lunaire) demeure constamment parallèle à lui-même, *i. e.* conserve sa direction initiale, au cours d'une révolution draconitique de la Lune ; (b) qu'aux fins d'oblitérer l'apparence, qui devait

curvilineam macularum viam, haud admitti debet : &, quaeso, rem propius inspicere : deprehendes, solam inclinationem axis Solis ad planum Orbis annui id efficere. Quodsi motum Polorum supponas, in aliquod incommodum incidet... Galilaeus etiam Dialogo III. pag. 345. istum motum Polorum tribuit Soli, ut terra existente immobili, motum macularum salvent, qui terram immobilem contendunt; verum frustra. In *Astronomia Philolaïca*, adversus hunc motum Polorum Solis demonstrationem inserere volueram, sed ab amicis rogatus sum, ut illam obmitterem, ne tanti viri famae detrahere velle viderer. » Traduction : « Ensuite, ce que tu laisses entendre, page 81, que la route en ligne courbe des taches provient d'un mouvement des pôles du Soleil, est totalement irrecevable ; et, je t'en prie, examine la question de plus près : tu trouveras que ce phénomène dépend de la simple inclinaison de l'axe du Soleil à l'égard du plan de l'Orbe annuel. En laissant entendre un mouvement de ses Pôles, tu tomberas dans une sorte d'incongruité... Galilée, dans son *Dialogue*, Troisième Journée, page 345, attribue, lui aussi, au Soleil ce mouvement des Pôles, afin qu'expliquent, si la terre demeurerait immobile, le mouvement des taches ceux qui prétendent que la terre est immobile, mais c'était inutile. Dans l'*Astronomia Philolaïca*, j'avais voulu introduire une démonstration à l'encontre de ce mouvement des Pôles du Soleil, mais j'ai été sollicité par mes amis de la laisser de côté, de peur de paraître vouloir porter atteinte à la réputation d'un si grand homme. » Cette lettre existe en trois exemplaires à la Bibliothèque Nationale : Collection Boulliau, t. XXV, ms. fr. 13.043, fol. 10°-14° ; Correspondance de Hevelius, ms. lat. 10.347 ; ms. fr., nouvelles acq. 5.856. Le passage que nous citons se trouve en fr. 13.043, fol. 13° r°-v° et en fr. n. acq. 5.856, fol. 17° v°.

nécessairement résulter de ces conditions, d'une révolution du globe lunaire sur lui-même, dans le sens rétrograde, soit, rapportée à la face de la Lune tournée vers la Terre, d'occident en orient, la Lune présente une rotation de sens direct, soit, rapportée à la face tournée vers la Terre, d'orient en occident, ayant une période égale à celle de l'apparence qu'elle a pour effet d'oblitérer, soit, la période de la révolution draconitique de la Lune (27 j. et 6 h.).¹⁴ L'égalité des périodes la fait rejeter par Boulliau, qui se souvient du sophisme de Salviati dans la *Terza Giornata* : « Soit *LIM*, l'écliptique, *FEH*, la Terre. Soit *FH*, l'axe sur lequel la Terre accomplit sa révolution en une journée. Soit *NOP*, l'orbite de la Lune. Supposons que la Lune occupe une position telle, qu'on peut prendre l'un des diamètres de son corps comme étant l'axe *BC*, dont on demande qu'il conserve une direction parallèle à l'axe de la Terre *FH*. Il doit nécessairement se produire l'une des deux conséquences suivantes. Ou bien, que la face de la Lune change, ou bien, qu'à chaque révolution périodique, le disque de la Lune tourne sur lui-même de façon à ce qu'elle présente constamment la même face vers la Terre. / Le premier point se démontre comme suit. Lorsque la Lune sera en *N*, tandis que l'axe *BC* conservera <sa direction> à l'égard de l'axe *FH* de la Terre, puisque le corps de la Lune ne tourne pas sur lui-même, seront vues par les habitants de la Terre les parties *ASC*. En revanche, lorsque la Lune se sera déplacée de *N* jusqu'à *O*, tout en conservant, pendant ce temps-là, la direction de son axe *BC*, alors les parties *BASC*, qui, lorsque la Lune se trouvait en *N*, étaient tournées vers la Terre, sont cachées derrière l'opacité de la Lune, cependant que se voient les parties *BVDC*. Seulement, une semblable apparence ne s'est présentée en aucun endroit. Il y a donc lieu de supposer que, si l'axe de la Lune conserve une direction déterminée à l'égard de l'axe de la terre, la Lune accomplit, autour de ce dernier axe, une révolution de façon à ce que, si le centre de la Lune se déplace en longitude le long du Zodiaque, elle accomplit elle-même une révolution sur son axe en formant des angles égaux en des temps égaux. / Supposons, en effet, que la Lune se trouve, à nouveau, en *N* et qu'on voie, toujours, ce même hémisphère *ASC*. Une fois que la Lune sera parvenue en *O* et aura accompli la moitié d'un cercle, il faut que *ASC* ait accompli, à son tour, sur l'axe, la moitié d'un cercle et soit parvenu du côté de

¹⁴ La première théorie de l'*Astronomia Philolaïca* ne diffère donc de la théorie classique que sur un seul point, savoir, qu'elle suppose que la rotation de la Lune s'accomplit dans le plan de l'orbite lunaire. L'auteur semble hésiter quant aux systèmes des coordonnées dans lesquelles s'inscrit l'apparence d'une libration, entre le plan de l'écliptique et celui de l'orbite lunaire : « Motus autem ille reciprocationis corporis Lunaris fit circa axem super Zodiaco ad angulos rectos posit<um>, aut grad<ibus> 5 tantummodo inclinat<um> ; neque relationem aliquam habet ad axem terrae. » (Boulliau (Ismael), *Astronomia Philolaïca*, Paris 1645, p. 179).

BVD<C> pour que les mêmes côtés se tournent vers la terre. Or, que les choses se passent ainsi, on aura du mal à le croire quand on sait que la Nature procède toujours par les chemins les plus courts et ne produit jamais un effet grâce à des causes multiples, s'il peut se produire d'une manière simple. / La démonstration aboutira au même, si l'on prenait pour axe de la Lune *AD*, en lui supposant toujours la même inclinaison à l'égard de l'axe *FH* de la terre, ou en le supposant parallèle à l'axe *EQ*. En effet, lorsque la Lune se sera déplacée de *N* en *O*, l'axe *AD* aurait dû, pendant ce temps, se tourner lui aussi vers la terre et le côté *ASD*, rejoindre le côté *AVD* pour que les habitants de la terre voient le même visage de la Lune. Seulement, dans ce dernier cas, chose qui va à l'encontre de l'hypothèse, l'inclinaison de l'axe de la Lune *AD*, à l'égard de l'axe de la terre *FH*, se trouve changée, puisque, dans le cercle *NOP*, lorsque l'axe se trouve en *O*, le point *A* de l'axe *AD* a subi une révolution. Pour cette même raison, on ne saurait invoquer la moindre direction constante. ».¹⁵

La seconde théorie de la libration de l'*Astronomia Philolaïca* consiste à supposer que le globe lunaire est privé de rotation, et qu'en revanche, « l' » axe de la Lune, au sens défini précédemment, au lieu de conserver sa direction initiale et de demeurer constamment parallèle à lui-même, est animé d'un mouvement comparable à la précession de l'axe terrestre, qui lui fait décrire une surface conique « autour » de « l'axe » de l'écliptique (plus exactement, d'une droite menée,

¹⁵ « Sit orbis annuus *LIM*. Terra *FEH*. Axis circa quem quotidie terra revolvitur sit *FH*. Sit orbita Lunae *NOP*. Ita sit imperatus Lunae situs, ut aliqua in eius corpore diameter statuatur axis *BC*, qui directionem parallelam ad axem terrae *FH* servare debeat. Alterutrum contingat necesse est. Aut Lunae faciem immutari ; aut per singulas Periodicas revolutiones discum Lunae ita converti, ut eandem semper faciem terris ipsa ostendat. /Primum sic demonstratur. Quando Luna fuerit in *N*, & axis *BC* servabit ad axem terrae *FH* non converso corpore Lunae videbuntur ab incolis terra partes *ASC*. Sed Luna progressa ab *N*, in *O*, et observans interim directionem axis *BC*, tunc partes *BASC*, quae, Luna posita in *N*, terrae obversae erant, post Lunae soliditatem latent & cernuntur partes *BVDC*. Tale vero phaenomenon nusquam apparuit. Statuendum itaque est, si axis Lunae aliquam directionem cum axe terrae servat, Luna circum illum <axem> his legibus revolvi, ut per Zodiacum centrum eius moveatur in longitudinem, & revolvatur super axe suo angulis semper aequalibus. /Sit enim iterum Luna in *N*, & idem hemisphaerium semper cernatur *ASC*, quando Luna venerit in *O*, & semicirculum confecerit, oportet etiam *ASC* circa axem semicirculum confecisse, & pervenisse ad partes *BVD<C>*, ut terrae sese sistant eadem partes. Hoc autem fieri vix admittet ille, qui Naturam per lineas brevissimas operari noverit, & nihil unquam pluribus efficere, quae compendio fieri possunt. / Idem demonstrabitur, si *AD* statuatur axis ille Lunae, qui eodem modo semper inclinatus ad axem terrae *FH* perduret, aut ad axem *EQ* parallelus. Nam quando Luna ab *N* venerit ad *O*, tunc & axis *AD* debuit converti versus terram, & partes *ASD* venisse ad partes *AVD*, ut ab incolis eadem facies Lunae cernatur. Sed posteriori hoc casu contra hypothesim mutatur inclinatio axis Lunae *AD*, ad axem terrae *FH*, intra circulum *NOP* converso puncto *A* axis *AD* in *O* positi. Propterea & nulla directio intelligi potest. (Boulliau, *op. cit.*, p. 178-179 ; cf. fig. 7).

par le centre du globe lunaire, perpendiculairement au plan de l'écliptique) en l'espace d'une révolution draconitique de la Lune. Si la Lune ne tourne pas sur elle-même, aux yeux d'un observateur terrestre, c'est toujours, comme pour Kepler ou Galilée, parce qu'elle ne possède pas de rotation, mais si elle présente une libration, c'est en raison de ce mouvement de « son » axe.

C'est dans ces conditions que Boulliau retient la nature physique de la libration. Cette « libration » résultant d'un mouvement par lequel « l' » axe de la Lune engendre une surface conique « autour » de l'axe de l'écliptique, ne saurait être, dans ces textes de 1645, que la libration en latitude. La libration en longitude n'est encore, à cette date, rien d'autre, dans l'esprit de Boulliau, qu'un effet secondaire de la libration en latitude.¹⁶ C'est à partir de 1648 seulement que les observations conduiront Boulliau à dissocier la libration en longitude de la libration en latitude.¹⁷ Cette dissociation s'appuie sur le fait que la libration en

¹⁶ On sait que « l'axe » de la libration en longitude est, à son tour, soumis à la libration en latitude. Cet « axe » de la libration en longitude deviendra, dans la théorie classique, l'axe de la rotation de la Lune. Cf. les termes de la lettre de Boulliau à Hevelius du 23 juillet 1655, ainsi que note 21.

¹⁷ Lettre de Boulliau à Hevelius du 18 avril 1650, B. N., mss fr. 13.043, fol. 23° r° : « De libratione corporis Lunarum ad te iam scripsi me aliquid deprehendisse, quod cum observationibus coniunctum, quae revolutionis periodum manifestam faciunt, causam eius physicam retegat, et brevi retractare calculum mihi propositum est. » (Traduction : « Quant à la libration du corps de la Lune, je t'écrivais déjà que j'avais fait une découverte, propre, si on la rapproche d'observations qui dégagent la période avec laquelle elle s'accomplit, à révéler qu'elle a une raison physique, et j'ai l'intention, prochainement, d'en refaire le calcul. »), allusion à la lettre du 7 janvier 1650 (B. N., mss fr. 13.043, fol. 16°-17°) : « Pergo caeterum singulis mensibus, quando per serenitatem licet, Lunae librationem observare, & in mentem quaedam *έννοια* mihi venit, qua revolutionem illam reperire me posse illiusque Periodum bene sperare iubeor. Non in uno Zodiaci puncto stat illius Librationis principium, sed secundum seriem signorum temporis lapsu fertur. » (Traduction : « Puis, je continue, chaque mois, quand le temps le permet, à observer la libration de la Lune, et il y a une *έννοια* qui s'est présentée devant mon esprit, qui me donne bon espoir de pouvoir établir ce mouvement de révolution, ainsi que sa Période. Le point de départ de cette Libration n'est pas fixe en un point déterminé du Zodiaque, mais il se déplace, avec le temps, suivant l'ordre des signes. »). Or, le 11 décembre 1648, Boulliau écrivait à Hevelius : « Ad librationem Lunae quod attinet, ante quinque aut sex annos, maxima Caspiae, tuo vero loquendi more Paludis Mœotidis, ab occidentali Lunae margine distantia contigit in signo Cancrī, minima vero in Capricorno ; idque nobis ambobus observatum est. At hocce anno Martii die 30. hor<is> 8. Luna in 25. grad<ibus> II existente, Palus Mœotis limbo Lunae fuit vicinissima. Deinde Iulii die 22 post occasum Solis, Luna in (signo Virgine) grad<ibus> 2. existente, Palus illa Mœotis vicina valde adhuc erat limbo occiduo. Die vero 24., circa principium (signi Librae) posita Luna, sensibiliter macula illa a margine recesserat. Augusti vero sequentis die 26. Hor<is> 8., dum Luna percurrerat (signum Sagittarium) g<radum> 21., tunc maxime aberat Palus Mœotis a limbo, ita ut nondum mihi constet της ταλαντωσεως της σεληνης ανελιγμα κατα το ακριβες. Si invigilaverimus, non despero, quin tandem adsequamur optatum illum, quem quaerimus, terminum. » (B. N., ms fr., 13.043, fol. 12° v° et ms fr. nouvelles acquisitions 5.856, fol. 17° ; traduction : « Pour ce qui est de la

longitude présente une inégalité de huit ans, qui autorise à lui reconnaître une période égale à celle de la révolution anomalistique de la Lune, période de la révolution sidérale augmentée du mouvement mensuel direct des apsides, tandis que la libration en latitude présente une période égale à celle de la révolution draconitique (période de la révolution sidérale, diminuée du mouvement mensuel rétrograde des nœuds). La découverte de l'inégalité des périodes des deux librations a pour effet de « falsifier » la théorie de l'*Astronomia philolaïca*, qui repose uniquement sur la considération du mouvement supposé de « l' » axe de la Lune. C'est toujours dans ce même contexte que se situent les termes d'une lettre de Boulliau à Alfonso Antonini du 30 juin 1646.¹⁸ Après avoir souligné que la quantité de la parallaxe lunaire ne saurait rendre compte de la libration en longitude,¹⁹ Boulliau critique l'idée suivant laquelle « l' » axe de la Lune conserve

libration de la Lune, il y a cinq ou six ans, le plus grand éloignement de la *Caspia* <Macula>, soit, suivant ta façon de t'exprimer, de la *Palus Mæotis*, par rapport à la bordure occidentale de la Lune, se produisait dans le signe du Cancer, et le plus petit, dans le Capricorne ; et nous l'avons tous les deux observé. En revanche, cette année, le trente Mars, à huit heures, alors que la Lune se trouvait dans le vingt-cinquième degré des Gémeaux, la *Palus Mæotis* était tout près du bord de la Lune. Puis, le vingt-deux juillet, après le coucher du Soleil, alors que la Lune se trouvait dans le deuxième degré de la Vierge, la même *Palus Mæotis* se trouvait toujours tout près du bord occidental. Or, le vingt-quatre, la Lune étant aux alentours du début de la Balance, la même tache s'était nettement éloignée de la bordure. Et, le vingt-six du mois d'Août suivant, à huit heures, pendant que la Lune traversait le vingt et unième degré du Sagittaire, la *Palus Mæotis* se trouvait à sa plus grande distance du bord, si bien que n'est toujours pas établi à mes yeux της ταλαντωσεως της σεληνης ανελιγμα κατα το ακριβες. En y passant nos nuits, j'ai bon espoir que nous finissons par embrasser le cycle tant attendu que nous recherchons. »). L'έννοια est donc l'idée du mouvement des *termini libratorii*, idée qui contient en germe la découverte de la période anomalistique d'une partie de la libration et, par suite, celle de la dissociation de la libration en libration en longitude et libration en latitude. Sur la découverte des périodes des librations, les remarques de Hevelius, dans l'*Epistola de Motu Lunae libratorio* et aussi la lettre de Boulliau à Cassini du 30 janvier 1654 (B. N., Réserve des Imprimés, recueil factice coté V. 238).

¹⁸ Une copie, contenue dans le tome XIX des manuscrits de Boulliau, B. N., mss fr. 13.037, de la lettre de Galilée à Alfonso Antonini du 20 février 1638 est une copie qui fut transmise par le destinataire le 17 juin 1646, comme montre la lettre d'Alfonso Antonini à Boulliau portant cette date, B. N., mss fr. 13.037, fol. 138° : « Mi è capitata alle mani una Lettera scrittami dal signor Galileo nell'ultimo periodo della sua vita, e dopo la fine della sua vista, nella quale mi da parto della sua ultima osservazione delle cose celesti fatta intorno alla Luna, dalla quale mi par di comprendere che quel moto libratorio nominato da quel suo, non sia veramente moto, anzi stabilità con la quale essa Luna, senza haver in se stessa inclinazione o titubatione alcuna, riguardi sempre la Terra con l'istessa parte della sua faccia. ».

¹⁹ « Ad diurnum quod attinet Antonino respondi, et demonstravi, vix centesimam sexagesimam octavam semiperipheriae partem faciei Lunaris ex sideris parallaxi immutari, ita ut vix sensibilis illa differentiola etiam Telescopio evadat. Postquam vero Florentiam eodem anno profectus sum, hac de re cum Evangelista Torricello & R. Patre Vincentio Reinerio Genuensi, in Pisarum Academia Matheseos lectore, coram Magno Duce disserui, & animadverti viros illos de motu Lunae reciproco seu libratorio

constamment la même direction en ces termes : « En dehors des parallaxes, il prend aussi en considération le lieu qu'occupe la Lune dans son orbite à elle, orbite qui présente une inclinaison à l'égard de l'écliptique, par l'effet de laquelle, lorsqu'elle accomplit ses révolutions périodiques, elle s'écarte, en latitude, tantôt, vers le Nord, tantôt, vers le Sud. Sur la base de ces fondements, le grand homme formulait une conjecture suivant laquelle la face de la Lune, à l'égard de nous, habitants de la Terre, subirait, jusqu'à un certain point, un changement. Et, cependant qu'il formule ces réflexions, voici qu'il remarque, dans le disque de la Lune, un mouvement d'une façon telle qu'une assez grande tache, qui se trouve à l'ouest, donnerait l'impression, à certains moments, en étant très près du bord occidental, d'effleurer ce dernier, et, au bout de quelques jours, de s'en être éloignée d'une distance telle que l'espace qui sépare la limite extrême de cette tache du bord de la Lune elle-même peut contenir la tache tout entière. S'appuyant sur ces données, Galilée se fait fort, en quoi il a parfaitement raison, de pouvoir appréhender le changement qui se produit dans la face de la Lune ; et il dénomme cette modification dans le disque de la Lune « titubation », recourant, ainsi, à un vocable utilisé par les Alphonsins, modification que nous désignons, quant à nous, du terme de libration du corps de la Lune au Livre III de notre *Astronomia Philolaïca*, Chapitre XIII, où nous faisons également observer que ce très grand homme avait fait allusion, à l'occasion, dans ses *Dialogues sur le Système du monde*, à cette modification dans la face de la Lune et avait attiré sur elle l'attention du lecteur. Je ne saurais, toutefois, être d'accord avec lui lorsqu'il soutient, dans les

dubitare, sensum Galilaei omnino non percepisse, huiusque phaenomeni causam in parallaxes reicere velle. Astronomiam Philolaïcam iam legerant, in qua eiusmodi motum menstruum fere esse, aut a periodico non longe differre ostendi ; ut diligentius Lunam inspicerent rogavi, ac constanter negavi a Lunae parallaxibus hoc phaenomenon oriri. » (Boulliau à Hevelius, 11 décembre 1648, B. N., ms fr.13.043, fol. 13° r° et ms fr. nouvelles acquisitions 5.856, fol. 17 r°-v° ; traduction : « Pour ce qui est du <mouvement> diurne, j'ai répondu à Antonini, et je lui ai démontré, qu'à peine un cent soixante-huitième d'une demi-circonférence du disque de la Lune subissait un changement par l'effet de la parallaxe de cet astre, si bien qu'à peine sensible, cette infime différence échappait même à un Télescope. Et, après mon départ pour Florence, la même année, j'ai abordé le sujet devant Evangelista Torricelli et devant le R. P. Vincenzo Renieri, Génois, Professeur de Mathématiques à l'Université de Pise, en présence du Grand-Duc, et je me suis aperçu que ces personnes s'interrogeaient sur le mouvement réciproque, ou libratoire, de la Lune, qu'ils n'avaient, du tout, saisi ce que voulait dire Galilée et se contentaient de ramener l'origine du phénomène à une question de parallaxes. Ils avaient déjà lu l'*Astronomia Philolaïca*, où je démontrerais que son mouvement était, plus ou moins, d'un mois, ou, du moins, ne présentait pas une grande différence par rapport au mouvement périodique ; je leur recommandai d'observer la Lune plus d'une manière plus attentive et j'ai fermement soutenu que des parallaxes ne pouvaient produire un tel phénomène. »). Ce texte laisse penser que Boulliau critique Torricelli et Renieri pour n'avoir pas admis la nature physique de la libration.

Dialogues, que cette libration ou titubation se produit d'une manière telle que la Lune conserve une direction déterminée à l'égard de l'axe de la Terre. Si l'on envisage les choses correctement, on s'apercevra, en effet, que la face de la Lune ne conserve nullement une direction fixe à l'égard de la terre, dès lors que s'y faufile cette fameuse modification dans le visage de la Lune ; et l'on a l'impression qu'on tombe dans une contradiction, si, une fois admise cette libration, on ajoute, ensuite, cette direction fixe. Sans doute, s'il se conservait toujours une disposition constante et immuable du visage de la Lune, on ne saurait entendre d'autre direction du corps de la Lune à l'égard du corps de la terre que celle par l'effet de laquelle une seule et même quantité de la surface du sol lunaire fût toujours présentée vers la Terre. Je pense, Monsieur, que vous vous rangerez à notre opinion, après avoir observé la Lune au télescope, pendant la durée d'un trimestre. Vous constaterez que cette libration du corps de la Lune accomplit sa révolution en l'espace de vingt-sept jours, plus vingt heures. Il s'agit, là, de celle dont Galilée pensait qu'elle était mensuelle et qu'il a observée comme telle, et c'est la raison pour laquelle on peut facilement conclure qu'il n'y a pas du tout d'équilibre du visage de la Lune aux yeux des habitants de la Terre, sans qu'il y ait, pour autant, de modification globale de la face de la Lune. ».²⁰

²⁰ « Praeter parallaxes considerat etiam situm Lunae in orbita propria ad planum Zodiaci inclinata, per quam Periodos suos absolvendo in latitudinem, modo Boream, modo Austrinam, excurrit. Ex illis coniciebat vir ille magnus Lunae faciem respectu nostri terram incolentium aliquatenus immutatum iri. Dum vero de hoc cogitat, ecce in Lunae disco notat motum eiusmodi, ut macula occidentalis grandior aliquando margini occiduo vicinissima ipsum stringere videretur, post aliquot vero dies ab eo recessisse tanto spatio, ut inter maculae illius limbum, et ipsius Lunae marginem tota macula intercipi possit. Hoc adminiculatus Galileus asserit, quod etiam verissimum est, faciei Lunae mutationem se adsequi posse; appellat autem hanc disci Lunae variationem titubationem, Alphonsinorum verbo usus, quam nos librationem corporis Lunaris nominamus libro 3. Astronomiae nostrae Philolaicae cap.13., ubi etiam adnotavimus summum illum virum in Dialogis suis de Systemate mundi obiter de illa Lunaris faciei variatione verba fecisse lectoremque monuisse. Verumtamen non adsentior illi in Dialogis asserenti, hanc librationem vel titubationem ideo contingere, ut Luna directionem quandam servet ad axem terrae. Bene quippe consideranti patebit, nullam directionem observare Lunae faciem respectu terrae, cum se insinuet illa variatio vultus Lunaris ; & videtur contradicentia asserere, qui, hac libratione posita, directionem deinceps adstruit. Certe si constans ac perpetuus tenor perduraret vultus Lunaris, alia directio intelligi nequiret corporis ipsius ad terrae corpus, praeter illam, qua una et eadem superficies Lunae terrae semper ostenderetur. Spero, vir illustrissime, te in nostram sententiam concessurum, si per trimestre tempus telescopio Lunam observaveris. Videbis 27. dierum & 20 horarum insuper spatio librationem illam corporis Lunaris periodum suum absolvere. Illa est quam menstruam sensit et notavit Galileus, & propterea colligere promptum erit, nullam esse stabilitatem vultus Lunaris respectu incolarum terrae, quamvis ex toto non varietur eius facies. » (B. N., ms fr. 13.037, fol. 146 r^o-v^o). Cf. la conclusion de cette lettre : « Ut huic rudi epistolae finem imponam, repetam iterum quae dixi in superioribus : nullam esse faciei Lunae respectu terrae immutabilitatem,

Dernière version de la théorie de Boulliau, dans une lettre à Hevelius, du 23 juillet 1655, accusant réception de l'*Epistola de Motu Lunae libratorio* :

« Nous reconnaissons, ainsi, qu'est parfaitement exact le résultat que tu as trouvé par une suite ininterrompue d'observations <et> que j'ai également établi par moi-même. A savoir que, lorsqu'<au cours de sa révolution>, la Lune se trouve, une première fois, dans une valeur de son anomalie intermédiaire <entre l'apogée et le périgée>, c'est-à-dire, dans le quartier qui suit l'Apogée dans l'ordre des signes, la *Palus Mæotis* est très voisine de la circonférence occidentale de la Lune, tandis que la <Palus> *Mareotis* est à une très grande distance de la circonférence orientale. A l'inverse, <lorsqu'elle se trouve>, une seconde fois, dans une valeur de son anomalie intermédiaire, c'est-à-dire, dans le quartier qui suit le Périgée dans l'ordre des signes, la *Palus Mæotis*, disions-nous, s'éloigne le plus possible du bord occidental, tandis que la *Palus Mareotis* se rapproche, le plus près possible, de son bord oriental. En revanche, lorsque la Lune se trouve dans l'Apogée ou dans le Périgée, chacune des deux taches est à une distance moyenne. Que le mouvement de la libration se conforme à cette loi avec une très grande régularité sera évident pour tous ceux qui observeront la Lune par leurs propres moyens et avec leurs propres yeux. Et voilà quelle est la libration du corps de la Lune en longitude, d'occident en orient, et réciproquement. / Il est également établi avec la plus grande certitude que les parties Nord de la Lune s'approchent, de la bordure de la Lune, tantôt, plus, et, tantôt, moins, et, que, dans la même mesure, les parties Sud, lorsque les précédentes s'écartent du bord, s'en rapprochent et, inversement, lorsqu'elles s'en approchent, s'en éloignent. Et, ce, suivant la raison de la latitude

sed ex parte ipsam variari ; propterea nullam directionem axis alicuius aut superficiei corporis Lunaris respectu terrae statui posse. Nullam, ex iis, quae proxime demonstravimus, diurnam variationem vultus Lunae ratione parallaxeos, sed solummodo menstruam cerni. » (ibidem, fol. 147 r° ; traduction : « Pour terminer cette lettre difficile, je répéterai, encore une fois, ce que je disais plus haut : qu'il est faux de dire que la face de la Lune ne change pas par rapport à la Terre, et qu'elle présente, au contraire, une modification partielle ; que, de ce fait, on ne saurait conclure à la moindre <conservation d'une> direction <constante> du moindre axe, ni de la surface, du corps de la Lune par rapport à la Terre. Que ce que nous démontrions en dernier lieu n'autorise pas l'observation de la moindre modification diurne dans le visage de la Lune, mais, seulement, d'une modification mensuelle. »). Boulliau sera moins sûr de lui, dans une lettre à Hevelius du 23 juillet 1655, après avoir pris connaissance de l'*Epistula de Motu Lunae libratorio* de 1654. Mais, en l'absence d'aucun document, rien ne nous autorise à considérer qu'il ait vraiment repris à son compte, en cette occasion, l'idée d'une direction constante de l'axe de la Lune (voir, sur ce point, le texte traduit à la note suivante), ce qui l'eût conduit à admettre la rotation de la Lune, suivant une inférence, à partir du texte de Hevelius de 1654, que nous supposerons avoir été, quelques années plus tard, celle de Cassini, mais que refusait explicitement, en 1645, l'*Astronomia Philolaïca*.

de la Lune, comme, là encore, tu as parfaitement remarqué. / De toute évidence, le mouvement de la libration en longitude a, pour pôles, certains points fixes du corps de la Lune, puisque nous constatons que la *Palus Mæotis* et la *Palus Maræotis* se déplacent, toutes les deux, de l'occident vers l'orient, dans le sens de l'orbite de la Lune, et inversement, d'une manière parfaitement régulière et que leur distance à la bordure ne subit, pour les plus grandes valeurs de la libration, qu'une modification extrêmement limitée. Toutefois, ces pôles présentent aussi un mouvement de libration, proportionnel, lui, au mouvement de la Lune en latitude, ainsi que démontre très clairement la modification que subit, sous forme de phases, le bord Nord de la Lune, ainsi que le bord Sud qui lui est contraire. En admettant, donc, par hypothèse, que le pôle Nord soit constamment tourné vers nous, dans ce cas, chaque fois que la Lune sera dans sa limite Nord, il sera, en cette occasion, soulevé le moins possible au-dessus de l'horizon qui circonscrit l'hémisphère tourné vers nous et il sera le plus près possible du bord du côté des *Montes Hyperborei*. En revanche, lorsque la Lune s'éloigne de sa limite Nord, le pôle Nord s'élève au-dessus de l'hémisphère qui se présente à nous et s'écarte de la bordure Nord. Je dis bien, par hypothèse, car il pourrait se faire que ce pôle Nord demeure constamment caché, ou, encore, que, tantôt, il se dérobe et, tantôt, apparaisse. Mais, pour dire ce que je crois vraiment, je pense que les pôles ne sont jamais à une grande distance du bord de la Lune, puisque la ligne des librations en longitude passe presque constamment par le centre du disque de la Lune. Et telle est mon opinion, que ces pôles de la libration en longitude sont placés dans l'horizon du disque, lorsque la Lune se rencontre dans les nœuds, que le pôle Nord se dérobe à nous, lorsque la Lune passe, du nœud ascendant, au nœud descendant qui lui est contraire, cependant qu'est visible le pôle Sud. Ce dernier, dis-je, demeure caché, cependant que se montre le pôle Nord, le temps que la Lune parcourt le demi-cercle qui sépare le nœud descendant du nœud contraire. / (...) Ton hypothèse conduit encore à conclure, sauf erreur, que l'axe de la libration en longitude fait constamment le même angle avec le plan de l'*orbis annuus* et que, par conséquent, il conserve, à son égard, une même direction. Raison pour laquelle l'angle dont le plan de l'orbite de la Lune demeure élevé sur le plan du Zodiaque sera toujours le même que l'angle dont le point G s'écarte du point E, c'est-à-dire, l'angle EBG. (...) Que, par suite, la libration de ces pôles s'accomplisse dans un plan qui demeure constamment le même, en décrivant, donc, une partie de la circonférence d'un grand cercle, cela me semble tout à fait vraisemblable ; dans le cas contraire, en effet, la disposition des taches de la Lune à l'égard du plan de son

orbite s'en trouverait grandement changée, chose que nous ne voyons pas se produire. ».²¹ Cette référence à un plan dans lequel s'accomplit la libration fait évidemment penser au *De Motu octavae Sphaerae* du Pseudo-Thâbit, chez qui la révolution des équinoxes mobiles autour des équinoxes moyens s'accomplit dans un plan fixe. Toutefois, chez le Pseudo-Thâbit, les équinoxes mobiles décrivent des petits cercles, non des grands cercles, de façon à engendrer, par leurs révolutions, le mouvement dit d'accès et de recès. On peut donc, pour finir, être sensible à cette réminiscence où s'opposent, après tant de siècles, dans le souvenir de Boulliau, les deux modèles principaux dans lesquels l'ancienne astronomie pensait le

²¹ « Asserimus itaque verissimum esse quod continuis observationibus deprehendisti, ipse quoque rep<p>eri. In primis nempe anomaliae longitudinis mediis existente Lunae, hoc est in quadrante ab Apogæo secundum seriem signorum, Paludem Mœotidem limbo Lunae occidentali proximam esse, Mareotidem vero ab orientali longissime abesse. In secundis vero anomaliae longitudinibus mediis, hoc est quadrante a Perigæo secundum seriem signorum, Paludem Mœotidem maxime ab ora occidua discedere ; Mareotidem vero ad orientalem proxime accedere. In apogæo vero ac perigæo existente Luna, utraque macula in intermediis existunt distantibus. Hancque legem librationis motum constantissime observare omnibus patebit, qui suapse industria ac propriis oculis Lunam intuebuntur. Et talis est libratio corporis Lunaris secundum longitudinem ab occasu in ortum et vicissim. / Certissimum etiam est partes Lunae boreales aliquando propius margini Lunae admoventi, aliquando vero minus, eademque proportione australes, illisque ab ora recedentibus accedere, vicissimque illis admotis elongari. Idque pro ratione latitudinis Lunae, ut recte etiam adnotasti. / Habet equidem motus librationis longitudinis polos suos fixos puncta determinata corporis Lunaris, quod utramque paludem Mœotidem & Maræotidem ab occasu in ortum, respectu orbitae Lunae, vicissimque, constantissime ferri videamus, parvaeque admodum differentia ipsarum a marginibus distantias variare in librationis terminis. At Poli isti motu etiam librantur motui latitudinis Lunae etiam commensurabili, ut clarissime ostendit variatio illa phasium limborum Lunae borealis, et oppositi austrini. Si polus itaque boreus ex hypothesi nobis semper obversus est, quando Luna in limite boreo fuerit, tunc supra Lunae hemisphaerii nobis obversi horizontem minimum attolletur, eritque limbo ad montes hyperboreos vicinissimus. Discedente vero Luna a boreo limite, attollitur polus boreus supra hæmispherium nobis visibile, & a margine boreali recedit. Dixi autem, ex hypothesi, nam fieri potest, ut polus ille boreus semper lateat, vel quandoque abscondatur, quandoque emergat. Ut autem quod sentio dicam, a limbo Lunae numquam multum distare polos credo, cum linea librationum longitudinis per disci Lunae centrum fere semper transeat. In eaque sum opinione, polos illos librationis longitudinis in disci horizonte stare, dum Luna in nodis versatur, boreum vero nobis abscondi, Luna a nodo ascendente ad oppositum descendente currente, australemque cerni. Hunc vero latere, boreumque extare, Luna semicirculum peragrante a nodo descendente ad oppositum. / (...) Ex tua hypothesi hoc etiam, nisi fallor, colligendum est, axem librationis longitudinis ad planum orbis annui cum orbis annui plano eundem semper facere angulum, et propterea eandem ad ipsum directionem observare. Quapropter idem erit angulus elevationis plani orbitae Lunae supra planum Zodiaci, ac digressionis puncti g ab e puncto id est angulus eBg. (...) Librationem porro illorum polorum secundum idem planum fieri, descripta scilicet maximi circuli peripheriae portione, valde mihi verisimile videtur ; alias enim situs macularum Lunae respectu plani orbitae valde mutaretur, quod accidere non videmus. » (B. N., mss fr. 13.043, fol. 61 v^o-62 v^o ; cf. fig. 8).

mouvement de la sphère des fixes, celui de la précession ptoléméenne, et celui de la libration des fixes.

Période anomalistique de la libration en longitude sur un axe perpendiculaire au plan de l'écliptique, soumis, à son tour, à une libration en latitude de période draconitique : ce texte reprend l'essentiel des conclusions de l'*Epistola de Motu Lunæ libratorio*. La référence à une direction constante de l'axe de la libration en longitude fait problème. L'auteur envisage explicitement cet axe comme possédant des pôles qui sont fixes à la surface du globe lunaire. Or, en 1645, dans l'*Astronomia Philolaïca*, Boulliau avait cru démontrer l'impossibilité où se trouvait un axe de la Lune, quel qu'il soit, de présenter une direction constante, sans supposer implicitement que la Lune possède une rotation sur son axe, refusée en raison du principe de l'économie des moyens, doctrine renouvelée, en 1646, lors de la rencontre avec Alfonso Antonini. En faisant décrire, à « l'axe » de la Lune, une surface conique dans le plan de l'écliptique, Boulliau se proposait de rendre compte du fait que la Lune présente constamment le même hémisphère vers la Terre, sans tomber dans la supposition d'une rotation de la Lune. On peut donc se demander si la conclusion tirée, ici, de l'*Epistola de Motu Lunæ libratorio* signifie que Boulliau regarde désormais cette rotation comme certaine. Mais on n'en trouve aucune trace dans ses écrits ultérieurs et la lettre à Hevelius (!) du 4 mai 1657 réaffirme sans ambages les anciennes positions de l'auteur.²²

Ici, s'arrête l'histoire des théories de la libration de Boulliau. On ne saura peut-être jamais, si Boulliau, dans ses dernières années, a cru, ou non, à une

²² « Luna porro planeta secundarius aliam directionem observat, ad instar scilicet orbis mobilis, qui mundi polos ac ventos in pixide nautica ostendit. Ut enim situm parallelum cum horizonte retineat, pixis, qua inclusus est, super duobus axibus & quatuor polis vertitur. Corpus scilicet Lunæ libratur, & per positam diametrum secundum Zodiaci longitudinem, & per aliam diametrum priori ad angulos fere rectos insistentem ; ita ut manifestum sit Lunaris superficiei partem unam terræ semper obversam directionem servare ad terræ centrum, sicut in Astronomia Philolaïca explicui, atque etiam clarissime pateat eandem faciem nobis obversam aliam etiam directionem observare ad Orbitæ Aphelium & Perihelium, atque ad Latitudinum limites. » (B. N., mss fr., 13.043, fol. 81 r° ; traduction : « Ensuite, la Lune, en tant que planeta secundarius, emprunte des directions différentes, à savoir, à la façon du cercle mobile qui, dans la boussole, indique les pôles du monde et les <directions des> vents. Pour qu'en effet il conserve une situation parallèle à l'horizon, la boîte, dans laquelle il est renfermé, tourne sur deux axes et sur quatre pôles. Savoir, le corps de la lune subit une libration, à la fois, dans le sens d'un diamètre dirigé suivant la longitude du Zodiaque, et dans le sens d'un autre diamètre, qui rencontre le premier sous des angles presque droits, de sorte qu'il est clair qu'une même partie de la surface lunaire, constamment tournée vers la terre, conserve sa direction à l'égard du centre de la terre, comme je l'ai expliqué dans l'*Astronomia Philolaïca*, et qu'il apparaît aussi très clairement que la même face tournée vers nous emprunte, simultanément, des directions différentes à l'égard de l'Apogée et du Périgée de l'Orbite, ainsi qu'à l'égard des limites des Latitudes. ».

rotation de la Lune.

Pour Boulliau, si l'axe de la Lune conservait sa direction initiale au cours d'une révolution mensuelle de la Lune autour de la Terre, l'observateur terrestre verrait la face cachée de la Lune, à moins de supposer que la Lune tourne sur elle-même avec une période qui devrait, dans cette hypothèse, être égale à celle de la révolution draconitique. Or, écrit-il, c'est, là, quelque chose <quod> *vix admittet ille qui Naturam per lineas brevissimas operari noverit et nihil unquam pluribus efficere quae compendio fieri possunt.*²³ Boulliau conclut donc que l'axe de la Lune n'occupe pas une position constante au cours d'une révolution mensuelle de la Lune autour de la Terre et qu'il accomplit, *de ce fait*, une « révolution » mensuelle par laquelle il engendre une surface conique dont l'*apex* se confond avec le centre du globe lunaire. *De ce fait* : nous avons, ici, une inférence contraire à celle formulée par Copernic (dans le cas de l'axe de rotation de la Terre au cours d'une révolution annuelle de la Terre autour du Soleil), à celle de Scheiner et de Galilée, ou de Salviati, (dans le cas de l'axe du Soleil au cours d'une révolution annuelle du Soleil autour de la Terre). Pour Copernic, si l'on se fonde sur le cas d'analogie qu'offre sa théorie de la précession des équinoxes, dans laquelle, au cours d'une révolution annuelle de la Terre autour du Soleil, l'axe de rotation de la Terre ne saurait occuper une direction à très peu près constante sans qu'on lui attribue, à cet effet, un mouvement annuel par lequel il engendre une surface conique dont l'*apex* occupe le centre de la Terre, il n'y aurait, donc, si l'on comprend bien, dans le cas présent de la Lune, aucun mouvement, la direction qu'occuperait son « axe » (sans doute faut-il entendre l'axe de l'orbite de la Lune) correspondrait, au contraire, au cours du mois, pour ainsi dire spontanément, à des points différents sur la sphère des fixes. De même pour Galilée, si l'on se fonde sur les déclarations de Salviati dans la *Terza Giornata*, d'après lesquelles seul un mouvement, par lequel, en une année, l'axe de rotation du Soleil engendre une surface conique ayant pour *apex* le centre du Soleil, est susceptible de faire correspondre constamment la direction de cet axe aux mêmes points de la sphère des fixes, conformément aux sources de Galilée dans la *Rosa Ursina* de Scheiner. Boulliau, en revanche, formule l'inférence inverse : dans la lettre à Hevelius du 11 décembre 1648, il avait critiqué Galilée pour avoir invoqué un mouvement à l'effet de maintenir l'axe du Soleil dans sa position initiale au cours d'une révolution annuelle. Or, contrairement à l'axe du Soleil, l'axe de la Lune présente, dans l'esprit de Boulliau, une direction qui ne correspond pas constamment aux mêmes points de la sphère des fixes au cours

²³ *Astronomia Philolaïca*, p.179.

d'une révolution mensuelle de la Lune autour de la Terre. Dans ces conditions, de même que, dans le cas du Soleil, il conclut, de ce que la direction de son axe de rotation correspond constamment aux mêmes points de la sphère des fixes au cours d'une révolution annuelle, que cet axe *n'a pas* de mouvement, il conclut, dans le cas de la Lune, que l'axe de son orbite doit posséder, au contraire, un mouvement, de ce que sa direction ne correspond pas constamment aux mêmes points de la sphère des fixes au cours d'une révolution mensuelle de la Lune autour de la Terre. Les mêmes raisons qui font, dans le cas du Soleil, qu'aux yeux de Boulliau, son axe n'a pas de mouvement, font, dans le cas de la Lune, que son axe présente, au contraire, réellement et physiquement, ce mouvement conique que Boulliau dénonce, à juste titre, aux yeux de la mécanique moderne, dans le cas du Soleil. Là où il y a un mouvement, pour Copernic et pour Galilée, ou, du moins, Salviati, il n'y en a pas pour Boulliau ; inversement, là où il n'y en a pas pour Galilée²⁴, il y en a pour Boulliau. *Là où il y en a pour Copernic*, à savoir, dans le cas de l'axe de rotation de la Terre, si, au cours d'une révolution annuelle de la Terre autour du Soleil, cet axe conserve une direction correspondant constamment aux mêmes points de la sphère des fixes. *Là où il y en a pour Galilée*, à savoir, dans le cas de l'axe de rotation du Soleil, si, dans l'hypothèse d'une révolution annuelle du Soleil autour de la Terre, cet axe conserve une direction correspondant constamment aux mêmes points de la sphère des fixes. *Là où il n'y en a pas pour Boulliau*, à savoir, au cas où, au cours d'une révolution mensuelle de la Lune autour de la Terre, l'axe de la Lune conserverait une direction correspondant constamment aux mêmes points de la sphère des fixes. *Là, au contraire, où il y en a pour Boulliau* : au cas où, à l'inverse, l'observateur serait conduit à conclure qu' au cours d'une révolution de la Lune autour de la Terre, l'axe de la Lune ne conserve

²⁴ Galilée pense ici, aux yeux de Boulliau, une impossibilité, savoir, la conservation d'une direction de l'axe de la Lune correspondant constamment aux mêmes points de la sphère des fixes au cours d'une révolution de la Lune autour de la Terre, sans que cette situation entraîne une révolution apparente (optique) de la Lune sur elle-même, donc, sans que l'observateur terrestre voie la face cachée de la Lune, révolution apparente toujours susceptible d'être oblitérée par l'hypothèse supplémentaire d'une rotation (physique) de la Lune sur elle-même dans le sens direct, hypothèse que le paradoxe de l'égalité des périodes de révolution et de rotation fait refuser à Boulliau, sans doute parce que cette hypothèse, courante chez les ptoléméens qui admettaient un épicycle de la Lune, lui apparaît comme archaïque. Il y a, là, à la fois, un archaïsme et une modernité. Modernité en ce que Boulliau est assez moderne dans ses conceptions cinématiques (la direction de l'axe d'un astre correspond spontanément constamment aux mêmes points de la sphère des fixes au cours d'une révolution de cet astre, contrairement aux présupposés, encore largement aristotéliens, de Copernic et de Galilée (du moins, en se fondant sur le texte de la *Terza Giornata*)). L'apparent archaïsme vient de ce que Boulliau rejette l'idée d'une rotation de la Lune. Mais c'est pour une raison en réalité très moderne (le principe d'économie des moyens).

pas une direction correspondant constamment aux mêmes points de la sphère des fixes. Si, aux yeux de Boulliau, les conditions normales de l'équilibre d'un astre au cours de sa révolution font que son axe conserve une direction correspondant constamment aux mêmes points de la sphère des fixes, le cas de la Lune devient un exemple d'écart à l'équilibre, écart dont doit rendre compte l'hypothèse d'un mouvement physique. Et c'est cette révolution mensuelle de l'axe de la Lune, par l'effet de laquelle cet axe occupe des positions correspondant à des points différents de la surface des fixes, que l'observateur terrestre perçoit, selon Boulliau, comme libration de la Lune.

La libration de la Lune est donc, pour Boulliau, un mouvement physique, par l'effet duquel l' « axe » de la Lune engendre, en un mois, une surface conique autour de l'axe de l'écliptique.

Cette conception de Boulliau est antérieure aux textes de la *Selenographia* sur les sections du globe lunaire dans les quadratures et est incompatible avec eux. Elle constitue une réaction, non, à la *Selenographia*, encore moins à l'*Epistola de Motu Lunae libratorio*, mais, pour l'*Astronomia Philolaïca*, aux textes galiléens de la *Prima Giornata* (pour la libration de la Lune), confrontés à une réflexion critique sur la *Terza Giornata*, et, pour les lettres, à la lettre de Galilée à Alfonso Antonini de 1638.

Modernité des conceptions cinématiques de Boulliau, qui le fait conclure à une incompatibilité de la conservation de la direction de l'axe avec le fait que la Lune présente constamment le même hémisphère vers la Terre. Boulliau est le seul à s'apercevoir de cette difficulté, qui échappe à Kepler, à Galilée et à Hevelius et atteint une forme paroxystique dans les textes de ce dernier, dans la mesure où il s'agit d'observations télescopiques suivies, ce qui n'est pas le cas de Kepler (l'astronomie de *Ad Vitellionem Paralipomena* est nettement pré-télescopique), ni même de Galilée, dont les observations rapportées dans la lettre à Alfonso Antonini n'ont pas la continuité de celles de Hevelius, d'où l'erreur qui consiste à invoquer le mouvement apparent du *Mare Crisium* (dont la période est mensuelle) comme preuve d'une parallaxe horizontale (dont la période est diurne). Le caractère paroxystique que revêt l'antinomie de la Lune dans les écrits de Hevelius vient de ce qu'ils pensent les observations de la libration dans des concepts proches de ceux de *Ad Vitellionem Paralipomena*.

Archaïsme de Boulliau. Refus de la rotation, dont l'hypothèse est, à la fois, formulée, ce qui est moderne, et refusée. Archaïsme d'une libration physique de la Lune, qui rappelle Bruno, suivant la lettre de Copernic.

La Lune ne tourne donc pas sur elle-même ? A ces mots, nous revenons à la

mémoire les paroles d'Aristote : ὅτι οὐδε κυλιεται τα ἄστρα φανερόν το μιν γαρ κυλιόμενον στρέφεισθαι ἀνάγκη τῆσ δε σελήνησ ἀει δῆλον ἔστι το καλούμενον πρῶσπον, commentées par Sir Thomas Heath en ces termes : « *It has been commonly remarked that Aristotle draws a curious inference from the fact that the moon has one side always turned to us, namely that the moon does not rotate about its own axis, whereas the inference should be the very opposite. But this is, I think, a somewhat misleading statement of the case and less than just to Aristotle. What he says is that the moon does not turn round in the sense of rolling along ; and this is clear enough because, if it rolled along a certain path, it would roll once round while describing a length equal to 3,1416 times its diameter, but it manifestly does not do this. But Aristotle does not say that the moon does not rotate ; he does not, it is true, say that it does rotate either, but his hypothesis that it is fixed in a sphere concentric with the earth has the effect of keeping one side of the moon always turned towards us, and therefore incidentally giving it a rotation in the proper period, namely that of its revolution round the earth.* ».²⁵

Nous ne saurions souscrire à cette explication. Outre qu'il est, méthodologiquement, contestable d'attribuer, à un auteur, des sous-entendus, il nous semble qu'au contraire, lorsqu'il refuse, aux astres, la **δινησις**, Aristote leur refuse, précisément, la « rotation », à supposer, toutefois, que quoi que ce soit d'approchant, ne fût-ce que lointainement, d'une « rotation », au sens où l'entend Heath, dans le contexte d'une « mécanique » céleste, où s'équilibrent et s'affrontent des forces qui représentent un travail, une certaine dépense d'énergie mécanique, puisse jamais s'être présenté à l'esprit d'Aristote. Les astres relèvent, pour Aristote et ses contemporains, de deux discours possibles, soit, du discours du géomètre, dont la pratique consiste à mesurer, non des forces, mais des mouvements réciproques, pensés dans un concept d'une définition nominale toute galiléenne (« Il moto in tanto è moto e come moto opera, in quanto ha relazione a cose che di esso mancano »²⁶) et dont, par conséquent, peut servir de critère la perception, soit, du discours du « physicien », entendons, du naturaliste, où peut, sans doute, surgir la question de la nature ou de l'origine d'un mouvement, mais non celle de sa quantité, ni de sa mesure. Or, puisqu'elle reléguait la question de la nature des forces, ou de l'origine du mouvement, et celle de la mesure de sa quantité, dans des branches distinctes, peu communicables, du savoir scientifique, l'ancienne astronomie n'avait, précisément, nulle idée d'une « mécanique » céleste. Nous

²⁵ Traduction : « Mais, d'un autre côté, que les astres n'ont pas non plus de roulement, c'est manifeste ; ce qui roule, en effet, doit nécessairement tourner, tandis que, de la Lune, est toujours apparent ce qu'on appelle sa face. » (*de Cælo*, II, 8, 290 a 25 sq. ; le commentaire de Heath se trouve dans *l'Aristarchus of Samos*, Oxford, 1913, p. 235).

²⁶ *Dialogo*, Edizione nazionale, VII, p. 141-142.

avons donc à préciser ce qu'entendent, exactement, les Anciens lorsqu'ils disent, si l'on veut, que la Lune « ne tourne pas sur son axe », ou, plus précisément, « qu'elle ne roule pas » (ὅτι οὐ κυλίεται), et quelles relations conceptuelles entretient ce « κυλίεσθαι » avec « στρέφεσθαι ».

Nous soupçonnons que s'impose, sur ce point, à nous, modernes, une sérieuse mise au point sémantique. Il paraissait naturel à Aristote et à ses contemporains qu'enchâssés en des sphères solides et transparentes qui les entraînaient dans leurs révolutions, les astres présentent toujours une même face vers la Terre. Il paraissait, de même, naturel, aux contemporains de Galilée et de Boulliau, que la Lune présente constamment le même hémisphère vers la Terre. Sans doute, le cercle dans lequel la Lune accomplit sa révolution était excentrique à la Terre, qui n'en occupait pas le centre, et cette excentricité du cercle de la Lune était à l'origine d'une « libration » optique du globe lunaire en longitude, dont nous avons vu Hevelius et Boulliau rattacher, indépendamment, la quantité à celle de l'anomalie de la Lune, tout comme nous avons vu Riccioli regretter, à l'inverse, de ne la pouvoir rattacher à celle de l'excentricité du cercle de la Lune, faute d'avoir dissocié, la libration en longitude, de la libration en latitude. Mais il n'y avait, là, nulle inspiration vraiment nouvelle : le recours aux excentriques, voire aux équants, était, à la fin du moyen âge et à la Renaissance, un procédé courant dans l'astronomie géométrique. La liberté avec laquelle celle-ci disposait de cercles excentriques ou d'équants était l'exact corrélat de l'idée suivant laquelle, en astronomie physique, l'astre ne possédait nul mouvement propre ou inhérent, mais était simplement entraîné par la révolution de la sphère dans laquelle il était serti. L'abandon des sphères solides a pu avoir pour effet, à la fin du seizième siècle, de transférer, physiquement, les mouvements célestes aux corps eux-mêmes, sous la forme de mouvements de révolution ou de translation. Mais le concept de ces mouvements de révolution et de translation ne pouvait toujours pas se penser dans les termes d'une dynamique qui commençait à peine de se constituer. La révolution dans laquelle s'accomplissait la translation de l'astre pouvait, dès lors, retenir de nombreux traits d'un mouvement naturel, circulaire et éternel. Le concept d'inertie n'étant pas dégagé, on n'avait nulle idée d'accélération, ni de force centrifuge. Nous avons beaucoup de difficultés à imaginer, aujourd'hui, qu'on puisse penser la révolution d'un astre autrement que dans les équations différentielles de son mouvement. Cependant, à l'origine, les rénovateurs de l'astronomie géométrique n'étaient pas nécessairement les mêmes que ceux de la dynamique et n'avaient nulle idée d'une mécanique céleste.

Au sein de cette configuration épistémologique instable, appelée à se modifier, à mesure que seront précisées les relations entre géométrie et mécanique, où les

concepts de force, d'accélération et d'inertie commencent, à peine, de se dégager, les notions de révolution et de rotation ne sont pas, non plus, nettement distinguées. La mécanique céleste entend, aujourd'hui, par révolution, un mouvement de translation du mobile, par lequel celui-ci occupe, successivement, des points différents, sur une droite, ou sur une courbe, de translation. Mouvement de translation du mobile, la révolution est entièrement distincte, dans son concept, de la rotation, par laquelle un globe tourne sur lui-même. Sous l'effet de la mécanique céleste, nous éprouvons, aujourd'hui, de grandes difficultés à concevoir, comme les auteurs que nous commentons, la révolution d'un astre de manière à lui faire prendre en charge des phénomènes dont l'explication nous paraît revenir, naturellement, au concept de rotation.

Nous voudrions nous appuyer, ici, sur un texte de Dortous de Mairan, qui fait observer qu'on peut concevoir, de deux manières, la révolution d'un corps sphérique.²⁷ Soit, la section de ce corps, par un plan quelconque passant par son centre, coupe la droite de translation, sous des angles toujours égaux entre eux, ainsi que, si la translation se fait selon une courbe, les tangentes menées à celle-ci, en des points successifs, et l'on aura une révolution dite « de glissement » ; soit, au contraire, elle fera, successivement, avec la droite de translation ou avec les tangentes menées à la courbe, tous les angles possibles, et l'on aura une révolution « de roulement ».²⁸

Les ingénieurs du grand siècle semblent donc avoir entendu, par « glissement », le mouvement de translation d'une roue, d'une boule ou d'un globe, dont un diamètre quelconque, ou la section par un plan quelconque mené par son centre, conserve un angle constant, tantôt, avec l'essieu, tantôt, avec la droite suivant laquelle se déplace le centre de gravité du mobile, tantôt, si le mouvement se fait suivant une courbe, avec les tangentes, en des points successifs, à la ligne de translation (fig. 10). Inversement, on semble avoir entendu, par « roulement », le mouvement de translation, au cours duquel le diamètre ou le plan de section quelconques changent constamment les angles sous lesquels ils coupent l'essieu ou

²⁷ Mairan (Jean-Jacques Dortous de), « Recherches sur l'Equilibre de la Lune dans son Orbite », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1747, p. 1-22.

²⁸ « Un corps se meut en roulant, lorsque, pendant que son centre de gravité décrit une ligne droite ou courbe, ses autres points changent continuellement de situation à l'égard de cette ligne dans un même plan, et décrivent sur elle d'autres lignes qui la coupent ; & il se meut en glissant, lorsque, pendant que son centre de gravité décrit cette ligne, ses autres points décrivent des parallèles à celle-ci. » (Mairan, mémoire cité, p. 5).

la ligne de translation (fig. 9).²⁹ La question de savoir si, dans ces conditions, le mouvement de la Lune doit être pensé dans le concept d'une révolution « de glissement », ou « de roulement », doit recevoir une réponse complexe. Nous avons vu que les auteurs considèrent que, dans son mouvement, la Lune est en équilibre, si un même diamètre du globe lunaire, ou la section par un même plan mené par son centre, passe constamment par le centre du mouvement moyen lunaire, ou, encore, si, à l'égard de ce centre, un diamètre quelconque du globe, ou sa section par un plan quelconque mené par son centre, conserve des relations constantes, un angle constant ou une inclinaison constante. Il est clair qu'un tel diamètre, ou qu'un tel plan, conserve, dans ces conditions, un angle constant, non seulement à l'égard du centre de l'excentrique, qui est le centre du mouvement moyen, mais encore des tangentes, menées à l'excentrique, en chacun des points qu'occupe, successivement, au cours de sa révolution, le centre de la Lune. Il est non moins clair que, dans ces conditions, la Lune présente, toujours, en gros, le même hémisphère vers le centre du mouvement vrai lunaire, c'est-à-dire vers le centre de la Terre, si ce n'est qu'elle présente, à son égard, une libration optique, dans le plan de sa révolution, dont la quantité sera égale à la différence de l'anomalie moyenne et de l'anomalie vraie, donc, à l'équation, et la période, celle de sa révolution anomalistique. Cette double condition, d'une libration en longitude proportionnelle à l'anomalie, et d'un angle constant sous lequel un diamètre quelconque du globe lunaire rencontre, de ce fait, la droite menée, du centre du globe lunaire, au centre de son mouvement moyen, étant satisfaite par leurs observations, Hevelius et Boulliau concluent, indépendamment, que la Lune « ne tourne pas sur elle-même », entendons que son mouvement doit être pensé dans le concept d'une révolution « de glissement ». D'une manière générale, une enquête plus poussée semble confirmer que les contemporains s'accordent à considérer que, dans l'hypothèse d'un excentrique lunaire sans épicycle, la Lune « ne tourne pas sur son axe ».³⁰ Il en va autrement lorsqu'on attribue, à la Lune, un épicycle.

²⁹ « Je dis donc que les anciens Astronomes, Képler, & tous ceux qui ont suivi son Astronomie jusqu'en 1675, ont entendu par un globe qui tourne sur lui-même, sur son axe ou sur son centre, & qui parcourt en même temps une ligne droite ou courbe, celui dont les parties, considérées dans le plan d'un de ses grands cercles, & dans la direction de son mouvement translatif, prennent successivement toutes les positions possibles par rapport à cette ligne ; & au contraire, par un globe qui ne tourne pas sur son centre ou sur son axe, celui dont tous les diamètres quelconques conservent toujours la même position, & font toujours le même angle avec cette ligne. » (Mairan, mémoire cité, p. 5).

³⁰ Kepler, *Epitomé Astronomiae Copernicanae*, seconde édition, Francfort, 1635, t. II, p. 555 = Opera omnia, Francfort, 1866, t. VI, p. 362 : « Luna non gyatur circa sui corporis axem, maculis id arguentibus. » (Traduction : « La Lune n'accomplit aucune gyratio sur l'axe de son corps, comme prouvent les taches. ») ; Galileo, *Dialogo*, p. 90 : « (Sagredo) : Noi non veggiamo mai altro che la metà

Pour qu'un diamètre quelconque du globe lunaire conserve, dans ces nouvelles conditions, un angle constant, avec la droite menée, du centre de l'épicycle, au centre du déferent, il faudra qu'inversement, il fasse, successivement, tous les angles possibles avec la droite menée, du centre du globe lunaire, au centre de l'épicycle (fig. 11). En d'autres termes, pour présenter constamment le même hémisphère vers le centre du déferent, le globe lunaire devra « tourner sur lui-même », avec une période égale à celle de son mouvement en anomalie, entendu, ici, par opposition au mouvement en longitude, au sens de mouvement de l'astre dans l'épicycle, et dans le sens, direct, si l'épicycle est rétrograde, rétrograde, si l'épicycle est direct. La Lune « tournera », donc, « sur elle-même », la différence entre l'anomalie vraie, comptée au centre de la Terre, et l'anomalie moyenne, comptée au centre de l'épicycle, pouvant toujours donner lieu, le cas échéant, à une libration optique en longitude, d'une quantité égale à l'équation.³¹ La principale

della Luna, poiché ella non si rivolge in se stessa, come bisognerebbe per potercisi tutta mostrare. (Salviati) : Purché questo non accaggia per il contrario, cioè che il rigirarsi ella in se stessa sia cagione che noi non veggiamo mai l'altra metà ; ché così sarebbe necessario che fusse, quando elle avesse l'epiciclo. » ; traduction de la réplique : « A moins que ce ne soit plutôt, là, l'effet du contraire, c'est-à-dire que la raison pour laquelle nous ne voyons jamais l'autre moitié fût, précisément, sa révolution sur elle-même, parce que c'est, là, ce qu'il en serait, nécessairement, si elle avait son épicycle. » La remarque est ironique à l'égard des Ptoléméens (comme prouve la présence de l'article défini devant *epiciclo*) ; ceux-ci auraient besoin d'une hypothèse invraisemblable, non pas celle de l'épicycle, sans doute, mais celle de l'égalité de la période avec laquelle la Lune parcourt cet épicycle et de la période avec laquelle elle devrait tourner sur elle-même. Cette remarque anticipe celle de Salviati contre Scheiner, dans la *Terza Giornata*. Galilée épouse la position de Buridan, et cela prouve qu'il partage ses présupposés (cf. les deux notes suivantes).

³¹ Scheiner, *Rosa Ursina*, IV, 2, 27, p. 739, col. 1, l. 10-11 : « Etenim globum ipsius Lunae menstrue circa centrum suum converti certum est ex eo, quod eandem semper faciem nobis convertat, & motu epicyclari agatur. » (Traduction : « Et, de fait, que le globe de la Lune, à son tour, accomplisse, tous les mois, une conversio sur son centre est établi à partir du fait qu'elle tourne constamment la même face vers nous, tout en étant animé d'un mouvement dans un épicycle. ») ; Gassendi, *Institutio astronomica*, II, 16, *Opera omnia*, t. IV, Lyon, 1658, p. 42 : « Cum Phases Lunae omnes demonstrent Lunam easdem semper maculas Terrae obvertere, admittatur tamen eam volvi circa centrum Epicycli, quo casu pars globi illius antica facta in Apogaeo deberet Postica fieri in Perigaeo... Responsionem esse, idcirco id fieri, quod ipsum Lunae corpus ita revolvatur circa sui centrum, ut quantum a motu Epicycli avertitur, tantum a proprio convertatur. » (Traduction : « Puisque les phases de la Lune montrent, toutes, nettement, que la Lune présente constamment les mêmes taches vers la Terre et qu'on n'en admet, pas moins, qu'elle accomplit une révolution autour du centre de son Epicycle, et que, dès lors, la partie de ce globe qui devient la face antérieure, dans l'Apogée, devrait devenir la face postérieure, dans le Périgée... Il faut répondre <à cette objection> que la raison pour laquelle les choses se passent ainsi est que le corps de la Lune accomplit, à son tour, une révolution sur son centre à lui dans des conditions telles qu'il tourne sur lui-même, par son mouvement à lui, de la même quantité dont il est détourné de nous par le mouvement de l'Epicycle. »), texte commenté en ces termes par Riccioli, *Almagestum Novum*,

difficulté de cette dernière conception réside dans l'obligation d'attribuer, ainsi, au globe lunaire, deux révolutions, de sens contraires, mais de périodes égales. Cette condition d'une égalité des périodes de deux révolutions entièrement indépendantes l'une de l'autre, celle de la Lune, dans l'épicycle, celle du globe lunaire, sur lui-même, répugne autant à la raison que faisait, dans l'esprit de Salviati, celle du mouvement des pôles du Soleil, et de la révolution de cet astre autour de la Terre. Ainsi, un passage de Buridan, cité et traduit par Duhem, remarquable par l'analogie que présente la structure de son argumentation avec celle qu'on trouve, trois siècles plus tard, chez Boulliau, s'appuie sur cette difficulté, pour refuser l'hypothèse de l'épicycle lunaire. Dans la traduction qu'en donne l'historien, ce passage se libelle comme suit : « Il n'est, sachez le bien, qu'une seule échappatoire : elle consiste à dire que, de même que l'épicycle se meut autour de son propre centre, de même le corps de la Lune se meut autour de son centre particulier, en sens contraire du mouvement de l'épicycle, et avec la même vitesse; en sorte que la Lune accomplisse sa révolution dans le temps même où l'épicycle accomplit la sienne. ».³² Le cas de Buridan

III, 4, 3, p. 99, col. 1 : « De Lunae autem Vertigine non dubitat Gassendus in institutione Astronomica lib. 2. ubi de Lunae Phasibus ; ait enim Lunam easdem semper maculas Terrae obvertere, & tamen iuxta omnes Auctores eam moveri in Epicyclo circa centrum Epicycli delatum ab Eccentrico ; quo posito deberet pars anterior in Apogaeo evadere posterior in Perigeo ; at conciliari haec, si ponatur motus Vertiginis, quo tantum Lunaris globi convertatur, quantum motu Epicycli avertitur. » (Traduction : « Gassendi n'hésite pas à admettre une *Vertigo* de la Lune, dans *l'Institution astronomique*, Livre II, où il traite les Phases de la Lune ; il déclare, en effet, que la Lune tourne constamment les mêmes taches vers la Terre et que, cependant, d'après l'ensemble des auteurs, elle se meut dans un Epicycle, autour du centre de cet Epicycle, emporté, à son tour, par un Excentrique ; or, d'après ces données, la partie antérieure, à l'Apogée, devrait, au Périgée, se dérober <et devenir> la partie postérieure, contradiction qui se résout, si l'on suppose un mouvement de *Vertigo*, par lequel tourne sur elle-même la même quantité du globe de la Lune qui est détournée de nous par le mouvement de l'Epicycle. »).

³² *Le Système du monde*, t. IV, p. 140. Raisonnement analogue dans une *Obiectio Fracastorii* rapportée par Clavius, *Christophori Clavii Bambergensis In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco Commentarius*, cité dans la quatrième édition, Lyon, 1593, B. N., V.6112, p. 522 : « Si Luna circumvolveretur in Epicyclo, non semper videremus eandem Lunae medietatem, sed quando est in parte Epicycli inferiori, una nobis appareret, & quando est in superiori parte, altera, ut in hac apposita figura manifestum est. Nam dum Luna est in parte inferiori Epicycli, apparebit nobis eius medietas, in qua lit<t>era A ; dum vero versatur in parte superiori, obiicietur nobis altera medietas, in qua lit<t>era B. Sed hoc est contra quotidianam experientiam. Videmus enim perpetuo maculas Lunae ad nos vergere. Ex quo sequitur, eandem nos semper medietatem intueri. Apparet igitur vanitas Epicycli in Luna. » (Traduction : « Si la Lune accomplissait une révolution dans un Epicycle, nous ne verrions pas constamment une même moitié de la Lune, mais, au contraire, il s'en présenterait une, lorsqu'elle se trouve dans la partie inférieure de l'Epicycle, et une autre, lorsqu'elle se trouve dans la partie supérieure, comme l'on voit bien dans la figure jointe. En effet, pendant que la Lune se trouve dans la partie inférieure de l'Epicycle, c'est la moitié où se trouve la lettre A qui se présentera à notre regard ; mais, pendant qu'elle se rencontre dans sa partie supérieure, c'est l'autre moitié, où se trouve la lettre B, qui sera sous nos yeux.

présente de fortes analogies avec celui de Boulliau. Appliquant, à la révolution de la Lune, dans l'épicycle, l'idée qu'un astre présente, « naturellement », toujours la même face vers le centre du cercle qu'il parcourt, Buridan est conduit, spontanément, à penser cette révolution dans le concept d'une révolution de glissement. De ce fait, un diamètre quelconque du globe lunaire, coupant, sous un angle constant, le rayon vecteur de l'astre, dans l'épicycle, coupera, au contraire, sous des angles variables, le rayon vecteur de l'épicycle, dans le déférent. Dans ces conditions, la Lune présentera, successivement, toutes ses faces au centre du déférent, chose qui répugne à l'expérience. Buridan ne peut oblitérer cette apparence d'une révolution optique de la Lune sur elle-même qu'en invoquant une révolution physique compensatrice, de même période et de sens contraire, chose qui répugne à la raison. Il conclut, donc, que la Lune n'a pas d'épicycle.³³ Dans le cas de Boulliau, les conditions sont, sans doute, différentes, mais elles produisent les mêmes effets. Si l'on admet que deux diamètres quelconques du globe de la Lune définissent un plan qui conserve sa position dans un référentiel inertiel, on est amené à introduire une rotation de la Lune dont la période doit être celle de la révolution draconitique. Comme dans le cas de Buridan, c'est l'égalité des périodes de révolution qui conduit Boulliau à refuser ce modèle. Afin d'éliider la difficulté que représente, à ses yeux, l'hypothèse de l'égalité des périodes de deux mouvements indépendants l'un de l'autre, Boulliau refuse l'idée qu'il croit avoir été exprimée par Galilée, suivant laquelle un diamètre quelconque du globe lunaire conserve des relations constantes dans un référentiel inertiel.

Quelles que soient les objections plus ou moins sottes qu'on élève à l'encontre de l'idée d'une égalité des périodes de révolution et de rotation, et qu'on verra ressurgir, un siècle plus tard, à propos de la coïncidence des équinoxes de la Lune avec ses noeuds : croyance au hasard (« Le hasard ne pourrait jamais faire que... »), ou, à l'inverse, ce qui revient, du reste, au même, à la providence (« Seule, la providence pourrait faire que... »), la raison majeure du refus de Boulliau d'envisager, à la fois, la conservation de la direction initiale d'un diamètre

Seulement, c'est, là, une chose qui va à l'encontre d'une expérience qu'on peut faire tous les jours. Nous voyons bien que les taches de la Lune sont toujours dirigées vers nous. Il s'ensuit que nous regardons toujours la même moitié. On voit ainsi l'inconsistance de l'Épicycle de la Lune. ». Rappelons que, pour Fracastor, les planètes sont fixées dans des sphères homocentriques en rotation uniforme, les inégalités étant, toutes, optiques et dues aux phénomènes de réfraction provoqués lors du passage des rayons visuels d'une sphère solide transparente à une autre.

³³ Cette conclusion reçoit sa signification dans un contexte où s'opposent astronomie géométrique (ptoléméenne) et astronomie physique (aristotélicienne). C'est l'opposition al-Zarqâli/al-Bitrûdji, ou, à l'intérieur de l'œuvre même de Ptolémée, celle de la *Syntaxe* et des *Hypothèses des Planètes*.

quelconque du globe lunaire, et la révolution compensatrice du globe sur lui-même, nous paraît, toutefois, résider dans le cas d'analogie qu'offrent ces dispositions avec la théorie du Soleil chez Scheiner. D'avoir percé à jour le paralogisme qui consistait, chez Scheiner, suivi par Galilée, à attribuer, à l'axe du Soleil, une révolution, dans le sens rétrograde et avec une période égale à celle de la révolution du Soleil autour de la Terre, le fait reculer devant ce qui lui apparaît, dans le cas de la Lune, comme une situation analogue. Mais, en même temps, une pareille position sera à l'origine d'un embarras profond de sa part lorsqu'il recevra, vers la fin de 1654 ou dans les premiers jours de 1655, l'*Epistola de Motu Lunae libratorio* de Hevelius. Sans doute, pas plus que Boulliau, Hevelius n'admet une révolution de la Lune sur elle-même, mais la doctrine que développe cette lettre conduit à une antinomie insurmontable au sein du champ de représentations où se meut la pensée des contemporains, pour des raisons que Hevelius n'aperçoit guère, mais dont nous croyons percevoir l'écho dans la lettre de Boulliau à Hevelius, datée du 23 juillet 1655, qui constitue sa réponse à l'envoi de l'*Epistola de Motu Lunae libratorio*. Essayons de restituer l'origine de cette antinomie, dont l'histoire commence, peut-être, dans une remarque de Galilée, dans une lettre à Frà Fulgenzio Micanzio, du sept novembre 1637³⁴, relative à ce qu'il appelle la libration annuelle.

La libration annuelle est le troisième des trois librations qu'évoque cette lettre. Ces trois mouvements sont distingués, par Galilée, d'après leurs périodes, diurne, dans le cas de la parallaxe horizontale, mensuelle, dans le second cas, annuelle, dans le troisième : « *Queste tre diverse mutazioni hanno tre diversi Periodi, impero che l'una si muta di giorno in giorno, e cosi viene ad avere il suo Periodo diurno ; la seconda si va mutando di mese in mese, ed ha il suo Periodo mestruo ; la terza ha il suo periodo annuo, seconda il quale finisce la sua variazione.* ». Sans autres précisions, ce troisième mouvement demeure mystérieux, mais il s'éclaire à la lumière des termes de la lettre du vingt février 1638 à Alfonso Antonini : « *Scorgerasse anco mutazione circa gli emisferii illuminati dal sole, atteso che il limbo, o vogliam dir taglio, della illuminazione, per altro verso segherà la faccia della luna veduta da noi quando ella si separa dal sole posto vicino ai nodi, e per altro verso si vedrà tal segmento nel suo primo apparire, separandosi dal sole quando ella sia nell'uno o nell'altro ventre : e di tal mutazione potremo dire il periodo essere annuo, essendo il ritorno del sole al medesimo nodo quasi annuo, per la*

³⁴ Lettre, ou, plutôt, fragment de lettre, car nous croyons que cette lettre n'en fait qu'une avec celle du 5 novembre, adressée au même destinataire, et qu'il ne s'agit, dans les deux cas, que des vestiges d'un seul et même document ; cf. *Edizione padovana*, 1744, t. II, p. 554-555 et *Edizione nazionale*, t. XVII, p. 214-215.

tardità del moto di essi nodi. ». Galilée exprime, ici, l'idée que, selon la latitude de la Lune, la section du globe lunaire par le plan de la base du cône d'illumination est diversement inclinée au plan de l'orbite lunaire. Ce fait résulte de ce que la limite de l'hémisphère lunaire éclairé, appelée, ici, *taglio*, ou *segamento*, et, chez les modernes, terminateur, correspondant au *Circulus illuminationis* du Chapitre VI de *Ad Vitellionem Paralipomena*, est une section du globe lunaire par un plan perpendiculaire au plan de l'écliptique, et que le plan de l'orbite lunaire est incliné à ce dernier de cinq degrés (fig. 12).

Ainsi, lorsque la quadrature se produit dans les nœuds, le terminateur sera incliné, au plan de l'orbite, de 85° , faisant, avec la normale au plan de l'orbite, menée par le centre du globe lunaire, un angle de cinq degrés, dans le plan apparent³⁵ du disque lunaire, et l'observateur terrestre voit le terminateur, dans le nœud ascendant, dans une direction Nord-Est/Sud-Ouest, et la normale au plan de l'orbite, dans une direction Nord-Ouest/Sud-Est (fig. 13), et, dans le nœud descendant, le terminateur, dans la direction Nord-Ouest/Sud-Est, et la normale au plan de l'orbite, dans la direction Nord-Est/Sud-Ouest (fig. 15). Lorsque la pleine lune se produit dans les plus grandes latitudes, la section du globe lunaire par le plan de la base du cône d'illumination (*Circulus illuminationis* de *Ad Vitellionem Paralipomena*, orthogonal au plan de l'écliptique) ne sera pas dans le même plan que la section par le plan de la base du cône visuel (*Circulus visionis*, orthogonal, en corrigeant la parallaxe horizontale, au plan de l'orbite). Dès lors, l'hémisphère éclairé de la Lune ne coïncide pas avec l'hémisphère visible et le disque lunaire ne sera pas complètement éclairé. Nous pouvons, dès maintenant, conclure qu'un diamètre de la base du cône d'illumination, parallèle à l'axe de l'écliptique, et un diamètre de la base du cône visuel, parallèle à l'axe de l'orbite lunaire, tout en conservant toujours une inclinaison mutuelle de cinq degrés, définissent un plan qui demeure constamment parallèle à lui-même au cours d'une révolution draconitique de la Lune, plan qui passe par le centre de la Terre lorsque la Lune est dans ses plus grandes latitudes et qui coupe à angles droits la ligne des nœuds.³⁶ Ce plan, dont la section avec la sphère céleste engendre un cercle qui passe, à la fois, par les pôles de l'écliptique et par les pôles de l'orbite lunaire et qui se

³⁵ Apparent, puisque la Lune étant, non un disque, mais un globe, le plan du disque lunaire ne peut être que le plan de l'image de la Lune.

³⁶ C'est cette conclusion qui a pour effet de rendre impossible le maintien d'une cosmologie comme celle de *Ad Vitellionem Paralipomena*, où la Lune ne tourne pas sur elle-même.

confond avec le cercle de latitude³⁷ qu'occupe le centre de la Lune dans les plus grandes latitudes, est, ainsi, celui d'une sorte de « colure »³⁸ de la Lune.

Ces considérations, imparfaitement dégagées, par Galilée, dans la lettre à Alfonso Antonini, rencontrent une remarque de Kepler, suivant laquelle, la Lune ne saurait jamais être pleine, car la base du cône d'illumination et la base du cône de vision ne se rencontrent dans un même plan³⁹ que dans les nœuds, lorsque la Lune est près de s'éclipser.⁴⁰ Remarque reprise et confirmée par Hevelius, qui fait observer, dans la *Selenographia*, que, lorsque la pleine lune n'est pas dans le plan de l'écliptique, le disque lunaire présente une frange obscure, tantôt, au Nord, tantôt, au Sud, proportionnelle à la latitude.⁴¹ Lorsque la latitude est boréale, la frange

³⁷ Rappelons que le cercle de latitude d'un point situé à la surface de la sphère céleste est un cercle passant par ce point, dans un plan orthogonal au plan de l'écliptique et passant, de ce fait, par les pôles de l'écliptique.

³⁸ On appelle *colure des solstices*, un grand cercle de la sphère céleste passant par les pôles de l'équateur et de l'écliptique, en d'autres termes, un *cercle de déclinaison* (dans un plan orthogonal au plan de l'équateur) coïncidant avec un *cercle de latitude* (dans un plan orthogonal au plan de l'écliptique) : s'il y a une infinité de cercles de déclinaison (puisque'il y a une infinité de plans orthogonaux au plan de l'équateur, dont l'axe du monde constitue l'intersection commune), et une infinité de cercles de latitude (puisque'il y a une infinité de plans orthogonaux au plan de l'écliptique, dont l'axe de l'écliptique constitue l'intersection commune), il n'y a, en effet, qu'un seul cercle de déclinaison qui soit simultanément cercle de latitude, et inversement (de même qu'un méridien est un cercle de hauteur qui coïncide avec un cercle de déclinaison). L'intérêt de cette idée de colure vient donc du fait que, deux plans étant inclinés l'un à l'autre d'une quantité quelconque (par exemple le plan de l'équateur et le plan de l'écliptique), il ne peut y avoir qu'un seul plan qui soit orthogonal aux deux plans à la fois. Il est clair que le troisième plan coupe à angles droits l'intersection des deux premiers, dans notre exemple, la ligne des équinoxes. On appelle encore colure des équinoxes, un grand cercle passant par les pôles de l'équateur et par les équinoxes ; le plan du colure des équinoxes est donc orthogonal au plan du colure des solstices. L'idée d'un « colure » de la Lune a été invoquée par Cassini en une occasion sur laquelle nous reviendrons.

³⁹ Plus exactement, dans des plans parallèles l'un à l'autre.

⁴⁰ *Ad Vitellionem Paralipomena*, VI, 6, « Nullum unquam fuisse merum novilunium παράδοξον », *Gesammelte Werke*, t. II, Munich, 1939, p. 209-211. Après avoir exposé, sur ce point, la doctrine de Vitellon et de Reinhold, Kepler écrit : « Verum quia hic ἀκριβολογοῦσι, liceat et mihi contradicendo ἀκριβολογεῖν. Audiant hanc novam et admirabilem vocem, quam ex his ipsorum fundamentis exstruo : nunquam nec visum esse, nec videri posse ullum perfectum plenilunium. » (p. 210. Traduction. « Or, puisqu'ils versent, ici, dans le spécieux, permettez-moi, à mon tour, dans ma réponse, d'être spécieux. Oyez cette voix nouvelle et étonnante, que j'élève à partir de leurs propres fondations: jamais n'a été vue, ni, ne saurait être vue la moindre vraie pleine lune. »).

⁴¹ « Quodsi vero Luna tempore oppositionis maiorem latitudinem habeat, aut Borealem, aut Australem, semidiametro umbrae, sic ut umbram sine attactu, vel a parte superiori, vel inferiori, praeterire possit, nihilominus & eo tempore minime foret undique plena, siquidem latitudo tunc multo foret maior, quam illa praedicta distantia 30 minutorum, in quo interstitio Luna solummodo accurate plena rotundaque apparet. Quo autem maior foret latitudo, eo plus limbus superior, vel inferior, decrevisse

obscurer apparaît au Sud (fig. 14) ; elle apparaît au Nord, lorsque la latitude est méridionale (fig. 16).⁴²

Soient EF, la section du globe lunaire par le plan de la base du cône, ou, comme dit Hevelius, de la pyramide, d'illumination, plan orthogonal au plan de l'écliptique, et GH, la section du globe lunaire par le plan de la base du cône, ou de la pyramide, visuels, plan orthogonal au plan de l'orbite lunaire. EF et GH coïncident lorsque la Lune est dans les nœuds, où les deux sections sont dans un seul et même plan (fig. 13 et 15).⁴³ Mais, lorsque la Lune est dans la plus grande

videretur. » (*Selenographia*, p. 369. Traduction. « Mais si la Lune, à l'époque de l'opposition, avait une plus grande latitude, Nord ou Sud, que le rayon de l'ombre, de façon à pouvoir dépasser l'ombre sans en être touchée, que ce soit du côté supérieur ou inférieur, néanmoins, même à cette époque, elle serait loin d'être pleine de tous côtés, puisque sa latitude serait alors beaucoup plus grande que la distance de 30 minutes que nous disions, seul intervalle dans lequel la Lune se présente comme parfaitement pleine et ronde. Et plus sa latitude serait grande, plus son bord supérieur, ou inférieur, paraîtrait avoir diminué. ») ; « Vix autem memini, me ullo tempore discum Lunae ab omni parte lumine repletum accurateque rotundum Plenilunium animadvertisse ac observasse, ut non ab una vel altera parte, sive superiori, sive inferiori, (quamvis interdum pars esset valde exigua) particula quaedam luminis adhuc desideraretur. » (*ibidem*, p. 369-370. Traduction : « Et je n'ai guère souvenir d'avoir remarqué ni observé à aucune époque que le disque de la Lune était rempli de lumière de tous côtés, ni que la pleine lune était parfaitement ronde, sans que, d'un côté ou de l'autre, du côté supérieur ou inférieur, (bien qu'à l'occasion ce fût une toute petite partie) il manquât toujours une petite partie de la lumière. ») ; cf. les termes de la lettre de Boulliau à Alfonso Antonini du trente juin 1646, B.N., ms fr. 13.037, fol.147 r° : « Memini porro aliquando me observare Lunae, quando Soli opponitur in maximis latitudinibus, limbum versus boreum aut austrum rotunditatem disci perfecte non absolvere. Si etenim Luna fuerit in latitudinis Boreae limite, tunc limbus australis ipsius in plenilunio vero tantillum etiam deficere a perfecto circulo cernitur, quod tunc ab oppositione per diametrum gradibus 5 absit. » (Traduction : « Je me rappelle, ensuite, qu'à l'occasion j'observe que, quand l'opposition de la Lune avec le Soleil a lieu dans les plus grandes latitudes, son bord ne satisfait pas à une parfaite rotondité vers le Nord et le Sud. Si, de fait, la Lune est dans la limite de sa latitude Nord, alors on voit que son bord Sud, dans la pleine lune, fait bien défaut, de telle petite quantité, au cercle parfait, parce qu'elle est, alors, éloignée de l'opposition selon le diamètre de 5 degrés. »). S'agissant d'une lettre à caractère privée, dont nous avons vu les circonstances de rédaction, on ne saurait, toutefois, attribuer à Boulliau la priorité de la publication de cette découverte, dont les conséquences se révéleront capitales.

⁴² « Circa...Limitem Boreum, limbus Australis haud parum erat scabrosus ; in limite autem Austrino, contra peripheria Borealis minime erat plena, & ab inaequalitate penitus libera ; quo vero maior vel minor dabatur latitudo, eo pars deficiens maior minorve deprehendebatur. » (*Selenographia*, p. 370. Traduction. « Aux alentours de la limite Nord, le bord Sud était nettement irrégulier ; dans la limite Sud, la circonférence Nord, au contraire, n'était pas du tout pleine, ni, totalement dépourvue d'aspérité ; et, plus était grande ou petite la latitude donnée, plus on trouvait que la partie manquante était grande ou petite. »).

⁴³ « Luna existente circa Nodos, bases pyramidis in unam coïncidunt lineam, quam ob causam eo tempore nihil quicquam de Lunae hemisphaerio tenebricoso spectatur ; & idcirco peripheria eius illo ipso tempore accurate laevis atque rotundata necessario apparet. » (*op. cit.*, p. 372. Traduction : « La

latitude Nord, le pôle Sud, F, de l'écliptique est à l'intérieur du disque apparent de la Lune, tandis que son pôle Nord, E, est rejeté dans l'hémisphère caché (fig 14). Or, quelle que soit la phase de la Lune, le terminateur passe par ces points E et F, situés sur la section du globe lunaire par le plan de la base du cône d'illumination. D'autre part, le plan apparent du disque lunaire est toujours, en corrigeant la parallaxe horizontale, orthogonal au plan de l'orbite lunaire. Il en résulte que, si la pleine lune se produit dans la plus grande limite Nord, le disque lunaire présente une frange obscure, correspondant à l'arc de cinq degrés compris entre F et H, vers son bord inférieur ou méridional (fig. 14 et 17). A la lunette, le bord supérieur, ou septentrional, du disque offrira l'aspect lisse (*laevis*) du bord occidental dans le premier quartier ou du bord oriental dans le dernier quartier ; en revanche, le bord inférieur, ou méridional, aura l'aspect irrégulier (*asper*) que présente, dans les quadratures, le terminateur.⁴⁴ La Lune ne saurait donc être vraiment pleine qu'au voisinage des nœuds ; encore faut-il qu'elle ne s'en rapproche pas au point de provoquer une éclipse ; en revanche, lorsque la pleine lune arrive dans la plus grande latitude Nord, elle laissera une frange obscure (*scabrosa*) vers le Sud. L'inverse arrive dans la plus grande latitude Sud : le pôle Sud de l'écliptique, F, sera dans l'hémisphère caché ; l'aspect du bord du disque sera lisse vers H, et il présentera une frange obscure vers le bord supérieur ou septentrional (fig. 16).⁴⁵

Ces phénomènes traduisent une situation où l'axe de l'écliptique et l'axe de

Lune se trouvant aux alentours des nœuds, les bases de pyramide se rencontrent en une seule ligne, raison pour laquelle, à cette époque, on ne voit rien du tout de l'hémisphère obscur de la Lune ; et, pour cette raison, sa circonférence, à cette même époque se présente nécessairement comme parfaitement lisse et arrondie. »).

⁴⁴ « Ex quibus certe observationibus aperte elucet...Lunam non prorsus esse plenam, sed omnino scabrosam atque asperam apparere. Existente vero Plenilunio in limite Boreo, tunc a parte Australi, scilicet inferiori, eiusmodi inaequalitas animadvertitur. » (*Op. cit.*, p. 371. Traduction. « De ces observations, il résulte, sans doute, clairement...que la Lune n'est pas entièrement pleine, mais qu'elle se présente comme nettement irrégulière et inégale. Et, quand la pleine lune se produit dans la limite Nord, alors c'est du côté Sud, donc, inférieur, que se remarque une inégalité de telle sorte. ») ; « Circa limitem Boreum deest particula quaedam de parte inferiori, nempe Australi. » (*Ibid.*, p. 372-373. Traduction. « Aux alentours de la limite Nord, il manque quelque petite partie du côté inférieur, c'est-à-dire, Sud. »).

⁴⁵ « Si circa limitem Austrinum illud (sc. plenilunium) observetur, rursum in parte superiori Boreali pars quaedam deficiens limbi deprehenditur ; quae scabrities iam maior iam minor existit, ratione scilicet Lunae maioris vel minoris latitudinis. » (*Op. cit.*, p. 371-372. Traduction. « Si elle (sc. la pleine lune) était observée aux alentours de la limite Sud, on surprend, inversement, telle partie du bord qui manque du côté supérieur Nord ; partie noire qui se présente, tantôt, comme plus grande, tantôt comme plus petite, savoir, suivant la raison de la latitude, plus grande ou plus petite, de la Lune. ») ; « In limite Austrino iam limbus superior non videtur plane lumine impletus. » (*Ibid.*, p.373. Traduction. « Dans la limite Sud, on ne voit plus le bord supérieur complètement rempli de lumière. »).

l'orbite lunaire demeurent, chacun, parallèles à eux-mêmes et conservent leurs directions initiales, ainsi que leur inclinaison réciproque, lorsque la longitude de la Lune augmente de 180° et qu'elle passe, de ce fait, de sa plus grande latitude Nord, à sa plus grande latitude Sud. Il revient en effet au même de dire qu'au cours d'une révolution draconitique⁴⁶ de la Lune, deux droites menées par le centre du globe lunaire, perpendiculairement, l'une, au plan de l'écliptique, l'autre, au plan de l'orbite lunaire, sont dans un plan qui demeure constamment parallèle à lui-même, ou de dire que l'axe de l'écliptique et l'axe de l'orbite lunaire demeurent inclinés l'un à l'autre, d'une quantité constante et dans un plan conservant une direction constante. Cependant, le centre de la Terre et le centre de la Lune étant, tous les deux, dans le plan de l'orbite lunaire, la *linea visiva* de l'observateur terrestre, c'est-à-dire l'axe du cône visuel, sera, elle aussi, en corrigeant la parallaxe horizontale, dans ce plan. Le *circulus visionis* sera donc une section du globe lunaire par un plan orthogonal au plan de l'orbite, très peu éloignée, eu égard à la distance qui sépare la Terre de la Lune, d'un grand cercle passant par le centre du globe lunaire. Il en résulte qu'une droite menée par le centre du globe lunaire, perpendiculairement au plan de l'orbite, donc, parallèle à l'axe de l'orbite lunaire, sera, à peu de choses près, dans le plan du *circulus visionis*. On peut donc considérer, pratiquement, ce dernier comme une section du globe lunaire par un plan, mené par le centre du globe lunaire, orthogonalement au plan de l'orbite lunaire. Ainsi, la circonférence apparente du disque lunaire est, quasiment, une section du globe lunaire par un plan mené par son centre, perpendiculairement au plan de l'orbite de la Lune, et le plan du disque lunaire est, de toute façon, après correction de la parallaxe horizontale, dans un plan orthogonal au plan de cette orbite. Or, si, conformément à la définition que donnent, de l'image, *Ad Vitellionem Paralipomena*, l'image est la chose vue en un autre lieu que le sien, le plan dans lequel est vue la Lune est, dès lors, un plan orthogonal au plan de l'orbite lunaire, laquelle fournit, ainsi, les coordonnées dans lesquelles est vue la Lune par l'observateur terrestre, ou coordonnées optiques de la Lune.

Il devient possible, dans ces conditions, d'attribuer, à la Lune, un axe et des pôles particuliers, liés à ces coordonnées optiques. Par l'axe de la Lune, on entendra, en l'occurrence, une droite menée par le centre du globe lunaire, orthogonalement à son plan de révolution, donc, parallèle à l'axe de l'orbite

⁴⁶ Rappelons que la révolution draconitique de la Lune se distingue de sa révolution sidérale, qui est sa révolution par rapport à un repère fixe (la direction dans laquelle on voit une étoile fixe, par exemple), en ce qu'elle emprunte le repère mobile du nœud ascendant, qui présente un mouvement rétrograde d'une période de dix-huit ans et sept mois. De ce fait, la révolution draconitique est légèrement plus brève que la révolution sidérale (27 jours et 5 heures environ, contre 27 jours et 7 heures).

lunaire.⁴⁷ Par pôles de la Lune, on entendra les points dans lesquels cette droite rencontre la surface du globe lunaire. Or, nous voyions qu'on pouvait, pratiquement, considérer qu'une telle droite était dans le plan du *circulus visionis*. Il en résulte que, pratiquement, les pôles propres de la Lune sont situés, non seulement sur la section du globe lunaire par un plan, mené par son centre, orthogonalement au plan de l'orbite lunaire, mais sur le *circulus visionis* lui-même, donc, sur la circonférence apparente du disque lunaire.

Or, le *circulus illuminationis*, complètement indépendant du *circulus visionis*, puisqu'il dépend des relations que la Lune entretient, non plus avec la Terre, mais avec le Soleil, est une section du globe lunaire par un plan orthogonal, non plus au plan de l'orbite lunaire, mais au plan de l'orbite du Soleil, donc, de l'écliptique. Là encore, mais pour d'autres raisons, le plan orthogonal passe, à très peu près, par le centre du globe lunaire, et la section qu'engendre sa rencontre avec ce globe se confond, pratiquement, avec un grand cercle. On peut, alors, penser à Lagrange qui, en 1764, parlera d'une écliptique lunaire, pour désigner un plan mené par le centre du globe lunaire, parallèlement au plan de l'écliptique⁴⁸, et désigner, par axe de l'écliptique lunaire, une droite menée par le centre du globe lunaire, perpendiculairement au plan de l'écliptique, et, par pôles de l'écliptique lunaire, les points dans lesquels cette droite rencontre la surface du globe lunaire.

Dans ces conditions, l'hémisphère lunaire apparent ou visible est circonscrit par une section du globe lunaire par un plan orthogonal au plan de l'orbite lunaire et, les coordonnées mécaniques de ces plans étant les coordonnées optiques de la Lune, ou coordonnées dans lesquelles l'observateur placé au centre de la Terre voit la Lune, les pôles de la Lune, correspondant aux pôles de l'orbite, seront toujours situés, en corrigeant la parallaxe horizontale, sur la circonférence de la base du cône visuel. En revanche, l'hémisphère lunaire éclairé par le Soleil est circonscrit par une section du globe lunaire par un plan orthogonal au plan de l'écliptique.⁴⁹

⁴⁷ A l'encontre des interprétations « extravagantes » de Delambre (*Histoire de l'Astronomie moderne*, t. I, p. 605 ; cf. t. II, p. 439-440 (sur la *Selenographia*), p. 457, p. 471 (erreur de date), p. 488-490 (sur l'*Epistula de Motu Lunae libratorio*), p. 733-734 et 779 (erreurs multiples) et *Histoire de l'Astronomie du dix-huitième siècle*, pp. 254, 261, 265), c'est en ce sens que Kepler parle d'un axe de la Lune dans le *Somnium astronomicum, sive Opus posthumum de Astronomia lunari*.

⁴⁸ « J'imagine, par le centre de la Lune, un plan parallèle à l'écliptique... » (Lagrange (J.-Louis de), « Recherches sur la libration de la Lune » (1764), primitivement publié dans le *Recueil des Pièces qui ont remporté les Prix de l'Académie royale des sciences*, t. IX, Paris, 1777, p. 1-50 ; édition consultée : *Œuvres de Lagrange*, t. VI, Paris, 1873, p. 5-61.

⁴⁹ « Pars illa a lineis illuminationis comprehensa, tantum a Sole illuminatur ; & quae a lineis visionis continetur, a nobis tantummodo cernitur. » (*Selenographia*, p. 372. Traduction. « Seule, la partie

Or, en les assimilant à des grands cercles, passant par le centre du globe lunaire, les deux sections ne sont dans un même plan que lorsque la Lune est dans ses noeuds et elles seront décalées, l'une par rapport à l'autre, d'une certaine quantité angulaire, dès que la Lune acquiert une latitude. Dans la pleine lune, l'hémisphère éclairé varie donc selon la latitude de la Lune, cependant que, sans l'intervention de nouveaux facteurs⁵⁰, l'hémisphère apparent demeure constamment le même. De ce fait, l'indépendance réciproque de l'orbite lunaire et de l'écliptique, leur inclinaison constante et, dans les limites d'une révolution draconitique, vers le même côté, engendrent un déplacement angulaire apparent du *circulus visionis*, section du globe lunaire par un plan orthogonal au plan de l'orbite, à l'égard du *circulus illuminationis*, section du globe lunaire par un plan orthogonal au plan de l'écliptique, se traduisant, dans la pleine lune, par un passage périodique, de l'hémisphère éclairé à l'hémisphère obscur, des parties du sol lunaire voisines des pôles de la Lune et des pôles de l'écliptique lunaire.

Ainsi, cette libration que Galilée qualifiait d'annuelle dépend de l'angle sous lequel l'observateur voit deux droites, parallèles, l'une, à l'axe de l'orbite lunaire, l'autre, à l'axe de l'écliptique, inclinées, l'une à l'autre, d'une quantité constante et, dans la limite du mois draconitique, vers le même côté (ou dans le même plan). La quantité de l'inclinaison réciproque de ces deux droites est égale à celle de l'inclinaison du plan de l'orbite lunaire au plan de l'écliptique, soit, de cinq degrés. En revanche, c'est uniquement lorsque la Lune occupe l'un des noeuds, que l'observateur terrestre verra, effectivement, les deux droites se couper sous un angle de cinq degrés. En effet, lorsque la Lune parvient à l'une des plus grandes latitudes, le plan défini par les deux droites passera aussi par la centre de la Terre.⁵¹ Par conséquent, les droites seront vues, depuis la Terre, dans la même direction et paraîtront se superposer ou se confondre. D'une façon générale, l'angle sous lequel l'observateur terrestre voit se couper les deux droites varie d'un instant à l'autre sous l'effet du mouvement de la Lune autour de la Terre. Sans doute, feront-elles toujours, « physiquement », un angle de cinq degrés, mais cette inclinaison paraîtra inférieure à l'observateur terrestre pour toute latitude de la Lune différente de zéro

comprise dans les lignes d'illumination est éclairée par le Soleil ; et, seule, celle qui est renfermée dans les lignes de vision est vue par nous. »).

⁵⁰ Nous réservons, en effet, expressément, le cas d'une rotation de la Lune, dont l'idée est, explicitement et théoriquement, exclue de l'ensemble des textes que nous commentons.

⁵¹ Il n'est pas sans signification que, dans la *Terza Giornata*, Galilée formule une remarque rigoureusement analogue à propos d'un plan mené par l'axe de rotation du Soleil, perpendiculairement au plan de l'écliptique, qui, au cours de la révolution annuelle du Soleil, passe deux fois par le centre de la Terre.

degrés. En un sens, c'est, là, l'indice de la nature optique du phénomène, qui dépend, simplement, de l'inclinaison constante des deux plans de l'orbite lunaire et de l'écliptique, mais on peut se demander quel statut doit recevoir, dans une cosmologie comme celle de Hevelius, le plan défini par les deux droites, c'est-à-dire, au fond, par l'axe de l'orbite lunaire et par l'axe de l'écliptique, plan qui demeure constamment parallèle à lui-même au cours d'une révolution draconitique de la Lune. Puisque son mouvement apparent a pour effet de varier l'extension de l'hémisphère éclairé de la Lune, on doit supposer que, dans l'esprit de Hevelius, il coupe toujours la surface du globe lunaire dans les mêmes points, autrement dit, qu'il passe toujours par les mêmes points, matérialisés par des taches ou autres accidents, du sol lunaire, mais on ne voit plus comment, dans ces conditions, la Lune peut encore, en l'absence de nouvelles déterminations, présenter constamment le même hémisphère vers la Terre. Sans doute, ce dernier fait renvoie aux coordonnées optiques de la Lune, donc à un système de coordonnées dont les axes sont fournis par le plan de l'orbite lunaire et sa normale menée par le centre du globe lunaire, mais, puisqu'il passe, à la fois, par l'axe de l'orbite lunaire et par l'axe de l'écliptique, le plan qui demeure parallèle à lui-même au cours de la révolution draconitique présente précisément cette propriété remarquable d'être orthogonal, à la fois, au plan de l'écliptique et au plan de l'orbite lunaire. Or, il ne peut demeurer orthogonal au plan de l'orbite qu'en accomplissant, précisément, une révolution complète, en un mois draconitique, révolution qui traduit le mouvement apparent par lequel l'axe de l'orbite décrit, tous les mois, un cône autour de l'axe de l'écliptique. De ce fait, ce plan remarquable accomplit bien, aux yeux de l'observateur terrestre, une révolution mensuelle sur l'axe de l'écliptique, que la conscience scientifique moderne pourra bien déclarer optique, mais qui n'en devrait pas moins entraîner l'hémisphère visible de la Lune dans son mouvement, ce qui n'est pas le cas.

Ainsi, l'explication que donne Hevelius de la libration que Galilée appelait annuelle soulève bien des difficultés. Dans le cours de la *Selenographia*, ces difficultés en rencontrent d'autres, liées à la conception que se fait Hevelius du mouvement des taches du Soleil.

Cependant, en 1654, Hevelius publie la première théorie de la libration qui distingue correctement entre libration en longitude et libration en latitude. Il attribue, à la première, la période de la révolution anomalistique de la Lune, et à la seconde, celle de sa révolution draconitique. La distinction de deux librations se fonde sur la reconnaissance que ces deux mouvements ont des périodes distinctes et présentent des inégalités différentes. Hevelius rattache l'inégalité de la libration

en longitude, au mouvement des apsides de l'orbite lunaire, et celle de la libration en latitude, à celui des nœuds. La première aura, par conséquent, une période de plus de huit ans, la seconde, de dix-huit ans et sept mois. Cette période anomalistique de la libration en longitude fut découverte, indépendamment, entre 1648 et 1650, par Hevelius et par Boulliau.⁵²

Lorsqu'en 1651, parut, à Bologne, l'*Almagestum Novum* de Riccioli, Hevelius y trouva, formulée à l'irréel, l'hypothèse, refusée par l'auteur, suivant laquelle « la » libration vient de l'excentricité du cercle de la Lune.⁵³ Si l'on adoptait cette hypothèse, poursuit Riccioli, il en découlerait les conséquences suivantes. « La » libration serait nulle dans les apsides ; de l'apogée au périgée, *Grimaldi* reculerait du bord oriental du disque, tandis que le *Mare Crisium* se rapprocherait du bord occidental ; inversement, du périgée à l'apogée, *Grimaldi* se rapprocherait du bord oriental, tandis que le *Mare Crisium* reculerait du bord occidental.⁵⁴

⁵² Cf. Boulliau à Hevelius, 7 janvier 1650 (B. N., ms. fr. 13.043, fol. 16° v° - 17° r°) ; Hevelius à Boulliau, 18 février 1650 (ms. fr. 13.043, fol. 20° v° - 21° r° et lat. 10.347, t. II, p. 4) ; Boulliau à Hevelius, 18 avril 1650 (fr. 13.043, fol. 23° r°) ; Boulliau à Hevelius, 23 juillet 1655 (fr. 13.043, fol. 61-64).

⁵³ « Hypothesis niteretur Excentricitate Lunae, si nimirum intellegeremus, Lunam eadem semper facie respicere, non terram, sed centrum Lunaris Excentrici deferentis Lunam per Zodiacum, aut per se, aut epicyclum affixum ; ita ut linea e centro Lunaris corporis ad centrum Eccentrici ducta, semper transiret per idem punctum superficiei Lunaris. » (*Op. cit.*, p. 214 ; traduction : « L'hypothèse s'appuierait sur l'Excentricité de la Lune, si, semble-t-il, nous entendions que la Lune regarde constamment avec la même face, non, la terre, mais le centre de l'Excentrique lunaire qui transporte la Lune dans le Zodiaque, soit, toute seule, soit, un epicycle qui lui est attaché ; de telle façon qu'une ligne, tracée depuis le centre du corps de la Lune au centre de l'Excentrique, passe constamment par un même point de la surface de la Lune. »). Le lecteur sera sensible à l'allure optique de l'hypothèse que formule, ici, Riccioli, assez proche, somme toute, de celle de Galilée dans la lettre à Alfonso Antonini.

⁵⁴ « Si Luna nullam haberet latitudinem, essetque vel Apogaea vel Perigaea, nulla esset libratio (...). Quodsi careret quidem latitudine, sed ab Apogaeo descenderet, tum Grimaldi macula inciperet recedere a propiore limbo, & magis magisque recederet per totum primum Anomaliae Lunaris quadrantem, & Mare Crisium accederet ad limbum occiduum ; inde autem per 2. quadrantem minueretur magis magisque Grimaldi, sed augetur Crisium distantia. » (*Op.cit.*, *ibid.* ; traduction : « En supposant que la Lune eût une latitude nulle et qu'elle fût < dans son > Apogée ou < dans son > Périgée, la libration serait nulle (...). Que si, d'une part, elle n'avait pas de latitude, mais que, d'autre part, elle s'écartât de son Apogée, alors la tache *Grimaldi* commencerait à s'éloigner du bord le plus proche et s'en éloignerait de plus en plus pendant toute la durée du premier quart de l'Anomalie de la Lune, tandis que *Mare Crisium* se rapprocherait du bord occidental ; à partir de là, en revanche, pendant le second quart, la distance de *Grimaldi* diminuerait de plus en plus, tandis qu'au contraire celle de < Mare > *Crisium* augmenterait. »). Or, Riccioli repousse l'hypothèse précédente pour deux raisons, d'une part, parce que les observations dont il dispose ne s'accordent pas avec elle ; d'autre part, parce que la quantité de l'excentricité de la Lune est trop faible pour rendre compte de la quantité de la libration en longitude : « Ut praedicta hypothesis subsistat, duo requiruntur. Primo ut tanta sit Excentricitas, quantum requirit maxima

En réalité, retenu par l'observation des comètes qui parurent dans les années 1650-1653, dont on trouvera les traces, en 1668, dans la *Cometographia*, ce n'est qu'en 1654 que Hevelius prend connaissance de l'ouvrage de Riccioli, que lui avait communiqué Athanasius Kircher. Il s'aperçut, alors, que les phénomènes invoqués, que Riccioli faisait dépendre, à titre de conséquences éventuelles, d'une hypothèse formulée un peu au hasard et exprimée à l'irréel du présent (dont témoigne l'usage de l'imparfait du subjonctif), observaient, en réalité, rigoureusement la période qu'il avait trouvée, de son côté, dès 1648, car, faire dépendre « la » libration de l'excentricité du cercle de la Lune, revenait à en faire une fonction de la différence angulaire entre l'anomalie vraie et l'anomalie moyenne de la Lune, donc, de l'équation. Ce rapport n'était valable, cependant, que pour une partie du mouvement libratoire, celle qui se fait d'occident en orient, et inversement. Hevelius se trouva, ainsi, conduit à dissocier, le premier, une libration, de période anomalistique, qui se fait en longitude, et une libration, de période draconitique, qui se fait en latitude. C'est dans ces conditions qu'il adresse à Riccioli l'*Epistula de Motu Lunae libratorio*.⁵⁵

Lorsque la Lune est dans ses apsides, la libration en longitude sera moyenne, ou nulle. L'axe du cône visuel, en corrigeant la parallaxe horizontale, se confond

libratio, seu tanta, ut vi illius aliquando possimus videre de Lunae disco partes 12. qualium semidiameter eiusdem est 100., vel gradus 20. de superficie Lunari ultra id, quod sine libratione videmus... Sed cum Eccentricitas Lunae per nos ex observationibus selectis deducta, ne in quadraturis quidem, in quibus maxima est, excedat partes 13.053. qualium radius Eccentrici est 100.000 (...), non potest salvis trigonometriae legibus vi Eccentricitatis repraesentari de Lunae superficie portio ultra consuetam maior gradibus 7. Secundo ut omnibus observationibus diversitas in 4. praedictis casibus designata satisfaciatur. Etsi autem plurimis hactenus habitis satisfacit, non paucae tamen refragantur. Quapropter hanc hypothesim tamquam abortivam reicere cogimur. » (*op. cit.*, p. 214-215 ; traduction : « Pour que l'hypothèse précédente tienne, deux conditions sont requises. Premièrement, que l'Excentricité soit aussi grande que requiert le maximum de la libration, soit, suffisamment grande pour que, de par elle, nous puissions voir, à certains moments, du disque lunaire, douze parties de celles dont son rayon comprend cent, savoir, vingt degrés de surface de la Lune en plus de ce que nous voyons indépendamment de la libration... Or, puisque l'Excentricité de la Lune, telle que nous l'avons déduite d'un choix de nos observations, même dans les quadratures, où elle est la plus grande, ne dépasse 13.053 parties de celles dont le rayon de l'Excentrique comprend 100.000 (...), on ne saurait, les lois de la trigonométrie étant sauves, représenter, de par l'Excentricité, une part de la surface de la Lune, en plus de celle qui est habituelle, de plus de sept degrés. Deuxièmement, que les variations notées dans les quatre cas précédents répondent à la totalité des observations. Or, bien qu'elles répondent à la plupart de celles qui ont été faites jusqu'à présent, néanmoins, un certain nombre leur demeure réfractaire. Pour cette raison, nous sommes contraints de rejeter cette hypothèse comme prématurée. »).

⁵⁵ L'opuscule de Hevelius fut réimprimé, en 1665, dans l'*Astronomia Reformata* de Riccioli, et en 1690, dans le *Prodromus Astronomiae* de Hevelius. Une traduction allemande parut, en 1718, dans l'*Astronomisches Handbuch* de Johann Leonhardt Rost.

avec la ligne des apsides de la Lune (fig. 18).⁵⁶

Lorsque la Lune est à 90° d'anomalie moyenne, comptée depuis l'apogée, et que la section du globe lunaire par le plan qui, à l'apogée, passait par la ligne des apsides, rencontre celle-ci à angles droits, l'axe du cône visuel de l'observateur terrestre passe, sans corriger l'équation, par un point situé, à la surface du globe lunaire, à la distance angulaire a du point par lequel il passait à l'apogée. Par conséquent, l'ensemble des taches lunaires subit un décalage vers l'occident, d'une quantité angulaire égale à celle de l'équation. Le *Mare Crisium* se rapproche donc du bord occidental du disque, tandis que *Grimaldi* s'éloigne du bord oriental.⁵⁷

L'inverse a lieu à 270° d'anomalie moyenne. Cette fois, l'axe du cône visuel rencontre la surface du globe lunaire à une distance angulaire a à l'occident du point par lequel il passe dans les apsides, et les taches sont décalées, d'autant de degrés vers l'orient, que vers l'occident, à 90° d'anomalie. Aussi, le *Mare Crisium* est le plus loin possible du bord occidental du disque, tandis que *Grimaldi* est le plus près possible du bord oriental.⁵⁸

Cette situation suppose une disposition dans laquelle une même section du globe lunaire, telle AB, demeure dans un plan qui passe constamment par le centre M des moyens mouvements lunaires, c'est-à-dire où la Lune présente constamment la même face vers ce centre. Elle suppose, encore, que la quantité de l'excentricité CT du cercle de la Lune, ou, à défaut, celle de la distance MT, du centre de la Terre au centre des moyens mouvements lunaires, soit suffisante pour faire l'angle a égal à 8°. C'est la difficulté de satisfaire à cette dernière condition qui avait fait rejeter, par Riccioli, l'hypothèse suivant laquelle « la » libration dépend de l'excentricité du cercle de la Lune. Enfin, la libration en longitude doit présenter, dans cette hypothèse, une inégalité d'un peu moins de neuf ans, liée au

⁵⁶ « In perigæo scilicet media datur libratio, tantaque ab uno, quanta ab altero latere spectatur. » (*Epistula de Motu Lunae libratorio*, Dantzig, 1654, p. 47 ; traduction : « Au périégée a lieu la libration moyenne, et l'on voit autant d'un côté que de l'autre. »).

⁵⁷ « Spatium ad Paludem Mœotidem semper omnium arctissimum, spatium vero Maræotidis omnium amplissimum deprehenditur. » (*Op. cit.*, p. 46-47 ; traduction : « On y remarque que l'espace voisin de la *Palus Mœotis* est toujours plus resserré que jamais, et l'espace de la <*Palus*> *Maræotis*, plus étendu que jamais. »). La *Palus Mœotis* de Hevelius correspond au *Mare Crisium* de Riccioli ; la *Palus Maræotis*, à *Grimaldi*.

⁵⁸ « Recedente paulatim Luna a Perigæo (...), spatium Mœotidis (...) magis magisque crescit, decrescente rursus interstitio Maræotidis ex eadem dicta ratione. » (*Op. cit.*, p. 47 ; traduction : « Lorsque, petit à petit, la Lune s'éloigne de son Périégée (...), l'espace <voisin de la *Palus*> *Mœotis* augmente de plus en plus, cependant qu'à l'inverse l'intervalle <séparant la *Palus*> *Maræotis* <de la circonférence du disque lunaire> diminue pour la même raison que nous disions. »).

mouvement des apsides lunaires.⁵⁹ Or, c'est cette inégalité qui avait, dès 1648, conduit Hevelius à rattacher cette partie de la libration à la révolution anomalistique de la Lune.⁶⁰

La découverte de la période anomalistique de la libration en longitude conduit Hevelius à une refonte de la théorie de la libration dans son ensemble. Celle-ci revêtait, dans la *Selenographia*, l'aspect d'une théorie unitaire, où, comme, en 1645, chez Boulliau, ou, encore en 1651, chez Riccioli, « la » libration était pensée comme un phénomène global, justiciable d'une explication optique, faisant appel à des effets de perspective issus de la variation des hauteurs méridiennes de la Lune, par suite de son mouvement en déclinaison et de l'inégalité présentée par ce dernier en raison de la révolution des nœuds de la Lune en dix-huit ans et sept mois. Lorsqu'en 1648, Hevelius constate que la *maxima libratio*, c'est-à-dire l'instant où l'écart se creuse au maximum entre le *Mare Crisium* et la circonférence du disque, qu'il avait observée, en 1644, dans le Cancer, avait lieu dans le Capricorne,

⁵⁹ « Pro variatione Apogæi, etiam maxima libratio, in plaga Lunae occidentali, ad Paludem Mæotidem, & minima, in plaga orientali, circa Paludem Maræotidem, semper mutatur. » (*Op. cit.*, p. 7 ; traduction ; « Suivant la raison du mouvement de l'Apogée, la plus grande libration, sur le bord occidental de la Lune, au voisinage de la *Palus Mæotis*, ainsi que la plus petite, sur le bord oriental, aux alentours de la *Palus Maræotis*, subissent toujours, elles aussi, un changement. ») ; « Versante Lunae Apogæo in Cancro, maxima libratio in Ariete, & minima vicissim in Libra existit ; Apogæo vero in Leone constituto, maxima libratio in Tauro, & minima in Scorpione animadvertitur, & sic consequenter. » (*Op. cit.*, p.8 ; traduction : « Lorsque l'Apogée de la Lune se trouve dans le Cancer, la plus grande libration a lieu dans le Bélier, et la plus petite, dans la Balance ; lorsqu'en revanche l'Apogée est placé dans le Lion, on observe la plus grande libration dans le Taureau, et la plus petite, dans le Scorpion, et ainsi de suite. »).

⁶⁰ « Animadverti tandem, cum ex meis aliquot continuis, tum aliorum, quotquot videre hactenus contigit, observationibus, limites librationis, sive maximam librationem, progressu temporis, variari omnino, atque ex signo Cancri (...) pedetentim ad reliqua se conferre signa ; periodumque hanc novem circiter annorum absolvi spacio. » (*Op. cit.*, p. 6 ; traduction : « J'ai fini par constater, en me fondant, à la fois, sur un certain nombre de mes propres observations ininterrompues, et sur celles d'autres personnes, autant que j'aie pu en voir jusqu'à présent, que les limites de la libration, ou encore, la plus grande libration, le temps passant, subissent des variations du tout au tout et se déplacent, depuis le signe du Cancer, peu à peu, vers les autres signes, et que cette révolution s'accomplit en l'espace d'environ neuf années. ») ; « Non simpliciter is motui Lunae longitudinis, sed motui simul Apogæi Lunaris sese accommodat. » (*Op. cit.*, p. 6-7 ; traduction : « Ce <mouvement> ne s'adapte pas uniquement au mouvement de la Lune en longitude, mais, en même temps, au mouvement de l'Apogée de la Lune. » ; cf. Riccioli, *Astronomia Reformata*, Bologne, 1665, p. 170). Au passage, Hevelius fait justice de l'opinion que lui attribue, à tort, Riccioli, suivant laquelle les *termini libratorii*, ou *limites librationis*, seraient fixes, la *maxima libratio*, sc. du *Mare Crisium*, donc correspondant à 270° d'anomalie, étant rattachée par lui, selon Riccioli, au Cancer. L'erreur de Riccioli vient de ce qu'il ne s'appuie pas directement sur le texte de la *Selenographia*, mais sur l'exposition qu'en donne Zucchi, dans la *Nova de Machinis Philosophia*, Roma, 1649, B. N., V.7205, p. 222.

il conclut, logiquement, de cet écart de six signes en quatre ans, à une inégalité de huit ans, dont ne pouvait rendre compte le mouvement des nœuds, qui ne s'élevait, pour la même période qu'à $4 \times 360 / 18 = 80^\circ$. C'est donc l'observation de l'inégalité de leur mouvement, qui permet à Hevelius de rattacher, à la révolution, directe, des apsides, dont la période est de plus de huit ans, la libration de taches comme le *Mare Crisium* et *Grimaldi*, *i. e.* des taches voisines du bord occidental et du bord oriental du disque lunaire. Dans ces conditions, la libration en latitude se présente, en quelque sorte, comme un mouvement résiduel, obtenu par soustraction de la libration en longitude et dont l'étude est conduite d'après l'observation de la variation de l'inclinaison du terminateur dans les quadratures, donc, sur le modèle de ce que nous avons appelé, chez Galilée, la libration « annuelle », à l'élaboration théorique de laquelle Hevelius avait donné un certain développement dans la *Selenographia*.⁶¹ La conception des relations entre cône visuel et cône d'illumination, que développaient ces pages, se trouve donc reprise dans l'écrit de 1654, à ceci près qu'elle se donne, désormais, pour la théorie d'une libration en latitude, obtenue par soustraction d'une libration en longitude de période anomalistique, dans les conditions de la découverte de l'inégalité de huit ans de cette dernière. Si, dans ces conditions, il ne fait guère de doute, comme montre sa réaction à la lecture de Riccioli, que Hevelius ait reconnu, à cette dernière, une nature optique, il devient, en revanche, assez délicat de savoir si la première revêt, dans son esprit, la signification d'une apparence optique ou d'une réalité physique. Rien, dans ses déclarations explicites, n'autorise à conclure qu'il ait accordé, à la libration en latitude, une signification autre qu'optique, mais nous avons vu que semblable position conduit à d'insoutenables antinomies, ainsi qu'il n'échappera, ni à ses contemporains, ni à ses successeurs.

La Lune tourne autour de la Terre, en vingt-sept jours et sept heures, dans un plan qui est incliné, au plan de l'écliptique, d'environ cinq degrés. L'axe de l'orbite lunaire coupe, donc, l'axe de l'écliptique, et une droite menée, par le centre du globe lunaire, orthogonalement au plan de l'orbite lunaire, une droite menée, par ce centre, orthogonalement au plan de l'écliptique, sous un angle de cinq degrés. En prenant en considération, non la révolution sidérale de la Lune, mais sa révolution draconitique, c'est-à-dire son retour périodique, non à la même longitude, mais à son nœud ascendant, un plan, conduit par les deux droites parallèles, l'une, à l'axe de l'écliptique, l'autre, à celui de l'orbite lunaire, orthogonalement au plan de l'écliptique, demeure parallèle à lui-même au cours d'une révolution de la Lune autour de la Terre. Un tel plan est un plan

⁶¹ *Op. cit.*, p. 368-373.

remarquable, au sens où nous avons appelé remarquable, par sa double appartenance au système lié à l'observateur terrestre, et au système indépendant de cet observateur, le plan qu'on pouvait, seul, mener par l'axe de rotation du Soleil, perpendiculairement au plan de l'écliptique, et qui était le seul plan orthogonal, à la fois, au plan de l'écliptique et au plan de rotation du Soleil. Il est, en effet, lui aussi, le seul plan qu'on peut mener, par une droite tracée, par le centre du globe lunaire, parallèlement à l'axe de l'orbite, orthogonalement au plan de l'écliptique. De même que le disque du Soleil n'était dans le plan remarquable du Soleil, que dans les *stationes rectilineae*, le disque de la Lune n'est, dans le plan remarquable de la Lune, que dans les nœuds. Ces dernières conditions sont les seules où, l'axe du cône visuel de l'observateur terrestre venant rencontrer, à angles droits, le plan remarquable de la Lune, les deux droites menées par le centre du globe lunaire paraissent, à cet observateur, se couper sous un angle de cinq degrés. La section du globe lunaire par la base du cône visuel de l'observateur terrestre est dans le plan remarquable ; les « pôles » de l'orbite lunaire et de l'écliptique, ou, plus exactement, des droites, menées par le centre du globe lunaire, qui leur sont parallèles, sont situés sur la section du globe par le plan de la base du cône visuel, le « pôle » Nord de l'orbite, à cinq degrés à l'occident du « pôle » Nord de l'écliptique, dans le nœud ascendant, et à l'orient, dans le nœud descendant (fig. 19).⁶² Lorsque la Lune est à 90° de ses nœuds, le plan mené par ces deux droites passe par le centre de la Terre.⁶³ Les deux droites paraissent alors se confondre aux yeux de l'observateur terrestre. La section du globe lunaire par la base du cône visuel est toujours dans un plan orthogonal au plan de l'orbite lunaire ; les axes de l'orbite et de l'écliptique conservant leurs relations réciproques au cours d'une révolution de la Lune autour de la Terre, le « pôle » Nord de l'écliptique sera dans l'hémisphère caché, en arrière du « pôle » Nord de l'orbite, à cinq degrés de latitude Nord (c'est

⁶² « Circa nodos, cum perpendiculum EF cum basi visionis GH coincidat, intermedia datur libratio ; quippe tantum a parte superiori, quantum a parte inferiori Lunae spectatur. » (*Epistula de Motu Lunae libratorio*, p. 45 ; traduction: « Aux alentours des nœuds, puisque la perpendiculaire EF coïncide avec la base <du cône> de vision, a lieu la libration moyenne ; de fait, on y observe une aussi grande partie, du côté supérieur, que du côté inférieur de la Lune. » Il convient, évidemment, d'entendre que la « perpendiculaire EF » est, aux environs des nœuds, dans le plan de la base du cône de vision, en d'autres termes, que la section du globe lunaire par le plan du *Circulus visionis*, au sens de *Ad Vitellionem Paralipomena*, engendre un cercle qui passe, non seulement, comme implique la définition du *Circulus visionis*, par les pôles de l'orbite lunaire, mais encore, par les pôles de l'écliptique. Ce raisonnement relève tout à fait de l'ambiance de la discussion sur les sections du globe lunaire par le *Circulus illuminationis*, lié, on s'en souvient, aux coordonnées écliptiques, indépendantes de l'observateur terrestre, lors des quadratures, dans la *Selenographia*.)

⁶³ Selon le raisonnement appliqué au Soleil par Galilée dans la *Terza Giornata*.

le cas désigné par le caractère B, dans la figure), et dans l'hémisphère apparent, en avant du « pôle » Nord de l'orbite, à cinq degrés de latitude Sud (cas désigné par le caractère C) ; le « pôle » Sud de l'écliptique, dans l'hémisphère apparent, en avant du « pôle » Sud de l'orbite, à cinq degrés de latitude Nord, et dans l'hémisphère caché, en arrière du « pôle » Sud de l'orbite, à cinq degrés de latitude Sud.⁶⁴ Ces considérations rendent bien compte des apparences de la libration en latitude. En effet, si les deux droites paraissent, aux yeux de l'observateur terrestre, se couper, sous un angle de cinq degrés, lorsque la Lune est dans ses nœuds, le pôle Nord de l'orbite lunaire, transposé dans le globe de la Lune, se présentera, sur la circonférence du disque, à cinq degrés à l'occident du pôle Nord de l'écliptique, dans le nœud ascendant, et à l'orient, dans le nœud descendant.⁶⁵

⁶⁴ « Luna existente circa limitem boreum, non amplius, ut in A, FEG, sed GFH ad aspectum nostrum pervenit, sic ut loco EG partis superioris, ab oculo nostro recedentis, HF particulam Lunae exorientem, ab infima eius parte, adspiciamus...Luna versante in limite Austrino, ubi vicissim pars aliqua circa limbum Lunae superiorem, nempe EG, loco inferioris partis FH evanescentis, sese nobis, uti apparet, detegit. Hincque in latitudine boreali, orae Lunae boreales, contractiores, australes autem, ampliores ; rursus in latitudine meridionali, orae Lunae boreales, ampliores, & australes, arctiores... spectantur. » (*Op. cit.*, p. 45-46 ; traduction : « Lorsque la Lune se trouve aux alentours de sa limite boréale, ce n'est plus, désormais, comme en A, <l'arc> FEG, mais <l'arc> GFH, qui se présente à notre regard, de sorte qu'au lieu de la partie supérieure EG, qui s'éloigne de notre vue, nous voyons se lever une petite partie HF de la Lune, depuis son bord inférieur... Lorsque la Lune est dans sa limite australe, là où, en revanche, aux alentours du limbe supérieur de la Lune, une faible partie, à savoir EG, au lieu de la partie inférieure FH, qui se dissipe, se découvre à nous, à ce qu'il semble. Et il s'ensuit que, dans une latitude boréale, la lisère boréale de la Lune se présente, à la vue, comme plus resserrée, et la lisère australe, comme plus étendue, tandis qu'à l'inverse, dans une latitude méridionale, la lisère boréale de la lune se présente comme plus étendue, et la lisère australe, comme plus resserrée. » ; EF désigne un diamètre du globe lunaire, orthogonal au plan de l'écliptique, GH, au plan de l'orbite lunaire. On comparera cette disposition avec celle qu'invoquait la *Selenographia*, dans l'explication des relations entre cône visuel et cône d'illumination, p. 372-373. La première phrase de la citation présente une difficulté, car on ne voit pas très bien ce que Hevelius peut entendre par l'arc « FEG » ; peut-être l'exemplaire dont nous nous sommes servi, le V.1829 de la Bibliothèque Nationale de Paris, fait-il partie des exemplaires où les légendes des figures sont défectueuses et qu'évoque la lettre de Hevelius à des Noyers du 27 novembre 1654, copie B. N., mss latins 10.347, tome III, p. 105-106.

⁶⁵ « Maxima autem variatio circa utrumque Nodum existit ; & quidem (und zwar, Hevelius pense en allemand) circa Nodum Boreum, cuspidem superiorem tot circiter gradibus occidentem versus, quot gradibus circa Nodum Australem, orientem versus, dicta cuspidem vergit. » (*Epistula de Motu Lunae libratorio*, p.41 ; traduction : « Et la différence la plus grande a lieu aux alentours de l'un et de l'autre des Nœuds ; à savoir, aux alentours du Nœud boréal, <la Lune> penche, avec sa cuspis, d'environ autant de degrés vers l'occident, qu'elle penche, avec cette même cuspis, vers l'orient, aux alentours du Nœud austral. »). La traduction de *cuspidem* fait problème. On sera sensible au contexte de la balance, donc du fléau, avec son écart à l'équilibre, sa ῥοπή, son *momentum* (cf. Galluzzi, *op. cit.*), bref, sa libration, mais on

Il convient, toutefois, de faire observer que, si, dans le cas du Soleil, le système de coordonnées, indépendant de l'observateur, est celui du plan de rotation, et le système, lié à l'observateur, celui de l'écliptique, dans le cas de la Lune, le système, indépendant de l'observateur, est celui de l'écliptique, et le système, lié à l'observateur, celui de l'orbite lunaire. Le disque de la Lune fait partie du système de l'orbite, comme le disque du Soleil, du système de l'écliptique. C'est que, dans les deux cas, le cône visuel se définit dans les coordonnées du plan de révolution, celui de l'écliptique, dans le cas du Soleil, celui de l'orbite, dans le cas de la Lune. Lorsque la Lune est dans l'une de ses plus grandes latitudes, ce sont donc les pôles de l'écliptique, transposés dans le globe lunaire, qui sont, alternativement, dans l'hémisphère apparent et dans l'hémisphère caché, le pôle Nord, dans l'hémisphère caché, et le pôle Sud, dans l'hémisphère apparent, à $+5^\circ$, le pôle Nord, dans l'hémisphère apparent, et le pôle Sud, dans l'hémisphère caché, à -5° . Et c'est sur ce point précis que la théorie classique de la libration, qu'on attribue, d'ordinaire, à Cassini, s'articule à celle, préclassique, de Hevelius.

Il s'agit, tout d'abord, de déployer, dans toutes ses conséquences, l'idée suivant laquelle, lorsqu'on est en présence de deux systèmes d'axes, l'un, lié à l'observateur terrestre, l'autre, indépendant de l'observateur, en mouvement angulaire l'un à l'égard de l'autre, on ne peut concevoir qu'un seul plan qui soit orthogonal, à la fois, au plan de référence de chacun des deux systèmes d'axes (ou qu'on ne peut mener qu'un seul plan par l'axe des z des deux systèmes). Dans le cas où l'un des deux systèmes d'axes est en mouvement angulaire par rapport à l'autre, cette situation ne va pas sans que ce plan présente, en un sens, un mouvement de révolution d'une quantité égale à celle du mouvement angulaire de l'un des deux systèmes par rapport à l'autre.

Une analogie empruntée à l'astronomie sphérique peut faciliter l'intelligence de ce qui est en cause. Supposons que les deux systèmes d'axes en mouvement angulaire l'un par rapport à l'autre soient le système des coordonnées horizontales et le système des coordonnées équatoriales. Si, en un instant donné, il n'y a qu'un seul cercle de hauteur (dans un plan orthogonal au plan de l'horizon) qui coïncide avec un cercle de déclinaison (dans un plan orthogonal au plan de l'équateur), ce dans le plan du méridien du lieu, il n'en demeure pas moins qu'en des instants successifs, ce sont différents cercles de déclinaison qui « entrent », à tour de rôle, dans le plan du méridien. Au cours de la révolution diurne, tous les cercles de

peut aussi y discerner une expression empruntée au vocabulaire de la boussole et de la rose des vents. Entendons, dans tous les cas, que *cuspis* désigne le pôle de l'orbite.

déclinaison occupent, ainsi, successivement, le plan du méridien et, de ce fait, aux yeux d'une cosmologie qui rapporte les mouvements au site de l'observateur et pour laquelle la vision est discriminatoire au regard du mouvement et du repos, accomplissent une révolution à l'égard de ce point privilégié qu'est le centre de la sphère céleste. De semblables considérations avaient conduit Scheiner à attribuer une révolution physique à l'unique plan qu'on peut mener par l'axe de rotation du Soleil, perpendiculairement au plan de l'écliptique.

Le cas de la Lune n'est pas différent de celui du Soleil. Tout comme, indépendamment de la rotation du Soleil en vingt-sept jours, un plan mené par un diamètre quelconque du globe solaire, perpendiculairement au plan de l'écliptique, conserve sa direction initiale et demeure parallèle à lui-même au cours d'une révolution de la Terre autour du Soleil, «qui produit le même effet que ferait une révolution du Soleil autour de la Terre», un plan mené par un diamètre quelconque du globe lunaire, perpendiculairement au plan de l'orbite lunaire, conserve sa direction initiale et demeure parallèle à lui-même au cours d'une révolution de la Lune autour de la Terre. Or, par le diamètre d'une sphère, on peut tracer une infinité de plans, perpendiculairement au plan que ce diamètre rencontre à angles droits. Ainsi, par la verticale d'un lieu, on peut mener une infinité de cercles verticaux, perpendiculairement au plan de l'horizon ; par l'axe du monde, une infinité de cercles de déclinaison, perpendiculairement au plan de l'équateur ; et, par l'axe de l'écliptique, une infinité de cercles de latitude, perpendiculairement au plan de l'écliptique. Tout comme la verticale du lieu est l'intersection commune des plans de tous les cercles verticaux, l'axe du monde, des plans de tous les cercles de déclinaison, et l'axe de l'écliptique, des plans de tous les cercles de latitude, le diamètre quelconque d'une sphère est ainsi l'intersection commune d'une infinité de plans perpendiculaires au plan qu'il rencontre à angles droits. Si l'on peut ainsi mener une infinité de plans par le diamètre quelconque d'une sphère, diamètre qui est leur intersection commune, on ne peut, en revanche, en mener qu'un seul par deux diamètres de la sphère inclinés l'un à l'autre. Ainsi il n'y a qu'un seul plan perpendiculaire, à la fois, au plan de l'horizon d'un lieu et au plan de l'équateur du monde, celui du méridien du lieu, qui est, à la fois, cercle vertical et cercle de déclinaison, tout comme il n'y a qu'un seul plan perpendiculaire, à la fois, au plan de l'équateur et au plan de l'écliptique, celui du colure des solstices, qui est, à la fois, cercle de déclinaison et cercle de latitude. Tout comme le méridien est un demi-cercle (plutôt qu'un cercle), passant, à la fois, par le zénith et par les pôles du monde, dans un plan qui est, seul, perpendiculaire, à la fois, au plan de l'horizon et au plan de l'équateur, et le colure des solstices, un cercle, passant, à la fois, par les pôles du monde et par les pôles de l'écliptique,

dans un plan qui est, seul, perpendiculaire, à la fois, au plan de l'équateur et au plan de l'écliptique, le plan mené par deux diamètres quelconques d'un globe est le seul à être perpendiculaire, à la fois, aux deux plans menés par le centre du globe, perpendiculairement à chacun des deux diamètres. Dans ces conditions, il n'est donc possible de mener, par tout diamètre du globe solaire, autre que la normale au plan de l'écliptique, qu'un seul plan qui soit perpendiculaire au plan de l'écliptique, tout comme, par un diamètre du globe lunaire, autre que la normale au plan de l'orbite, qu'un seul plan qui soit perpendiculaire au plan de l'orbite lunaire. Il revient donc au même de dire que, par un diamètre quelconque du globe, on ne peut mener qu'un seul plan qui soit perpendiculaire, au plan de l'écliptique, dans le cas du Soleil, et au plan de l'orbite, dans le cas de la Lune, ou que, par un diamètre quelconque du globe, on ne peut mener qu'un seul plan qui passe, en même temps, par le diamètre perpendiculaire, au plan de l'écliptique (ou : par le diamètre, parallèle à l'axe de l'écliptique), dans le cas du Soleil, au plan de l'orbite (ou : parallèle à l'axe de l'orbite), dans le cas de la Lune.

Or, d'une part, les directions de l'axe de l'écliptique, dans le cas du Soleil, et de l'axe de l'orbite, dans le cas de la Lune, sont constantes, si l'on ne tient pas compte, de la précession des équinoxes, dans le cas du Soleil, du mouvement rétrograde des nœuds de l'orbite, dans le cas de la Lune. Sont, donc, constantes, également, l'inclinaison de l'écliptique, et celle de l'orbite lunaire, à l'égard d'un plan fixe. D'autre part, le disque apparent est toujours dans un plan perpendiculaire, au plan de l'écliptique, dans le cas du Soleil, de l'orbite lunaire, dans le cas de la Lune. Dans ces conditions, indépendamment de tout autre mouvement (nous disons : indépendamment de tout autre mouvement, pour exclure, par hypothèse, tout mouvement de rotation, tant dans le cas du Soleil, que dans le cas de la Lune), un plan passant, à la fois, par un diamètre quelconque du globe et par l'axe, de l'écliptique, dans le cas du Soleil, de l'orbite lunaire, dans le cas de la Lune, conserve sa direction initiale et demeure parallèle à lui-même au cours d'une révolution, tropique, dans le cas du Soleil, draconitique, dans le cas de la Lune. Il instaure, de ce fait, un déplacement angulaire à l'égard du plan de la base du cône visuel de l'observateur terrestre, plan qui, tout en demeurant constamment perpendiculaire au plan, de l'écliptique, dans le cas du Soleil, de l'orbite, dans le cas de la Lune, et tout en passant constamment par le diamètre du globe parallèle à l'axe, de l'écliptique, dans le cas du Soleil, de l'orbite, dans le cas de la Lune, n'en pivote pas moins, en quelque sorte, sur cet axe et occupe, à son égard, toutes les positions angulaires possibles au cours de la révolution de l'astre autour de la Terre, tout comme, par l'effet de son mouvement en longitude, cet astre occupe, lui-même, successivement, tous les cercles verticaux, tous les cercles

de déclinaison ou tous les cercles de latitude. Et, de même que les plans de tous les cercles verticaux se coupent dans la verticale du lieu, les plans de tous les cercles de déclinaison, dans l'axe du monde, ou les plans de tous les cercles de latitude, dans l'axe de l'écliptique, les plans des sections successives du globe par le plan de la base du cône visuel de l'observateur terrestre se coupent dans le diamètre du globe orthogonal, au plan de l'écliptique, dans le cas du Soleil, de l'orbite lunaire, dans le cas de la Lune. Comme ce même diamètre est dans le seul plan qu'on peut mener par un diamètre quelconque du globe, orthogonalement au plan, de l'écliptique, dans le cas du Soleil, de l'orbite, dans le cas de la Lune, ce plan, ayant, ainsi, une direction constante, présente un mouvement angulaire à l'égard de l'observateur terrestre, par l'effet duquel le globe lui paraît accomplir une révolution complète, dans le sens rétrograde, sur un axe parallèle à l'axe, de l'écliptique, dans le cas du Soleil, de l'orbite, dans le cas de la Lune, en une année tropique, dans le cas du Soleil, en un mois draconitique, dans le cas de la Lune.⁶⁶

Lorsque, le deux mai 1675, Cassini présente sa théorie de la libration à l'Académie royale des sciences, le compte-rendu de l'historien officiel de l'Académie relève l'importance de l'expression « colurus Lunae proprius ». ⁶⁷ Nous pouvons, maintenant, préciser le contenu de cette notion et soupçonner les raisons du choix de ce terme. L'expression de « colure de la Lune » désigne une section du globe lunaire par un plan perpendiculaire, à la fois, au plan de révolution et de rotation de la Lune (fig. 20). Dans le cas du Soleil, en effet, les apparences observées dans le disque, telles les trajectoires des taches, leurs courbures et

⁶⁶ « Lora (sc. l'apparente librazione) considero come dependente dalla complicazione di due moti, uno periodico, con cui la Luna sia portata intorno alla Terra con l'asse, che in corso di questo solo resterebbe sempre parallelo a se stesso, onde, dall'istesso punto del firmamento, vedrebbe sempre l'istessa faccia Lunare e, dalla Terra, apparirebbe volversi intorno a se stessa contro l'ordine dei segni mostrando sempre faccie diverse... » (B. N., mss fr., nouvelles acq. 5.856, fol.° 69° v°). Il s'agit toujours, ici, du compte-rendu, rédigé par Agostino Fabri, sous la dictée de Cassini, de l'observation, à Rome, au Palazzo Estense, de l'éclipse de Lune du 26 mai 1668, qui, étant observée, de concert, par Picard, à Montmartre, servit à la détermination de la différence des méridiens de Paris et de Rome.

⁶⁷ « Lunae axis circa quem fit prior revolutio & Colurus quidam Lunae proprius, qui in termino primae revolutionis sumitur, fertur sibi parallelus, quemadmodum axis terrae motu annuo iuxta Copernici hypothesim. » (Du Hamel (Jean-Baptiste), *Regiae Scientiarum Academiae Historia*, Paris, 1698, p.144 ; seconde édition, Paris, 1701, p. 147 ; traduction : « L'axe de la Lune sur lequel s'accomplit la première de ces deux révolutions, ainsi qu'une sorte de Colure particulier de la Lune, qu'on prend comme limite de la première révolution, sont emportés en demeurant parallèles à eux-mêmes, comme, dans le mouvement annuel, l'axe de la Terre, suivant l'hypothèse de Copernic. »). La référence à Copernic est, ici, lourde de signification et renvoie, sans doute, moins à l'héliocentrisme, qu'à la conservation de la direction initiale de l'axe de rotation de la Terre, obtenue, comme on sait, par le moyen du troisième mouvement que Copernic attribue à la Terre.

rectifications, s'expliquent aisément par la combinaison de l'hypothèse précédente d'une révolution optique, apparente, du globe solaire, dans le sens rétrograde, dans le plan de l'écliptique, en une année tropique, avec celle d'une rotation du globe, dans le sens direct, dans un plan incliné au plan de révolution d'une certaine quantité, avec une période appropriée. Celle-ci s'obtient en multipliant par deux le temps mis par les taches à parcourir l'espace qui sépare le bord oriental du bord occidental du disque solaire, soit $2 \times 13,5 = 27$ jours ; la quantité de l'inclinaison du plan de rotation au plan de révolution est donnée par l'angle des trajectoires des taches à l'égard de l'écliptique dans les rectifications, soit, selon Scheiner, sept degrés et demi. La théorie se trouve facilitée, dans le cas du Soleil par la circonstance de la discordance des périodes des deux mouvements, de révolution et de rotation, de 365, 25 j., dans le cas de la révolution, et de 27 j., dans le cas de la rotation ; de ce fait, le mouvement des taches saute aux yeux avec une évidence qui fait d'emblée conclure à une rotation du globe sur lui-même. Les rectifications et incurvations des trajectoires des taches, les *stationes* et les *aequilibria*, renvoient, de leur côté, au mouvement de révolution, comme prouve l'usage auquel les fait servir Galilée, dans la *Terza Giornata*, et la signification physique que leur avait reconnue Scheiner est, simplement, le signe que le seul plan qu'il est possible de mener, par l'axe de rotation du Soleil, orthogonalement au plan de l'écliptique, conserve sa direction initiale et demeure constamment parallèle à lui-même au cours d'une révolution tropique du Soleil, tout comme il est, naturellement, soumis à la précession des équinoxes et accomplit, de ce fait, une révolution complète, à l'égard de la sphère des fixes, avec la période de la révolution de la huitième sphère.

Dans le cas de la Lune, l'égalité des périodes de révolution et de rotation avait eu pour effet de brouiller considérablement, aux yeux de Hevelius et de Boulliau, les relations exactes entre les mouvements du globe lunaire. Nous avons vu, ainsi, Hevelius aboutir, à deux reprises, à l'occasion de l'étude des relations du cône visuel de l'observateur terrestre avec le cône d'illumination et les sections du globe lunaire dans les quadratures, dans la *Selenographia*, et à l'occasion de la libration en latitude, dans l'*Epistula de Motu Lunae libratorio*, à l'idée qu'un plan mené par le diamètre du globe lunaire parallèle à l'axe de l'écliptique, perpendiculairement au plan de l'orbite lunaire, conserve une direction constante et demeure constamment parallèle à lui-même, sans que ces conditions impliquassent, à ses yeux, une rotation compensatrice qu'il persiste à refuser dans le cas de la Lune. Il nous semble qu'en l'occurrence, Cassini ait procédé par analogie à l'égard de la théorie

du Soleil, telle qu'il pouvait la trouver chez Scheiner.⁶⁸ Le point de départ de sa

⁶⁸ Nous ne saurions suivre, sur ce point, l'interprétation, par ailleurs remarquable, de Dortous de Mairan : « C'est une conséquence du grand principe de la persévérance des corps dans l'état de repos, ou de mouvement, & dans la situation où ils se trouvent, jusqu'à ce qu'une cause étrangère vienne les en tirer. Or dans l'état du globe circulant sur la courbe AR (...), ni dans la force translative ou impulsive qui le fait circuler, on ne voit rien qui puisse le retirer de la situation où il se trouve par rapport à l'espace infini & immobile, & cette situation exclut nécessairement la rotation réelle (...). / Cette théorie nous conduit naturellement à l'hypothèse de feu M. Cassini, sur la rotation de la Lune, et je suis fort trompé s'il n'y a été conduit lui-même par un semblable enchaînement de principes & de réflexions. » (mémoire cité, § 24 et 26). Nous pensons, pour notre part, que l'« enchaînement de principes & de réflexions » qui a conduit Cassini à l'hypothèse d'une rotation de la Lune relève plus de la géométrie que de la dynamique. L'analogie de la théorie de la Lune avec celle du Soleil est fortement soulignée dans l'« Entretien avec Bossuet », qui occupe les pages 603 sq. du ms B, 4, 1 de l'Observatoire et a dû se placer vers 1690 (cf. fol. 589) ; on y lit, notamment : « Nous avons aussi trouvé qu'il y a deux poles dans la lune aussi élevés sur le plan de son orbite que les poles du Soleil sont élevés sur le plan de l'Ecliptique, autour desquels le globe de la lune tourne dans l'espace de 27 jours d'occident en orient par un mouvement égal, mais elle a une autre apparence de mouvement d'orient en occident autour des deux poles perpendiculaires au plan de son Orbite qui se fait aussi en 27 jours, mais inégalement, participant de toutes les inégalitez du mouvement de la lune autour de la Terre, la différence entre ces deux mouvements, dont un est égal, l'autre inégal, cause l'apparence..., un sur deux poles d'une et <l'autre> sur des poles différents est cause...dans laquelle différence consiste celle que nous appellons libration de la lune qui est cause que nous pouvons voir 15 degrez plus que son Hemisphère.» (Observatoire, B, 4, 1, fol. 608). Il est tout aussi significatif que cette exposition soit précédée, de quelques pages, de celle du mouvement des taches du Soleil, et, sans doute, encore plus, que la rotation du Soleil soit, une nouvelle fois, rapprochée de celle de la Terre, dans l'hypothèse des «Pythagoriciens» (lege : Coperniciens) : «Les Pithagoriciens auroient attribué ce...mouvement au globe de la Terre, qu'ils mettoient au nombre des planètes, à la place du mouvement de 24 heures que les autres attribuoient au premier mobile qu'on supposoit estre un Ciel au dessus...de toutes les planetes et des étoiles fixes aux<quels> il communiquast son mouvement, leur faisant faire en un jour une révolution d'orient en occident que les Pitagoriciens épargnoient par le seul mouvement du globe de la Terre, (d'occident en orient) autour d'un axe parallele à celui qu'on avoit attribué au premier mobile, qui fut déclaré chimérique. (Ajout interlinéaire, puis marginal : Ainsi l'on <transporta> dans la Terre les poles, les méridiens et les spiralles qu'on avoit attribués au Ciel, dont les Géographes se servent dans la description des lieux particuliers de la Terre.) Après l'invention de la lunete, on a découvert cette espèce de mouvement dans le Soleil par le moyen de ces taches que l'on a trouvé estre dans la surface mesme du globe du Soleil ou fort proche et <on a observé> qu'elles font une révolution autour de ce globe en 27 ou 28 jours. Ce qui donna d'abord à Galilée un idée de cette révolution du Soleil. Scheiner, qui observoit <ces taches> observoit en mesme temps et le publia avant Galilée crut d'abord que ces taches qu'elles étoient des Planetes, mais la continuation des observations le fit concourir dans le sentiment de Galilée qu'il prévint dans la détermination des poles <du mouvement> et de ces taches dont il <donna> l'élévation sur le plan de l'écliptique à 82 en gros degrez et le lieu du Zodiaque auquel ils se raportent qui est le septième ou le 8e degré des Poissons et de la Vierge. » . Puis, vient une rature qui peut avoir valeur de lapsus : « Nous avons trouvé que la le lune globe de la lune a deux poles semblables ces poles sont fixes dans le globe du Soleil, et tirant par ces poles des méridiens et autour d'eux des paralleles comme les Geographes font autour des poles de la Terre ***** ». La phrase

conception du mouvement de la Lune est, à n'en pas douter, dans la théorie de la libration en latitude de Hevelius. Celle-ci a reconnu un fait essentiel : deux diamètres du globe lunaire parallèles, l'un, à l'axe de l'orbite lunaire, l'autre, à l'axe de l'écliptique, conservent leurs directions initiales et demeurent dans un plan qui reste constamment parallèle à lui-même au cours d'une révolution draconitique de la Lune. Ces conditions, d'une part, font ressortir l'analogie de la théorie de la Lune et de celle du Soleil, d'autre part, obligent à penser le mouvement de la Lune dans le concept d'une révolution de roulement. A ce stade intervient alors l'idée d'une rotation de la Lune, idée qui, dans l'esprit de Cassini, renvoie à une triple origine : l'analogie de la théorie du Soleil de Scheiner, l'égalité des périodes invoquée par les tenants de l'épicycle lunaire et refusée par Buridan, enfin, l'égalité des périodes de révolution et de rotation, invoquée, puis, écartée, par Boulliau, dont une lettre de Cassini à Gassendi laisse penser qu'il peut avoir connu l'*Astronomia philolaïca*.⁶⁹ La détermination de la période draconitique de la rotation de la Lune renvoie, de nouveau, à la théorie de la libration en latitude de Hevelius, que cette découverte d'une rotation du globe lunaire permet à Cassini de corriger sur un point important. Hevelius avait été induit en erreur, dans l'*Epistula de Motu Lunae libratorio*, en ayant sans cesse présente à l'esprit l'explication, développée dans la *Selenographia*, de l'inclinaison des sections lunaires dans les quadratures par les relations constantes de l'axe de l'orbite lunaire et de l'axe de l'écliptique :

s'interrompt sur ce blanc (Observatoire, ms B, 4, 1, fol. 603-605). S'indique, ici, une filiation rotation du premier mobile/rotation de la Terre/rotation du Soleil/rotation de la Lune, parallèle à une filiation libration des fixes/révolution annuelle de l'axe de la Terre pour lui conserver une direction constante au cours de sa révolution autour du Soleil/libration de la Lune, où les relations mutuelles, avec le plan de l'écliptique, de l'axe de la rotation de la Terre et de l'axe de rotation du Soleil, sont pensés dans des concepts identiques, empruntant comme modèle la précession des équinoxes et la libration des fixes, modèle qu'il reviendrait ainsi à Cassini d'avoir eu, le premier, l'idée d'appliquer à la Lune, sans doute parce qu'il y discernait la solution à l'antinomie que présentait, à ses yeux, la conception développée par Hevelius quant aux relations mutuelles, dans le cas de la Lune, de l'axe de l'orbite lunaire et de l'axe de l'écliptique. Il reste que, si la déduction de la théorie de la libration de la Lune de Cassini, de la théorie du mouvement des taches du Soleil de Scheiner, ne soulève aucune difficulté, elle peut, néanmoins, avoir emprunté des intermédiaires. Compte-tenu de l'allure très «Riccioli-Scheiner», donc, en fin de compte, «Clavius», de la construction géométrique attribuée à Cassini, on peut, en particulier, s'interroger sur le rôle d'intermédiaire qui a pu être joué, à cet égard, par le personnage de Grimaldi, auteur de la carte de la Lune qui figure dans Riccioli, et dont l'influence semble avoir été considérable. Mais aucun document n'est venu confirmer notre soupçon que la théorie attribuée à Cassini eût pu avoir été formulée par Grimaldi, ni, le texte de l'*Astronomia Reformata*, fait d'autant plus significatif qu'elle reproduit le texte de Hevelius, ni, les documents d'archives, comme ceux des Manuscrits 592 (822) et 268 (193) de la Biblioteca Universitaria de Bologne.

⁶⁹ Gassendi, *Opera omnia*, tome V, p. 527.

Cassini corrige la théorie de la libration en latitude, en montrant que ce phénomène est produit, non par les relations constantes de l'axe de l'orbite lunaire à l'égard de l'axe de l'écliptique, mais à l'égard de l'axe de rotation (fig. 21 et 22). La quantité de l'inclinaison du plan de rotation à l'égard du plan de révolution, de sept degrés et demi, fait évidemment penser à celle du plan de rotation du Soleil à l'égard du plan de l'écliptique, dans la théorie de Scheiner,⁷⁰ mais elle se rapporte également à d'autres discussions contemporaines, que reflètent un passage de l'*Epistula de Motu Lunae libratorio*,⁷¹ une lettre de Boulliau à Hevelius, du vingt-trois juillet 1655,⁷² et un texte de l'*Astronomia Reformata* de Riccioli.⁷³ Enfin, même si la

⁷⁰ C'est ce que suggère la lecture du passage cité du ms B, 4, 1 de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris, fol. 630.

⁷¹ A propos d'observations rapportées par Riccioli, dans l'*Almagestum Novum*, Hevelius écrit qu'elles « videntur quidem aliquantulum fluctuare, dum macula Grimaldi & Mare Crisium pari omnino ratione quidem, uti annotasti, ad Lunae limbum accesserunt, & ab isto recesserunt, tabula etiam consentiente nostra; Plato tamen & Tycho non semper immoti toto illo tempore substiterint, sed interdum paululum (uti ex tabula palam est) item ad limbum accesserunt, interdum ab illo recesserunt, adeo ut penitus putem, in illis observationibus plane circa maculam Platonis & Tychonis aliquid latere. » (*Epistula de Motu Lunae libratorio*, p. 37-38 ; traduction : « paraissent, peut-être, soulever un doute; si, peut-être, Grimaldi et le Mare Crisium se sont rapprochés, comme il faut, comme tu as bien vu, du bord de la Lune, et s'en sont éloignés, en accord, du reste, avec notre table, en revanche, Plato et Tycho ne sont pas toujours demeurés immobiles pendant ce temps-là, mais, tantôt, se sont, pareillement, rapprochés du bord (comme on voit d'après la table), tantôt s'en sont écartés, à tel point que je finis par croire que, dans ces observations, il y a carrément un mystère aux alentours de Plato et de Tycho. »).

⁷² « Hoc enim ex demonstratione tua adsequor, librationem illam latitudinis, seu polorum corporis Lunae, a limite boreo ad austrinum ad partes solummodo 10. circuli maximi per polos descripti excurrere ; hoc enim ex tua demonstratione sequi videtur, teque angulum HBF...graduum solummodo 5. facere velle; ita ut qui ad boreum et austrum erunt simul juncti graduum 10. efficiant. Si mentem tuam sum adsecutus, haec circumferentiae portio longe minor est, quam ut tantam distantiarum a margine differentiam, in boreis ac austrinis Lunae regionibus, sitorum montium ac lacuum efficiat, quam, ut ipse statuis, cernimus adeo amplam, ut maior sit intervallo toto librationis longitudinis. » (B. N., mss fr. 13.043, fol.° 62° r° ; traduction : « Ce que ta démonstration me fait comprendre, est que cette libration en latitude, soit, la libration des pôles du corps de la Lune, ne s'élève jamais, de sa limite Nord, jusqu'à sa limite Sud, à plus de dix parties d'un grand cercle tracé par ces pôles ; voilà, en effet, ce qui paraît se déduire de la démonstration que tu donnes, ainsi que le fait que tu ne consens pas à concevoir l'angle HBF de plus de cinq degrés ; de telle sorte que les angles, pris ensemble, au Nord et au Sud, ne dépassent pas dix degrés. Si j'ai bien compris ta pensée, cette partie d'une circonférence est beaucoup trop faible pour produire, dans les régions Nord et Sud de la Lune, dans la distance à laquelle se trouvent les montagnes et les dépressions par rapport à la circonférence, la différence que, comme tu reconnais toi-même, nous voyons tellement importante qu'elle est plus grande que la totalité de l'écart produit par la libration en longitude. »). Cf. Boulliau à Hevelius, 23 juillet 1655, fol. 62 r° : « Praeter illam variationis vultus Lunae causam (si tamen variatio illa, quae ex latitudinis angulo oriri statuitur, vera esse posset) ex angulo latitudinis petitam, alia adhibenda est, nam in limbis boreali et opposito austrino librationes longe minores apparerent illis, quae penes longitudinem fiunt, quod

libration en latitude observée par Hevelius est produite par la conservation de la direction, non d'un plan passant par l'axe de l'orbite lunaire et par l'axe de l'écliptique, mais d'un plan passant par l'axe de l'orbite et par l'axe de l'équateur lunaire, ce plan n'en doit pas moins observer la même direction que celui invoqué par Hevelius. Il en résulte que les équinoxes lunaires coïncident avec les noeuds de la Lune, et que la quantité de la précession lunaire est égale à celle de la révolution de ces noeuds.⁷⁴ Laplace demeure donc fidèle à la pensée de Cassini lorsqu'il dit,

observationibus, & determinationibus tuis repugnat. » ; traduction : « Outre la raison pour laquelle le visage de la Lune se modifie qu'on tire de cet angle de la latitude (à supposer que la modification qu'on prétend expliquer par cet angle de la latitude puisse être valable), il y a lieu d'en invoquer encore une autre, car les librations qui se présentent dans les bords Nord ou, au contraire, Sud seraient beaucoup plus faibles que celles qui se font dans le sens de la longitude, ce qui est contraire à tes observations et à tes mesures. ».

⁷³ « (Dico) posse fortasse salvari aliquem certiorum ac magis aequabilem motum Polorum Librationis, si intelligantur illi moveri, non in limbo Lunaris Hemisphaerii ad nos conversi, sed per circulos habentes suum centrum, sive in praedicto limbo, sive in Hemisphaerio, aliquando anteriori, aliquando ulteriori ac nos latente. / Circa praedictos Polos & Axem Librationem fieri cum inaequalitate valde notabili, non solum ita ut aliqua macula inaequali velocitate feratur, quantum hoc quidem necessarium est, cum motus fit in superficie sphaerici corporis, sed etiam quoad alia : videlicet observatum est saepe, maculas prope Polos Librationis constitutas, moveri parum, dum interim notabiliter magis moventur motu Librationis, quae a Polis magis distant. At saepe etiam observatum est, parum, & aliquando etiam modicissime, moveri illas ipsas, quae maxime distant a Polis. Interdum vero manifeste observatum est, velociter moveri maculas sitas prope Polos, cum tamen plerumque in tali situ deprehendatur tarditas motus. » (Riccioli, *Astronomia Reformata*, Bologne, 1665, p. 199 ; traduction : « (Je soutiens) qu'on peut, peut-être, rendre compte d'un mouvement plus plausible et plus uniforme des Pôles de la Libration, en admettant qu'ils se meuvent, non, sur la circonférence de l'Hémisphère que la Lune tourne vers nous, mais sur des cercles, dont le centre se trouverait, soit, sur la circonférence que nous disions, soit, tantôt, dans l'Hémisphère de devant, tantôt, dans celui de derrière, qui nous est caché. La Libration s'accomplit sur les Pôles et sur l'Axe que nous disions, avec une inégalité frappante, de telle sorte que, non seulement, n'importe quelle tache est emportée avec la vitesse inégale rendue inévitable par le simple fait que son mouvement s'accomplit à la surface d'un corps sphérique, mais sous d'autres rapports également : on a, par exemple, observé, à de multiples reprises, que des taches qui se trouvent près des Pôles de la Libration, se déplacent d'une faible quantité, lors même que se déplacent nettement plus, dans le même temps, celles qui sont à une plus grande distance de ces Pôles. En revanche, à bien des reprises, on a, aussi, observé que se déplacent peu, et, quelquefois, même très-peu, celles qui sont à une très grande distance de ces Pôles. Mais, parfois, on a observé, avec une grande certitude, que des taches situées près des Pôles se déplacent à une grande vitesse, cependant que, la plupart du temps, c'est là qu'on rencontre la plus grande lenteur dans leur mouvement. ». On retrouve, ici, l'hésitation entre le modèle ptoléméen et le modèle du Pseudo-Thâbit, dans l'explication de la précession des équinoxes.

⁷⁴ Cette coïncidence des noeuds de la Lune avec ses équinoxes est une pierre majeure d'achoppement de la critique de la mécanique analytique contre l'école de Cassini. Exemple est, à cet égard, le ton employé par d'Alembert, *Recherches sur différens points importants du Système du monde* (Parties I et II, Paris, 1754 (V.12.095) ; Partie III, Paris, 1756 (V.12.096)), Partie II, art. 372, p.250-251: « C'est d'après ces

dans le langage de son époque, que, si l'on mène, par le centre du globe lunaire, un plan parallèle au plan de l'écliptique, le plan de l'orbite lunaire, le plan mené par le centre de la Lune, parallèlement à l'écliptique, et le plan de l'équateur

principes qu'on déterminera d'une manière sûre la libration de la Lune, & non d'après des hypothèses précaires. Si la Lune étoit un Globe parfait, sa libration seroit purement optique, mais si la Lune s'écarte tant soit peu de cette figure, il peut & il doit y avoir dans sa libration une cause physique. J'ignore pourquoi un Astronome qui a voulu expliquer la libration de la Lune dans l'hypothèse qu'elle soit sphérique, suppose que les Poles de la Lune, c'est-à-dire les extrémités de son Axe de rotation, doivent toujours paroître se mouvoir autour des Poles de l'Ecliptique, suivant deux cercles Polaires qui en sont éloignés de 2 deg. 1/2, & achever leurs révolutions en 18 ans & 7 mois de l'Orient vers l'Occident, en même tems & du même sens que les nœuds de la Lune. Car en premier lieu, si la Lune est absolument sphérique, comme on le suppose, son Axe ne doit avoir aucun mouvement, mais conserver exactement son parallélisme, indépendamment de la révolution des nœuds de la Lune, qui ne dépend uniquement que de l'action du Soleil sur ce satellite. En second lieu, quand on supposeroit que la Lune fût un Sphéroïde aplati ou allongé, il doit bien en résulter un mouvement dans l'Axe de cette Planete; mais pourquoi ce mouvement seroit-il précisément, ou même à peu près égal au mouvement des nœuds de la Lune ? C'est ce que je ne vois pas. ». L' « Astronome » visé par ce texte est Jacques Cassini, dont le mémoire « De la Libration apparente de la Lune, ou de la révolution de la Lune autour de son Axe », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1721, p. 108-126, avait été repris, en 1740, dans ses *Eléments d'Astronomie* (B. N., V.8059). Même ton de dénigrement, quelques années plus tard, en 1762, dans le mémoire « De la Libration de la Lune », in *Opuscules mathématiques*, t. II, p. 325: « Un habile Géomètre italien (...) trouve que par une des observations, le nœud de l'équateur lunaire, son point d'intersection avec l'Ecliptique, est de 12° plus oriental que le nœud de l'Orbite lunaire ; dans une seconde observation il le trouve de 4° plus oriental, & enfin dans une troisième de 21° plus occidental; d'où il conclut que les nœuds de l'équateur lunaire ont un mouvement rétrograde beaucoup plus prompt que les nœuds de l'orbite de la Lune ; ce qui suffiroit pour renverser, s'il étoit nécessaire, la prétention de quelques Astronomes, qui ont supposé, sans aucune preuve tirée des observations ni de la théorie, que les nœuds de l'équateur lunaire, & ceux de l'orbite lunaire, ont le même mouvement. ». Précisons que le « Géomètre italien », dont on vante ici l'habileté, est « Ruggero » Boscovic. Les travaux de Lalande (1763) et de Lagrange (1764 et 1780), les uns, par une méthode trigonométrique, les autres par une méthode analytique, feront justice de ces sarcasmes ; cf. Lalande (Jérôme Le François de), « Observation des taches et de la libration de la Lune, pour prouver le mouvement des nœuds de l'Equateur lunaire. », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1764, p.555-567 ; Lagrange (Louis de), « Recherches sur la libration de la Lune », *Œuvres de Lagrange*, t. VI, Paris, 1873, p. 5-61, et « Théorie de la libration de la Lune », *Œuvres de Lagrange*, t. V, Paris, 1870, p. 5-122. A titre d'exemple, citons, du début du premier des deux mémoires de Lagrange : « Je fais voir de plus que la figure de la Lune pourroit aussi être telle que la précession de ses points équinoxiaux fût exactement, ou à très peu près égale au mouvement des nœuds de la Lune, comme l'a trouvé M. Cassini...Je fais voir ensuite que l'axe de cette Planette doit être sujet à un mouvement semblable à celui de la Terre, comme M. d'Alembert l'a déjà démontré dans la supposition que la Lune soit un sphéroïde homogène & elliptique dans tous les sens ; mais je diffère essentiellement de lui sur la quantité de la précession & de la nutation qui doit avoir lieu dans cette hypothèse. ». Pour un résumé de l'histoire de la démonstration de la coïncidence des équinoxes lunaires avec les nœuds de la Lune, voir, notamment, Lalande, *Astronomie*, édition de 1764, Livre XX, Article 2560.

lunaire conservent toujours une intersection commune⁷⁵, le second de ces trois plans étant engendré par la révolution, en dix-huit ans et sept mois, dans le sens rétrograde, de l'intersection commune qui est, à la fois, la ligne des nœuds et la ligne des équinoxes de la Lune. La coïncidence des nœuds et des équinoxes est, ainsi, la conséquence directe de la conservation de la direction initiale du plan mené par l'axe de l'orbite, perpendiculairement au plan de l'écliptique, postulée par Hevelius. En dépit de la remarque de Cassini sur les *stravaganze del dottissimo Evelio*⁷⁶, sa théorie dépend donc étroitement de celle de son devancier.

Si des liens étroits rattachent, ainsi, la théorie de Cassini à celle de Hevelius, au point qu'on peut qualifier la première de lecture de la seconde à la lumière de la théorie du Soleil de Scheiner, la question demeure ouverte de ses rapports à la version initiale, refusée par l'auteur, de la théorie de Boulliau. Nous avons vu que cette première version de la théorie de Boulliau reposait sur l'idée de la conservation d'une direction constante de l'axe de l'orbite de la Lune, engendrant une révolution apparente du globe lunaire sur lui-même, dans le sens rétrograde, compensée par une rotation physique, de sens direct, de période égale. Tous ces traits se retrouvent dans la théorie de Cassini, et il n'aura finalement manqué à Boulliau que d'avoir déterminé le plan dans lequel s'effectue cette rotation et la quantité de son inclinaison au plan de l'orbite. La question est donc posée de savoir si Cassini a pu avoir connaissance de cette première théorie de Boulliau.

Nous pourrions nous limiter à renvoyer à la lettre de Cassini à Gassendi, qui voit, en Boulliau, l'un des phares, à l'égal de Kepler, de l'astronomie, et y voir l'indice d'une lecture attentive, de la part de Cassini, de l'*Astronomia philolaïca*, parue huit ans plus tôt et où figure la première version de la théorie de Boulliau. Toutefois, cette mention élogieuse de Boulliau par Cassini, mettant sur le même plan Boulliau et Kepler, nous paraît renvoyer, de ce fait, à la théorie des planètes, pour laquelle le manuscrit de la *Ptolemaïca Methodus*, de 1669, prouve que Cassini éprouvait un vif intérêt. Nous avons donc à nous demander si Cassini a pu subir l'influence de Boulliau au cours de l'élaboration ultérieure qui devait conduire ce dernier à la dissociation conceptuelle de la libration en longitude et de la libration en latitude et à la reconnaissance de la période anomalistique de la dernière. Nous avons donc à étudier, successivement, les sources permettant de dater les différents moments de l'élaboration de la doctrine de Boulliau sur la libration et de préciser ses rapports avec l'élaboration parallèle de la doctrine de Hevelius. Nous

⁷⁵ *Exposition du Système du monde*, sixième édition, Paris, 1836, t. I, p. 57-59 et t. II, p. 461. Faisons observer que le terme d'équateur lunaire n'apparaît pas avant Lagrange.

⁷⁶ « le stravaganze notate dal dottissimo Evelio » (B. N., ms fr. n. acq. 5.856, fol. 69 v°).

étudierons ensuite les documents attestant les rapports de Boulliau et de Cassini.

Il est entendu que les versions successives des théories de Boulliau et de Hevelius tiennent à la lente reconnaissance de la période anomalistique attribuée à la libration en longitude et à la dissociation conceptuelle qui s'opère, parallèlement, entre libration en longitude et libration en latitude (Hevelius, en 1647, dans la *Selenographia*, comme Boulliau, en 1645, dans l'*Astronomia Philolaïca*, parlait encore d'une seule libration de la Lune), cependant que les modèles théoriques, qui retiennent, au premier chef, notre attention, ne subissent que peu de modifications.

Quatre lettres adressées à Hevelius nous permettent de nous faire une idée des progrès qui s'accomplissent dans l'esprit de Boulliau au cours des années 1648-1650. A l'origine de sa réflexion se trouvent des observations du *Mare Crisium* et la question des rapports que son mouvement en libration entretient avec celui des taches situées vers les bords Nord et Sud du disque lunaire. Nous avons vu à quel point la doctrine de la *Selenographia* était, sur ce point, peu satisfaisante. Le onze décembre 1648, Boulliau écrit à Hevelius que « la période de la libration de la Lune ne lui paraît pas encore établie avec précision ».⁷⁷ Le sept janvier 1650, il lui écrit qu'« une idée (**ΕΥΒΟΛΙΑ**, en grec dans le texte) lui est venue », idée qui consiste à considérer l'origine de « la » libration comme mobile, au lieu de la rattacher à un point fixe du zodiaque.⁷⁸ Il ajoute qu'il a bon espoir de pouvoir, grâce à cette « **ΕΥΒΟΛΙΑ** », rattacher, au mouvement propre de cette origine, les incohérences que décelaient les observations dans les mouvements du *Mare Crisium*. On voit s'annoncer, ici, l'idée d'une période anomalistique de « la » libration, entendons de celle du *Mare Crisium*, la libration en longitude : les incohérences que révèlent les observations peuvent s'expliquer, si l'on admet que le mouvement du *Mare Crisium* doit être rapporté, non à un point fixe du zodiaque, mais à une origine elle-même mobile à l'égard d'un point fixe. Sans doute, pour le moment, Boulliau ne dit pas que cette origine est l'apogée, et l'anomalie, l'argument de l'inégalité de la libration. Mais, si le concept d'une période anomalistique de « la » libration n'est pas formulé, les observations que, dans ses lettres, il cite à l'appui de ses conclusions ne laissent aucun doute quant à savoir que Boulliau est bien sur la voie de la découverte que la libration en longitude est

⁷⁷ « ...ita ut nondum mihi constet τῆς ταλαντώσεως τῆς σελήνης ἀνελιγμα κατὰ το ἀκριβεσ. » (B. N., ms fr. 13.043, fol. 12 v° et fr. nouvelles acq. 5.856, fol. 17).

⁷⁸ « Pergo cæterum singulis mensibus, quando per serenitatem licet, Lunae librationem observare, & in mentem quaedam ennoia mihi venit, qua revolutionem illam reperire me posse illiusque Periodum bene sperare iubeor. Non in uno Zodiaci puncto stat illius Librationis principium, sed secundum seriem signorum temporis lapsu fertur. » (B. N., ms fr. 13.043, fol. 16 v°).

une fonction de l'anomalie. Le dix-huit avril de la même année, il annonce à son correspondant qu'il a l'intention de soumettre « sous peu » son hypothèse « au calcul ». Nous verrons qu'une lettre rédigée en des termes fort analogues a été adressée à Cassini le trente janvier 1654. Enfin, la lettre de Boulliau à Hevelius du vingt-trois juillet 1655, qui est une réponse à l'envoi de l'*Epistula de Motu Lunae libratorio*, nous apprend deux choses : d'abord, que l'explication proposée par Hevelius, dans ce texte, est conforme à l'ΕΥΒΟΛΙΑ de Boulliau de 1650 et, par suite, qu'il s'agit bien, dans ce dernier cas, de l'hypothèse d'une période anomalistique de la libration en longitude ; ensuite, elle nous renseigne sur les dates respectives auxquelles cette période a été découverte par Hevelius et par Boulliau, puisque Hevelius, qui, dans son texte imprimé, indiquait la date de 1648, est dit, par Boulliau, l'avoir devancé de trois ans. En admettant que Boulliau compte, parmi les trois années, l'année en cours au moment de la découverte, cette donnée confirme la date de 1650 que nous avait fournie l'étude de la correspondance de Boulliau. Nous pouvons donc considérer que la période anomalistique du mouvement libratoire du *Mare Crisium* a été reconnue, indépendamment, en 1648, par Hevelius et, en 1650, par Boulliau. Nous avons vu que les apparitions de comètes des années 1650-1653 ont retenu Hevelius de publier sa découverte. Cette publication survint seulement en 1654 et se présente sous la forme de la lettre ouverte à Riccioli, à propos d'une remarque de l'*Almagestum Novum*. Elle rendit superflue celle de Boulliau sur le même sujet.

Riccioli répond à la lettre ouverte par une lettre, manuscrite, à Hevelius du vingt-quatre février 1655. Dans cette lettre, Riccioli fait état d'une lettre de Boulliau, dont le destinataire, n'étant pas, au vu de la tournure employée : *Bononiam scripsit*, Riccioli lui-même, pourrait bien être, croyons-nous, Cassini. Rappelons que, né à Perinaldo, dans le comté de Nice, ayant reçu son instruction chez les Jésuites de Gênes, ce dernier occupe, depuis 1650, la chaire laissée vacante par la mort de Cavalieri, à l'Archiginnasio de Bologne. Or, nous connaissons trois documents⁷⁹, dont la conjonction nous paraît autoriser d'identifier une lettre de Boulliau à Cassini, du trente janvier 1654, comme étant la lettre un peu mystérieuse dont parle ici Riccioli.

Dans une lettre à Storani du vingt février 1654, Boulliau indique à son correspondant qu'il a reçu, de Cassini, une lettre, accompagnée d'une théorie (manuscrite) des comètes. Nous connaissons, de fait, dans le recueil factice coté V.

⁷⁹ Ces trois documents sont : 1) une lettre de Boulliau à Cassini, du dix-huit juillet 1653 (B. N., Réserve des Imprimés, V. 238); 2) une lettre de Cassini à Boulliau, du vingt et un octobre 1653 (*ibid.*) ; 3) une lettre de Boulliau à Storani, du vingt février 1654 (B. N., mss fr. 13.043, fol° 150° r°).

238 de la Réserve des Imprimés de la Bibliothèque nationale de Paris, recueil relatif aux comètes des années 1650-1653, une lettre de Boulliau adressée à Cassini, du dix-huit juillet 1653, où il lui demande de lui communiquer ses observations de la plus récente de ces comètes et lui demande s'il a observé une certaine éclipse de lune, qu'il s'agisse de celle de septembre 1652 ou, plutôt, de celle de mars 1653. Le vingt et un octobre, Cassini lui répond par une lettre datée de Perinaldo, à laquelle était jointe la précieuse théorie manuscrite des Comètes qui, distraite du tome XIX de la Collection Boulliau du département des manuscrits à une date que nous ne saurions préciser, dort, depuis, parmi les vaticinations du Pseudo-Argolin, dans le recueil factice de la Réserve des Imprimés.⁸⁰ Or, voici ce qu'on lit dans la réponse de Boulliau, datée du trente janvier 1654 : « *Tandem reperi (lege : repperi) terminum revolutionis librationis corporis Lunaris, & brevem tractatum ea de re in lucem emittam, si per tricas & negotia Musis inimica & infesta licuerit.* ». En post-scriptum, il lui demande de saluer Riccioli, « *quod in (...) Almagesto saepissime nomen meum tam honorifice repetat.* ». Et lorsque, le vingt-quatre février 1655, Riccioli prie Hevelius de l'excuser de lui répondre en si peu de mots, « *praesertim cum Bullialdus huc Bononiam scripsisset deprehendisse iam omnia quae spectant ad hoc negotium, ac brevi vulgaturum* », il pourrait bien s'agir de cette lettre de Boulliau à Cassini du trente janvier 1654.

Ces documents, à vrai dire, nous apprennent peu de choses. Les termes employés par Riccioli, dans sa lettre à Hevelius du vingt-quatre février 1655 semblent bien indiquer que les astronomes bolonais attendaient toujours, à cette date, l'ouvrage annoncé par Boulliau et qu'ils n'avaient aucune connaissance de son contenu. Il reste donc peu d'espoir de découvrir, un jour, dans quelque recueil factice de la Bibliothèque de l'Archiginnasio, une théorie de la libration de Boulliau

⁸⁰ Un examen rapide du précieux document, qui constitue le seul autographe assuré de Cassini, nous a permis de constater que la doctrine en est, à première vue, conforme à ce qu'on connaît de la théorie des comètes de Cassini par les deux expositions dues à Fontenelle : « Sur l'apparition d'une Comete », *Histoire de l'Académie royale des sciences*, année 1706, p. 104-106, et « Sur la Comete de 1707, et sur les Cometes en général », *Histoire de l'Académie royale des sciences*, année 1708, en particulier p. 98-102, qui présentent les « Réflexions sur la Comete qui a paru vers la fin de l'année 1707, par M. Cassini », *Mémoires de l'Académie royale des sciences*, année 1708, p. 89-101, et l'« Observation d'une Comete qui a paru à la fin de Novembre 1707, faite à Bologne par Mrs Manfredi et Stancari dans l'Observatoire de M. le Comte Marsigli, avec des Réflexions de M. Cassini », *ibid*, p. 323-339. Le souvenir de l'existence de ce document ne s'était pas encore éteint, parmi les savants français, au dix-huitième siècle, comme en témoigne la *Cométographie* de Pingré. Evoquant un texte paru, y lit-on, à Rome, en 1664, repris, en 1692 dans les *Miscellanea italica physico-mathematica* de Gaudenzio Roberti, l'auteur écrit : « Mais l'hypothèse remonterait, selon le traité des Comètes publié à Rome en 1664, à 1653, et aurait été, à cette date, communiquée à Boulliau. » (*Cométographie, ou Traité historique et théorique des Comètes*, Paris, 1783, p. 115).

comparable, en importance, à l'écrit de Hevelius de 1654. On peut même être sensible comme à une nuance de regret qui perce dans les dernières lignes de la lettre de Riccioli à Hevelius du vingt-quatre février 1655 : « *Noli autem mirari si nunc tam paucis respondeam humanissimis tuis et literis et muneribus. Nam P. Grimaldi observationes librationis Lunaris, ad hunc usque diem continuatas, nondum plane digessimus, praesertim cum Bullialdus huc Bononiam scripsisset.. .etc.* ».⁸¹ A la différence de Boulliau, qui, dans sa réponse à Hevelius, du vingt-trois juillet 1655, déclare n'avoir rien à reprendre aux explications de son correspondant et qui renonce à une publication pour son compte, à la différence aussi de Cassini, qui saura en tirer des conséquences insoupçonnées, il ne semble pas que Riccioli ait eu pleinement conscience de l'importance de l'écrit de Hevelius de 1654 et, de fait, ses propres déclarations à ce sujet, en 1665, dans l'*Astronomia Reformata*, sont, à cet égard, éloquentes, sans que cette situation autorise de conclusions quant à la datation de la théorie de Cassini, qui semble bien constituée en 1668.⁸²

⁸¹ Les travaux de Grimaldi que mentionne, ici, Riccioli sont vraisemblablement ceux dont l'*Astronomia Reformata* reproduira, en 1665, les résultats, en les confrontant au texte de Hevelius de 1654.

⁸² B. N., mss fr., nouvelles acq. 5.856 (compte-rendu de l'observation, à Rome, de l'éclipse de lune du 26. V. 1668 ; on y lit la glose suivante : « Ce fragment est écrit de la main de M. Agostino Fabri que j'avois mené à Rome, d'où il paroît que de ce temps là j'avois la vray théorie de la libration de la Lune » ; Obs., B, 4, 1, fol. 541-542 (observation de la même éclipse, de Rome, suivie, fol. 543, d'une remarque sur la distance entre le *Mare Caspium* (= *Mare Crisium*) et la circonférence apparente du disque lunaire) et fol. 623-635 (« Observation de l'éclipse de Lune arrivée le 26 de May 1668 avec diverses réflexions » ; la rédaction semble postérieure à 1682); cf. la *Vie de Jean-Dominique Cassini*, in Cassini IV (Jean-Dominique), *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences*, Paris, 1810, p. 286. Aucun de ces documents, même pas le fr. 5.856, n'est à l'abri de la critique quant à son authenticité ; dans bien des cas, il pourrait s'agir de copies tardives, parfois du XVIIIème siècle. La véritable date serait-elle donc celle, traditionnelle, de 1675, qui est celle d'une communication de Cassini, le deux mai, devant l'Académie royale des sciences, dont Du Hamel a conservé la trace (Du Hamel (Jean-Baptiste), *Regiae Scientiarum Academiae Historia*, Paris, 1698, p. 144; seconde édition, Paris, 1701, p. 147.) ? Il faut évidemment écarter la date de 1693, qui est simplement celle de la publication du *Recueil de diverses observations faites en plusieurs voyages par ordre de Sa Majesté pour perfectionner l'astronomie et la géographie, avec divers Traitez astronomiques* (B. N., V.1469), où la théorie de la libration est exposée dans « De l'Origine et du Progrès de l'Astronomie », dont la rédaction est de 1687. On dispose, ainsi, d'un faisceau convergent d'indices laissant penser que la théorie de la libration a été évoquée à l'occasion de la détermination de la différence des méridiens de Paris et de Rome grâce à l'observation de l'éclipse de lune du vingt-six mai 1668, même si aucun des témoignages n'est à l'abri de toute critique.