

Galileo Galilei

Anna-Cinzia Colavita

Traduction par Marie-Ange Patrizio

Padoue, 1610 (au début de l'année) : un homme observe le ciel depuis sa fenêtre – il va bouleverser l'état des connaissances astronomiques et scientifiques.

On peut considérer Galileo Galilei, dit Galilée (1564-1642), physicien et astronome, comme le véritable fondateur de la science moderne, qui est basée sur une méthode expérimentale qu'il mit lui-même en pratique : il fut le premier à se détacher de la façon spéculative, et donc subjective, de ses prédécesseurs. Les Anciens, qui cherchaient une explication « qualitative » aux phénomènes physiques, pensaient que ces derniers étaient gouvernés par un but : un caillou tombe par terre parce qu'il doit rejoindre son lieu « naturel », c'est-à-dire le sol. Galilée, lui, pensait que le caillou tombe par terre parce qu'une cause le fait tomber. Il s'appuya en outre souvent sur les mathématiques. Le « scientifique » doit en effet identifier – sans les confondre – les causes et les effets et les relier par des lois mathématiques qui soient aptes à la fois à expliquer, quantifier et systématiser les phénomènes naturels et à rendre ces derniers compréhensibles par tous.

C'est ainsi grâce à Galilée que la science, dont l'objet est la connaissance objective du monde et de ses lois, devint tout à la fois un savoir expérimental fondé sur des observations – qui doivent être correctement interprétées – et un savoir mathématique fondé sur le calcul, la mesure et la quantification de ses propres données.

La plus grande contribution de Galilée à la science fut peut-être cette caractérisation d'une méthode. Les différentes phases peuvent en être reconstruites par ses écrits : il s'agit, à partir de l'étude d'éléments simples, quantifiables et mesurables, et en s'aidant d'instruments – lunette, plan incliné, microscope, etc. –, de formuler une hypothèse mathématique sur la loi recherchée puis de procéder à des expérimentations – qui consistent à reproduire le phénomène étudié dans un laboratoire où les conditions souhaitées peuvent être optimalement recréées – et à des vérifications avant de contrôler, sur la base des résultats obtenus, la validité de l'hypothèse. Si cette dernière est confirmée, elle prendra valeur de loi ; dans le cas contraire, il faudra avancer une autre hypothèse.

La démarche suivie par Galilée est double : il procède d'une part à une enquête empirique inductive – il s'appuie sur l'observation de cas particuliers pour arriver par voie empirique à une loi générale – et suit d'autre part un rai-

sonnement hypothético-déductif – il part de raisonnements logico-mathématiques intuitifs et, par suppositions successives, formule la théorie puis la vérifie. Galilée modifia ainsi le concept d'expérience, laquelle n'était plus désormais liée immédiatement à l'apparence sensible, mais à l'élaboration de données et à une construction théorique.

Enfin, lorsque, le premier, il eut l'idée d'utiliser dans un but scientifique la lunette astronomique – inventée par les Hollandais –, Galilée mit en évidence la nécessité d'une synergie entre science et technique. La lunette établit le lien entre connaissances théoriques et applications technologiques ; son usage scientifique démontra comment l'instrument peut acquérir une valeur cognitive, fait révolutionnaire pour cette époque où on ne concevait pas même l'usage à des fins de recherches d'instruments aptes à amplifier la puissance des sens.

Grâce à la lunette, il observa donc méthodiquement le ciel et releva notamment la position des quatre satellites de Jupiter, qu'il nomma « planètes médicéennes » en hommage à Laurent de Médicis, son mécène.

Il rapporta ses découvertes dans le domaine de l'astronomie dans le *Sidereus Nuncius* (Le Messager céleste, 1610) et écrivit, à propos de ces planètes : « Nous avons un argument exceptionnel et lumineux pour enlever leur scrupules à ceux qui, tout en admettant tranquillement la révolution des planètes autour du soleil dans le système copernicien, sont à ce point troublés par la circulation de la seule lune autour de la terre, cependant que les deux <corps> accomplissent un circuit annuel autour du soleil, qu'ils jugent que ce schéma d'organisation de l'univers doit être rejeté comme impossible. Car à présent nous n'avons pas seulement une planète qui tourne autour d'une autre, tandis que l'une et l'autre parcourent le grand orbe 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. »

Observant donc les mouvements de corps célestes autour d'un autre corps que la Terre, Galilée bâtit la théorie héliocentrique. Une fois posé le fait que, non seulement les planètes médicéennes tournaient autour de Jupiter, mais également avec elle autour du Soleil, il en déduisit que la Terre et la Lune elles-mêmes pouvaient tourner autour du Soleil et réfuta ainsi la conception de Ptolémée (v. 90-v. 168) selon laquelle les corps du système solaire tournaient autour de la Terre (théorie géocentrique).

Dans le *Sidereus* encore, Galilée commente ses minutieuses observations de la Lune. Il décrit les ombres créées par les cratères lunaires et les compare à celles que nous voyons sur la Terre : « Or nous avons noté que les petites tâches dont nous venons de parler ont toutes et toujours ce trait commun que leur partie qui regarde le lieu du soleil est noirâtre, tandis que du côté opposé au soleil elles se couronnent de bordures plus lumineuses, comme d'arêtes éclatantes. Or nous avons sur terre une vision très semblable au lever du soleil, quand nous regardons les vallées pas encore inondées par la lumière tandis que les montagnes qui les entourent resplendissent déjà du côté opposé au soleil ;

et de même que les ombres des cavités terrestres diminuent quand le soleil s'élève, de même aussi ces taches lunaires perdent de leurs ténèbres quand s'accroît la partie lumineuse. »

Il indique avec précision l'apparence de ces ombres en fonction de la position de la Lune et décrit une surface lunaire faite « de vallées et de montagnes », à l'image de la surface de la Terre : « Or ces taches-ci n'avaient été observées par personne avant nous ; leur examen répété nous a conduit à cette pensée : nous comprenons avec certitude que la surface de la lune n'est pas polie, régulière et d'une sphéricité parfaite comme la grande cohorte des philosophes l'a estimé, à son sujet et à celui des autres corps célestes, mais au contraire irrégulière, rugueuse, pourvue de cavités et de gonflements, tout comme la surface de la terre elle-même qui est rendue partout différente par les hauteurs des montagnes et les profondeurs des vallées »

De telles descriptions, agrémentées de dessins, mettent en évidence la sensibilité visuelle de Galilée, surtout lorsqu'il s'agit du premier et du dernier quart de Lune, alors que le contour entre régions éclairées et régions plongées dans l'obscurité apparaît irrégulier et découpé, comme si la surface de la Lune était accidentée.

Galilée relève encore : « Je n'abandonnerai pas non plus à l'oubli un fait que je n'ai pas remarqué sans quelque admiration; le centre quasiment de la Lune est occupé par une cavité plus grande que toutes les autres et d'une forme parfaitement ronde [...] Pour ce qui est du jeu de l'ombre et de la lumière, elle offre le même aspect que ferait sur terre une région semblable à la Bohême si elle était complètement enfermée à l'intérieur d'une chaîne de très hautes montagnes disposées en un cercle parfait [...]»

Galilée parvint ainsi à l'affirmation de l'équivalence entre phénomènes terrestres et phénomènes célestes, les lois physiques et mathématiques les régissant étant les mêmes : il devint désormais possible de décrire les mouvements du ciel au moyen d'une modélisation qui pouvait être testée sur la Terre.

Il faut aussi ajouter à ces observations ce que Galilée dit cette fois à propos des taches du Soleil : « À propos des taches [solaires] je peux enfin en conclure et, je crois, pouvoir le démontrer, qu'elles sont contiguës à la surface du corps du Soleil où elles se produisent et se dissipent sans cesse, comme les nuages autour de la Terre, et le Soleil même les fait tourner pendant sa révolution dans un mois lunaire avec une révolution comparable à celle des autres planètes... » (lettre à Federico Cesi, 12 mai 1612).

Galilée décrit là le mouvement des taches sur la surface du Soleil et indique la période de rotation : le passage est important en ce qu'il permet à nouveau de confirmer l'équivalence des phénomènes terrestres et célestes. Tous peuvent être expliqués par les mêmes lois physiques, les deux mondes – la Terre et le ciel – peuvent changer : le ciel n'est pas immuable.

Galilée mena ses observations, le développement de sa méthode et ses déductions dans un moment historique particulier : la Réforme protestante, qui advint pour des motifs religieux, idéologiques et sociaux – notamment la volonté

de se soustraire à l'hégémonie de l'empereur et du pape –, conduisit l'Église à engager la Contre-Réforme et à convoquer le concile de Trente (1545-1563). Le tribunal de l'Inquisition et l'Index des livres défendus, en particulier, furent institués au nom de la lutte contre l'hérésie et pour la défense de l'orthodoxie. On décida, sur la base du dogme de la foi, que seule était valide, contre la théorie du libre examen, l'interprétation officielle des Saintes Écritures. Le mouvement de la Contre-Réforme détériora les rapports entre intellectuels et pouvoir ecclésiastique et entraîna une répression contre ceux jugés hérétiques, qui furent souvent condamnés au bûcher.

Dans ce climat inquisitorial, Galilée soutint l'indépendance de la science, qu'il considérait comme assujettie à la seule vérité de la raison, ainsi que la validité, dans des domaines différents, des langages à la fois de la science et de la Bible. Pour cet homme de foi, la science et l'Écriture sainte étaient toutes deux issues de Dieu et ne pouvaient donc se contredire ; les contradictions entre vérités scientifiques rationnelles et vérités religieuses n'étaient qu'apparentes.

Galilée dut abjurer en 1633 et la révision de son procès ne se termina que le 31 octobre 1992 : la réhabilitation du fondateur de la nouvelle physique n'advint donc que cent cinquante ans après sa mort !

Les extraits du *Messenger céleste* sont issus de l'édition parue aux Belles Lettres en 1992, traduction d'Isabelle Pantin.



ci-contre : relevé de la position des planètes médicéennes ; ci-dessous, dessin de la Lune. Tous deux sont issus du *Sidereus nuncius*.

© Domus Galilaeana.

