

LA LUNE SOUS LA LUNETTE DE GALILÉE.

PIERRE MARAGE

Pierre MARAGE est chercheur en physique expérimentale des particules élémentaires et professeur d'histoire des sciences et d'épistémologie à l'Université libre de Bruxelles.

En mars 1610, Galileo Galilei, patricien florentin, mathématicien en titre de l'Université de Padoue, publie à Venise un ouvrage intitulé «Le Messager des Étoiles» (Éditions du Seuil, Paris 1992, traduit du latin, présenté et annoté par Fernand Hallyn).

Dans cet ouvrage de 56 pages à peine qui le rendra universellement célèbre, Galilée (1564-1642) présente les découvertes inouïes qu'il a réalisées grâce à la lunette qu'il vient de fabriquer.

Il y a environ dix mois, le bruit parvint à nos oreilles qu'un habitant des Provinces des Pays-Bas avait fabriqué une Lunette grâce à laquelle des objets visibles, même situés très loin de l'œil de l'observateur, pouvaient être nettement discernés, comme s'ils étaient proches. (p. 117)

Galilée est un homme dans la lignée des grands ingénieurs et artistes de la Renaissance qui, loin de mépriser le travail manuel, valorisent la technique. Il a installé à son domicile un atelier où il fabrique des instruments scientifiques.

Je m'appliquai entièrement (...) à l'invention d'un instrument semblable (...). Je me suis d'abord fabriqué un tube de plomb aux extrémités duquel j'ai adapté deux lentilles de verre, toutes deux planes d'un côté, mais l'une sphériquement convexe et l'autre concave du côté opposé; ensuite, en approchant mon œil de la lentille concave, j'ai vu les objets assez grands et rapprochés (...). Par la suite je me suis construit un autre instrument, plus précis (...). Enfin, ne regardant ni au labeur ni aux frais, j'en suis arrivé à me construire un Instrument d'une qualité si grande que les choses vues à travers lui apparaissent (...) plus de trente fois plus proches. (p. 117)

Lunette de Galilée
© Museo Galileo, Florence - Photo Franca Principe



Les lunettes fabriquées par Galilée resteront longtemps d'une qualité insurpassée.

Dès le mois d'août 1609, Galilée avait présenté son instrument au Sénat de Venise. Il permettait d'apercevoir depuis Saint-Marc une église de Padoue, située à 35 km, ou encore de voir s'approcher sur la mer des navires deux heures plus tôt qu'à l'œil nu. Mais là n'est pas le plus important. Une nuit de décembre 1609, Galilée tourne pour la première fois sa lunette vers le ciel, et il y fait des découvertes stupéfiantes.

Délaissant les choses de la Terre, je me suis porté vers l'exploration du Ciel. En premier lieu, je vis la Lune d'aussi près que si elle était éloignée d'à peine deux diamètres terrestres. Après elle, je commençai à observer les Étoiles, les fixes comme les errantes, avec une incroyable joie dans l'âme.

(pp. 117-118)

À la surface de la Lune, outre les grandes taches qui sont visibles à l'œil nu, il découvre d'autres taches *de moindre grandeur, mais tellement nombreuses qu'elles parsèment toute la surface lunaire, et surtout la partie la plus brillante.* (pp. 119-120)

Il s'agit des cratères qui donnent à la Lune son relief accidenté. Cette observation va révolutionner la science. En effet :

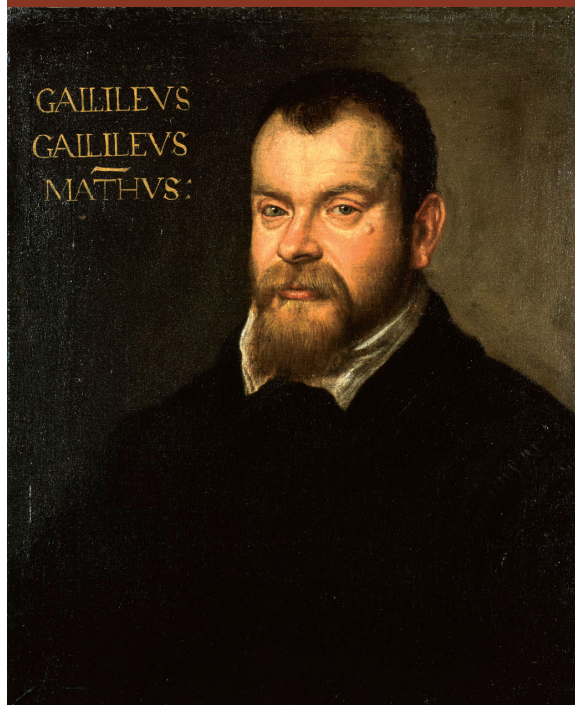
De leur examen maintes fois réitéré, nous avons déduit que nous pouvons discerner avec certitude que la surface de la Lune n'est pas parfaitement polie, uniforme et très exactement sphérique, comme une armée de philosophes l'ont cru, d'elle et des autres corps célestes, mais au contraire inégale, accidentée, constituée de cavités et de protubérances, pas autrement que la surface de la Terre elle-même, qui est marquée, de part et d'autre, par les crêtes des montagnes et les profondeurs des vallées. (p. 120)

L'«*armée de philosophes*» que mentionne Galilée, ce sont tous les savants qui, depuis l'Antiquité grecque, adhèrent à la description du cosmos élaborée par Aristote (-384, -322) et raffinée notamment par le grand astronome alexandrin Ptolémée (v. 90, 168).

Pour Aristote et Ptolémée, la Terre est sphérique et immobile au centre de l'univers. Autour d'elle se déplacent les astres : la Lune, le Soleil, les planètes Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne, et enfin, sur la sphère extérieure, qui limite le monde, les étoiles « fixes », qui ne connaissent d'autre mouvement apparent que le mouvement de rotation diurne.

L'univers est séparé en deux mondes, de natures totalement différentes et gouvernés chacun par des lois propres. D'une part, le monde terrestre, «*sublunaire*», lieu du mouvement vers le bas (ou vers le haut) des corps lourds (ou légers) ainsi que du mouvement provoqué, «*violent*»; ce monde

GALILEVS
GALILEVS
MATHVS:



Portrait de Galileo Galilei
par Tintoretto, 1605-1607
© National Maritime Museum

SIDEREVS NUNCIVS

MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens
vnicuique, præfertum verò

PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, qua à

GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO

Patauini Gymnafij Publico Mathematico

PERSPICILLI

Nuper à se reperi beneficio sunt obseruata in LVNÆ FACIE, FIXIS IN-
NUMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBVLOSIS,

Apprime verò in

QVATVOR PLANETIS

Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atq; periodicis, celeri-
tate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsq;e
diem cognitos, nouissimè Author depræ-
hendit primus; atque

MEDICEA SIDERA
NUNCVPANDOS DECREVIT.



VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M D C X.
Superiorum Permissu, & Privilegio.

Sidereus Nuncius (« Messenger des Étoiles »)
publié par Galilée en 1610.

est celui des changements de forme et de nature, des quatre éléments, de la naissance et de la mort. D'autre part, le monde céleste, habité par les astres dont leur perfection veut qu'ils soient parfaitement sphériques et animés du seul mouvement éternel et immuable, le mouvement circulaire autour du centre du monde (ou, pour les planètes, une combinaison de mouvements circulaires).

Aristote ne refuse pas les données de l'observation, mais sa construction est basée avant tout sur le raisonnement, la déduction : de même qu'il est de la nature des corps lourds de rejoindre leur « lieu naturel », le centre du monde, de même la sphéricité et le mouvement circulaire autour du centre du monde découlent de la nature parfaite des corps célestes.

Le système d'Aristote, qui unit indissolublement physique des lieux naturels et cosmologie géocentrique, fournira pendant près de deux mille ans le cadre théorique aux astronomes et savants de l'Antiquité et du Moyen-âge, aussi bien arabo-musulman qu'occidental. Il sera repris par l'Église dans le cadre de la grande synthèse thomiste du XIII^e siècle.

Galilée vient donc contredire de front l'une des composantes essentielles de la cosmologie aristotélicienne. C'est une grande audace de sa part que de prétendre non seulement que la surface de la Lune n'est pas parfaitement lisse et sphérique, mais – rompant avec l'opposition entre monde terrestre et monde céleste – qu'elle est semblable à celle de la Terre.

Le « Messenger des Étoiles » prend grand soin d'étayer cette assertion, avec des descriptions détaillées des observations, plusieurs figures reproduisant l'apparence de la Lune vue à travers la lunette, et la discussion des analogies entre surfaces de la Lune et de la Terre.

Galilée décrit d'abord la limite entre ombre et lumière :

Lorsque la Lune s'offre à nous avec des cornes éclatantes, la limite qui sépare sa partie obscure de sa partie lumineuse ne s'étend déjà plus uniformément selon une ligne ovale, comme il arriverait à dans un solide parfaitement sphérique ; mais elle correspond à une ligne inégale, accidentée et tout à fait sinieuse. (p. 120)

Il relate ensuite l'observation de taches sombres dans la partie lumineuse de la surface de la Lune, qu'il interprète par analogie avec l'apparence des paysages montagneux sur Terre :

Bien plus, une grande abondance de petites taches noirâtres, entièrement séparée de la partie obscure, parsèment presque toute l'étendue déjà inondée de tous côtés par la lumière du Soleil (...). (Ces taches) ont leur partie noirâtre tournée vers le Soleil, mais sont couronnées, du côté opposé au Soleil, d'extrémités plus claires (...). Or nous avons une vue entièrement semblable sur la Terre, au moment du lever du Soleil,

lorsque nous portons notre regard sur les vallées, qui ne sont pas encore baignées de lumière, et sur les montagnes qui les entourent du côté opposé au Soleil. (p. 120)

Il en va de même avec la présence de taches lumineuses dans la partie sombre de la Lune :

Un très grand nombre de points brillants apparaissent au sein de la partie ténébreuse de la Lune, entièrement séparés et détachés de l'étendue illuminée (...). Ces points augmentent peu à peu, après quelque temps, en grandeur et en luminosité (...). Or n'est-il pas vrai que, sur Terre, avant le lever du Soleil, quand l'ombre occupe encore la plaine, les sommets des monts les plus élevés sont illuminés par les rayons solaires ? qu'après un court laps de temps la lumière se répand ? (pp.121-2)

Mais l'audace intellectuelle du « Messager des Étoiles » ne s'arrête pas à proclamer que la surface de Lune ressemble à celle de la Terre. Il propose également une explication révolutionnaire de la « lumière cendrée » qui baigne la Lune à l'époque de la nouvelle lunaison.

Tandis que la Lune (...) se retrouve non loin du Soleil (...) nous verrons (...) la face entière de la Lune (...) blanchir de façon non négligeable. (p. 133)

Ayant décrit avec soin le phénomène et son évolution périodique, et indiqué notamment comment l'observer au mieux, Galilée en propose l'explication. Remarquant que *Cet éclat merveilleux a suscité chez les philosophes une grande admiration. (p. 134)*, il commence par réfuter toutes les explications proposées, pour n'en laisser qu'une seule :

Dans un échange équitable et amical, la Terre rend précisément à la Lune une illumination égale à celle qu'elle reçoit elle-même de la Lune, presque tout le temps, au plus profond des ténèbres nocturnes. Expliquons la chose plus clairement. (p. 135)

Lorsque, dans les conjonctions, la Lune se trouve sous les rayons du Soleil, elle regarde la surface de l'hémisphère terrestre exposé au Soleil, qui est tout illuminé de rayons vifs, et elle reçoit la lumière réfléchi par la Terre ; c'est à cause de cette réflexion, donc, que l'hémisphère inférieur de la Lune, bien que privé de lumière solaire, apparaît luisant. (p. 136)

L'explication révolutionnaire de Galilée, fondée sur une symétrie de rôle entre la Terre et les astres (« un échange équitable et amical »), est donc aux antipodes de la démarche aristotélicienne, qui réserve à la Terre un rôle unique dans l'univers.

Mais la découverte la plus importante rapportée dans le «*Messenger des Étoiles*» est celle de quatre satellites gravitant autour de Jupiter :

En vérité, ce qui de loin dépasse tout sujet d'émerveillement et qui, en premier lieu, nous a poussé à informer tous les Astronomes et les Philosophes, est le fait, évidemment, d'avoir découvert quatre Étoiles errantes, qui n'étaient connues ni observées de nul d'entre nos prédécesseurs ; c'est autour d'une Étoile remarquable [Jupiter] parmi celles qui sont connues, qu'à l'instar de Vénus et de Mercure autour du Soleil elles accomplissent leurs révolutions et tantôt elles la précèdent, tantôt elles la suivent, sans jamais s'éloigner d'elles au-delà de certaines limites. (p. 116)

L'ouvrage lui réserve pas moins de 64 figures, rapportant les positions respectives de Jupiter et de ses satellites nuit après nuit et parfois plusieurs fois par nuit, du 7 janvier au 2 mars 1610, quelques jours à peine avant la publication.

Cette découverte porte le coup de grâce au système d'Aristote et Ptolémée. Tout l'édifice traditionnel repose en effet sur la révolution des astres autour du seul centre de l'univers, où siège la Terre. La découverte de lunes autour de Jupiter ruine cette construction.

Galilée a trouvé dans les observations rapportées dans le «*Messenger*», bientôt suivies par l'observation des phases de Vénus, la confirmation des convictions coperniciennes qui sont les siennes depuis longtemps déjà, notamment en raison de son rejet de la physique d'Aristote.

Il entreprendra désormais une longue campagne pour faire triompher les idées de Copernic. Malgré la mise à l'Index en 1616 de l'œuvre de Nicolas Copernic (1473-1543), il publiera en 1632 le fameux «*Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde, le ptoléméen et le copernicien*», qui lui vaudra, à 69 ans, une condamnation à la détention à perpétuité par l'Inquisition.

Le triple combat de Galilée, pour les idées de Copernic et contre le géocentrisme, pour une nouvelle manière de pratiquer la science mettant au centre l'expérimentation et la mesure, et pour la liberté de la recherche, en font l'une des figures les plus marquantes de l'histoire de l'humanité.

Images de la Lune à travers la lunette,
publiées dans le « Messenger des Étoiles ».

