

# GALILÉE ET ANTOINE DE VILLE UN COURRIER SUR L'IDÉE DE MATIÈRE

*Hélène Vérin*

Lorsque Galilée écrit les *Discours concernant deux sciences nouvelles*, il est à Arcetri, près de Florence, sous la surveillance de l'Inquisition avec l'interdiction de toute publication. Il espère néanmoins pouvoir publier à Venise avec l'aide de son ami, Fulgensio Micanzio. Celui-ci entreprend de traiter avec l'Inquisiteur, craint que la publication à Venise ne suscite de nouvelles persécutions pour Galilée,<sup>1</sup> et doit finalement renoncer. Néanmoins c'est par son intermédiaire que le manuscrit est transmis à l'éditeur hollandais de l'ouvrage, Elvézir, en Juillet 1636 et juin 1637. Il sera publié en 1638.

## 1 Les circonstances de la correspondance entre Ville et Galilée

Dès septembre 1633, Galilée qui se consacre à la rédaction des *Discours*, commence à envoyer des pages à des amis compétents, pour lecture. Sa décision de donner à ce livre la forme dialoguée qui permet d'introduire des points de vue différents et de les discuter, est cohérente avec cette pratique délibérée de la diffusion pour lecture à des proches. Leurs remarques ne pouvaient-elles pas alimenter la teneur des arguments avancés par Simplicio

---

<sup>1</sup> Lettre de Micanzio à Galilée du 10 mars 1635, Galileo Galilei, *Le Opere*, Florence, E. Barbèra, 1932, vol. XVI, p. 230. La traduction française des lettres de A. de Ville et de Galilée est dûe, pour l'essentiel, à Egidio Festa. Luisa Dolza a vérifié celle des autres passages de la correspondance. Qu'ils en soient remerciés.

et Sagredo, les protagonistes de Salviati, porte-parole de Galilée? Les réactions de Ville pouvaient-elles jouer ce rôle? C'est ce que suggère une remarque de Micanzio: il a déjà fait lire à quelques personnes, dont Ville, les premiers feuillets des *Discours*, a envoyé leurs réponses à Galilée et s'étonne de n'avoir pas encore reçu les feuillets suivants comme promis. Il ajoute: "je suis en train de me persuader que les lettres de MM. Aproino et de Ville sauront faire sortir de votre trésor quelque chose de précieux".<sup>2</sup>

Dans les correspondances qui nous sont restées, les références à Antoine de Ville se situent toutes entre le 17 février et le 26 mai 1635. La lettre d'Antoine de Ville à Galilée date du 3 mars. La réponse de ce dernier est, selon l'éditeur, de "mars 1635" sans autre précision.

Le 17 février, Micanzio écrit à Galilée qu'il n'a pu encore discuter avec "le Sr Cavalier Ville ingénieur" du contenu des premiers feuillets des *Discours* arrivés à Venise. Il ajoute en marge: "c'est un français rétribué que l'on dit grand mathématicien et de valeur dans les mécaniques". "Je le verrai rapidement pendant les fêtes", précise-t-il. S'il tient à le voir, c'est qu'il a l'intention de le faire réagir en particulier à une démonstration: celle selon laquelle deux superficies égales, diminuant toujours de façon égale, l'une se résorbera en une ligne et l'autre en un point, de sorte que le point sera égal à la ligne,<sup>3</sup> problème traditionnellement connu sous le nom de paradoxe du bol. "Ceci établi, je ne sais quelle autre chose pourra émerveiller" commente Micanzio.<sup>4</sup>

Le 24 février, il a vu deux fois Ville, qui a accepté de bonne grâce de lire les six feuillets. Micanzio fait alors de lui un premier portrait: intelligence, culture mathématique et mécanique, liberté de ton, ingénuité,<sup>5</sup> voilà qui fait de Ville un lecteur intéressant. Certes, il avoue des réticences sur plusieurs points, des incompréhensions, mais il témoigne d'un immense respect pour la subtilité des spéculations de Galilée. Aussi Micanzio le presse-t-il de mettre tout cela sur papier, lui assure que Galilée recevra ses remarques avec gratitude, et Ville promet. Il rédige sa réponse le 3 mars et le 11 en fait lecture à Paolo Aproino. La lettre où Aproino fait part à Galilée de cette lecture et de la discussion qu'ils ont eu est intéressante à deux égards. Aproino a été choqué par les doutes de Ville quant à la validité des expériences de Galilée: Ville étant indubitablement "très doué en mathématiques", ses réticences s'expliquent par le fait que "les Seigneurs qui l'emploient comme ingénieur le tiennent constamment en exercice, de sorte qu'il n'a pas beaucoup de temps pour enquêter sur les choses intimes de la nature,<sup>6</sup> et sans des

<sup>2</sup> Lettre de Micanzio à Galilée du 31 mars 1635, *id.*, p. 241.

<sup>3</sup> Cf *Discours*, *op. cit.*, p. 27.

<sup>4</sup> Lettre de Micanzio du 17 février 1635, *Le Opere*, *op. cit.* XVI, p. 214.

<sup>5</sup> Lettre de Micanzio du 24 février 1635, *id.*, p. 218.

<sup>6</sup> L'expression est intéressante: elle peut désigner la physique, par opposition aux mécaniques de l'ingénieur qui ne s'exercent sur les "choses" que de l'extérieur, comme le veut la tradition.

observations très précises, on a du mal à traiter avec vous qui êtes le père des expériences et de leur attestation”.<sup>7</sup> Autre intérêt de cette lettre, nous apprenons qu’A. de Ville avait demandé un congé de trois mois pour aller en France, mais que les autorités dont il dépend “avec quelques bonnes paroles le lui ont refusé, il va rester”.<sup>8</sup>

Peut-on comprendre qu’Aproino est soulagé d’une inquiétude que le départ d’A. de Ville en France, après qu’il ait lu une partie des *Discours*, pouvait faire naître? Pouvait-on craindre une divulgation de son contenu, voire des plagiats, alors que la publication est encore incertaine? Dans le climat de persécution qui règne, la suspicion est justifiée. Est-elle fondée?

Dans toutes ses lettres suivantes de Micanzio, du 17 mars au 26 mai, il répète ce qu’il a déjà dit de Ville, “c’est vraiment une personne vertueuse et sans malice”,<sup>9</sup> “il n’est pas un trompeur”.<sup>10</sup> Mais il est introuvable à Venise, Micanzio n’a pas pu lui remettre la réponse de Galilée à ses objections, et le 26 mai on suppose qu’il est passé en France.<sup>11</sup> Ville était-il averti de l’imminence de la guerre entre la France et l’Espagne? Le 5 avril, le conseil du roi l’avait décidée; le 19 mai, la déclaration en était portée solennellement à Bruxelles, le 20 mai, le ban et l’arrière-ban étaient convoqués.<sup>12</sup>

## 2 Qui était Antoine de Ville?

Né en 1596 à Toulouse, “il fit de bonnes études”, affirme le biographe Hoef-fer.<sup>13</sup> L’intéressé en fait un tout autre commentaire:

J’avoue en vérité que je me souviens, après avoir perdu trois années à étudier la philosophie chez les Jésuites, m’être retrouvé plus ignorant et confus qu’au-paravant. Mon jugement s’est confirmé avec les années et je me suis rendu compte que toute cette philosophie des Frères et des Jésuites ou de tel autre, n’est qu’un jargon de paroles inventées qui ne permettent jamais de résoudre un problème, ni de trouver quelque vérité.<sup>14</sup>

Selon la tradition familiale, il entre dans l’armée et c’est comme chevalier qu’il assiste au long et infructueux siège de Montauban (17 août-17 novembre 1621). Le 7 février 1623 la Ligue entre la France, la Savoie et

<sup>7</sup> Lettre de Paolo Aproino à Galilée du 13 mars 1635, *id.*, p. 232-233.

<sup>8</sup> *Ibid.*, p. 233.

<sup>9</sup> Lettre de Micanzio à Galilée du 7 avril 1635, *id.*, p. 254.

<sup>10</sup> Lettre de Micanzio à Galilée du 4 mai 1635, *id.*, p. 264.

<sup>11</sup> Lettre de Micanzio à Galilée du 26 mai 1635, *id.*, p. 267.

<sup>12</sup> Joel Cornette, *Les années Cardinales*, Paris, Armand Colin, 2000, p. 162.

<sup>13</sup> Hoeffer J.C.F., *Nouvelle biographie générale*, Paris, 1852. Les biographies plus récentes consultées n’apporte rien de nouveau par rapport à celle-ci.

<sup>14</sup> Lettre d’Antoine de Ville à Galilée du 4 janvier 1633, *Le Opere*, *op. cit.* XV, p. 12.

Venise est signée, et cette même année, Antoine de Ville passe au service du Duc de Savoie, s’y distingue, et obtient l’ordre de St Maurice et de St Lazare, en 1626. Il voyage alors en Italie centrale et dans le Royaume de Naples, et, en 1627, Jérôme David grave son portrait, d’après un tableau d’Artemisia Gentileschi. Cette gravure illustre le premier grand ouvrage d’Antoine de Ville, *Les Fortifications*,<sup>15</sup> ouvrage qui eut un fort et long succès.<sup>16</sup>

En 1632, il est au service de Venise. Dans sa première lettre à Galilée du 4 janvier 1633,<sup>17</sup> il se plaint du temps qui le fait courir, et des occupations auxquelles ses fonctions le contraignent. Il est chargé de continuelles missions d’inspection aux confins de la République, en Istrie, Dalmatie, Slavonie, aux confins des états pontificaux, sur le Pô; en 1633-34, il restaure les fortifications de Mantoue, Bergame, inspecte Vicenze.<sup>18</sup>

En 1632, au cours d’un séjour en Istrie, et pour occuper ses loisirs, dit-il, il écrit en latin deux petits ouvrages illustrés de gravures, l’un consacré à la description du port et de la ville antique de Polae, et l’autre à une description curieuse de la pêche au thon telle qu’elle se pratique d’août à septembre sur le bord de l’Adriatique.<sup>19</sup> En 1634, il publie à Venise, chez le même éditeur, une *Pyctomachia veneta seu Pugnorum certamen Venetum*, exposé savant sur les origines et les traditions de ces pugilats et combats organisés au cours de fêtes, pour “civiliser” la violence inhérente aux hommes. Ville s’attarde à décrire comment ces combats se livrent, de septembre à octobre, dans différents quartiers de Venise.

Après son retour en France, il fera une belle carrière d’officier et d’ingénieur militaire. Néanmoins, il n’a pas renoncé à son goût pour les travaux spéculatifs, et ses compétences y sont reconnues. Ainsi, lorsque Mersenne, dans une lettre à Théodore Haak du 1<sup>er</sup> novembre 1639, propose une sélection d’ouvrages mathématiques, “une douzaine des meilleurs pour chaque partie”, il précise: “pour l’optique, l’on mettroit Vitellion, Kepler, Aguilonius et M. de Ville, ingénieur, qui appreste un excellent traité sur ce sujet”.<sup>20</sup> On n’a malheureusement pas retrouvé ce traité.

<sup>15</sup> Cf n. 11.

<sup>16</sup> Réédité dès 1629, puis en 1636, 1640, 1672, il demeura un grand classique du genre, jusqu’au XVIIIe siècle. Leblond l’étudie longuement dans l’article “Fortification” de l’*Encyclopédie*.

<sup>17</sup> *Le Opere, op. cit.*, XV, p. 18.

<sup>18</sup> *Le Opere, op. cit.*, index biographique, XX, p. 554.

<sup>19</sup> *Antonii Deville... Portus et urbis Polae antiquitatum, et Thynnorum piscationis descriptio curiosa, figuris aeneis... illustrata*. Venetiis, Pinelliana, 1633. Ces deux textes furent réédités en 1722 dans un recueil: *Thesaurus antiquitatum et historiarum Italiae*, Lugduni Batavum, P. Vander A.A., Tome 6.

<sup>20</sup> *Correspondance du P. Marin Mersenne...* Paris, édition du CNRS, 1933-1988, t. VIII, p. 581.

### 3 La première lettre de Ville à Galilée: 4 janvier 1633

Ville vient de lire le *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* paru à Florence en 1632,<sup>21</sup> et veut tout à la fois témoigner de son accord enthousiaste, et exprimer certains doutes ou réticences sur quelques points précis:

J'ai lu avidement tous ceux de vos traités que j'ai pu trouver et le dernier, dans lequel est prouvé le système de Copernic, m'a ravi de plaisir et émerveillé. Dès que j'en ai pris connaissance je l'ai trouvé très vrai".<sup>22</sup>

Cet accord le place auprès de Galilée, parmi ceux qui recherchent la vérité "sans passion ni affectation" et contre ceux "qui préfèrent défendre une erreur bien que reconnue, plutôt que d'abandonner l'opinion de leur maître".<sup>23</sup> Ville s'engage alors dans une diatribe contre les défenseurs de la physique d'Aristote:

On ne cherche autre chose que de cacher les effets naturels pour les faire convenir à la pensée d'Aristote; là l'on n'y parvient pas, on dénie ce que perçoivent les sens,<sup>24</sup> comme si la nature s'efforçait de s'adapter à Aristote et que sa seule philosophie avait ce privilège sur toute autre chose, de les adapter et de les régir, et qu'il ne serait pas permis à la nature de produire quelque nouveauté si Aristote ne l'avait pas décrite.<sup>25</sup>

La suite de la lettre se décompose en deux parties: dans la première, Ville dénonce les faiblesses de la physique d'Aristote qui n'entraînent au total qu'un brouillamini d'incertitudes:

Je m'étonne qu'il soit possible, conclut-il, qu'on reste à ce point dans cet état d'ignorance. (...) Quant à moi, je dis sincèrement que parmi tous les écrits anciens et modernes, je n'en trouve aucun qui égale le vôtre, par la solidité et la profondeur doctrinale. J'ai du plaisir, je suis ravi de les voir et de les apprécier

<sup>21</sup> *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico e copernicano*. Trad. fr., *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, Paris, Le Seuil, 1992.

<sup>22</sup> *Le Opere*, XV, p. 12.

<sup>23</sup> *Le Opere*, *ibid.*

<sup>24</sup> Entre parenthèses Ville précise: "comme l'a fait Cremonini à Padoue". Cremonini était en compétition avec Galilée. En 1610, à la publication du *Messenger des étoiles*, petit ouvrage où Galilée présente les découvertes que lui a permis le recours à la lunette pour observer les corps célestes, Cremonini engagea une controverse sur la validité d'observations faites à l'aide d'un tel instrument. Ainsi, comme Micanzio le signalait à Galilée, Ville se tenait au courant des débats savants de l'époque.

<sup>25</sup> *Le Opere*, *ibid.*

et Ville ajoute, introduisant alors la deuxième partie de sa lettre: “Permettez-moi de vous proposer quelques doutes, car, du reste, je n’espère pas atteindre la vérité”.<sup>26</sup>

Ainsi Antoine de Ville établit clairement le terrain sur lequel il situe ses objections: s’il n’a pas la prétention d’établir la vérité, il veut y contribuer en sollicitant des éclaircissements, mais vers la fin de sa lettre, il propose autre chose.

Je n’ai encore vu aucune sphère faite sur ce système, ni davantage trouvé quelqu’un qui le comprenne bien: et vraiment je trouve très difficile de le comprendre par le discours et par des figures simples qui n’affectent pas fortement l’imagination; et néanmoins, tous veulent parler contre, sans connaître ni les positions, ni les modes, ni les conceptions, avec la simple idée que la terre se meut. Et vraiment tous les arguments contraires sont déplacés: aucun ne montre quelque désordre qui en découlerait, serait contraire aux phénomènes, surtout parce qu’on ne sait rien; et les plus obstinés sont ceux qui, parce qu’ils ne veulent et ne peuvent comprendre les causes de la vérité et la facilité avec laquelle la nature agit, mouvant tous ces corps. Je veux faire une sphère de carton, ou d’autres matériaux, de ce système.<sup>27</sup>

Construire un modèle, afin de rendre le système de Copernic intelligible à tous. C’est l’imagination qu’il faut pouvoir atteindre immédiatement, pour combattre les représentations qui la structurent; opposer à la géométrie de la sphère armillaire, la figuration concrète d’un ordre tout aussi géométrique. Ville se propose d’intervenir, aux côtés de Galilée, comme ingénieur concepteur d’un instrument, c’est-à-dire de ce qui permet d’introduire un ordre visible là où règne la confusion des jugements sur ce nouveau système, et du même coup faciliter la remise en question des préjugés ambiants.

On peut remarquer ici qu’en 1608, 25 ans plus tôt, un autre grand ingénieur, Simon Stévin, publiait, dans ses *Mémoires mathématiques*, une *Cosmographie* favorable au système de Copernic.<sup>28</sup> Il y confronte déjà le système de Ptolémée à celui de Copernic qu’il présente comme “la vraie théorie” de l’ordre cosmique et démontre que le mouvement des planètes, exposé dans ce système, peut être dérivé par induction d’observations alors disponibles,<sup>29</sup> celles qui étaient transcrites dans les Ephémérides de Johann Stadius.<sup>30</sup>

<sup>26</sup> *Le Opere, op. cit.*, p. 13.

<sup>27</sup> *Le Opere, op. cit.*, p. 17-18.

<sup>28</sup> Les *Mémoires mathématiques* sont publiés simultanément en flamand, en latin et en français (traduction Jean Tuning) à Leyde, chez Jan Paedts Jacobsz. Cf Henri Bosmans, article: “Stevin” de la *Bibliographie nationale de Belgique*, Bruxelles, E. Bruyland, 1921-24, T. XXIII, p. 915. Klaas van Berkel, Albert van Helden, Ledowijk Palm, *A History of science in the Netherlands*, Leiden-Boston-London, Brill, 1999, chapitre 1.

<sup>29</sup> *Dictionary of Scientific Biography*, New York, CH. Scribner’s son, 1971, vol. IV, p. 49.

<sup>30</sup> Johann von Staden, *Tabulae Bergenses aequalibus et adparentis motus orbium coelestium...*, Coloniae Agrippinae, apud haeredes A. Birckmanni, 1560.

Pour ces ingénieurs, férus de mathématiques et de physique, l'interprétation de la nature n'est plus l'affaire des seuls clercs ou professeurs, mais aussi de professionnels des questions de mathématiques et de mécanique, dont ils sont. Ce qu'il faut garder à l'esprit, pour essayer de comprendre ce qui se joue dans la deuxième lettre d'Antoine de Ville à Galilée et dans la réponse de celui-ci.

Galilée n'a jamais répondu à la première lettre d'A. de Ville, et il faut croire que celui-ci en fut affecté, puisque c'est en le signalant qu'il commence la seconde. Il faut rappeler aussi que Ville n'a en main que les six premiers feuillets de la première journée des *Discours*. Si l'on se fonde sur les points qu'il met en discussion, il s'agit de la première moitié de la première journée.<sup>31</sup>

Quant à la réponse de Galilée, telle qu'elle nous est parvenue, elle est apparemment incomplète<sup>32</sup> et se borne aux effets de changement d'échelle sur la résistance d'une machine. D'autre part, comme Ville ne disposait pas des feuillets de la deuxième journée, où Galilée procède à une série de démonstrations à l'appui de la position de principe qu'il adopte au commencement des *Discours*, la deuxième moitié de la réponse de Galilée consiste en une simple énumération de ce qui sera démontré dans les journées suivantes.

Néanmoins, le débat est passionnant, et il l'est d'autant plus qu'il se concentre sur la grande invention de Galilée, celle d'un concept de matière.

#### 4 La deuxième lettre de Ville et la réponse de Galilée

“Au début de votre discours”,<sup>33</sup> écrit Ville,

il me semble que vous voulez affirmer que les machines qui réussissent en petit réussiront en grand pourvu que l'on observe, dans l'instrument et dans ses parties, la multiplication de la proportion qui se doit, et que la qualité<sup>34</sup> que l'on trouve toujours dans la matière n'est pas un bon argument pour prouver le contraire, car cette qualité est éternelle et toujours la même; aussi peut-on en donner une règle certaine lorsqu'on se réfère à des figures abstraites.<sup>35</sup>

La réponse de Galilée s'engage sur cette première objection:

<sup>31</sup> Pages 7 à 45 de la traduction française citée.

<sup>32</sup> Elle commence et s'achève sans l'indication des dates et des formules d'usage. L'édition nationale indique seulement le renvoi à celle du XVIII<sup>e</sup> siècle, sans référence à un manuscrit, et ne date que de “mars 1635”.

<sup>33</sup> *Discours concernant deux sciences nouvelles*, *op.cit.*, p. 8, (51, 2-3).

<sup>34</sup> “Affezione”: affection, en français est, en termes de philosophie, les qualités et les changements qui affectent (dont est “revêtue”) la matière.

<sup>35</sup> *Le Opere*, XVI, p. 221.

je dois avouer ne pas avoir su expliquer ma conception avec cette évidence indispensable pour être suffisamment clair, surtout quand on avance des propositions éloignées de l'opinion commune. (...) il est faux que j'aie considéré que les machines qui réussissent en petit doivent aussi réussir en grand à condition de respecter les mêmes proportions etc., c'est le contraire, car j'ai voulu dire qu'en aucune façon elles ne peuvent y parvenir.<sup>36</sup>

La première question que l'on peut se poser est celle-ci: comment Antoine de Ville a-t-il pu croire que Galilée avait avancé une pareille affirmation, alors que, dans les *Discours* Salviati affirme:

on peut démontrer géométriquement que les plus grandes sont toujours proportionnellement moins résistantes que les plus petites; de sorte qu'en fin de compte, toutes les machines et constructions, qu'elles soient artificielles ou naturelles, ont une limite nécessaire et prescrite que ni l'art ni la nature ne peuvent dépasser, –étant bien sûr entendu que les proportions et matériaux demeurent toujours identiques.<sup>37</sup>

Il faut rappeler que la quête d'une proportion unique et toujours valable, quelques soient les échelles, a hanté les artistes de la Renaissance. Cette "divine proportion", qui devait permettre de passer du macrocosme au microcosme, des sciences divines aux sciences humaines, est l'une des expressions d'une méta-mathématisation du monde qui s'est exprimée, depuis l'école pythagoricienne, aussi bien dans les spéculations les plus abstraites ou les plus symboliques, que dans les préoccupations des constructeurs et architectes, des peintres aussi. Ville voit-il dans le projet de Galilée une manière de réintroduire une sorte de divine proportion, qui séduit encore certains esprits faibles parmi les fortificateurs, et contre laquelle les meilleurs d'entre eux: Jean Errard, Claude Flamand, Buonaiuto Lorini, Jean L'Hoste, Simon Stevin..., dans leurs traités, combattent? Il va donc camper sur une position qui, à première vue, paraît résolument pragmatiste: si l'on ne peut donner de règle certaine sur les rapports entre proportions des parties de la machine et échelles, c'est-à-dire en déterminer rigoureusement la "limite" selon la même proportion, toujours nécessaire, c'est que la matière est partout diverse et que de cette diversité accidentelle il n'y a pas de science possible:

Quelle démonstration arrivera à montrer toutes les imperfections que l'on trouve dans la matière, puisqu'il n'y a pas une science des singuliers?<sup>38</sup> Les matiè-

<sup>36</sup> *Id.*, p. 242.

<sup>37</sup> *Discours*, *op. cit.*, p. 8 (51).

<sup>38</sup> Il n'y a de science que de l'universel. Dans leurs travaux les ingénieurs du XVI<sup>e</sup> siècle sont en quête de cette science des singuliers qui leur permettrait de rendre raison de leurs choix, qui toujours sont relatifs à des situations singulières. On espère en trouver des ébauches dans l'art de Lulle, cf. Robert Klein, Frances Yates; aussi dans les reliques du siècle sage (celui d'Hermès, pour Simon Stevin), dans l'Euclide perdu...



res sont toutes différentes; de ces diversités et de ces affections –si on ne veut pas les appeler imperfections– on ne peut donner aucune règle qui convienne, je ne dis pas à toutes, mais pas même à celles d'une seule espèce. Le bois d'ébène<sup>39</sup> fera un effet différent du rouvre, et celui-ci du buis; et du buis même, celui de la racine sera différent du fût, celui du fût des branches, pour ce qui est de la différence de la rareté ou densité; par ailleurs le même (bois) coupé suivant un certain sens ou dans un autre n'a pas le même effet; selon qu'on le coupe à l'automne ou au printemps il sera différent; par temps humide il sera plus ferme que par temps sec; d'autre part les nœuds, les veines, la manière dont elles se croisent, selon que le bois est vieux ou jeune, le polissage, le limage, la justesse dans la fabrique et mille autres accidents que l'on rencontre continuellement. Qui en a donné et qui pourrait en donner une règle certaine? et si on ne veut pas appeler toutes ces choses des défauts de la matière, elles rendent tout au moins défectueux l'art, qui ne peut déceler ces accidents dans les petites machines, alors qu'ils sont évidents dans les grandes, puisqu'ils s'accroissent par la force du poids. De plus les forces de la matière n'augmentent pas comme la quantité, et de nombreuses machines qui ont une puissance très grande, laquelle apparaît en petit parce qu'on trouve une matière proportionnée à cette force, ne pourront pas être construites en grand en raison des défauts de la matière.<sup>40</sup>

Et Galilée de répondre:

V.S. ajoute que j'ai dit que l'imperfection de la matière n'est pas un bon argument pour prouver le contraire, c'est-à-dire pour prouver que les machines qui réussissent en petit ne le peuvent en grand. Or j'affirme au contraire que la cause de cette impossibilité de réussir réside dans la matière, sujette à mille imperfections, altérations, changements, et à tous les autres accidents que V.S. énumère avec un soin exquis du détail. Mais de tout ceci je n'ai jamais prétendu, ni, je crois, laissé entendre, que l'on puisse en faire la science.<sup>41</sup> [...] La cause à laquelle je me réfère et que je situe dans la matière est très différente de toutes celles énumérées et elle n'est soumise à aucune variation, mais elle est éternelle, immuable, et de ce fait apte à être incluses au nombre des démonstrations nécessaires; Cette cause, pour ce que j'en sais, n'a pas été perçue par d'autres.<sup>42</sup>

Et plus loin,

je ne fais jamais appel aux variétés qui dépendent de la diversité des matières, qui diffèrent non seulement selon leur espèce (...) je serais véritablement trop débile si je voulais prendre ces contingences bien connues pour causes d'effets

<sup>39</sup> "Albedo", dans le texte, peut-être "aubier". Mais je suppose, d'après le contexte, qu'il s'agit d'une mauvaise transcription d'*ebeno*.

<sup>40</sup> p. 222 (39-40).

<sup>41</sup> p. 242 (20).

<sup>42</sup> *Id*, p. 243-244 (29-30).

nécessaires et peut-être n'ont-elles pas été approfondies de manière parfaite par les artistes scientifiques.<sup>43</sup>

On peut penser que les “artistes scientifiques” ici visés, sont des ingénieurs, comme Ville lui-même, qui feraient bien d'aller voir de plus près quels sont les effets de ces imperfections de la matière. Galilée s'irrite, mais ne s'est-il pas irrité trop vite? Est-ce qu'il répond véritablement à Ville, ou bien lui fait-il endosser la livrée d'un adversaire moins subtil?

Si nous reprenons le débat au niveau qui s'est dégagé, ce que Ville récusait n'est pas qu'il soit nécessaire de tenir compte de la gravité propre au matériau utilisé comme une composante de la résistance des éléments d'une machine, ce qui est une remarque triviale pour un ingénieur, mais qu'il soit possible de calculer la grandeur de la résistance de la matière, selon une règle générale, applicable à différents matériaux. S'il n'est pas possible d'en produire une règle abstraite, à partir d'expériences sensibles, c'est qu'il est impossible d'extraire une qualité générale de la matière, des qualités enchevêtrées qui constituent un matériau quelqu'il soit. Autrement dit, la “qualité matérielle” de “résistance” n'est pas isolable par l'expérience. D'autant que tout dispositif implique, outre les matériaux, des éléments dont il est composé, des jointures où “le polissage, le limage, la justesse dans la fabrique” sont soumis à toutes sortes d'imperfections inévitables.

Du point de vue de la science nouvelle que Galilée veut établir, la teneur des objections de Ville est telle qu'elle invalide toute expérience, si soigneusement conduite soit-elle.

## 5 Une expérience controversée

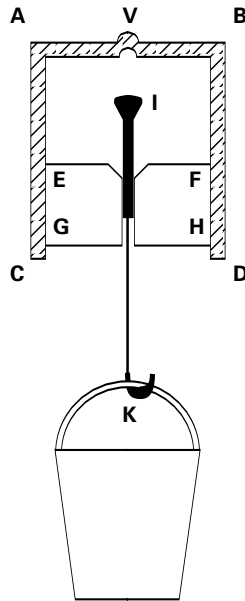
Parmi les expériences examinées par Ville, nous n'en retiendrons qu'une, celle où Galilée veut montrer comment isoler la force du vide et comment la mesurer.<sup>44</sup>

Selon Galilée, l'eau est la seule “matière” dont les éléments contigus ne sont retenus ensemble que par le vide. Une expérience qui permettrait de mesurer la résistance d'une colonne d'eau, nous fournirait donc la mesure de la force de résistance du vide et devrait permettre ensuite de calculer, pour n'importe quel autre corps, ce qui, dans la résistance à la traction qui lui est propre, relève du vide et ce qui y relève “d'autres causes”.

Pour mesurer la résistance au vide d'un cylindre d'eau, l'idéal serait de pouvoir le suspendre, y accrocher un seau que l'on remplirait peu à peu, jusqu'au moment où, le poids augmentant, on arriverait au moment précis où

<sup>43</sup> Les hommes de l'art savants. Ce qui les distingue, traditionnellement des praticiens. On notera que Galilée reprend ironiquement les énumérations d'A. de Ville.

<sup>44</sup> *Discours*, *op.cit.*, p. 17-20.



le cylindre d'eau se briserait, à sa base. Il suffirait alors de mesurer le poids du seau et de son contenu, et on obtiendrait ainsi la mesure de la résistance au vide du cylindre d'eau.

Comme l'eau est un liquide, il faut la maintenir dans un récipient. On la mettra donc dans un cylindre de verre suspendu, dans lequel coulisse un obturateur. On introduit l'eau en renversant l'appareil, jusqu'à ce que tout l'air soit éliminé, la tige du seau est alors tirée pour que l'obturation soit parfaitement assurée grâce au cône I qui la termine. Il n'y a plus que de l'eau à l'intérieur du cylindre. On retourne alors l'appareil et on le suspend. On accroche le seau et tout est en place pour commencer l'expérience.

Peu à peu, on verse du sable dans le seau, jusqu'au moment précis où l'eau se sépare, à sa base, du haut de l'obturateur, en EF donc.<sup>45</sup> On pèse alors ensemble le seau et son sable, la tige, l'obturateur, et on obtient "la grandeur de la force du vide" qui assure la résistance du cylindre d'eau contenu dans l'appareil.

En prenant un même cylindre, de marbre ou de cristal, on y suspend un poids égal à son propre poids, auquel on ajoute l'ensemble du poids du seau, de son sable, etc. S'il n'y a pas rupture, alors on ajoute de nouveaux poids jusqu'à la rupture. On calcule quelle est la proportion du poids ajou-

<sup>45</sup> Galilée ne nous permet pas de comprendre au terme de quoi la séparation se ferait à la base de l'eau. Il semble logique qu'elle se produise d'abord à la surface supérieure, puisqu'alors la traction qui s'exerce comprend le poids de la colonne d'eau, ce qui n'est pas le cas si la séparation se fait à la base.

té à celui qui correspond à la résistance à la rupture du cylindre d'eau de même dimensions de l'expérience initiale, et on obtient ainsi le rapport qui, dans cette matière, marbre ou cristal, correspond à l'effet de la résistance au vide, et ce qui relève d'autres causes.

Une fois tout ceci présenté par Salviati, Simplicio s'émerveille de l'ingéniosité du dispositif, mais il oppose aussi que l'air pourrait pénétrer entre le cylindre de verre et l'obturateur, entre la tête conique, I de la tige et la cavité de l'obturateur où elle doit venir s'ajuster. Il propose de recourir à l'étaupe, à la cire ou à la térébentine pour assurer la contiguïté des parties mobiles. Enfin, dit-il, le verre et le bois ne sont peut-être pas parfaitement étanches et de l'air pourrait pénétrer par leurs "pores".

Salviati prend au sérieux les objections de Simplicio et y propose des solutions, ajoutant que "nous pourrions, durant l'expérience elle-même et tout en augmentant nos connaissances, constater si ces difficultés sont bien réelles".<sup>46</sup> En particulier on se donnera les moyens de voir si de l'air s'introduit par les supposés pores du bois ou du verre. Toutes les précautions utiles paraissent donc prises.

Pourtant, Ville proteste.

Dans l'instrument qui mesure la force du vide,<sup>47</sup> dit-il, il faut signaler qu'on doit enlever la force dont on a besoin pour que la partie mâle soit en contact avec le cylindre vide. Par ailleurs, je dirai de cet instrument qu'on ne pourra jamais le joindre de manière suffisamment ajustée pour que l'air ne rentre pas, ce qui se voit si on l'ouvre; et de plus l'air ou l'eau se raréfient, et lorsqu'il ne pourra plus y avoir de raréfaction, ni d'entrée d'air, le seau étant plus rempli que ne peut le supporter la force de l'instrument, alors tout ira en morceaux avant que le seau ne tombe.<sup>48</sup>

Les remarques de Ville paraissent déplacées. Que peut signifier "ce qui se voit si on l'ouvre", (opération d'ailleurs toute imaginaire), puisque le cylindre est de verre? D'autre part, à l'éventualité de cette entrée d'air, Salviati a donné une parade: si elle a lieu, on le verra, donc on saura que l'expérience n'est pas valide.

Sur ce cas, on peut raisonnablement se demander si Galilée n'aurait pas tenu compte, dans le texte publié, de certaines des objections de Ville. En revanche, on ne trouve aucune référence, dans les *Discours* à l'objection selon laquelle l'appareil se détruirait avant que l'on puisse prendre une mesure précise. Cette objection est conforme pourtant à ce qui est remarqué précédemment par Salviati, considérant "deux plaques de marbre, de métal ou de verre, parfaitement aplanies et polies"; appliquées l'une sur l'autre, "si l'on désire les séparer en conservant entre elles une distance constante,

<sup>46</sup> *Discours.*, p. 18 (63).

<sup>47</sup> *Id.* pp. 17-18. L'instrument est figuré page 17 (62).

<sup>48</sup> *Le Opere*, XVI, p. 223 (90).

on rencontrera une résistance telle que la plaque supérieure en se soulevant entraînera l'autre avec elle, et la maintiendra indéfiniment suspendue, fût-elle grosse et pesante".<sup>49</sup>

Salviati ajoute: "cette expérience montre avec évidence la répugnance de la nature à admettre, même pour un court instant, le vide qui s'établirait entre les deux plaques avant que les parties de l'air environnant ne se précipitent pour l'occuper et le remplir".<sup>50</sup> Si cela est admis, comment l'appareil de l'expérience sur l'eau ne se détruirait-il pas?

En tous cas, pour Ville "cette expérience ne pourra prouver ni réfuter l'existence du vide. A ce propos, ajoute-t-il, je dirai qu'on n'a jamais prouvé que le vide est impossible et qu'on n'a jamais montré qu'il existe dans la nature et la démonstration que donne Aristote dans le livre IV de la physique<sup>51</sup> pour prouver que le vide est impossible n'aboutit à rien. On dira alors que la durée du mouvement provient non seulement de la résistance du corps dans lequel se fait le mouvement,<sup>52</sup> mais encore dépend de la nature des corps, lesquels ne peuvent se mouvoir que pendant un certain temps, même s'il n'y a aucune résistance."<sup>53</sup>

Ainsi, pour Ville, la seule conclusion possible, qui ne fasse pas appel à une cause dont l'existence est indémontrée, est le principe général de la physique, selon lequel il y a une limite assignée aux propriétés physiques des corps et de leur mouvement, comme, en général, "toutes les machines et constructions, qu'elles soient artificielles ou naturelles, ont une limite nécessaire et prescrite que l'art ni la nature ne peuvent dépasser".<sup>54</sup>

Ce principe est ce qui permet aux ingénieurs de formaliser leurs problèmes pratiques, d'aborder les difficultés toujours particulières qu'ils doivent surmonter, et la "diversité" dans laquelle ils oeuvrent. C'est pour eux un principe d'économie, qui leur permet de concevoir selon une même rationalité les systèmes de choix qu'ils doivent faire convenir ensemble et combiner au plus juste. En général, c'est ce qui fonde et assure l'anticipation des effets à laquelle leur profession les contraint. On peut dire que ce principe exprime la rationalisation du réel qui rend possible la rationalité de leur action sur le réel et fait fondamentalement de leur art, une "imitation de la nature". Il est présent dans les ouvrages des grands ingénieurs et architectes de la seconde moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, aussi dans les traités de fortification de Galilée. C'est ainsi le point d'accord fondamental de Ville avec les recherches de Galilée, et ce qui, généralement, lui permet de ponctuer ses objections de: "nous avons le même point de vue sur la chose, mais nous en parlons différemment".<sup>55</sup>

<sup>49</sup> *Discours...*, p. 15 (59).

<sup>50</sup> *Ibid.*

<sup>51</sup> Aristote, *Physique*, IV, 215a-216a. Aristote prouve que le vide est impossible, car le repos et le mouvement sont impossibles dans le vide. Paris, Belles-Lettres, 1952, pp. 140-141.

<sup>52</sup> C'est-à-dire, dépend du milieu.

<sup>53</sup> *Le Opere*, XVI, *op. cit.*, pp. 223-224 (90-100).

<sup>54</sup> *Discours...*, p. 8 (51).

<sup>55</sup> *Le Opere*, *op. cit.*, p. 223 (80).

Nous sommes loin d'avoir épuisé toute la richesse des objections de Ville.<sup>56</sup> La seconde partie de sa lettre porte sur l'introduction de l'infini et des indivisibles pour mathématiser la physique. Ce qui a été l'idée forte de Galilée et le point d'achoppement de son ambition. Si Ville ne peut pleinement y souscrire, il est néanmoins persuadé que la démarche de Galilée est la bonne.

“Le monde aurait une grande obligation à Votre Seigneurie, si vous vouliez mettre la main à restaurer cette science (la physique) et j'estime que personne d'autre vivant aujourd'hui ne peut le faire mieux que vous”,<sup>57</sup> écrit-il en 1633. “Vos concepts sont tout nouveaux, subtiles, et dépassent les opinions de tous”,<sup>58</sup> affirme-t-il en 1635, marquant ainsi une distance. Et en 1659, il la confirme: “les demonstrations geometriques manquent lorsqu'on les applique aux corps materiels”.<sup>59</sup>

Cette correspondance de Ville avec Galilée n'est cependant pas pour nous l'histoire d'une déception. Elle signale les fortes attentes des praticiens avertis, des “artistes scientifiques”, vis à vis de la nouvelle physique. Nous sommes ici dans un moment de constitution. Comme tel, il est marqué par des ambiguïtés, des incompréhensions réciproques. Ce qui est intéressant n'est pas d'y voir un savant en avance, et un ingénieur qui suit difficilement; pas davantage, deux logiques qui s'excluent. Plutôt un projet se dessine-t-il, celui de la constitution d'un domaine qui permettrait, non pas d'unifier, mais d'articuler au plus près science et choix pratiques.

## Bibliographie

- Baumgartner F. J., “Galileo's French correspondants”, *Annals of science*, vol. 45, 1988, p. 169-182.
- Bosmans H., “Stevin”, *Bibliographie nationale de Belgique*, E. Bruyland, Bruxelles, 1921-24, T. XXIII, p. 915.
- Clavelin M., “Le problème du continu et les paradoxes de l'infini chez Galilée”, *Thalès*, T. 10, année 1959, PUF, Paris, 1960, p. 1-26.

<sup>56</sup> Il faudrait en particulier comparer la solution au paradoxe de la roue d'Aristote que Ville oppose à celle de Galilée, à la solution de Mersenne, au début de sa traduction des *Mécaniques* de Galilée. Ni Pierre Costabel, ni F. Baumgartner, ni, plus récemment, Carla Rita Palmerino, ne s'y sont arrêtés. P. Costabel, “La roue d'Aristote et les critiques françaises à l'argument de Galilée”, *Revue d'Histoire des sciences et de leurs applications*, t. XVII, n°4, oct-déc. 1964, p. 385-396. Baumgartner F. J., “Galileo's French correspondants”, *Annals of science*, vol. 45, 1988. C.R. Palmerino, “Una nuova scienza della materia per la Scienza Nova del moto. La discussione dei paradossi dell'infinito nella prima giornata dei Discorsi galileiani”, *Atomismo e continuo nel XVII secolo*, a cura di E. Festa e R. Gatto, Naples, Vivarium, 2000, p. 275-319.

<sup>57</sup> *Le Opere*, op. cit., p. 13.

<sup>58</sup> *Le Opere*, op. cit., p. 221 (10).

<sup>59</sup> *De la charge des gouverneurs des places*, par Messire Anthoine de Ville, ...où sont contenus tous les ordres qu'on doit tenir pour préparer les choses nécessaires dans une place, tant pour la conserver, comme pour la deffendre... Paris, M. Guillemot, 1639. Avis au lecteur.

- Clavelin M., *La philosophie naturelle de Galilée*, Albin Michel, Paris, 1996.
- Cornette J., *Les années Cardinales*, Armand Colin, Paris, 2000.
- Costabel P., “La roue d’Aristote et les critiques françaises à l’argument de Galilée”, *Revue d’Histoire des sciences et de leurs applications*, t. XVII, n°4, oct-dec. 1964, p. 385-396.
- Galileo G., *Le Opere*, a cura di A. Favaro, e O. Del Longo, E. Barbèra, Florence, 1932.
- Galilée G., *Discours concernant deux sciences nouvelles*, traduction M. Clavelin, Armand Colin, Paris, 1970.
- Galilée G., *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde*, traduction R. Fréren Le Seuil, Paris, 1992.
- Hoeffler J.C.F., *Nouvelle biographie générale*, Paris, 1852.
- Mersenne M., *Correspondance du P. Marin Mersenne religieux minime*, publiée et annotée par Cornelis de Waard, ed. du CNRS, Paris, 1933-1988.
- Mersenne M., “Les Mécaniques de Galilée”..., *Questions inouyes*, Fayard, Paris, 1985.
- Palmerino C. R., “Una nuova scienza della materia per la Scienza Nova del moto. La discussione dei paradossi dell’infinito nella prima giornata dei Discorsi galileiani”, *Atomismo e continuo nel XVII secolo*, E. Festa e R. Gatto (ed), Vivarium, Naples, 2000; p. 275-319.
- Ville, A. de, *Antonii Deville... Portus et urbis Polae antiquitatum*, Pinelliana, Venetiis, 1633. *Thynnorum piscationis descriptio curiosa, figuris aeneis... illustrata*. Pinelliana, Venetiis, 1633.
- Ville A. de, *Les fortifications du chevalier Antoine de Ville...*, J. Barlet, Lyon, 1628.
- Ville, A. de, *De la charge des gouverneurs des places, par Messire Anthoine de Ville, ... où sont contenus tous les ordres qu’on doit tenir pour préparer les choses nécessaires dans une place, tant pour la conserver, comme pour la deffendre...*, M. Guillemot, Paris, 1639.