

## Lecture de Kepler - II

K. Mizar

**Résumé :** Lire ou plutôt relire Kepler, est-ce vraiment intéressant ? Le sujet n'est-il pas connu, analysé, exploré dans tous ses détails depuis les travaux entre autres, de Koyré (1) ou le livre captivant de Gérard Simon (2) ? On peut prétendre que non : il est toujours instructif de revenir sur les premiers pas de la science moderne, avec ceux qui lui donnèrent son élan, son style, sa manière de chercher, d'équilibrer théorie et observation ou expérience. C'est aussi à partir de ces premiers temps que s'institue le fructueux dialogue entre savants aux conceptions diverses ; confrontations qui font de l'histoire des sciences un patrimoine d'une extrême richesse. Tout comme celui des arts, patrimoine qui est bien celui de l'humanité toute entière.

Poursuivons<sup>1</sup> la lecture de la « Conversation avec le messenger céleste », cette confrontation amicale entre deux savants de tempéraments très différents, voire opposés à bien des égards, mais animés l'un et l'autre par un même amour de la science. Kepler a donc commencé par s'émerveiller sur l'invention de la lunette, non sans rappeler que dans son optique, les "Compléments à Vitellion" (que nous noterons CV), qui datent de 1604, il a donné les moyens d'en comprendre le fonctionnement. Nous savons bien l'étroite liaison entre progrès théoriques de l'optique et progrès de l'astronomie.

N'oublions pas que cette lettre, cette "Conversation" (notée ici CMC) fut écrite entre le 13 et le 19 avril 1610. Rappel essentiel car beaucoup de remarques nous surprendront par leur naïveté. "Comment Kepler a-t-il pu croire des choses pareilles !" aurions-nous tendance à nous dire". Il faut faire l'effort de se mettre à la place d'un homme du XVII<sup>ème</sup> siècle qui lirait cette CMC pour la première fois... et qui ignorerait, bien sûr, plusieurs siècles de découvertes qui ont suivi. Telle est la leçon de l'histoire des sciences, retrouver la naïveté des anciens chercheurs, reconstruire la recherche astronomique dans toute sa fraîcheur. Condition requise pour apprécier la partie V de la "Conversation" où il va être question de la Lune.

### Le terminateur

L'observation de la Lune occupe une place importante dans le "Sidereus Nuncius" (SN) de Galilée. Ce qui ne surprendra aucun amateur d'astronomie récent acquéreur d'un télescope, c'est le premier spectacle qu'il s'offre, c'est la première série de découvertes que Galilée présente.

Lorsque la Lune est en croissant, l'observation du terminateur, de la ligne qui sépare la partie éclairée de la partie sombre, est riche d'enseignements. Kepler, dans CV, avait prévu que le terminateur aurait exactement la forme d'une demi ellipse, la projection d'un demi-cercle. Or, Galilée a noté des irrégularités et il les interprète comme l'éclairage progressif du sol accidenté par le Soleil. Au lever du Soleil, les cimes des Apennins sont éclairées bien avant que les vallées ne reçoivent la lumière du Soleil, il en est de même sur la Lune dont le relief est ainsi mis en évidence. Ainsi s'exprime Galilée qui consacre à la question plusieurs pages du Sidereus et plusieurs dessins. Kepler approuve, mais semble beaucoup plus intéressé par les taches du disque lunaire.

### Les taches de la Lune

Galilée distingue ce qu'il appelle les grandes et anciennes taches, déjà signalées par les anciens, des petites taches, des détails que la lunette lui a permis de découvrir (n'oublions pas que cette lunette grossissait douze fois et n'était pas exempte d'importantes aberrations chromatiques). C'est

<sup>1</sup>Article, saisi par Jean Ripert et paru en 1983, dans le CC n° 23, p. 7 sous la plume de Gilbert Walusinski, alias K. Mizar.

l'interprétation de ces anciennes taches qui retient l'attention de Kepler.

Il se trouvait en opposition sur la question avec Plutarque. Pour celui-ci, les parties sombres représentaient des lacs ou des mers ; dans ses CV, Kepler proposait l'interprétation inverse, les "mers" selon lui, devant mieux diffuser ou réfléchir la lumière que les "continents". J'écris ici mers et continents entre guillemets, mais ni Kepler ni Galilée ne prennent cette précaution ; pour eux, il y a de telles ressemblances entre la Terre et la Lune que l'interprétation est assurée, celle de Plutarque à laquelle Kepler se rallie puisque l'observation du terminateur a mis en évidence le relief.

Pour les petites taches, Kepler est circonspect.

L'abondance des cirques le préoccupe. Considérant que sur la Lune la durée d'insolation est presque quinze de nos jours, il imagine que, pour les habitants, la chaleur est insupportable ; ils auraient donc construit de grands bâtiments entourant des régions plates où l'humidité serait mieux retenue pour leurs cultures et leurs pâturages placés ainsi à proximité de leurs résidences.

On est évidemment surpris par cette fringale imaginative. Car, même en 1610, il y avait de l'audace à supposer qu'un grand cirque comme Copernicus pouvait être la réalisation architecturale d'habitants supposés. La plus grande des pyramides d'Égypte ne représente qu'un petit tertre par rapport aux murailles de Copernicus. Mais l'imagination de Kepler est intarissable, il a encore une autre idée pour expliquer les plus petits cirques, le sol de la Lune a l'aspect de la pierre ponce matériau de faible densité et, justement, Kepler déduit de la vitesse de la Lune sur son orbite qu'elle est peu massive.

Ceci mérite une explication et nous amène à ouvrir une parenthèse dans la lecture de la "Conversation".

Dans ses remarques sur le mouvement de Mars, publiées en 1606, Kepler a déjà présenté ses idées sur la cause du mouvement des planètes. Idées qu'il reprend dans son "Astronomie nouvelle" (1609), III<sup>ème</sup> partie, chapitre XXXIV intitulé "Le corps du Soleil est magnétique et est dirigé dans son champ de course" ; en bref, c'est la rotation du Soleil sur lui-même qui entraîne le mouvement des planètes autour de lui (et n'oublions pas qu'en écrivant cela, Kepler ne s'appuyait sur aucune observation attestant cette rotation du Soleil sur lui-même). Relisons-le :

"En outre cette opinion au sujet de la révolution du corps solaire (à savoir que celle-ci est la cause du mouvement des autres planètes) est confirmée par ce très bel exemple même de la Terre et de la Lune. En effet, parce que le mouvement principal et mensuel de la Lune, par la force des démonstrations

employées aux chap. I et XXXIII, est entièrement à partir de la Terre comme d'une source (en effet, parce que le Soleil est ici au reste des planètes comme la Terre est là pour la Lune dans cette démonstration), considère donc comment notre Terre apporte le mouvement à la Lune. C'est-à-dire, elle est emportée en roulant vingt-neuf fois et demie autour de son axe, en même temps que notre Terre et avec elle son apparence immatérielle ; cette apparence peut être à ce point jetée sur la Lune, afin que pendant ce temps elle la pousse une fois sur l'orbe, certes dans la même région où la Terre elle-même la précède".

Mais pendant ce temps, il est étonnant que le centre de la Lune parcourre une ligne plus longue du double, autour du centre de la Terre, dans le temps que l'on veut que quelque lieu placé au-dessous, sur la surface de la Terre, sur le cercle équatorial. Si, en effet, des espaces égaux étaient parcourus dans des temps égaux, il eut fallu que la Lune fut rétablie le soixantième jour, puisque la grandeur de son orbe est soixante fois plus grande que celle du globe terrestre.

Apparemment, une aussi grande force est à l'apparence immatérielle de la Terre, sans doute une grande légèreté et une faible opposition du corps lunaire... ("Astronomie nouvelle", traduction Peyrard, éd. Blanchard, p.225)

Nous admirerons la simplicité avec laquelle Kepler montre que la vitesse de la Lune sur son orbite est environ le double de la vitesse de rotation d'un point de l'équateur terrestre. Cinématiquement, Kepler voit juste. Dynamiquement c'est une autre affaire ; de sa vitesse tirer une conclusion sur sa densité nous surprendrait si nous ne savions pas qu'en 1610 Newton n'est pas encore né.

## Le limbe

Galilée a été surpris d'observer le limbe éclairé de la Lune tout à fait circulaire alors qu'il venait de découvrir, par les ombres au voisinage du terminateur, l'importance du relief lunaire. Kepler approuve la double explication qu'il en donne et qu'il commente.

La première est appuyée sur une judicieuse comparaison. Lorsque la mer est impétueuse, pour un observateur placé sur le rivage, les crêtes des vagues semblent toutes sur un même plan, alors que pour un marin, dans sa barque soumise aux mouvements de la mer, il est très évident qu'entre les crêtes des vagues il y a des creux. De même, pour l'observateur terrestre, les montagnes de la Lune, sur le limbe, dessinent une ligne circulaire et les creux, les vallées n'apparaissent pas.

La seconde explication est plus surprenante. Kepler imagine que la Lune est enveloppée d'une manière transparente plus dense que l'air. Il appuie cette hypothèse sur une observation de son maître Mästlin qui, lors d'une éclipse de Lune observée depuis Tübingen en 1606 a vu une tache sombre sur le disque rougeâtre de la Lune éclipcée ; et Mästlin interprétait cette tache comme provenant d'un gros nuage de pluie sur la Lune.

Kepler ne dit rien, c'est assez surprenant, de l'observation de ce qu'on appelle aujourd'hui les "grains de Bailey" ; lors d'une éclipse annulaire de Soleil, le disque lunaire paraît effectivement moins exactement circulaire que le disait Kepler et des vallées lunaires laissent passer des "jours" de lumière, les grains de Bailey. On trouve, à la page 144 de l'édition 1955 de l'Astronomie populaire Flammarion deux superbes photos des deux éclipses "perlées" photographiées à deux saros d'intervalle les 1912.04.17 et 1948.05.09. Je disais "jours", Flammarion dit mieux "perles" ou "grains". Mais Kepler ne dit rien. Peut-être n'a-t-il jamais observé d'éclipse annulaire.

Quant à l'hypothèse de l'atmosphère lunaire, elle ressortit à des idées que Mästlin avait trouvées dans les commentaires d'Aristote par Averroès ce qui peut être à l'origine d'un contresens : pour Aristote, la Lune est une sorte de Soleil en second, un soleil de moindre qualité puisque de moindre éclat ; pour Averroès au contraire, la Lune est un double de la Terre. Mästlin et Kepler à sa suite retiennent cette dernière interprétation tout en l'attribuant à Aristote et cela leur permet d'admettre facilement l'hypothèse d'une atmosphère lunaire.

Cependant Kepler ne s'appuie pas sur l'existence de cette atmosphère pour justifier le fait que le diamètre de la partie éclairée de la Lune paraisse plus grand que celui de la partie sombre. C'est bien visible avant le premier quartier. Non, c'est une illusion optique, dit Kepler, relisez mes CV, p 217.

"Nous devons prendre garde à cette particularité de la vision qu'une chose brillante paraît proportionnellement plus grosse que la même chose

si elle était moins brillante. Ainsi, dans la première ou la dernière phase de la Lune, la corne brillante semble limitée par un cercle plus grand que le reste du corps éclairé par la lumière de la Terre et rendu ainsi clairement visible. Le même fait fut vérifié durant l'éclipse du 15/25 mai 1603 car certains observateurs purent voir le limbe de la partie dans l'ombre qui paraissait beaucoup plus petit que le cercle limitant la partie éclairée." (\*)

En passant, Kepler fait remarquer que l'explication de la "lumière cendrée" donnée par Galilée dans le Sidereus, -un clair de Terre sur la Lune -, avait été donnée par Mästlin au moins vingt ans plus tôt. Ce qui ne nous étonne pas puisque, selon Flammarion, l'explication avait été donnée bien avant par Léonard de Vinci.

Pour cette fois, j'interromps ici cette lecture de la "Conversation". Tout ce qui concerne la Lune y représente dix pages imprimées. Il reste seize pages plus passionnantes sur l'observation des étoiles et la découverte des satellites de Jupiter, Si cela ne vous lasse pas trop, nous les relirons une prochaine fois.

K.Mizar

(\*) Kepler donne deux dates pour l'éclipse de mai 1605, l'une dans le calendrier julien, l'autre dans le grégorien. La réforme selon les pays est en cours...

(\*\*) Dans les indications bibliographiques données dans la première partie de cette lecture (CC n°25, pl0), j'ai omis de signaler un ouvrage essentiel et très accessible :

Quatrième centenaire de la naissance de Johannes Kepler colloque organisé par la SAF et le Centre Alexandre Koyré. Il reproduit les exposés de B.Morando, B.Taton, J.Kovalevsky, G.Simon, A.Hayli, P.-Costable, J.Lévy, P.Eusso et J.-C.Pecker. Une lecture de base pour toute étude de Kepler. Je suis reconnaissant à une lectrice attentive des Cahiers Clairaut, Mademoiselle S.Débarbat, de m'avoir signalé cette regrettable omission.

■