

Galilée, symbole de la rupture scientifique

Objectif : Montrez comment Galilée a contribué à fonder la conception moderne de l'univers.

Production finale : Création d'une image interactive avec l'application Genial.ly.

Travail de groupe : Vous êtes 7 ou 8 élèves dans le groupe. Chacun devra contribuer au travail d'équipe. Vous allez commencer par choisir un animateur de projet, qui aura la responsabilité de coordonner les travaux et de faire respecter le temps imparti.

Liste des tâches à réaliser :

- Individuellement : 30 minutes.
Cerner le sujet.
Prendre connaissance du document attribué par l'animateur, en extraire des informations en lien avec le sujet.
- En groupe : 1 h 30
Mutualiser les propositions pour aboutir à la plus complète : brouillon collectif. L'image comprendra entre 5 et 7 boutons interactifs.
Réaliser l'image interactive
- En classe entière : Présentation à l'oral en 2-3 min par un représentant du groupe.

Liste des documents fournis :

- HS Sciences et vie Junior n° 115, décembre 2015, Planches de BD
- Gravure commentée extraite de *l'Harmonie Macrocosmique* d'Andrea Cellarius (Manuel p 201)
- La lunette de Galilée : image Europeana + Bruno Jacomy « *Ces instrument qui ont fait la science, La lunette astronomique* », in HS Sciences et Avenir, n°140, oct-nov 2004, p 23.
- *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* : image https://www.europeana.eu/portal/record/9200271/Bibliographic_Resource_3000058903259.html Galilei, Galileo (b.1564, d.1612). University of Edinburgh. + Présentation de l'ouvrage. Dialogo dei massimi sistemi, 1632 – Lettre de Galilée à Kepler.
- Galilée doit abjurer devant l'Inquisition : Galileo Galilei at his trial at the Inquisition in Rome in 1633. Process print after a painting - <https://www.europeana.eu/portal/record/9200579/g6nkqy9b.html> et Sentence du tribunal : doc p 203
- Biographie vie privée Extraite de L'Histoire + image Europeana *Medicea Sidera* http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/ECHOdocuView?url=/permanent/einstein_exhibiti on/sources/T8GGES4R/index.meta&start=11&viewMode=image&pn=10
- *Du nouveau sur l'affaire Galilée* (Historiographie) Dortier, Jean-François / Frouard, Hélène. « Eurêka. L'histoire des grandes découvertes ». Les Grands dossiers des sciences humaines (N°048) [Périodique]. 01-09-2017. p.4-5,24-86.

1. Présentation et source de l'image :
Galileo Galilei (1564-1642). Oil painting
by an Italian painter, 18th (?) century
<https://www.europeana.eu/portal/record/9200579/v6ux23p7.html>.

Titre

Img

Texte

Titre

Img

Texte



Titre

Img

Texte

Titre

Img

Texte

Titre

Img

Texte

Qu'appelle-t-on « révolution copernicienne ? » Pourquoi peut-on dire que Galilée approfondit les découvertes de Copernic ?

A la veille de sa mort en 1543, Nicolas Copernic, un astronome polonais, publie une théorie qui remet en cause les principes d'organisation de l'univers, admis depuis l'Antiquité (théorie géocentrique fondée sur la physique d'Aristote – IV^e siècle av. J.-C. - et l'astronomie de Ptolémée – II^e siècle)

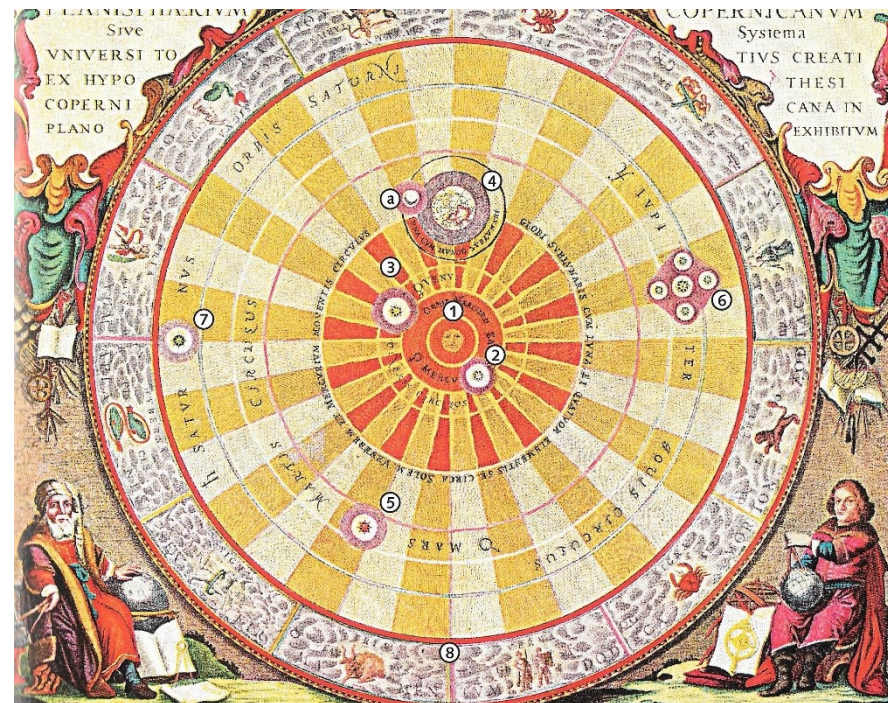
« Après de longues recherches, je me suis enfin convaincu :

Que le Soleil est une étoile fixe, entourée de planètes qui tournent autour d'elle et dont elle est le centre et le flambeau. Qu'outre les planètes principales, il en est encore du deuxième ordre, qui circulent d'abord comme satellites autour de leurs planètes principales, et avec celles-ci autour du Soleil.

Que tous les phénomènes des mouvements diurne et annuel, le retour périodique des saisons, toutes les vicissitudes de la lumière et de la température de l'atmosphère qui les accompagnent, sont les résultats de la rotation de la Terre autour de son axe et de son mouvement périodique autour du Soleil.

Que le cours apparent des étoiles n'est qu'une illusion d'optique, produite par le mouvement réel de la Terre et par les oscillations de son axe. »

Nicolas Copernic, Des révolutions des sphères célestes, 1543, dédicace au Pape Paul III.



Gravure extraite de *l'Harmonie Macrocosmique* d'Andrea Cellarius, 1660.

Cette gravure du XVII^e siècle représente le système astronomique copernicien et la découverte par Galilée des quatre satellites de Jupiter. Le système copernicien est héliocentrique : le soleil (1) est le centre de l'Univers. Six planètes tournent autour du soleil : Mercure (2), Vénus (3), la Terre (4), Mars (5), Jupiter (6) et Saturne (7). La lune (a) est un satellite de la Terre. Au-delà se trouve la sphère des étoiles fixes (8), l'Univers étant fini selon Copernic.

La lunette de Galilée : A quoi sert la lunette ? Quelle méthode scientifique est mise en pratique par Galilée ?

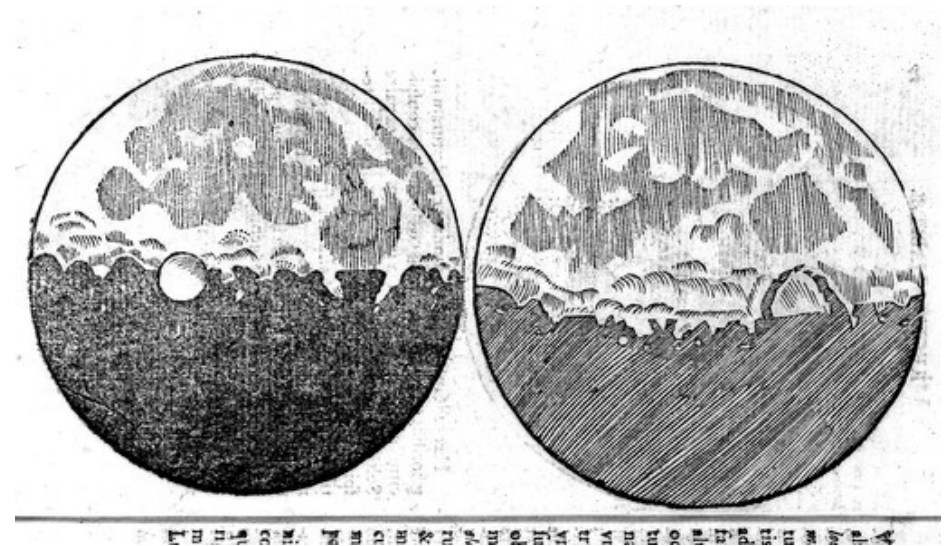


Instituto e Museo di Storia della Scienza. Tekniska

Saura-t-on précisément un jour qui le premier a assemblé deux lentilles pour en faire une lunette ? On pense que le mérite en revient au constructeur d'optique hollandais d'origine allemande Hans Lippershey (1570-1619). Ce qui est sûr, c'est que l'objet existe dès le début du XVIIe siècle. Il s'agit d'un tube en carton muni d'une lentille concave du côté de l'œil et d'une lentille convexe à l'autre extrémité. A son apparition, la lunette reste encore un objet de curiosité à l'usage des intellectuels, des marins ou des militaires ; elle deviendra un véritable instrument scientifique lorsque Galilée, vers 1609, a l'idée géniale de s'en servir pour pointer la Lune et nous donner ces magnifiques premiers dessins de notre satellite. La lunette astronomique voit ainsi le jour et, avec elle, une nouvelle science fondée non plus sur de simples mesures d'angles, mais sur une observation de l'univers. Les progrès de l'astronomie suivent alors ceux de l'optique géométrique, sous l'impulsion initiale de Johannes Kepler (1571-1630). Grâce aux capacités de grossissement du nouvel instrument, voilà

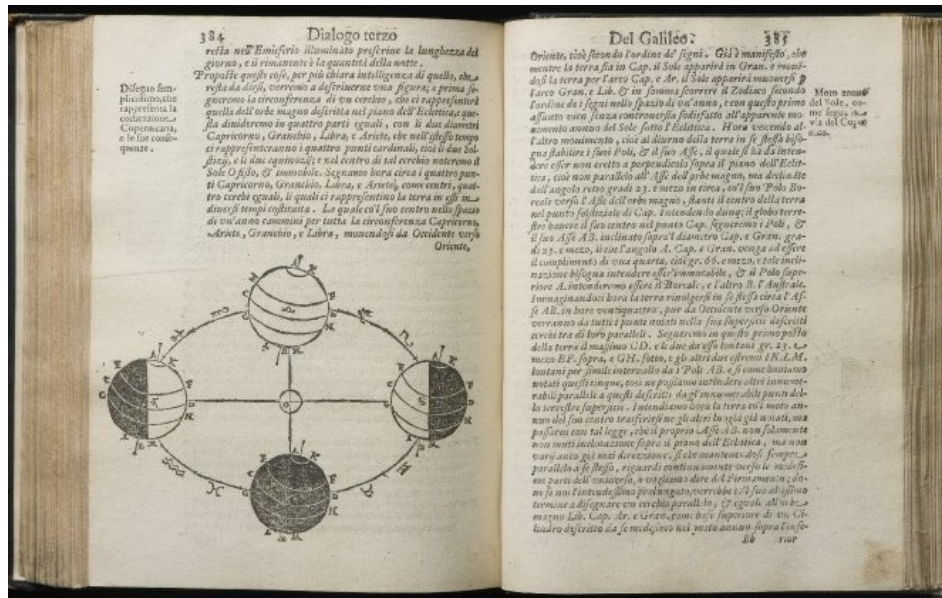
que les savants du XVIIe siècle passent d'une astronomie de position à une astronomie d'observation. Certes, à cause de la difficulté d'obtenir des lentilles aux courbures parfaites, les lunettes de Galilée n'offrent encore que des grossissements ne dépassant pas 30 fois, mais le pas franchi est déjà considérable. Comme dans de nombreux cas fournis par l'histoire des machines et des instruments, ce sont des techniciens qui mettent au point les premiers exemplaires, avant que des savants n'élaborent les théories permettant de les améliorer. L'optique fera des pas de géant au cours de cette révolution scientifique que fut le XVIIe siècle, avec des savants comme Christiaan Huygens (1629-1695) et Isaac Newton (1642-1727), siècle au cours duquel l'invention du télescope fournira aux astronomes des instruments autrement performants que la longue-vue hollandaise originelle.

Bruno Jacomy « *Ces instrument qui ont fait la science, La lunette astronomique* », in HS Sciences et Avenir, n°140, oct-nov 2004, p 23.



2 diagrams of moon, Galileo, 17th Century

Le dialogue sur les deux grands systèmes du monde : expliquez le titre de l'ouvrage et pourquoi Galilée a-t-il peur de publier ses thèses.



Dialogue sur les deux grands systèmes du monde, 1632.

https://www.europeana.eu/portal/record/9200271/BibliographicResource_3000058903259.html Galilei, Galileo (b.1564, d.1612). University of Edinburgh.

Le dialogue sur les deux grands systèmes du monde est le premier livre de physique moderne. Autorisé par l'Eglise parce qu'il devait présenter équitablement les deux conceptions de l'Univers, le livre fait scandale car il prend nettement parti pour la thèse héliocentrique. Il est à l'origine du procès de Galilée.

Dans cette lettre, Galilée remercie son collègue l'astronome allemand Kepler, de lui avoir envoyé un livre.

« Rien, certes, ne m'est plus agréable que de trouver, dans la recherche du vrai, un allié tel que toi, et à tel point ami de la vérité. Il est pitoyable en effet que soient si rares ceux qui s'attachent à la vérité. Mais comme ce n'est pas ici le lieu de déplorer les misères de notre siècle, mais bien plutôt de me féliciter avec toi des remarquables découvertes qui ont été faites en confirmation de la vérité, tout ce que j'ai à dire, c'est que je me promets de lire entièrement ton ouvrage d'un cœur apaisé, certain que je suis d'y trouver de très belles choses. Je le ferai avec d'autant plus de joie que, depuis plusieurs années déjà, je me suis converti à la doctrine de Copernic, grâce à laquelle j'ai découvert les causes d'un grand nombre d'effets naturels dont il est hors de doute que l'hypothèse commune ne peut rendre compte. J'ai écrit sur cette matière bien des considérations, des raisonnements et des réfutations que jusqu'à présent je n'ai pas osé publier, épouvanté par le sort de Copernic lui-même, notre maître, qui, s'il s'est assuré une gloire immortelle auprès de quelques-uns, s'est exposé d'autre part (si grand est le nombre des sots) à la dérision et au mépris de beaucoup d'autres. Sans doute m'enhardirais-je à produire au grand jour mes réflexions s'il y avait beaucoup d'hommes comme toi, mais comme il en est peu, j'aime mieux remettre à plus tard pareille entreprise. »

Lettre de Galilée à Kepler, août 1597.

Galilée doit abjurer devant l'Inquisition : pourquoi Galilée est-il condamné par l'Eglise ?



Galileo Galilei: Galileo Galilei at his trial at the Inquisition in Rome in 1633.

Process print after a painting -

<https://www.europeana.eu/portal/record/9200579/g6nkqy9b.html>

En 1633, le tribunal de l'Inquisition oblige Galilée à abjurer (c'est-à-dire renier ses convictions). Il est condamné à la prison à vie puis rapidement placé en résidence surveillée.

« Galileo Galilei, fils de feu Vincenzo Galilei, Florentin, âgé de 70 ans, [tu as été] dénoncé à ce Saint-Office¹, pour ce que tu tenais pour véritable la fausse doctrine, enseignée par aucun, que le Soleil est le centre du monde et immobile et que la Terre ne l'était pas et se remuait d'un mouvement journalier ; pour avoir des disciples auxquels tu enseignais la même doctrine ; et que tu l'écrivais aux mathématiciens d'Allemagne, tes correspondants, avais fait publier un livre des *Taches du Soleil*² et publié autres écrits contenant la même doctrine qui est aussi celle de Copernic ; attendu que, aux objections de la Sainte Écriture qui parfois t'ont été faites, tu as répondu en commentant l'Écriture selon ta propre interprétation [...]

Pour ces raisons, ce Saint Tribunal, voulant remédier au désordre et au dommage causé, qui est allé en augmentant au préjudice de la Sainte Foi, [déclare] : la proposition que le Soleil soit le centre du monde et immobile est absurde et fausse en philosophie, et formellement hérétique, pour être expressément contraire à la Sainte Écriture ; la proposition que la Terre n'est pas le centre du monde, ni immobile est également une proposition absurde.

Sentence du tribunal de l'Inquisition à l'encontre de Galilée, 22 juin 1633.

1. L'Inquisition.
2. Lettres sur les taches solaires, publiées en 1613 par Galilée.

Galilée vie privée et homme de cour : dans quel(s) contexte(s) Galilée a-t-il réalisé ses travaux ?

Naissance à Pise le 15 février 1564 dans une famille de souche florentine. Son père est un musicien cultivé, théoricien de la musique.

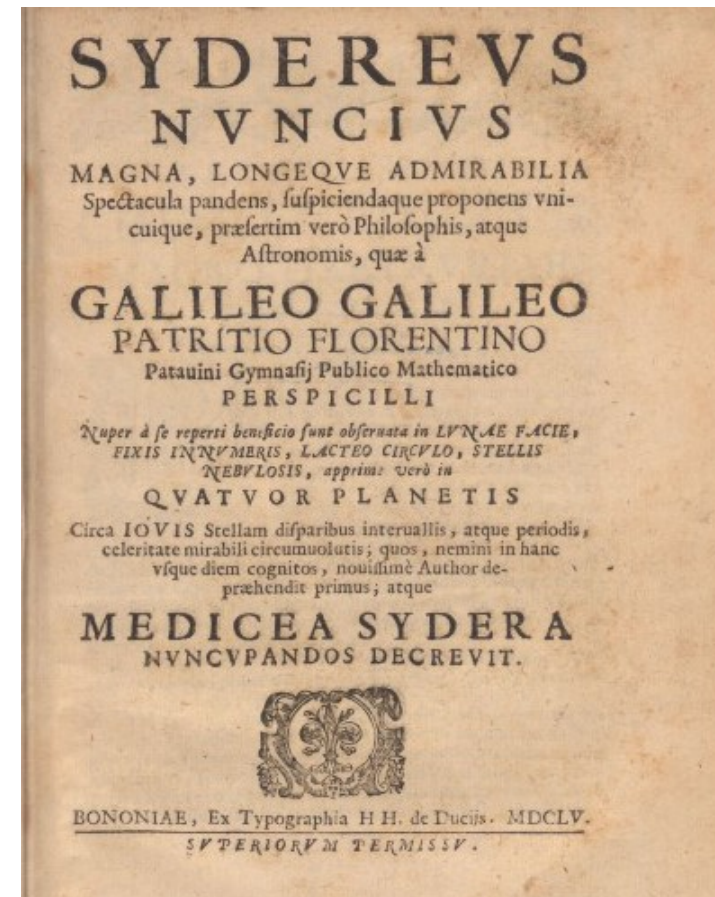
Formation humaniste dans sa ville natale puis à Florence : rudiments de la logique, puis cours de la faculté de médecine de Pise (1581) et leçons de mathématiques auprès d'un ami de son père. C'est pour cette science qu'il se passionne et ses travaux sur la balance hydrostatique lui valent son premier poste.

Professeur de mathématiques à l'université de Pise en 1589, puis à Padoue en 1592. En 1610, son ouvrage *Sidereus nuncius* (Le Messenger des étoiles) lui vaut de revenir à Florence comme « mathématicien et philosophe du grand-duc de Toscane », Cosme II de Médicis.

Famille : il a eu trois enfants de son union illégitime avec la Vénitienne Marina Gamba (Virginia née en 1600, Livia en 1601 et Vincenzo en 1606). Il place ses filles au monastère de San Matteo d'Arcetri et reste très proche de Virginia, devenue sœur Marie-Céleste, entretenant avec elle une correspondance soutenue. « Mon âme a été comme transpercée sitôt que le jugement m'a été rapporté », lui écrit-elle le 2 juillet 1633. Sa mort en 1634 l'affecte profondément.

Dernières années : après sa condamnation à la prison à vie en 1633, il est placé en résidence surveillée à la villa d'Arcetri, près de Florence, où il travaille jusqu'à sa mort en 1642.

Un savant de cours, Par Antonella Romano, in L'Histoire, n°440, Octobre 2017.



Incipit de Sidereus Nuncius – Ecrit pour Cosme de Médicis en 1610. Galilée y expose sa découverte des quatre satellites de Jupiter. Il les nomme « astres médicéens » (Medicea Sydera) en hommage aux grands-ducs de Toscane. Cet acte sert un double objectif : leur donner le nom d'une puissante famille rend difficile la remise en cause de leur existence et lui permet de s'attirer les faveurs des Médicis alors qu'il cherche à rentrer à Florence.

Quels rapports science et religion entretiennent-elles au XVIIe siècle ?



Galileo Galilei: Galileo Galilei at his trial at the Inquisition in Rome in 1633.

"Et pourtant elle tourne." Voilà l'image d'Épinal qui résume souvent l'affaire Galilée. Nous sommes en 1633, lors du procès intenté par l'Église contre Galilée. On lui reproche de soutenir une thèse jugée hérétique : "l'héliocentrisme", selon laquelle le Soleil est au centre de l'Univers. Cette théorie remet en cause toute la cosmologie chrétienne forgée au Moyen Âge. Galilée ne fait pourtant que reprendre la thèse de Copernic, qu'il présente prudemment comme une simple hypothèse destinée à simplifier les calculs. Galilée, fort de ses propres découvertes (notamment la lunette astronomique qu'il braque pour la première fois vers le ciel en 1610) va plus loin. Dans son *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (1632), au lieu de présenter

les arguments en faveur des deux systèmes, géocentrique (la Terre est au centre du monde) et héliocentrique, il prend ouvertement parti en faveur de la seconde théorie. Il s'attaque à l'autorité de l'Église, ce qui est beaucoup plus grave. Au terme d'un procès, il est sommé de se rétracter et est condamné à la prison - une peine toutefois commuée en assignation à résidence.

Le procès Galilée est devenu le symbole de l'obscurantisme religieux contre la science persécutée. Depuis, les historiens ont remis en cause l'image d'une Église enfermée dans ses dogmes et aveugle aux vérités scientifiques. D'abord, l'Église est loin de former un bloc homogène contre la théorie copernicienne. Les thèses de Copernic (lui-même chanoine catholique) sont connues et discutées au sein de la hiérarchie catholique. Galilée a des soutiens haut placés au Vatican, jusqu'au pape Urbain VIII, qui est un de ses amis. L'une des hypothèses actuelles est que Copernic a été condamné moins pour ses thèses, largement partagées par de nombreux ecclésiastiques, que pour s'être attaqué avec trop de morgue au dogme de l'Église.

Yves Gingras, sociologue des sciences à l'université du Québec prend toutefois le contre-pied de ce courant dominant des historiens. Dans *L'Impossible Dialogue. Sciences et religions* (2016), il estime que cette façon de voir réhabilite, à tort selon lui, le rôle de l'Église. [...] Il considère que la science s'est constituée en s'autonomisant vis-à-vis des instances religieuses (sur le plan institutionnel) et en s'émancipant de la théologie (sur le plan théorique). Cette séparation s'est produite sur plusieurs siècles.

Si des hommes d'Église ont cherché la conciliation lors du procès Galilée, il n'empêche, affirme Y. Gingras, que les deux démarches sont incompatibles. L'essor de la science exigeait séparation à la fois institutionnelle avec l'Église et conceptuelle avec la théologie.