

## GALILEO GALILEI

### LES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

par : André Ross  
professeur de mathématiques  
Cégep de Lévis-Lauzon



Galilée est né à Pise le 15 février 1564 et est mort le 8 Janvier 1642 à Arcetri près de Florence. À Pise, il étudie la médecine, mais il est surtout intéressé par les mathématiques et la philosophie naturelle (physique). Il enseigne les mathématiques à Pise en 1589 puis à Padoue (université de la république de Venise) en 1592. À Padoue, il doit enseigner la géométrie d'Euclide et l'astronomie géocentrique aux étudiants en médecine. L'astrologie était alors utilisée pour poser des diagnostics et établir des prescriptions.

Le père de Galilée, Vincenzo, était un musicien professionnel. Il fit des expériences sur la vibration des cordes pour étayer ses théories musicales. Par son attitude par rapport à la connaissance, il est un précurseur de son fils.

*À mon avis, ceux qui, pour prouver une affirmation, comptent exclusivement sur le poids des autorités sans avoir recours à aucun autre argument, doivent être taxés d'absurdité. Pour moi, je désire que les questions soient librement discutées, comme il convient à quiconque recherche la vérité.*

Vincenzo Galilei



*Il est manifeste que le doute en philosophie est père de l'invention et qu'il ouvre la voie à la découverte du vrai.*

Galileo Galilei

Dans la préface du *De revolutionibus*, de Copernic, le théologien Osiander qui s'était occupé de l'édition, avait écrit anonymement :

*Il n'est en réalité pas nécessaire que ces hypothèses soient vraies, ni même qu'elles soient vraisemblables; il suffit que les résultats des calculs soient en harmonie avec les phénomènes observés.*

Ce texte témoigne d'un enjeu important : Qu'est-ce qui est préférable pour découvrir la vérité : un ensemble de mesures et d'observations ou l'opinion des philosophes? Galilée va choisir les mesures et l'observation.

### SUPERNOVA DE 1604

Dans les premiers jours d'octobre 1604, une nouvelle étoile apparaît dans le ciel, aussi brillante que Vénus. Une telle apparition était inquiétante. Selon la croyance populaire, cela était présage de malheurs, d'épidémie, de guerre ou de la mort d'un roi.

Les philosophes s'empressèrent de discuter du problème pour déterminer l'essence de ce phénomène. Un phénomène analogue avait été observé en 1572. Tycho Brahe, dont les observations situaient ce phénomène près de la sphère des fixes, avait alors suggéré que l'objet était constitué d'une matière céleste imparfaite, donc susceptible de disparaître en peu de temps. C'est ce qui se produisit, ce qui eut pour effet de mettre fin aux discussions. Cependant, un tel phénomène était incompatible avec l'idée aristotélicienne d'un monde supra-lunaire parfait et immuable. En 1572, l'événement avait été rapidement oublié, mais pas en 1604. À la fin de l'année, Galilée donne quelques conférences sur le sujet et il défend deux points de vue allant à l'encontre de la culture de l'époque.

- *Il affirme qu'un problème astronomique ne peut être résolu que sur la base de mesures et non de considérations métaphysiques.*

Il prend lui-même des mesures de l'évolution de la luminosité de cet objet d'octobre 1604 à mars 1605. Ces mesures indiquent que la luminosité est croissante au cours des premiers mois, puis elle décline graduellement.

- *Il se moque de l'opinion selon laquelle il serait fondamental, même pour un scientifique, de connaître l'essence des étoiles.*

Les débats sur l'essence ont essentiellement des débats philosophiques et n'ont aucun rapport avec la science. À l'époque, il était déjà copernicien. Dans une lettre à Kepler, en 1597, il mentionne « notre maître Copernic ».

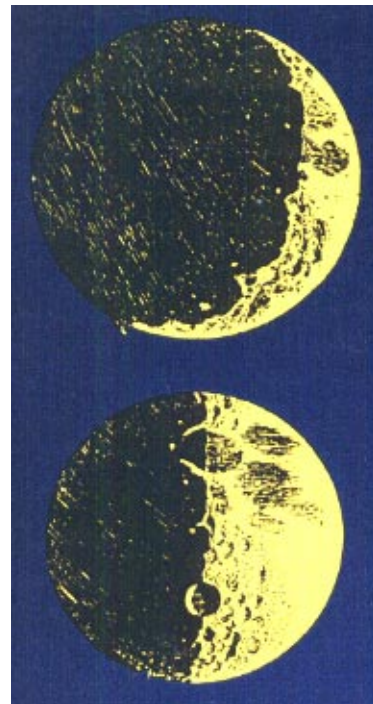
À l'été de 1609, Galilée entend parler d'une lunette qu'un hollandais aurait présentée à Venise. Aussitôt, il s'en construit une et l'utilise pour observer le ciel. Il en construira plusieurs, les améliorant sans cesse, mais sans faire d'étude théorique sur les lentilles.



**Lunette construite par Galilée  
et conservée au musée des sciences de Florence.**

## LA LUNE

À l'aide de la lunette, Galilée va faire plusieurs découvertes intéressantes. Il observe la Lune à plusieurs reprises et en fait des croquis.



Il voit des zones éclairées et des zones d'ombre. Pour lui, cela signifie que la Lune n'est pas une sphère parfaitement lisse mais qu'elle est couverte de vallées et de montagnes tout comme la Terre. Comme sur Terre, le Soleil, à son lever, éclaire d'abord le sommet des montagnes, puis les vallées. Son interprétation ne fait pas l'unanimité.

Pour les aristotéliens, il ne peut y avoir de montagnes sur la Lune parce que les corps célestes sont parfaits, donc sphériques. Dans le cadre de la pensée aristotélienne, cette objection est recevable. Dans le cadre d'une pensée scientifique, elle ne l'est pas.

Les aristotéliens adoptent différentes attitudes.

- Certains refusent non seulement de regarder dans la lunette, mais également d'en entendre parler.
- D'autres prétendent tout simplement que lorsqu'on l'utilise sur Terre, la lunette donne des images conformes à la réalité, mais lorsqu'on l'utilise pour observer les cieux, elle crée des illusions.
- Le père Clavius, qui a fait des observations semblables à celles de Galilée, va tenter de concilier les observations avec la théorie de la sphère parfaite en prétendant que les montagnes et vallées de la Lune sont recouvertes d'une substance transparente qui lui redonne sa sphéricité.

Galilée répond aux objections par la raillerie :

*Pour moi, je n'ai jamais vu les lettres de noblesse des figures géométriques. Je ne vois pas de quel droit on peut dire de manière absolue que certaines formes sont plus parfaites que d'autres.*

*Pour un corps qui doit tourner dans tous les sens, la forme sphérique est plus adéquate. Pour un corps qui doit rester stable et immobile, la forme sphérique est la pire de toutes. Un maçon qui utiliserait des pierres sphériques pour construire un mur agirait fort mal.*

Galilée introduit ici un concept important pour l'avenir de la science, celui d'adaptation d'une chose à une fin. L'adéquation d'un moyen à une fin est mesurable,

vérifiable alors que le concept de perfection absolue échappe à toute démonstration.

## MESSAGES DE GALILÉE À KEPLER

Dans sa correspondance avec Kepler, Galilée s'amuse à coder ses messages en faisant des anagrammes lorsqu'il annonce les découvertes qu'il fait à l'aide de la lunette. Voici l'un de ces messages :

*Haec immatura a me iam frustra leguntur o y.*

Kepler tente de décoder le message par un simple traduction et il obtient le texte suivant :

*Ces choses ont été essayées par moi mais en vain.*

Il confie ce texte à l'ambassadeur d'Italie en Allemagne et lui demande de vérifier auprès de Galilée si c'est bien la teneur du message. L'ambassadeur rapporte le texte original en latin :

*Cynthiae figuras aemulatur mater amorum.*

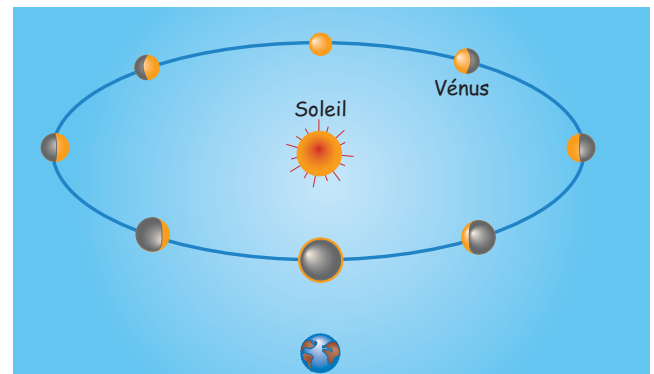
La traduction du message donne alors :

*La mère des amours imite les figures de Cynthia.*

Par la mère des amours, Galilée désigne la planète Vénus et Cynthia est la Lune. La teneur du message est :

*Vénus a des phases comme la Lune.*

Dans ce message, Galilée annonce à Kepler que Vénus a des phases comme la Lune. Elle est donc parfois complètement éclairée, parfois un seul quartier est éclairé, etc. Cela signifie que Vénus est en orbite autour du Soleil et explique le fait que sa luminosité varie peu.



Lorsque Vénus est dans la position la plus éloignée de la Terre, elle est complètement éclairée. Lorsqu'elle se déplace sur son orbite en s'approchant de la Terre, la partie éclairée diminue en même temps que la distance et, vue de la Terre, sa luminosité semble toujours la même.

Galilée a également fait parvenir à Kepler le message suivant codé en mélangeant toutes les lettres.

*Smaismrmilmepoetaleumibunenugttauiras*

En tentant de reconstituer le message original, Kepler obtient la phrase suivante :

*Salve umbistineum geminatum Martia proles.*

Après vérification par l'ambassadeur, le message acheminé était :

*Altissimum planetam tergeminum observavi.*

La traduction française du message donne :

*J'ai observé que la planète la plus haute est triple.*

Galilée a observé la planète Saturne et il a conclu à l'existence de trois planètes. En fait, sa lunette n'était pas assez puissante pour bien distinguer les anneaux de Saturne.

### JUPITER (7 JANVIER 1610)

Galilée va également faire une découverte très intéressante lorsqu'il observe Jupiter. Lors de sa première observation, le 7 janvier 1610, il est intrigué par ce qu'il voit. Il en donne la description dans le *Messenger céleste*.

*Je reconnus que trois petites étoiles, assurément menues, mais très brillantes, étaient près de lui [...]; ces étoiles, bien que je les aies crues du nombre des fixes, me causèrent cependant un certain étonnement parce qu'elles semblaient situées exactement sur une ligne droite et parallèle à l'écliptique, et qu'elles avaient plus d'éclat que toutes les autres de même taille. Telle était leur disposition, entre elles et par rapport à Jupiter.*

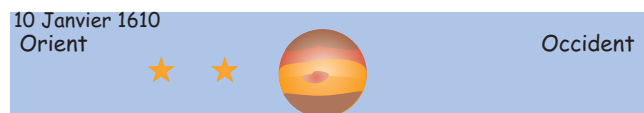


*Le 8, poussé par je ne sais quel destin, j'étais retourné sur le lieu d'observation, je trouvai une disposition fort différente : les trois petites étoiles étaient en effet toutes à l'ouest de Jupiter, et elles étaient séparées mutuellement pas des intervalles égaux, comme le montre le dessin.*



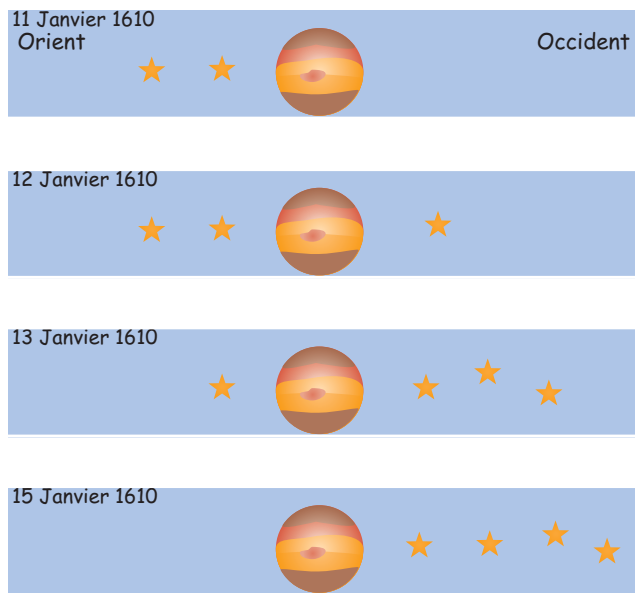
*Alors, même si je ne crus pas une seconde au rapprochement mutuel des étoiles, je commençai à me demander avec embarras comment Jupiter pouvait se trouver à l'est de toutes les étoiles fixes mentionnées plus haut.*

*C'est pourquoi j'attendis la nuit suivante avec la plus grande impatience; mais je fus frustré de mon attente car le ciel fut partout couvert de nuages. Mais le 10, les étoiles apparurent dans cette position par rapport à Jupiter.*



*Deux seulement étaient présentes et orientales l'une et l'autre, la troisième, à ce que je pensai, se cachait derrière Jupiter. Comme j'avais fait ces constatations, que je comprenais que de semblables changements ne pouvaient d'aucune manière être imputés à Jupiter, [...] je changeai dès lors mon doute en admiration et je découvris que la permutation apparente dépendait non de Jupiter mais des étoiles que j'avais remarquées.*

*Il était donc établi et tranché par moi sans aucun doute qu'il y avait dans le ciel trois étoiles errant autour de Jupiter, à la façon de Vénus et de Mercure autour du Soleil.*



Le système copernicien suscitait la perplexité. Il admettait des phénomènes qui ne pouvaient être observés : les mouvements de la Terre sur elle-même et autour du Soleil. Ces phénomènes, familiers pour nous, étaient tout à fait anormaux pour les intellectuels du XVII<sup>e</sup> siècle. De plus, cela posait un problème important : en supposant que la Terre soit en mouvement autour du Soleil, comment pourrait-elle entraîner la Lune dans sa rotation autour du Soleil? Ce phénomène est non seulement difficile à comprendre, il constitue une exception si particulière, si étrange qu'il mine la crédibilité du système.

Grâce à ses observations de Jupiter, Galilée trouve une réponse partielle à cette objection.

*Car, à présent, nous n'avons pas seulement une planète qui tourne autour d'une autre, tandis que l'une et l'autre parcourent une grande orbite autour du Soleil, mais nos sens nous montrent quatre étoiles se promenant autour de Jupiter à la façon de la Lune autour de la Terre, cependant que toutes ensemble avec Jupiter, elles parcourent un grand orbe autour du Soleil en l'espace de douze ans.*

Il n'était pas possible d'observer de l'espace, la Terre et la Lune dans leur rotation autour du Soleil, mais il était possible d'observer Jupiter se déplacer sur son orbite en entraînant quatre étoiles qui gravitent autour de Jupiter.

Galilée fait plusieurs autres observations à l'aide de sa lunette. Pendant des siècles, les philosophes avaient débattus de la nature de la Voie lactée et des nébuleuses qui étaient décrites comme :

*une luminosité laiteuse, semblable à celle d'une nuée blanchissante.*

Le télescope révèle que la Voie lactée et les nébuleuses sont en réalité des amas stupéfiants d'étoiles. Il écrit :

*Le ciel semble tout à coup peuplé d'une incroyable masse d'autres étoiles, invisible à l'œil nu, si nombreuses que c'en est à peine croyable.*

Il observe également la surface du Soleil à l'aide d'un dispositif adapté et constate qu'il y a des taches sur la surface du Soleil.

## CONCLUSION

Certaines observations de Galilée à l'aide de la lunette montrent que le système de Ptolémée n'est pas conforme à la réalité; et d'autres observations sont en faveur du système de Copernic. Les montagnes de la Lune et les taches solaires indiquent que les planètes ne sont pas des sphères lisses et parfaites contrairement aux enseignements d'Aristote. Les phases de Vénus indiquent que celle-ci est en orbite autour du Soleil. Les lunes de Jupiter montrent que les astres ne sont pas tous en orbite autour de la Terre.

De plus en plus de gens vont se procurer une lunette et observer le ciel. Ils observent les mêmes choses que Galilée et ne peuvent que donner crédit à ses interprétations. Cependant, ils préfèrent garder silence car ils savent que défendre les thèses de Copernic peut leur porter préjudice. Le Saint-Office a mis à l'index l'ouvrage de Copernic parce que non conforme aux enseignements de l'Église. Il a été retiré des bibliothèques et ne pourra y retourner qu'après correction de ses erreurs. Toute personne défendant les idées de Copernic est donc automatiquement poursuivi par l'Inquisition sans autre forme de procès.