

# GALILÉE ASTRONOME PHILOSOPHE

*Maurice Clavelin*

Ecrivant à Piero Dini, le 23 mars 1615, Galilée décrit en ces termes la motivation profonde de Copernic quand il abandonna le géocentrisme pour l'héliocentrisme. "Pour ce qui est de sauver les apparences, écrit-il, Copernic [le fit] dans un premier temps, remplissant son rôle d'astronome selon la manière habituelle héritée de Ptolémée; c'est ensuite, après avoir revêtu l'habit du philosophe, puis s'être demandé si l'univers ainsi constitué pouvait vraiment subsister *in rerum natura*, avoir vu que non, et comme il lui paraissait néanmoins que le problème de la vraie constitution de l'univers était digne d'étude, qu'il se mit à la recherche de cette constitution, sachant que si un arrangement fictif et non vrai des parties pouvait satisfaire aux apparences, on y parviendrait encore mieux au moyen du vrai et réel arrangement, avec en même temps pour la philosophie le gain d'une connaissance aussi élevée que celle de la véritable organisation des parties du monde".<sup>1</sup> C'est donc en cessant de raisonner en pur mathématicien, et en se proclamant, par une sorte de coup de force intellectuel, aussi apte que les philosophes à déterminer "la vraie constitution de l'univers" que Copernic inaugura l'astronomie moderne. Par là-même étaient transférées à l'astronome

---

<sup>1</sup> *Le Opere di Galileo Galilei*, Edizione nazionale, a cura di Antonio Favaro, Florence, G. Barbèra, 1890-1909, 20 volumes, T. V, pp. 297-98. (Toutes les références renvoyant à cette édition, seules la tomaisson et la pagination seront indiquées désormais). Exposé à peu près identique des motivations de Copernic dans les *Considérations sur l'opinion copernicienne*, T.V, p.355. Le personnage de l'astronome philosophe est également présenté et opposé au "pur astronome" dans la *Première lettre sur les taches solaires*, T.V, p.102.

deux des prérogatives essentielles du philosophe: d'abord, la vocation à expliquer, c'est-à-dire le droit de fixer les principes, sans les recevoir de l'extérieur; ensuite, la capacité, pour les constructions ainsi élaborées, de dire le vrai, et non seulement de restituer les apparences. Entre le pur astronome –le *mathematicus*– et le philosophe, un troisième personnage venait de prendre place: l'astronome philosophe.

Il va de soi qu'en traçant ce portrait de Copernic, Galilée entend clairement nous dire que dans l'héritage copernicien, la transformation du statut de l'astronome n'est pas moins importante que l'avènement d'un nouveau système. Double est donc la révolution copernicienne, et à l'élévation du soleil au rang de corps central, répond de façon non moins décisive l'élévation de l'astronome au rang d'astronome philosophe. Rallier le copernicanisme, c'est aussi rallier l'idée que l'astronome, par les ressources dont il dispose, est pleinement qualifié pour intervenir dans les questions traditionnellement réservées aux philosophes. Comment Galilée qui recueille fidèlement l'héritage, et sans beaucoup modifier le système, a-t-il assumé cette tâche? Dans les limites où Copernic lui-même l'avait assumée? Ou en lui donnant un sens et une ampleur que Copernic n'avait jamais envisagés? En un mot, que devient avec Galilée le personnage de l'astronome philosophe?

1. C'est en mars 1610, avec la publication du *Sidereus Nuncius*, que débute la carrière publique de Galilée astronome philosophe, officiellement reconnue quelques semaines plus tard quand, par la grâce du Grand Duc, il peut joindre à son titre de mathématicien celui de philosophe.<sup>2</sup> Il est toutefois évident qu'avec cette promotion Galilée réalisait un projet qui depuis longtemps lui tenait à cœur, comme le montrent bien les informations dont nous pouvons disposer,<sup>3</sup> et surtout la promptitude avec laquelle il sut exploiter la dimension philosophique de l'évènement exception-

<sup>2</sup> Celui de philosophe venant en premier.

<sup>3</sup> Malheureusement rares, ces informations sont néanmoins tout à fait explicites. La plus ancienne est la lettre à Kepler du 4 août 1597 où Galilée se déclare partisan résolu de Copernic et présente sa conviction comme un choix autant philosophique que technique (T.X, p.67); en 1604 les leçons consacrées à la nova, apparue cette même année, témoignent elles aussi de son intérêt précoce pour la cosmologie, et dans la lettre à B. Vinta du 7 mai 1610, où il prépare son retour à Florence, Galilée affirme disposer d'un manuscrit *De systemate seu constitutione universi* "sujet immense rempli de philosophie, d'astronomie et de géométrie" (T.X, p.352); il mentionne encore, dans la même lettre un traité *De maris estu*, ébauche probable du texte de 1616 sur le même thème. D'autre part, en juillet 1611 une lettre à Gallanzone Gallanzone précise qu'il possède un travail déjà ancien réfutant les arguments par lesquels Aristote prouvait que seuls les corps célestes peuvent se mouvoir de mouvement circulaire (T.XI, p.147), et on trouve, dans les *Lettres sur les taches solaires*, écrites en 1612, des allusions à un travail (sans doute le même) consacré à la discussion de diverses thèses de la physique péripatéticienne (T.V, pp.225, 235).

nel qu'il venait de vivre. Cet évènement, c'est bien sûr l'extraordinaire série de découvertes par lesquelles, en l'espace de quelques mois, fut bouleversée la connaissance du ciel. Un rapide rappel suffira, tant aujourd'hui encore elles sont célèbres: caractère irrégulier et fortement accidenté de la surface lunaire, multiplication "vix credibile" du nombre des étoiles fixes, résolution de la Voie lactée en une foule d'étoiles innombrables (*innumerarum stellarum... congeries*) et enfin découverte de quatre satellites de Jupiter. A quoi viendront s'ajouter dans les mois qui suivent: l'observation des phases de Vénus,<sup>4</sup> la découverte de deux renflements latéraux autour de Saturne interprétés comme des compagnons proches et immobiles, la mise en évidence et l'étude systématique des taches solaires. Or si importante qu'ait pu être la part du "pur astronome", c'est bien l'astronome philosophe qui se saisit des "nouveau-tés célestes" et à chaque fois en assure la présentation.

2. D'emblée en effet celles-ci sont associées à deux des questions qui étaient alors au cœur de la philosophie naturelle: l'organisation générale du monde, la vraie nature des corps célestes. Dès le *Sidereus Nuncius* le lien est explicitement établi entre le nouveau ciel et le copernicanisme. S'il n'est que suggéré au début, à propos de Vénus et de Mercure, il apparaît en toutes lettres dans les dernières pages. Ayant longuement rapporté ses observations sur les mouvements des satellites de Jupiter, Galilée dégage en toute clarté la conclusion philosophique qu'appelle selon lui la découverte du système jupitérien: "Et c'est en outre un argument privilégié et particulièrement net, écrit-il, pour lever les scrupules de ceux qui, tout en admettant sans s'émouvoir les révolutions des planètes autour du soleil, sont assez troublés par le mouvement de la seule lune autour de la terre –tandis que toutes deux accomplissent un circuit annuel autour du soleil– pour estimer que cette constitution de l'univers doit être rejetée comme impossible".<sup>5</sup> Les phases de Vénus, à peine découvertes, sont elles aussi présentées comme une autre preuve indubitable de l'organisation copernicienne du monde. "Et par cette admirable observation, écrit-il par exemple à Giuliano de' Medici le 1er janvier 1611, nous avons une démonstration sensible et sûre pour deux grandes questions qui jusqu'ici sont demeurées incertaines pour les meilleurs esprits du monde. L'une est que toutes les planètes sont par nature obscures (le cas de Mercure étant identique à celui de Vénus), l'autre que Vénus irrécusablement tourne autour du soleil, comme le font encore Mercure et toutes les autres planètes, selon la croyance partagée par les Pythagoriciens, Copernic, Kepler et moi-même, mais non prouvée de façon sensible, comme elle l'est à présent avec Vénus et Mercure. Kepler et les autres coperniciens peuvent donc se faire gloire d'avoir cru et philosophé justement, bien qu'il nous soit arrivé, et nous arrivera encore, d'être présentés par l'ensemble des

<sup>4</sup> Grâce à la suppression de l'irradiation par la lunette.

<sup>5</sup> T.III, p.95.

philosophes “in libris” comme des gens de peu d’entendement et à peine moins que sots”.<sup>6</sup>

3. Tout aussi net est le rapport immédiatement établi entre les grandes découvertes et la question de la vraie nature des corps célestes. Déjà l’observation de la lune –notamment la présence de points lumineux dans la partie encore obscure et la persistance de zones d’ombre dans la partie déjà éclairée– permet à tous ceux qui “comprennent un tant soit peu la perspective et savent raisonner sur les ombres et les lumières”<sup>7</sup> de conclure que sa surface est aussi accidentée que celle de la terre, alternant montagnes, vallées et surfaces planes –en un mot qu’elle lui est physiquement semblable.<sup>8</sup> Le cas des planètes, vu leur distance, est certes plus délicat. Leur similitude à la terre ne s’en impose pas moins. Les variations d’aspect de Vénus –passant progressivement d’une forme circulaire à une forme semi-circulaire, puis en croissant de plus en plus mince– établissent clairement qu’elle n’a aucune lumière propre; et de l’observation des autres planètes vient un enseignement identique: “Ainsi Mars au périhélie, donc très près de nous, note Galilée, est vu bien plus brillant que Jupiter, quoique sa masse soit de beaucoup inférieure, et c’est difficilement que l’on arrive à supprimer avec la lunette l’irradiation qui nous interdit de voir son disque net et rond, ce qui n’est pas le cas de Jupiter que l’on perçoit parfaitement circulaire. Quant à Saturne, en raison de son grand éloignement, nous le voyons avec un contour absolument net, qu’il s’agisse de la grande étoile centrale ou des deux petites étoiles latérales; sa lumière apparaît faible et pâle, sans qu’aucune irradiation empêche de distinguer ses trois petits globes très bien délimités”.<sup>9</sup> Or tel ne serait pas le cas si ces astres étaient brillants par eux-mêmes, comme on le comprend aisément en les comparant aux étoiles fixes: “Située indescriptiblement plus loin que Saturne”, continue Galilée, l’étoile du Chien présente, quand on la regarde, “une violente clarté qui nous prive presque de la vue, avec un rayonnement si brutal et si puissant que, comparées à lui, les planètes (y compris Jupiter et Vénus elle-même) sont comme du verre très impur auprès d’un diamant d’une limpidité et d’une finesse extrême. Et bien que le disque du Chien n’apparaisse pas plus grand que la cinquantième partie de celui de Jupiter, son irradiation est néanmoins si forte qu’il s’enveloppe pour ainsi dire entre ses propres cheveux et s’y perd, ne se distinguant qu’avec difficulté; à l’inverse Jupiter, et bien davantage Saturne, se voient très nettement, avec une lumière faible et en quelque sorte tranquille. J’estime donc que nous philosopherons bien en rapportant la scintillation

<sup>6</sup> T. XI, p.12; même lien explicitement affirmé dans la lettre au Père Clavius du 30 décembre 1610, T. X, p.500, et dans la lettre à B. Castelli, le même jour, *ibid.*, p.503. Il le réaffirmera encore dans les *Lettres sur les taches solaires*, par exemple, T.V, p.99.

<sup>7</sup> A Clavius, 30 décembre 1611, T.X, p.501.

<sup>8</sup> Le thème est longuement repris et discuté dans la troisième des *Lettres sur les taches solaires*, T.V, p.222 sq.

<sup>9</sup> A Giuliano de’ Medici, février 1611, T.XI, p.62.

des étoiles fixes au rayonnement produit par la brillance propre et innée de leur substance intime, alors que sur la surface des planètes arrive et se termine l'illumination issue du soleil".<sup>10</sup>

Dégageant dans toute son ampleur l'enseignement des nouveautés célestes, l'astronome philosophe frappait ainsi au cœur la physique traditionnelle. Pour celle-ci, monde céleste et monde terrestre ne pouvaient qu'être *physiquement* hétérogènes. Les nouvelles observations prouvent, sans le moindre doute, que cette hétérogénéité n'est que préjugé philosophique. Entre la terre et les planètes, la similitude est au contraire totale. La seule différence significative est celle qui sépare corps lumineux par eux-mêmes (les étoiles dont le soleil) et corps obscurs, dont toute la lumière vient d'un autre corps. Et encore cette opposition n'implique-t-elle nullement une hétérogénéité physique à la manière ancienne, comme vont le montrer à leur tour l'étude et l'analyse des taches solaires. Dans trois lettres, qui sont l'un des chefs-d'œuvre de cette période,<sup>11</sup> Galilée va en effet établir, à partir de nombreux relevés obtenus selon une méthode mise au point par B. Castelli, que ces taches ne sauraient en aucun cas être assimilées à des corps indépendants, tournant autour du soleil.<sup>12</sup> De leurs vitesses de déplacement, de la variation de leurs formes et des distances qui les séparent,<sup>13</sup> découlent nécessairement et leur proximité à la surface solaire et leur nature de formations éphémères, naissant et disparaissant après un temps plus ou moins long. Seule étoile assez proche pour être l'objet d'une observation détaillée, le soleil apparaît donc comme le siège d'authentiques phénomènes de génération et de corruption, et s'il est vrai que sa luminosité le place dans une autre catégorie que les planètes, cette différence ne saurait masquer non plus des similitudes très précises. A l'hétérogénéité substantielle de la philosophie traditionnelle vient se substituer, sinon une identité pure et simple, du moins une homogénéité physique par laquelle est complètement transformée la réflexion sur les corps célestes.<sup>14</sup> Avec les taches solaires, véritable "jugement dernier de la philosophie péripatéticienne", comme aime alors à le dire Galilée,<sup>15</sup> l'astronome philosophe met en évidence, dans un cas décisif,<sup>16</sup> le caractère philosophiquement révolutionnaire des nouveautés célestes.

<sup>10</sup> *Ibidem.*

<sup>11</sup> Publiées en mars 1613 sous le titre *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*, E.N., T.V.

<sup>12</sup> Selon l'hypothèse conservatrice du Père Scheiner. Pour la méthode mise au point par B. Castelli, voir *Deuxième lettre sur les taches solaires*, T.V, p.136-137.

<sup>13</sup> Vitesses, formes et distances dont Galilée souligne à plusieurs reprises le caractère aléatoire, cf T.V, p.128, p.133.

<sup>14</sup> Et qui permet, notamment, de leur appliquer les principes utilisés dans la physique terrestre.

<sup>15</sup> Cf par exemple la lettre du 2 juin 1612 au cardinal Maffeo Barberini, futur Urbain VIII, T.XI, p.311.

<sup>16</sup> *Deuxième lettre sur les taches solaires*, T.V, p.140. Cf aussi la lettre à Paolo Gualdo du 16 juin 1612, T.XI, p.326-327.

4. Parvenu à ce point, il convient de revenir sur le thème copernicien proprement dit. J'ai rappelé plus haut comment d'emblée l'héliocentrisme avait été associé par Galilée à la présentation de ses grandes découvertes. Or il faut bien voir aussi que par cette association le problème de sa justification n'était pas moins bouleversé que venait de l'être la connaissance du ciel.

Il suffira, pour s'en convaincre, de considérer brièvement les arguments utilisés par Copernic d'une part, Galilée de l'autre. Certes, plusieurs se retrouvent inchangés: la plus grande économie du système héliocentrique, par exemple, ou encore sa capacité à rendre compte directement, par ses seuls principes initiaux, soit de phénomènes très embarrassants pour le géocentrisme (telles les rétrogradations des planètes supérieures) soit des phénomènes nouveaux, comme les phases de Vénus.<sup>17</sup> Le contraste apparaît toutefois dès que délaissant ces arguments, liés aux ressources internes des systèmes, on examine comment l'un et l'autre astronome s'attachent à établir la vérité *objective* de l'héliocentrisme. La réponse de Copernic est donnée au chapitre X du livre I du *De revolutionibus orbium cœlestium*, et se concentre dans l'idée que seul le système héliocentrique est intrinsèquement accordé à la perfection, à l'ordre, à l'harmonie que le monde, à la fois comme cosmos et comme œuvre de Dieu, doit posséder. "Et au milieu [de tous les corps célestes], lisons-nous, repose le Soleil. En effet, dans ce temple splendide qui donc poserait ce luminaire en un lieu autre, ou meilleur, que celui d'où il peut tout éclairer à la fois? Ce n'est donc pas improprement que certains l'ont appelé la prunelle du monde, d'autres son esprit ou d'autres encore son recteur. Trismégiste l'appelle Dieu visible, l'Electre de Sophocle l'omnivoyant. C'est ainsi que le Soleil, comme reposant sur le trône royal, gouverne la famille des astres qui l'entoure... Nous trouvons de la sorte dans cet ordre admirable une symétrie du monde, et aussi une liaison harmonique entre les mouvements et la grandeur des astres qu'on ne peut retrouver d'aucune autre façon... Tellement divine, en vérité, est cette œuvre du meilleur et suprême architecte".<sup>18</sup> Tout autre est la démarche de Galilée après 1610. L'argument cosmologique, capital chez Copernic,<sup>19</sup> a purement et simplement disparu,<sup>20</sup> laissant place à des arguments tirés des nouveautés célestes, donc fournis par l'observation, et à qui revient désormais la tâche d'établir la vérité objective de l'astronomie héliocentrique: l'existence, avec Jupiter et ses satellites, d'un système comparable au système terre-lune, et que les mouvements des satellites autour de la planète n'empêchent nulle-

<sup>17</sup> Lesquelles, souligne Galilée, auraient parfaitement pu être anticipées par les coperniciens, cf *Troisième lettre sur les taches solaires*, T.V, p.195; il annoncera pour sa part, sans jamais pouvoir les observer, les phases de Mercure.

<sup>18</sup> *De Revolutionibus orbium cœlestium*, ed. Koyré, Paris 1934, p.118 passim; je modifie sur quelques points la traduction de Koyré.

<sup>19</sup> Et que Képler conservera à sa façon.

<sup>20</sup> Comme a disparu la notion de cosmos, fondée sur l'assimilation du monde à un corps avec des limites bien déterminées: représentation que bat en brèche la découverte de la vraie nature de la Voie lactée.

ment de se mouvoir globalement autour d'un centre; la similitude physique de la terre et des planètes, fondée sur leur commune absence de lumière propre; le fait enfin qu'à travers ses variations de forme nous sommes assurés que l'une au moins des planètes se meut autour du soleil: autant de données certaines dont la convergence pousse invinciblement à conclure en faveur d'une terre mobile autour du soleil.

L'argumentation a changé radicalement de registre, et on ne saurait trop insister sur les conséquences de ce changement. Ayant opté pour le système héliocentrique, Copernic trouvait la preuve de sa vérité objective dans son aptitude supérieure à réfléchir l'ordre et la perfection du monde. Cet ordre et cette perfection étant pensés à travers le concept de cosmos, c'est finalement l'accord jugé supérieur entre ce concept et le système héliocentrique qui légitimait physiquement ce dernier. Et c'est en ce point précis que l'argumentation de Galilée prend tout son sens, engageant du même coup sur une voie vraiment nouvelle la justification du copernicianisme. Car ce qu'il défend, fort de ses découvertes, dès le *Sidereus Nuncius*, ce n'est pas seulement l'héliocentrisme au sens strict, mais quelque chose de plus vaste et de plus fondamental: une connaissance du ciel et des corps célestes dont la théorie héliocentrique apparaît comme la seule traduction systématique possible. Au cœur du combat copernicien qui très vite va s'engager, sera donc une vision cosmique, renouvelée par l'observation, dont l'héliocentrisme est en quelque sorte le complément naturel, et où sont puisées les plus fortes raisons pour sa justification. Initialement introduite comme une solution intrinsèquement supérieure au géocentrisme (et c'est à ce titre que Galilée l'avait ralliée vers 1595), la théorie héliocentrique est désormais présentée comme le système astronomique normalement appelé par les nouveautés célestes. Cela ne lui confère certes pas, dans l'ordre du savoir, un statut identique à celui des nouveautés elles-mêmes:<sup>21</sup> à la question fondamentale de la "constitution de l'univers" elle apparaît néanmoins comme la réponse la plus hautement plausible, à laquelle sont conduits tous ceux qui philosophent librement.<sup>22</sup> Après 1616 (et surtout à partir de 1624) l'argumentation deviendra progressivement plus complexe et le lien quasi organique entre l'héliocentrisme et la nouvelle connaissance du ciel ne sera plus qu'une composante parmi d'autres dans la justification méthodique du copernicianisme: une composante toujours essentielle en fait, comme l'attestent les longs développements consacrés dans les trois premières Journées du *Dialogue* de 1632 aux grandes découvertes, et grâce auxquels le plaidoyer copernicien final s'inscrit dans un cadre physique parfaitement déterminé.

<sup>21</sup> Statut qui sera commenté plus loin, au § 7.

<sup>22</sup> Ce lien organique entre l'héliocentrisme et la nouvelle connaissance du ciel sera souligné dès la première page dans la *Lettre à la Grande Duchesse Christine*, T.V, p.309, et plus loin, pp.328-329.

5. En ruinant l'un des piliers de la physique péripatéticienne, et en bouleversant du même coup la problématique copernicienne, Galilée obtenait son premier triomphe réel d'astronome philosophe. Or dans le même temps, c'est-à-dire dans les mêmes textes, il imposait dans un autre domaine, et non des moindres, les compétences, et donc le rôle, de l'astronome philosophe. Rejeter et remplacer les thèses de la physique ancienne sur la base d'une information nouvelle, sans chercher à concilier celle-ci et celle-là, c'était à coup sûr préconiser pour la science de la nature une méthode et des procédures à l'opposé de celles qui prévalaient dans la philosophie naturelle régnante. Parfaitement conscient de cette opposition, que l'on qualifierait aujourd'hui d'épistémologique, Galilée allait s'attacher à la mettre en évidence avec beaucoup de lucidité, et en dégager les conséquences. Par où, comme on va le voir, l'astronome philosophe achevait de détruire le lien ancien de la philosophie et de l'astronomie, érigeait cette dernière en juge de la méthode traditionnelle, et en faisait l'inspiratrice qualifiée d'une nouvelle méthodologie. Que nous apprend donc Galilée?

D'abord il dresse un constat: celui de l'incapacité de la physique traditionnelle à fournir une explication plausible des récentes découvertes, et qui la conduit soit à des hypothèses inconsistantes soit à nier purement et simplement ces découvertes. Pourquoi cette incapacité? Pour un philosophe péripatéticien, on le sait, expliquer un phénomène ou un groupe de phénomènes c'est le (ou les) interpréter à la lumière de "l'essence vraie et intrinsèque des substances naturelles". Or une telle méthode, pour être efficace, suppose non seulement qu'il y a bien des essences, mais que pour l'esprit humain un accès aux essences est possible. Et c'est sur ce point crucial que Galilée va concentrer sa critique. Le texte où il la formule –au début de la *Troisième lettre sur les taches solaires*– fait à bien des égards époque. On le citera donc assez longuement. "Car ou nous voulons, par nos spéculations, tenter de pénétrer l'essence vraie et intrinsèque des substances naturelles, ou nous nous contentons de connaître certaines de leurs propriétés. Tenter d'atteindre les essences est à mes yeux une entreprise non moins impossible, et un labeur non moins vain, dans les substances élémentaires les plus proches et dans les plus lointaines, comme les substances célestes. Il me semble ignorer tout autant l'essence de la terre que celle de la lune, celle des nuages élémentaires que celle des taches du soleil; et je ne vois pas que pour la compréhension de ces substances proches nous ayons d'autre avantage que la foule des détails, d'ailleurs tous également inconnus, entre lesquels nous errons, passant de l'un à l'autre avec un faible profit, voire aucun". Et Galilée continue: "Si je demande quelle est la substance des nuages et qu'on me dise qu'elle consiste en vapeur humide, je voudrai encore savoir en quoi consiste la vapeur; on m'apprendra peut-être que c'est de l'eau, allégée par la chaleur, puis décomposée sous forme de vapeur; quant à moi, également perplexe sur ce qu'est l'eau, et le recherchant, je comprendrai finalement que c'est ce corps fluide, en mouvement dans les fleuves, que nous manions et touchons continuellement: or une telle connais-

sance de l'eau est seulement plus proche et dépendante des sens, mais en rien plus intrinsèque que ma connaissance précédente des nuages. De la même façon, je ne comprends pas mieux la véritable essence de la terre ou du feu que celle de la lune ou du soleil; un tel savoir est celui qui nous est réservé dans l'état de béatitude, et non auparavant".<sup>23</sup> Sans doute Galilée n'est-il pas le premier à tourner en dérision la prétention d'expliquer en termes d'essences; il est en revanche le premier à le faire en soulignant que cet appel à une faculté que l'esprit humain ne possède pas nous condamne *eo ipso* à ne faire aucun progrès par rapport à ce que nos sens nous ont déjà appris, c'est-à-dire par rapport à la connaissance empirique ordinaire. Alors même qu'elle prétend nous conduire à la plus haute des connaissances, la méthode traditionnelle ne fait qu'habiller avec des mots différents un contenu cognitif élémentaire. Les explications qu'elle proposera, fondées sur l'essence supposée des corps (du soleil, de la lune, etc), seront donc pures et simples chimères, impuissantes à renforcer notre savoir, et condamnées en fait à reprendre ou à interpréter, sous une forme ou sous une autre, les thèses aristotéliennes. "Philosopher, peut conclure Galilée, ne sera [dès lors] rien d'autre qu'avoir une grande pratique des textes d'Aristote, permettant de les réunir rapidement et en grand nombre de divers côtés, puis de les assembler afin de résoudre n'importe quel problème".<sup>24</sup>

6. Au terme de cette critique, la voie prônée par Galilée ne saurait donc surprendre. Renonçant à rendre compte des propriétés observées à partir de l'essence présumée des corps naturels, c'est sur ces propriétés que toute notre attention doit au contraire se porter. "Je conclurai donc que si rechercher la substance des taches solaires est une tentative vaine, il ne s'ensuit nullement que certaines de leurs propriétés comme l'emplacement, le mouvement, la forme, la grandeur, l'opacité, la mutabilité, l'apparition et la disparition, ne puissent être connues de nous, et nous donner les moyens de mieux philosopher sur d'autres aspects plus controversés des substances naturelles".<sup>25</sup> Tout commence donc avec l'observation et ses données: comment sur cette base indispensable construire un vrai savoir?

Première remarque: l'observation qui dans ce texte, comme dans bien d'autres, nous est présentée comme le socle du savoir, n'est en aucune façon la simple observation naturelle. Elle ne l'est plus d'abord par son extension, puisque grâce à la lunette, "ce sens supérieur aux sens communs et naturels",<sup>26</sup> c'est un ciel inconnu qui vient de surgir du ciel immémorial. "Ce que nous montre le sens de la vue tout seul, lit-on dans la *Lettre à la Grande Duchesse Christine*, est comme rien comparé aux merveilles que grâce à de longues et précises observations l'esprit d'hommes intelligents perçoit dans le

<sup>23</sup> *Troisième lettre sur les taches solaires*, T.V, pp.187-188.

<sup>24</sup> *Ibid.*, p.190; cf aussi p.231.

<sup>25</sup> *Troisième lettre sur les taches solaires*, T.V, p.188.

<sup>26</sup> *Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde*, T.VII, p.355.

ciel”.<sup>27</sup> Mais l’observation, qui fonde le nouveau savoir, ne se distingue pas seulement par sa capacité à nous faire voir ce qui, dans les conditions ordinaires, reste invisible. Elle est aussi une observation construite selon des procédures, certes encore élémentaires comparées aux nôtres, mais déjà capables de produire des résultats fiables: de quoi témoignent bien les *Lettres sur les taches solaires* quand elles insistent sur la méthode d’observation imaginée par Castelli, ou évoquent le soin mis par Galilée à confronter ses propres relevés avec ceux que divers correspondants lui adressaient.<sup>28</sup> Mais la différence la plus importante est ailleurs: dans la mise en forme que subit l’observation, une fois recueillie, et qui la met en mesure d’aider puissamment à la construction de la science proprement dite. Les taches solaires sont à nouveau le domaine où cette modification décisive apparaît le mieux. De l’observation (indirecte, mais méthodique) du soleil, on a tiré, dans un premier temps, des relevés quotidiens, montrant le déplacement et les variations des taches les plus aisément reconnaissables, y compris leur éventuelle disparition. Reste à rendre ces relevés utilisables dans la discussion des questions auxquelles l’astronome philosophe est inéluctablement conduit, et au premier rang desquelles se trouve leur appartenance ou non au corps même du soleil. L’idée de Galilée est alors d’intégrer les données recueillies par les diagrammes dans des constructions géométriques dont les propriétés bien connues permettent de pousser plus loin, et dans un langage plus rigoureux, l’étude de ces données. Les deuxième et troisième lettres offrent des exemples remarquables de cette procédure grâce à laquelle (on le verra plus loin) le contenu des diagrammes peut être méthodiquement exploité. Deux points doivent néanmoins être soulignés pour une correcte appréciation du rôle et de la nature de l’observation. Le premier est que l’observation, ainsi consolidée et mise en forme, devient une base aussi irrécusable qu’elle est nécessaire pour l’élaboration du savoir. Aucune théorie, en désaccord avec elle, ne saurait être maintenue, sinon pour des raisons extérieures à la science. “On philosophera donc mieux, note Galilée dans les dernières lignes de la deuxième lettre, en donnant son assentiment aux conclusions dépendant d’observations manifestes, qu’en persistant dans des opinions opposées aux données d’expérience, et que confirment seulement des raisonnements probables ou apparents”.<sup>29</sup> Le deuxième point est que l’observation, même théoriquement structurée, ne devient pas pour autant un produit de l’esprit du savant. L’information qu’elle contient est rendue accessible, elle n’est pas créée. Les corps naturels ont des propriétés bien différenciées, de même (je cite) que “la constitution de l’univers... existe réellement, d’une manière unique et déterminée, sans possibilité d’être autre qu’elle n’est”:<sup>30</sup> mettre en évidence ces

<sup>27</sup> Tome V, p.330.

<sup>28</sup> Relevés mentionnés à la fin de la première lettre, p.140, et qui provenaient de Bruxelles et de Rome.

<sup>29</sup> Tome V, p.139.

<sup>30</sup> Ibid., p.102.

propriétés et cette constitution tel est le but de la connaissance, et la présence dans les relevés d'observation d'un contenu objectif, de nature essentiellement relationnel, sans qui on ne saurait y parvenir, n'est à aucun moment mise en doute. Rien n'est plus éloigné de Galilée qu'une épistémologie de type idéaliste.<sup>31</sup>

7. Reste que l'observation, même aménagée et structurée, n'est pas la science. Comment passe-t-on de celle-là à celle-ci? Réfléchissant sur sa démarche, au fur et à mesure qu'il la développe, l'astronome philosophe répond par une formule qu'il va répéter inlassablement en ces années: la science c'est la démonstration nécessaire appuyée sur l'observation; ce que je paraphraserai ainsi: faire œuvre scientifique, au sens plein du terme, c'est formuler des propositions dont on peut montrer qu'elles sont les conclusions nécessairement appelées par les données d'observation disponibles.<sup>32</sup> Une caractérisation plus précise exige toutefois que l'on prenne quelques exemples, et c'est ce que je vais faire tout en esquissant une rapide typologie.

A voir les choses d'assez haut, en effet, on peut dire que les démonstrations expressément qualifiées de nécessaires par Galilée dans ses ouvrages cosmologiques se laissent répartir en deux catégories. Les premières –les plus nombreuses– sont menées à bien sans faire appel à un appareil technique particulier, et introduisent leurs conclusions en se bornant à raisonner rigoureusement à partir des données de l'observation, avec parfois l'aide d'une proposition empruntée à la perspective ou à la théorie du mouvement.<sup>33</sup> La déduction, évoquée plus haut, de la nature accidentée du sol lunaire à partir de trois groupes de données irrécusables –irrégularité de la ligne séparant la zone illuminée de la zone encore obscure, présence de points obscurs dans la partie déjà illuminée et, inversement, de points lumineux dans la partie encore obscure– en fournit un exemple classique sur lequel Galilée est revenu souvent.<sup>34</sup> Bien d'autres exemples peuvent être

<sup>31</sup> Nombreux sont les textes où Galilée affirme un réalisme sans équivoque. "Et en vérité, lit-on par exemple dans la lettre à Mgr Dini du 21 mai 1611, il m'apparaît ridicule de croire que les choses de la nature commencent à exister quand nous commençons à les découvrir et à les comprendre", T. XI, p.108; "De son côté la nature, écrit-il à Castelli le 21 décembre 1613, reste inexorable, immuable, indifférente à ce que ses raisons cachées et ses modes d'opérer soient ou non à la portée de l'intelligence humaine", T. V, p.283; cf encore la *Lettre à la Grande Duchesse Christine*, T.V, pp. 316-317.

<sup>32</sup> Il va de soi que cette caractérisation ne saurait s'appliquer telle quelle à la science du mouvement dont les principes, s'ils ne sont pas sans lien avec l'observation, n'en dérivent pas non plus.

<sup>33</sup> Le principe selon lequel un corps grave est indifférent vis-à-vis d'un mouvement qui ne le rapproche ni ne l'éloigne du centre vers lequel il tend spontanément est utilisé à la fin de la *Deuxième lettre sur les taches solaires* pour imposer la thèse d'une rotation du Soleil, cf T.V, p.133-135.

<sup>34</sup> Par exemple dans la lettre au Père Griemberger du 1er septembre 1611: "on conclura donc par démonstration nécessaire que la surface de la lune est couverte d'éminences et de dépressions", T.XI, pp.183-184.

cités; ainsi le raisonnement par lequel est réfutée l'hypothèse (avancée par le Père Scheiner) de très nombreuses petites planètes, situées entre Mercure et le soleil, et tournant autour de celui-ci,<sup>35</sup> ou encore les démonstrations établissant successivement que les taches ne peuvent être assimilées ni à des phénomènes météorologiques prenant naissance dans les plus hautes couches de l'atmosphère<sup>36</sup> ni à des sortes d'entités se trouvant sur une sphère transparente qui demeurerait toujours exactement entre le soleil et nous, avec un diamètre apparent égal à celui du soleil.<sup>37</sup>

Mais nous trouvons aussi des démonstrations nettement plus techniques, faisant usage de la géométrie, et à ce titre particulièrement dignes d'attention. Je vais résumer l'une d'elles, empruntée à la *Deuxième lettre sur les taches solaires*, et visant à établir, via un raisonnement guidé par la géométrie, que les données recueillies dans l'observation imposent nécessairement la proximité des taches à la surface du soleil. On part d'un phénomène remarquable bien mis en relief par la transcription géométrique des relevés. "Le troisième phénomène, lisons-nous, ...se tire des intervalles entre les taches, dont certains restent toujours identiques, tandis que d'autres augmentent fortement vers le milieu du disque solaire [...], et que d'autres encore se modifient, mais selon les modes les plus variées [...]. Les taches qui ont la même déclinaison, c'est-à-dire sont situées sur le même parallèle, semblent pratiquement se toucher lors de leur apparition quand elles sont à une faible distance les unes des autres [...]; alors qu'elles s'éloignent de la circonférence, leur écart se fait toujours plus grand, jusqu'au moment où elles se trouvent à des distances égales du centre, en ces lieux où leur séparation est à son maximum; repartant de là, elles vont à nouveau se rapprocher, tandis que croît leur proximité à la circonférence". Telles sont les données apportées par l'observation, et sous une forme assez précise pour que les variations des distances apparentes entre taches puissent être comparées de manière significative et quantitative; il suffira donc, pour établir la conclusion cherchée, de montrer que si les taches se déplaçaient à une distance appréciable de la surface du Soleil, les variations observées dans les intervalles qui les séparent ne pourraient en aucun cas être les mêmes. Une ingénieuse construction géométrique, permettant de prévoir selon quelles proportions varieraient les distances entre deux taches au fur et à mesure de leur déplacement, et selon qu'elles sont proches ou éloignées de la surface solaire, va en fournir le moyen: les proportions observées (je suis obligé d'abrégé) se révélant alors conformes à l'hypothèse de la proximité immédiate, celle-ci peut être affirmée avec une entière certitude.<sup>38</sup> La transcription

<sup>35</sup> *Première lettre sur les taches solaires*, pp.111-112.

<sup>36</sup> *Deuxième lettre*, pp.127-129.

<sup>37</sup> *Ibid.*, p.129.

<sup>38</sup> Tome V, pp.118-121; on trouvera un autre exemple de "démonstration nécessaire", développée elle aussi dans le cadre d'une construction géométrique, dans la *Troisième lettre*, pp.204-209.

géométrique montre ici toute sa fécondité pour le raisonnement physique: en lui donnant accès aux ressources de la science mathématique, elle prépare, et en même temps illustre, une philosophie naturelle d'un type inédit.

Ces quelques exemples, si rapides soient-ils, devraient suffire pour apprécier à sa juste mesure la méthode nouvelle pratiquée, et lucidement décrite, par l'astronome philosophe. Des vaines tentatives pour neutraliser les nouveautés célestes découlaient clairement l'impuissance de la méthode d'explication par l'essence, condamnée en fait à répéter sous une autre forme le simple et direct enseignement des sens.<sup>39</sup> Rompre ce cercle, sans perdre contact avec l'observation, et en utilisant au maximum ses ressources, tel était le défi. Que Galilée ait reconnu et indiqué la voie pour le relever, il est difficile d'en douter. Immensément agrandie et contrôlée, l'observation reste l'indispensable point de départ, pourvue d'une autorité devant laquelle "les décrets des auteurs anciens"<sup>40</sup> sont comme rien. Par la "démonstration nécessaire" –avec déjà l'assistance en certains cas de la géométrie– sont progressivement mises en place des propositions dont la réunion conduit à des théories certes toujours perfectibles, mais qui seules sont en mesure, par la solidité des observations et des démonstrations, de nous dévoiler au moins une partie des secrets de la nature.<sup>41</sup> Ainsi est-il montré comment, de l'usage bien réglé des facultés humaines, peut sortir une connaissance allant bien au-delà de la connaissance empirique ordinaire et néanmoins objectivement fondée. Non content d'avoir discrédité la physique ancienne dans certaines de ses idées essentielles, au point d'en faire "un orgue désaccordé",<sup>42</sup> l'astronome philosophe s'affirmait ainsi comme le promoteur, non seulement d'une nouvelle cosmologie, mais d'une nouvelle méthodologie, et par là-même d'une nouvelle philosophie naturelle. Le personnage, né presque fortuitement de la volonté réformatrice de Copernic, prenait une envergure encore imprévisible quelques années auparavant, et n'aspirait à rien de moins qu'à jouer le rôle principal parmi les spécialistes du savoir.

8. Avec les *Lettres sur les taches solaires*, publiées au printemps de 1613, une époque prenait fin dans la carrière de Galilée astronome philosophe. Celle qui suivit et qui, après bien des péripéties, s'achèvera avec la condam-

---

<sup>39</sup> De façon très proche, Galilée souligne souvent l'impuissance d'une voie purement a priori pour la connaissance de la nature: par exemple quand il ironise sur ceux qui invoquent la perfection de la forme sphérique à l'appui de leur cosmologie (T.XI, pp.146-147), ou encore quand il note que la science mathématique n'a comme telle aucune autorité pour démontrer quoi que ce soit à propos des corps célestes (T.V, p.201).

<sup>40</sup> Ibid., p.201.

<sup>41</sup> Selon une expression du *Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde*, T.VII, p.289. C'est aussi le cas, bien entendu, de la théorie copernicienne, seule théorie astronomique à s'appuyer à la fois sur l'observation et des démonstrations nécessaires.

<sup>42</sup> A la fin de la *Première lettre sur les taches solaires*, T.V, p.113.

nation de 1633, présente un aspect bien différent. Les convictions sont certes les mêmes, et le grand projet d'un système du monde, associant intimement la nouvelle représentation du ciel et l'héliocentrisme, reste l'idée directrice. Le contexte n'en a pas moins radicalement changé. D'abord l'intense activité créatrice qui avait marqué les années 1609-1613 arrive à son terme; l'ère des grandes découvertes est close, et les ouvrages postérieurs, si importants et si brillants soient-ils, ne modifieront ni les conséquences ni la méthodologie que Galilée en avait tirées. Mais surtout ces vingt années vont voir les représentants officiels du pouvoir spirituel et intellectuel multiplier les obstacles contre les ambitions de l'astronome philosophe, l'entraînant dans des polémiques longues et complexes, à l'âpreté croissante, et qui seront le cadre où se déroulera désormais son activité. Parmi ces polémiques, je laisserai de côté celle qui l'opposa aux théologiens; elle rendit l'entreprise délicate et périlleuse, elle n'atteignit pas son contenu. En revanche, je m'arrêterai quelque peu sur celles des objections qui, en contraignant Galilée à réviser sa première argumentation, contribuèrent à faire évoluer son projet vers sa forme finale – celle du *Dialogue* de 1632.

La première de ces objections vint du cardinal Bellarmin. Elle n'était guère originale puisqu'elle se bornait, sans jamais considérer l'impact philosophique des nouveautés célestes, à rappeler, conformément à une longue tradition, le caractère purement hypothétique des systèmes astronomiques.<sup>43</sup> Pour Galilée qui venait précisément de ruiner la physique céleste dont cette conception était inséparable, l'objection ne pouvait avoir de poids, et il se contenta de répondre que raisonner ainsi c'est ne rien comprendre à la logique interne de la science astronomique.<sup>44</sup> Il semble toutefois que l'intervention de Bellarmin ne fut pas étrangère à une initiative de dernière heure, en janvier 1616, alors que s'annonçait la première condamnation du copernicanisme. En réaffirmant le primat de l'ancienne philosophie naturelle, Bellarmin montrait que les nouveautés célestes, fussent-elles confirmées et acceptées,<sup>45</sup> ne pourraient à elles seules convaincre les esprits: une argumentation plus directe, liée à l'expérience quotidienne dont dépendait si étroitement cette philosophie, aurait sans doute plus de chances d'y parvenir. Dans un court texte adressé au cardinal Orsini, Galilée entreprit donc d'établir comment plusieurs phénomènes, aisément accessibles, étaient plus que probablement des conséquences du mouvement de la terre. Le premier était les flux et reflux périodiquement observés dans les mers et les océans. Déduisant de la combinaison du mouvement annuel et de la rotation diurne que la masse de leurs eaux devait subir chaque jour

<sup>43</sup> Cf la lettre qu'il adressa à Foscarini le 12 avril 1615 (T.XII, pp.171-172), et qui fut aussitôt communiquée à Galilée.

<sup>44</sup> Par exemple dans la lettre à Mgr Dini du 23 mars 1615, T.V, pp.297-305, ou dans le texte resté inédit et intitulé par Favaro *Considerazioni circa l'opinione copernicana*.

<sup>45</sup> Les astronomes du Collegio Romano lui en avaient confirmé, sur sa demande, la vérité; cf T. XI, pp.192-193.

une accélération et un ralentissement, et appliquant le principe de conservation du mouvement, il tentait de montrer que le copernicianisme rendait naturellement compte des marées et que celles-ci, inversement, étaient comme une preuve, mise sous nos yeux, que la terre est bien animée de deux mouvements indépendants et simultanés. L'autre phénomène invoqué était les vents alizés, présentés comme une conséquence du retard pris par l'air vis à vis de la rotation terrestre dans les régions où "la surface du globe offre de grands espaces sans relief".<sup>46</sup> Cet ultime effort fut bien sûr sans effet – le copernicianisme étant déclaré quelques semaines plus tard "insensé et absurde en philosophie"; les deux arguments n'en devaient pas moins s'inscrire définitivement dans le projet galiléen.

9. La condamnation était à peine rendue que les plus lucides et les mieux informés des géocentristes passaient eux aussi à la contre-offensive. Toute la campagne pro-copernicienne des années 1610-1616 reposait, nous l'avons vu, sur la conviction que la nouvelle connaissance du ciel conduisait comme par la main vers le système héliocentrique. Il est toutefois clair que pour partager cette conviction, c'est-à-dire voir dans les nouveautés célestes autant de preuves ruineuses pour la cosmologie traditionnelle, il fallait déjà de quelque façon être hors de l'ancien système, ne plus le considérer que comme une théorie parmi d'autres. Seule cette libération préalable pouvait permettre à un observateur découvrant les phases de Vénus et la luminosité décroissante des planètes au fur et à mesure qu'elles s'éloignent du soleil, de conclure sans discussion possible à l'absence de lumière propre de ces corps, à leur similitude physique avec la terre, et enfin à l'évidente supériorité d'un système qui traite de la même façon des corps physiquement identiques. En revanche, pour qui n'avait jamais sérieusement envisagé la possibilité d'un autre système du monde, le simple constat des nouveautés célestes ne pouvait autoriser d'aussi radicales conclusions. Les phases de Vénus – et ce point fut rapidement admis – prouvaient certes que la planète tourne non autour de la terre, mais autour du soleil: extraire davantage des récentes observations, et notamment voir en elles autant d'arguments contraignants en faveur de l'héliocentrisme, était a priori exclu. Pour un traditionaliste, les nouveautés célestes ne pouvaient en fait avoir un autre statut que celui d'anomalies, et pour chacune de ces anomalies une solution devait exister. Et il y avait aussi, ne les oublions pas, ces objections contre le mouvement de la terre, tirées de l'expérience quotidienne (par exemple, la chute perpendiculaire des graves) auxquelles Galilée n'avait jusqu'ici pas encore répondu. Passé l'effet de surprise, la question se posait donc: condamné sous sa forme ptoléméenne, le géocentrisme l'était-il aussi de façon générale, ou pouvait-il être conservé sous une forme nouvelle, optiquement et géométriquement acceptable? Et la réponse vint avec la découverte que le système naguère suggéré par Tycho Brahé satisfaisait, selon toute apparence, à cette demande. On ne sait pas de façon précise quand et comment se

<sup>46</sup> *Discorso del flusso e reflusso del mare*, T.V, pp.393-395.

fit cette découverte.<sup>47</sup> Elle était effective en tout cas en 1616 quand le théologien Ingoli publia un court ouvrage intitulé *De situ et quiete terræ contra Copernici systema disputatio* (Traité sur l'emplacement et le repos de la terre contre le système de Copernic), dont l'argumentation est très largement fondée sur les *Epistolarum astronomicarum Libri* de Tycho Brahé parus en 1596; quatre ans plus tard, le Père Biancani éditait sa *Sphæra mundi, seu Cosmographia demonstrativa*, marquant ainsi le ralliement officiel des mathématiciens jésuites au système de Tycho Brahé.

10. Pour Galilée la situation était délicate, beaucoup plus que face à l'objection de Bellarmin. Celui-ci –si on laisse de côté les problèmes bibliques– se contentait de rappeler la subordination traditionnelle de l'astronome au philosophe. L'appel à Brahé pour maintenir –tout en le rénovant– le géocentrisme, déplaçait au contraire la discussion sur un terrain où les arguments de Galilée pouvaient, semble-t-il, être largement neutralisés: le nouveau système n'était nullement incompatible avec les nouveautés célestes, et ses partisans héritaient d'un ensemble d'objections anticoperniciennes auxquelles les arguments mis en avant jusqu'ici par l'astronome philosophe ne proposaient aucune réponse. A la liaison organique entre nouveautés célestes et héliocentrisme, sur laquelle s'appuyait Galilée, les plus lucides des conservateurs répondaient en disant que cette liaison n'avait rien de nécessaire et qu'un système géocentrique, compatible avec les dernières découvertes, n'était nullement impossible. A l'astronome philosophe était opposé un autre astronome, et non des moindres. Un nouveau combat s'annonçait.

Galilée prit certainement très vite la mesure du défi qui lui était adressé. Contraint par les décrets de février 1616, et l'injonction qui suivit, de n'enseigner ni de défendre “de quelque manière que ce soit, oralement ou par écrit”<sup>48</sup> le copernicianisme, il ne pouvait répondre directement. Il attendit donc une occasion favorable,<sup>49</sup> et celle-ci se produisit en 1619 lorsqu'un mathématicien du Collegio Romano, le père Orazio Grassi, publia une *Disputatio astronomica*, consacrée aux trois comètes apparues vers la fin de 1618, et qu'il présentait comme d'authentiques corps célestes, acceptant ainsi la thèse défendue par Brahé à propos de la comète de 1577. Galilée répliqua aussitôt, sous le couvert de son ami Mario Guiducci, avec un *Discorso delle comete*, dont l'argumentation était reprise et développée, quelques années plus tard, dans le *Saggiatore*. Dans l'un et l'autre ouvrage les faiblesses du Père Grassi étaient mises en relief, et Galilée s'efforçait de montrer que partant des obser-

<sup>47</sup> Sur ce point, voir Ugo Baldini, *Legem impone subactis*, chap.VII (Bulzoni Editore, Roma, 1992).

<sup>48</sup> T. XIX, pp.321-322.

<sup>49</sup> Tout en diffusant son texte sur le flux et le reflux de la mer: en 1616, par exemple, il l'envoie à Venise, à son ami G.F. Sagredo; en mai 1618, il en adresse un exemplaire à l'archiduc Léopold d'Autriche, et il entreprend alors de le développer méthodiquement; en 1623, il envisage même d'intituler le grand ouvrage auquel il pense toujours *Traité des marées*, puis *Dialogue sur les marées* (cf la lettre à Marsili, fin 1624, puis la lettre de Ciampoli de la même époque).

vations disponibles, il était impossible de décider si la comète était vraiment un corps céleste ou un simple effet dû à une réfraction de la lumière solaire, quelque part très au-delà de la lune; et sans doute penchait-il plutôt, bien qu'il s'en défende, pour la seconde solution.<sup>50</sup> Cela dit, le sens de ces deux ouvrages –replacés dans la carrière de Galilée astronome philosophe– est parfaitement clair: il s'agit primordialement de disqualifier Tycho Brahé, et à travers lui la contre-offensive géocentriste. Il n'est bien sûr pas possible d'examiner tous les arguments mis en avant par Galilée, et qui sont sous-tendus par une même idée: bon observateur, Brahé est incapable d'intégrer les données dont il dispose dans des raisonnements rigoureux, et d'en tirer des conclusions pertinentes. Deux exemples suffiront. Ainsi ne comprend-il pas que pour appliquer de façon probante l'argument de la parallaxe à un objet céleste, il faut d'abord être sûr de sa réalité et de sa stabilité –ce qui précisément est la question;<sup>51</sup> de même est-il facile d'établir que le raisonnement par lequel il tente d'expliquer (avec référence à Vitellion) pourquoi la queue de la comète semble parfois se courber en arc est "diamétralement opposé au vrai" et, pour tout dire, nul et non avvenu.<sup>52</sup> Ces faiblesses –et toutes les autres– ont d'ailleurs une même cause: "l'ignorance des premiers éléments de la géométrie",<sup>53</sup> laquelle ne pouvait que le pousser à s'égarer dans des digressions imaginaires<sup>54</sup> ou "poétiques",<sup>55</sup> et le rendre inapte à toute construction solide. Car telle est bien la caractéristique principale de son système astronomique (ce système derrière lequel s'abritent à présent les traditionalistes), qui est à peine plus qu'une ébauche, et qu'on ne saurait traiter à égalité avec "ces systèmes du monde complets, construits avec un raffinement extrême et dans tous les détails" que nous ont laissés Ptolémée et Copernic.<sup>56</sup> Inexistante est en vérité l'autorité philosophique d'un tel auteur.<sup>57</sup>

Les choses ne pouvaient toutefois en rester là. Le débat sur la vraie nature des comètes avait permis de souligner diverses faiblesses de Tycho et peut-être aussi (mais ce point est difficile à apprécier) à écarter des corps malaisément conciliables avec le copernicianisme<sup>58</sup> galiléen: on ne pouvait dire que la contre-offensive géocentriste avait été attaquée en son cœur. Galilée le savait parfaitement, et à peine avait-il publié le *Saggiatore* que

<sup>50</sup> *Discorso delle comete*, T.VI, p.73, p.99; *Saggiatore*, T.VI, pp.177-178.

<sup>51</sup> *Discorso delle comete*, pp.65-66.

<sup>52</sup> *Ibid.*, p.100: "della nullità, dunque, delle ragioni di Ticone siamo ben certi"; cf *Saggiatore*, pp.311-312.

<sup>53</sup> *Saggiatore*, p.229.

<sup>54</sup> *Discorso delle comete*, p.93 où Galilée parle des "Ticoniche immaginazioni".

<sup>55</sup> Par exemple quand s'interrogeant sur l'origine des comètes, il la situe dans une action créatrice de Dieu, s'exerçant par intermittences, *ibid.*, p.88.

<sup>56</sup> *Ibid.*, p.99, et *Saggiatore*, p.232.

<sup>57</sup> Ce qu'il répétera dans la première Journée du *Dialogue* de 1632: "... né ho mai fatto gran fondamento sopra la loquacità di Ticone", T. VII, p.77.

<sup>58</sup> Cf sur ce point William Shea, *Galileo's Intellectual Development*, Science History Publications, New York 1977, pp.86-87, et aussi *La philosophie naturelle de Galilée*, pp.220-222.

profitant de circonstances plus favorables,<sup>59</sup> il entreprenait de saper méthodiquement la troisième voie proposée par Tycho. Le prétexte était la réponse à la *Disputatio* publiée huit ans auparavant par le théologien Ingoli. Dans ce long texte, qui annonce sur bien des points le *Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde*, Galilée commence par examiner les raisons invoquées par la philosophie ordinaire pour faire coïncider centre de la terre et centre du monde. Des analyses minutieuses, combinant habileté dialectique et données astronomiques, lui permettent d'établir tour à tour la non-pertinence de ces raisons;<sup>60</sup> une lecture attentive montre aussi que sa volonté de tirer toutes les conséquences de ses découvertes n'a en rien diminué, par exemple quand il met l'accent sur l'"immense profondeur" du ciel dans lequel des étoiles nouvelles sont vues toujours plus loin,<sup>61</sup> ou encore quand il présente comme indécidable le problème de la finitude ou de l'infinitude du monde.<sup>62</sup> ce qui revient manifestement à vider de son sens la notion même d'un centre de l'univers.<sup>63</sup> Déjà visé par ces premières critiques, Tycho Brahé est alors directement attaqué. Confus dans ses considérations sur une soi-disant incompatibilité entre le copernicainisme et un univers bien proportionné,<sup>64</sup> arguant à tort contre le mouvement annuel que les étoiles devraient alors avoir une taille supérieure à celle de l'orbite terrestre,<sup>65</sup> reprochant à Copernic le troisième mouvement qu'il attribue à la terre mais sans comprendre qu'aucun mouvement spécial n'est requis pour maintenir l'axe de la terre dans la même direction,<sup>66</sup> il n'est pas plus heureux quand il reprend à son compte tout en les renforçant les arguments traditionnels contre le mouvement diurne. Ici la *Lettre à Ingoli* laisse percevoir l'ampleur des efforts accomplis par l'astronome philosophe pour réduire un à un les obstacles dressés sur la voie d'une philosophie naturelle ouvertement copernicienne. Même s'ils ne sont que brièvement cités, le principe de conservation du mouvement acquis,<sup>67</sup> la notion de système inertiel<sup>68</sup> et le principe de composition des mouvements<sup>69</sup> guident clairement la réfutation des objections tirées de la chute perpendiculaire des graves ou des tirs d'ar-

<sup>59</sup> Le cardinal Maffeo Barberini, qui lui avait toujours témoigné amitié et considération, venait d'être élu pape sous le nom d'Urbain VIII.

<sup>60</sup> *Lettre à F. Ingoli*, T.V, pp.516-534; p.532 elles sont qualifiées de "raisonnements reposant sur l'imagination et des concepts sans cohérence ni fondement".

<sup>61</sup> *Ibid.*, p.525.

<sup>62</sup> *Ibid.*, pp.529-530.

<sup>63</sup> Comme il le fera explicitement dans le *Dialogue* de 1632, p.61: "...le centre de l'univers, dont nous ne savons où il est, ni s'il existe, et qui même s'il existe n'est rien d'autre qu'un point imaginaire, un rien, sans aucun pouvoir"; seul fait donc sens le problème du centre du système formé par le Soleil et les planètes.

<sup>64</sup> *Ibid.*, pp.528-530.

<sup>65</sup> *Ibid.*, p.532: faute de pouvoir mettre en évidence à leur propos une parallaxe.

<sup>66</sup> *Ibid.*, pp.554-555.

<sup>67</sup> *Ibid.*, p.546.

<sup>68</sup> *Ibid.*, p.547.

<sup>69</sup> *Ibid.*, pp.544 et 558.

tillerie vers l'est et vers l'ouest;<sup>70</sup> et cette présence révèle combien l'argumentation a mûri, gagné en rigueur et en profondeur. Si l'écart entre les normes épistémologiques et méthodologiques de Galilée et celles de ses adversaires n'était nullement comblé (le recours à la nouvelle science du mouvement l'agrandissait même plutôt), du moins les points d'appui apparemment les plus forts du géocentrisme avaient-ils été soumis à une critique dévastatrice.

11. La rédaction du *Dialogue sur les deux plus grands systèmes du monde* pouvait alors commencer, et avec elle l'organisation définitive de cet immense ensemble de connaissances et d'arguments. Les décrets de 1616 auraient dû inciter l'astronome philosophe à la prudence: il se limita en fait à quelques concessions de pure forme, notamment dans la préface et la conclusion.<sup>71</sup> Trop souvent négligée, la Première Journée dresse le décor dans lequel vont se dérouler les journées suivantes. La représentation du ciel issue des grandes découvertes de 1609-1612, dont l'impact sur la philosophie naturelle traditionnelle est minutieusement établi, en fournit tout naturellement les éléments. La similitude matérielle de la terre et des autres planètes est particulièrement mise en évidence, tout comme l'appartenance du soleil à la famille des étoiles: la cosmologie péripatéticienne qui impliquait des thèses opposées est ainsi discréditée dans ses fondements mêmes. C'est bien la stratégie que nous trouvons déjà dans les *Lettres sur les taches solaires*; seulement, alors qu'avant 1616 Galilée croyait pouvoir conclure directement à la faillite du géocentrisme, c'est par une suite savamment ordonnée d'arguments critiques et de démonstrations nécessaires qu'il va s'efforcer à présent de conduire ses lecteurs vers une cosmologie héliocentrique. C'est peu à peu que contre le géocentrisme, désormais privé de sa caution philosophique, va s'affirmer la supériorité d'un système héliocentrique.<sup>72</sup>

Première étape de ce long cheminement, la Deuxième Journée développe, dans toute son ampleur, ce qui n'avait été qu'effleuré dans la *Lettre à Ingoli*: la compatibilité de l'héliocentrisme et de l'expérience mécanique ordinaire. Galilée astronome philosophe intègre ici pleinement dans sa réflexion la nouvelle science du mouvement dont les principes permettent de montrer que sur une Terre tournant sur elle-même en vingt-quatre heures, les choses se passeraient exactement comme nous les voyons se passer. Et il n'est pas sans intérêt de remarquer que certaines notions essentielles de cette science nouvelle –comme les principes de relativité mécanique ou de con-

<sup>70</sup> Ibid., pp. 546-547.

<sup>71</sup> Et peut-être aussi dans les passages consacrés à Platon (T.VII, pp.171sq, p.183, pp.217sq), manifestement destinés à compenser les attaques contre les aristotéliens.

<sup>72</sup> Sur la Première Journée, voir M. Clavelin, "Le dialogue ou la conversion rationnelle", in *Novità celesti e crisi del sapere*, Supplemento agli *Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza*, Anno 1983, Fascicolo 2, Firenze 1984.

servation du mouvement acquis– reçoivent à cette occasion leur traitement de loin le plus explicite.

La Troisième Journée, consacrée plus spécialement au mouvement annuel et à la position centrale du soleil, reprend beaucoup des arguments exposés entre 1610 et 1615; les taches solaires ont à nouveau la vedette, et grâce à de nouvelles observations font apparaître de manière spectaculaire le gain de simplicité et de rationalité dont s'accompagne l'héliocentrisme. Enfin la Quatrième Journée, embrassant simultanément mouvement diurne et mouvement annuel, revient sur l'idée directrice du *Discours sur le flux et le reflux* de 1616 et s'efforce de montrer que si l'on considère, non des régions très petites de la terre (comme dans la Deuxième Journée), mais la totalité du globe terrestre, certains phénomènes périodiques remarquables deviennent enfin explicables. Ainsi s'achevait, malgré les conditions incertaines et avec une conviction inébranlable, l'entreprise philosophique commencée vingt-deux ans plus tôt dans l'euphorie des grandes découvertes.

\*

Il faut à présent conclure, et je le ferai en évoquant brièvement trois points que cette reconstruction de la carrière de Galilée astronome philosophe met bien en relief.

Le premier concerne la modernité de Galilée. Il est vrai qu'il a manqué la grande mutation képlérienne; en maintenant aussi tard que 1632 la notion d'orbites circulaires, son héliocentrisme, incontestablement, était un héliocentrisme déjà archaïque. Il suffit néanmoins de se placer dans la perspective propre à l'astronome philosophe –la perspective cosmologique– pour comprendre combien les choses sont plus complexes. Cosmologiquement, c'est Kepler qui est en retard, tant par sa réticence à délaisser l'idée d'un monde fini que par son obstination à rechercher dans ce monde une structure et des harmonies mathématiques. La modernité de Galilée est ici éclatante. Abandonnant, devant les révélations de l'observation, l'idée d'un monde aux limites précises, et donc l'idée même de cosmos, il rejette sans appel toute spéculation sur l'ordre et l'ordonnement du monde. Celui qu'il décrit n'est certes pas livré au désordre: y rechercher des harmonies ou des proportions devient une tâche aussi vaine que dénuée de signification.<sup>73</sup> Le seul savoir possible est celui que notre entendement, de préférence aidé par la géométrie, édifie à partir des données d'observation: vouloir faire de notre savoir et de notre entendement "la mesure de l'entendement et du savoir de Dieu" est une tentation qui doit être écartée sans retour

---

<sup>73</sup> Cf par exemple la lettre à Gallanzone Gallanzoni du 16 juillet 1611 dans laquelle est traitée avec ironie la prétention de "fixer et d'ordonner, à son choix, avec des proportions parfaites, les différences entre les plus importants mouvements des sphères célestes", T.XI, p.149.

par l'astronome philosophe pour qui "l'expérience manifeste" aura toujours le pas sur "le raisonnement humain".<sup>74</sup>

Un deuxième point remarquable, et sur lequel j'ai déjà insisté, réside dans les conséquences de la nouvelle vision cosmique pour la question cruciale de la vérité objective du copernicanisme. A cet égard, il n'est pas exagéré de dire que Galilée lui aussi ouvre une autre époque dans l'histoire de l'héliocentrisme. Préféré jusqu'ici, chez ceux qui l'adoptaient, en raison de sa supériorité intrinsèque (ou théorique), il devient le système vers lequel l'observation et les démonstrations nécessaires, qui en tirent les conclusions, nous conduisent de la façon la plus pressante. On peut sans doute estimer que ces observations et démonstrations, même habilement combinées, ne constituent pas une preuve absolue: il faut beaucoup de parti pris pour soutenir que le choix de Galilée ne fut pas celui qu'imposaient les connaissances alors disponibles.

Le dernier point que j'aimerais souligner concerne également la justification de l'héliocentrisme. Non seulement Galilée astronome philosophe lia son copernicanisme à une perception renouvelée des corps célestes: il fut aussi le premier à discuter en termes mécaniques des conséquences possibles d'un mouvement de la terre. Il le fit, comme nous le savons, d'une double façon: d'une part en montrant qu'au niveau local, c'est-à-dire celui de notre expérience ordinaire, le mouvement diurne ne peut engendrer aucune perturbation; d'autre part en suggérant, et toujours dans le cadre d'une argumentation mécanique, qu'au niveau de la terre considérée globalement tant le mouvement diurne que la combinaison des mouvements annuel et diurne sont très vraisemblablement à l'origine de certains phénomènes périodiques remarquables. Cette juxtaposition entre une absence d'effets au niveau local, et l'existence d'effets perceptibles au niveau de la Terre tout entière nous rappelle certes que nous sommes toujours dans un contexte prénewtonien: elle ne doit pas masquer le fait qu'en traitant de diverses conséquences possibles du géocinétisme avec des concepts et des principes empruntés à sa science nouvelle du mouvement, l'astronome philosophe préparait là aussi la voie qui devait conduire à la science classique.

---

<sup>74</sup> *Deuxième lettre sur les taches solaires*, T.V, p.139.