

LE “παρὰ φύσιν” ET L’IMITATION DE LA NATURE DANS QUELQUES COMMENTAIRES DU PROLOGUE DES *QUESTIONES MECANICQUES*

Egidio Festa et Sophie Roux

Introduction: du traité *Le Mecaniche* aux commentaires des *Questiones mechanicæ*

Dans *Le Mecaniche*,¹ Galilée énonce un principe définissant les limites fixées au fonctionnement des machines simples: “ce que l’on gagne en force grâce à ces [instruments], on le perd en temps et en vitesse”.² Dans le même temps, il affirme qu’il n’est pas possible de tromper la nature, dont “l’instinct et même la constitution très ferme, est qu’aucune résistance ne peut

¹ Le traité *Le Mecaniche* ne fut pas édité du vivant de Galilée; on le trouve au tome II de *Le Opere di Galileo Galilei*, Edizione Nazionale a cura di A. Favaro e I. Del Lungo, Firenze, Barbèra, 1890-1909, 20 volumes; rééd. 1929-1939, 1964-1968 (désormais cité GG), pp. 149-191. Il en existe deux versions: une *brève* rédigée dans les années 1593-1594 et une *longue* rédigée vraisemblablement avant 1600. C’est cette dernière version qui figure au tome II de l’*Edizione Nazionale*; sur ce point, cf. dans ce même volume l’article de R. Gatto.

² “[...] quanto si guadagna di forza per mezzo loro, altrettanto si scapita nel tempo e nella velocità”, GG II, p. 185. Ce principe est aussi énoncé sans qu’il soit fait mention du temps: “quanto si guadagna di forza tanto perdersi di velocità (*ce que l’on gagne en force on le perd en vitesse*)”, *ibid.*, p. 172; cf. dans ce volume l’article de M. O. Helbing, “Galileo e le questioni meccaniche attribuite ad Aristotele”, note 62. Une idée semblable se trouve déjà chez Guidobaldo del Monte, *Mechanicorum Liber*, [1577], Venetiis, 1615, p. 87, cité in G. Micheli, *Le origini del concetto di macchina*, Firenze, Leo S. Olschki, 1995, p. 149, note 71: “Ex dictis etiam manifestum est, quo pondus facilius movetur, eo quoque tempus maius esse, quo vere difficilium, eo minus esse, et e converso (*De ce qui a été dit il est évident que plus un poids est mis facilement en mouvement, plus le temps est long; en revanche, plus il l’est difficilement et plus le temps est bref et inversement*)”.

être dépassée par une force qui ne soit pas plus puissante qu'elle".³ Ces deux principes sont indissociables pour Galilée, qui précise bien que la force mise en œuvre pour vaincre une résistance donnée ne peut pas agir "hors de la constitution de la nature".⁴ Non seulement le fonctionnement des machines simples ne trompe pas la nature, mais il ne s'exerce pas contre elle: pour vaincre une résistance, quels que soient les moyens mis en œuvre, il faut disposer d'une force capable de la dépasser, comme cela se produit toujours dans la nature.

Quoique l'expression "loi de la nature" ne figure pas dans ce texte,⁵ il est tentant d'y voir une première expression de l'idée de la légalité universelle de la nature, selon laquelle la nature serait totalement définie par l'ensemble des lois de la mécanique, rien dans la nature ne leur échappant par ailleurs.⁶ Cette idée vaudrait en particulier contre la tradition aristotélicienne qui avait instauré un partage entre le naturel et l'artificiel, et tout aussi bien entre le physique et le mécanique –partage qui constituait un obstacle à l'idée d'une mécanique universelle, ou d'une physique toute entière mécanique.⁷ Dans le prologue du traité pseudo-aristotélicien des *Questions*

³ "Istinto della quale, anzi fermissima costituzione, è che niuna resistenza possa essere superata da forza, che di quella non sia più potente", GG II, p. 155. Pour une autre formulation de ce principe à propos d'une proposition qui avait été faite au grand-duc Ferdinand II d'une machine destinée à élever les eaux, voir le fragment de date incertaine, [A proposito di una macchina con gravissimo pendolo adatto ad una leva], GG VIII, p. 572. L'importance de ce principe a été souligné par de nombreux auteurs, cf. par exemple P. Galluzzi, *Momento, Studi Galileiani*, Rome, 1979, pp. 211-212. F. De Gandt, "Les Mécaniques attribuées à Aristote et le renouveau de la science des machines au XVI^e siècle", *Les études philosophiques*, 3 (1986), pp. 399-400. G. Micheli, op. cité note 2, pp. 148-152.

⁴ GG II, p. 156: "né [...] si deve dire, essersi superata gran resistenza con piccola forza, fuori della costituzione della natura".

⁵ Galilée n'emploie pas le mot "loi" dans un contexte scientifique, mais dans un contexte plus métaphysique, lorsqu'il tient à mettre en valeur l'immutabilité de la nature et son indifférence par rapport à ce que les hommes peuvent désirer ou savoir, cf. par exemple Galilée à Benedetto Castelli, 21 décembre 1613, GG V, p. 282; Galilée à Elia Diodati, 15 janvier 1633, *ibid.*, p. 316.

⁶ E. Cassirer, *Individu et cosmos dans la philosophie de la Renaissance*, trad. française de P. Quillet, Paris, Seuil, 1983, pp. 195-215, pp. 230 sqq, *passim*, fait ainsi de la légalité universelle un moment essentiel de la pensée de Galilée.

⁷ F. Krafft, *Die Anfänge einer theoretischen Mechanik und die Wandlung ihrer Stellung zur Wissenschaft von der Natur*, Wiesbaden, F. Steiner, 1967, pp. 27-28, pp. 237-238, *passim*, la séparation qu'avaient instaurée les Anciens entre la nature et l'art est à l'origine d'un fossé entre physique et mécanique, qui ne sera pas franchi avant Galilée. Sur les transformations du statut de la mécanique, et en particulier sur son assimilation avec la philosophie naturelle, cf. plus généralement A. Gabbey, "Newton's *Mathematical Principles of Natural Philosophy*: a Treatise on 'Mechanics'?", *An Investigation of Difficult Things: Essays on Newton and the History of the Exact Sciences*, P. M. Harman et A. E. Shapiro édés., Cambridge, Cambridge U.P., 1992, 305-322, et A. Gabbey, "Between *Ars* and *Philosophia Naturalis*: Reflections on the Historiography of Early Modern Mechanics", *Renaissance and Revolution: Humanists, Scholars, Craftsmen and Natural Philosophers in Early Modern Europe*, J. V. Field et F. A. J. L. James édés., Cambridge, Cambridge U.P., 1993, 133-146.

mécaniques en effet, l’art mécanique et la nature apparaissent comme deux principes antagonistes, le premier intervenant pour contrecarrer la seconde et la plier à l’utilité des hommes.⁸

Cette mise en perspective est-elle seulement une vue de l’esprit? Pour répondre à cette question, nous nous proposons d’examiner la manière dont ce prologue était interprété par les prédécesseurs immédiats et par les contemporains de Galilée. On sait en effet que les *Questions Mécaniques* ont inspiré à la Renaissance un ensemble de commentaires (traductions en latin et dans les langues vulgaires, paraphrases et commentaires au sens strict),⁹ écrits aussi bien par des humanistes et des philosophes aristotéliens que par des mathématiciens et des ingénieurs.¹⁰ On sait également que Galilée connaissait certains de ces commentaires. Déjà dans le *De Motu*, rédigé vers 1590, il cite le traité attribué à Aristote dans une note marginale.¹¹ A

⁸ *Mechanica* 847a 10-24; nous donnons à l’appel de note 13 une traduction de ce texte. Cet ouvrage fut longtemps attribué à Aristote; les historiens considèrent aujourd’hui qu’il a été écrit par un aristotélien du III^e siècle avant Jésus-Christ, peut-être par Straton.

⁹ P. L. Rose et S. Drake, “The Pseudo-Aristotelian *Questions of Mechanics* in Renaissance Culture”, *Studies in the Renaissance*, 18 (1971), 65-104, est l’étude séminale des recherches ultérieures sur cet ensemble de textes, car elle en contient les bases bibliographiques. On trouve en particulier aux pp. 103-104 une liste chronologique des principales éditions, traductions, paraphrases et commentaires des *Questions mécaniques*, que nous reprenons ici sommairement de manière à donner d’emblée une vue d’ensemble du corpus concerné: Aldus Manutius, *Opera Aristotelis*, II, Venetiis, 1497 [texte grec]; Vittore Fausto, *Aristotelis Mechanica*, Parisiis, 1517 [trad. latine]; Niccolò Leonico Tomeo, *Conversio Mechanicorum Quaestionum Aristotelis*, Venetiis, 1525 [trad. latine et comm.]; Diego Hurtado de Mendoza, *Mechanica de Aristoteles*, 1545 [trad. espagnole], publié par Foulché-Delbosc, *Revue Hispanique*, 1898; Alessandro Piccolomini, *In Mechanicas Quaestiones Aristotelis Paraphrasis*, Venetiis, 1547 [commentaire, traduit en italien in Oreste Vannocci Biringucci, *Parafrasi di Monsignor Piccolomini [...] sopra le Mecaniche di Aristotile, tradotte da Oreste Vannocci Biringucci*, Roma, 1582]; Niccolò Tartaglia, *Questi et inventioni diverse*, Libro Settimo “Sopra gli principij delle Questioni Mechanice di Aristotile”, Venetia, 1554 [commentaire partiel]; A. Wechel [Pierre de la Ramée?], Paris, 1566 [texte grec]; Pedro Nuñez, *De Arte atque Ratione navigandi Libri Duo; Opera*, Bâle, 1566; Antonio Guarino, *Le Mechanice d’Aristotile*, Modena, 1573 [trad. italienne]; Giuseppe Moletti, [*Dialogo intorno alla Meccanica*], 1576, publié par W. R. Laird, *The Unfinished Mechanics of Guiseppe Moletti*, University of Toronto Press, Toronto, Buffalo, London, 2000, et *In librum Mechanicorum Aristotelis expositio*, 1581, Milan, Bibliothèque Ambrosiana; Giovanni Battista Benedetti, *Diversarum Speculationum Liber* (1585), Venetiis, 1586 et 1599 [comm. partiel]; Henri de Monantheuil, *Aristotelis Mechanica Graeca*, Parisiis, 1599 [trad. latine et comm.]; Bernardino Baldi, *In Mechanica Aristotelis Problemata Exercitationes*, Macuntiae, 1621 [comm.]; Giuseppe Biancani, *Aristotelis Loca Mathematica*, Bononiae, 1615 [comm. partiel]; Giovanni di Guevara, *In Aristotelis Mechanicas Commentarii*, Romae, 1627 [comm.].

¹⁰ Ces catégories ont été suggérées par P. L. Rose et S. Drake, op. cité note 9, et reprises par W. R. Laird, “The Scope of Renaissance Mechanics”, *Osiris*, 2nd series, 2 (1986), 43-68. Elles ne sont pas étanches, mais montrent bien que différents intérêts caractéristiques de la Renaissance se sont rencontrés dans ces commentaires.

¹¹ GG I, p. 265: “Et hoc idem supponit Aristoteles, in solutione 24 Quaestionis Mechanicae (*Aristote suppose la même chose dans la réponse 24 des Questions Mécaniques*)”. Sur la diffusion en Toscane dans la deuxième moitié du XVI^e siècle de l’ouvrage attribué à Aristote, cf. M. O. Helbing, op. cité note 2, section 4.

l'époque de *Le Mecaniche*, il connaît très vraisemblablement les traductions latines des *Questions Mécaniques* de Vittore Fausto et de Leonico Tomeo, la *Paraphrasis* d'Alessandro Piccolomini et la traduction italienne d'Antonio Guarino. Il est peu vraisemblable qu'à la même époque il ait eu connaissance des *Problemata Mechanica* de Francesco Maurolico, dont la dédicace est de 1569 mais qui furent publiés seulement en 1613 et des *Mechanica* de Giuseppe Moletti, restés à l'état de manuscrit; il est impossible enfin qu'il ait lu les *Aristotelis Mechanica Graeca* d'Henri de Monantheuil, publiés en 1599, et les *In Mechanica Exercitationes* de Baldi, publiés en 1621.

L'étude qui suit a donc pour objet de cerner les rapports entre "par nature" et "contre-nature", physique et mécanique, nature et art, dans un corpus limité aux textes qui se réfèrent au prologue des *Questions mécaniques*, qu'il s'agisse de traductions, d'allusions ou de commentaires détaillés, et quel que soit leur genre –commentaire universitaire, traité de mécanique écrit par un mathématicien, ouvrage d'ingénieur.¹² Nous tiendrons compte aussi de textes que Galilée ne connaissait pas, dans la mesure où ils permettent d'explicitier des points qui restent implicites dans ceux qu'ils connaissaient. En conclusion, nous reviendrons sur les enjeux des principes énoncés dans *Le Mecaniche* de Galilée.

Le prologue des *Questions mécaniques*

Avant toutes choses, il nous faut rappeler le prologue des *Questions Mécaniques* auquel ces commentaires se réfèrent:

On s'émerveille (*θαυμάζεται*) de ce qui arrive *secundum naturam* (*κατὰ φύσιν*), lorsqu'on n'en connaît pas la cause, et de ce qui arrive *praeter naturam* (*παρὰ φύσιν*), lorsque cela advient grâce à l'art pour l'utilité des hommes. Bien souvent en effet, la nature agit contrairement à notre intérêt: la nature agit toujours avec constance et simplicité, mais notre intérêt change de bien des manières. Quand donc nous devons agir contrairement à la nature, la difficulté nous jette dans l'embarras, et nous avons besoin de l'art. C'est pourquoi on appelle "machine (*μηχανή*)" la partie de l'art qui nous sauve de ce genre d'embarras. Car, comme l'a dit le poète Antiphon, il en est ainsi: *Par l'art nous l'emportons là où la nature nous vainct*. C'est bien le cas lorsque le plus petit l'emporte sur le plus grand, et lorsqu'avec une petite force on meut de grands poids, et dans presque tous les problèmes qu'on

¹² Parmi les ingénieurs citant ce texte, Rose et Drake, op. cité note 9, pp. 96-98, signalent Giuseppe Ceredi, Bonaiuto Lorini, Vittorio Zonca, Giovanni Branca, Giambattista Aleotti, Alessandro Giorgio et Agostino Ramelli; ils notent que le premier à avoir traduit et commenté en italien les *Questions mécaniques*, Antonio Guarino, était inspecteur des fortifications du duc Alfonse II d'Este.

nomme “mécaniques”. Et ceux-ci ne sont ni tout à fait les mêmes que les problèmes qui touchent à la nature (τοῖς φυσικοῖς προβλήμασιν), ni complètement séparés d’eux, mais ils sont communs aux recherches mathématiques et à celles qui touchent à la nature. En effet, le “comment” est connu grâce aux mathématiques, le “au sujet de quoi” grâce à la science de la nature.¹³

Dans ce prologue de facture rhétorique, voire sophistique, un certain nombre de thèmes ou de lieux communs du corpus aristotélicien se croisent: l’étonnement comme source de la spéculation et l’émerveillement devant les choses de la nature;¹⁴ l’opposition de ce qui est par nature et de ce qui est contre nature, mais aussi entre le naturel et l’artificiel;¹⁵ la notion de science subordonnée.¹⁶ Dans la perspective limitée qui est la nôtre, nous insistons sur trois aspects de ce texte particulièrement importants dans les commentaires du XVI^e siècle: la relation du “κατὰ φύσιν” et du “παρὰ φύσιν”; l’émerveillement que les choses de la nature ou de l’art suscitent chez les hommes; la manière dont l’art peut être dit imiter la nature.

La mécanique et le “παρὰ φύσιν”

D’après le prologue des *Questions mécaniques*, la mécanique est en général contre-nature parce qu’il s’agit d’une technique semblable à l’art des sophistes, qui permet au petit et au faible de l’emporter sur le grand et le fort.¹⁷ Plus précisément, elle est ce qui permet à une petite force de mouvoir un grand poids, on encore au plus lourd d’être au-dessus et non pas au-dessous du plus léger.¹⁸ Le levier et la balance –auxquels se réduisent, selon l’auteur des *Questions mécaniques*, toutes les machines– nous aident

¹³ *Questions mécaniques*, 847a 10-24. Nous suivons ici les commentateurs du XVI^e siècle en rendant “παρὰ φύσιν” par “*praeter naturam*”; les paragraphes suivants analysent précisément les enjeux de cette traduction.

¹⁴ Le vocabulaire de l’émerveillement est également présent en 847b 17-19: “θαυμαστόν”, “θαυμασιώτερον”, “θαυμασιώτατον”. Sur l’étonnement comme source de la philosophie, cf. *Métaphysique*, 982b 12 sqq. Sur l’étonnement devant les choses naturelles, cf. *Parties des Animaux*, 645a 16 sqq.

¹⁵ La première opposition est si fondamentale pour la *Physique* et pour le traité *Du Ciel* que donner des références ponctuelles n’aurait pas de sens; pour la seconde, cf. en premier lieu *Physique*, 199a 18 sqq.

¹⁶ Les textes d’Aristote sur ce point sont *Métaphysique*, 1078a 24 sqq.; *Physique*, 194a 9 sqq.; et surtout *Analytiques seconds*, 76a 24 sqq. et 78b 37 sqq. Ils sont analysés par R. D. Mc Kirahan, Jr, “Aristotle’s Subordinate Sciences”, *British Journal for the History of Science*, 11 (1978), 197-220.

¹⁷ J.-P. Vernant, “Remarques sur les formes et les limites de la pensée technique chez les Grecs”, *Mythe et Pensée chez les Grecs*, Paris, Maspero, 1974, 44-64, particulièrement pp. 52-54.

¹⁸ Sur le lourd et le léger, cf. principalement *Du Ciel*, 307b 28 sqq.

à transgresser l'ordre naturel en déplaçant les corps selon des mouvements qui sont contraires à leur nature, le plus lourd allant occuper le lieu du plus léger. Cette détermination de la mécanique comme ce qui va contre la nature pour nous permettre de soulever un poids donné avec une force donnée est constante dans les quelques textes qui nous restent de la mécanique antique.¹⁹ Le texte pseudo-aristotélicien est cependant plus subtil qu'il n'y paraît au premier abord: la mécanique ne peut être dite simplement contre-nature, puisqu'elle tient son objet de la science de la nature. Il n'est dès lors pas étonnant qu'un des problèmes les plus ardues des commentateurs du XVI^e siècle aient été de situer la mécanique par rapport à la physique.²⁰ C'est aussi ce problème de la situation de la mécanique par rapport à la physique que nous abordons maintenant, par le biais d'une question tout à fait ponctuelle: comment l'expression "παρὰ φύσιν" était-elle traduite ou paraphrasée par les commentateurs des *Questions mécaniques*?

Non seulement cette expression n'est que rarement rendue par "contra naturam", mais les interprétations alternatives sont à la fois nombreuses et non exclusives les unes des autres. À notre connaissance, l'expression "contra naturam (*contre la nature*)" apparaît pour la première fois dans la paraphrase latine d'Alessandro Piccolomini (1547);²¹ dans la traduction ita-

¹⁹ Héron, *Les mécaniques ou l'élevateur des corps lourds*, éd. et trad. de Carra de Vaux, Paris, Vrin, 1988 (reprise), p. 115: "les machines simples par lesquelles on meut un poids donné avec une puissance donnée [...]". Pappus, *Pappi Alexandrini Collectionis quae supersunt*, VIII, éd. F. Hulstsch, Berlin, 1875-1878, p. 1022: "Considérant de manière théorique le repos, le transport des corps et leur mouvement selon le lieu dans l'univers, [la mécanique] recherche les causes des corps lorsqu'ils se meuvent conformément à leur nature (κατὰ φύσιν), et aussi les force à quitter leurs lieux propres contrairement à leur nature (παρὰ φύσιν) et elle les déplace mécaniquement selon des mouvements contraires [à leur nature] [...]". *Ibid.*, p. 1024: "ceux-ci [certains mécaniciens], grâce à des machines, contraignent de grands poids à s'élever contre leur nature (παρὰ φύσιν) en mouvant une plus petite force"; la traduction de Commandin rend "παρὰ φύσιν" par une périphrase: "illa autem a natura sua decedere cogens [...]" (*Pappi Alexandrini Mathematicarum Collectionum Liber octavus, cum commentariis Federici Commandini*, Urbina Pisauri, 1588, p. 305). Sur la mécanique antique et les relations entre mécanique et physique en Grèce, cf. C. Solís Santos, "Macchine, tecnica e meccanica", in *I Greci*, Torino, Einaudi, 1989, vol. 2-III, pp. 706-728, et tout particulièrement pp. 715-728. On trouvera dans cet article des dessins de machines particulièrement suggestifs.

²⁰ Sur la manière dont les commentateurs des *Questions mécaniques* distinguent mécanique et physique et les intègrent dans la classification des sciences aristotéliciennes, cf. W. R. Laird, op. cité note 10, particulièrement pp. 50-51 (Piccolomini), p. 54 (Maurolico), pp. 56-57 (Baldi). Cette question avait évidemment des enjeux institutionnels dans l'enseignement. Sur l'enseignement de la mécanique comme science mixte, cf. Adriano Carugo, "L'insegnamento della matematica all'Università di Padova prima e dopo Galileo", *Storia della Cultura Veneta*, Girolamo Arnaldi et Manlio Pastore Stocchi eds., 4 vols. en 7 tomes, Venise, Neri Pozza, 1976-1986, vol. IV 2 (1984), 151-199.

²¹ Alessandro Piccolomini, *In Mechanicas Quaestiones Aristotelis Paraphrasis*, Venetiis, 1547, p. vb: "[...] [earum] quae contra naturam accidunt (*le genre des choses qui arrivent contre la nature*)".

lienne de ce dernier ouvrage (1582), Vannocci Biringucci l’explicité quelque peu: “contra l’ordine della natura (*contre l’ordre de la nature*)”²² –expression que Giuseppe Moletti (1576) reprendra à son compte.²³ Mais Piccolomini affirme tout aussi bien que la mécanique opère “*praeter naturam*”,²⁴ expression pour laquelle Biringucci trouve de multiples équivalents en italien: “oltre alla natura (*oultre nature*)” le plus souvent,²⁵ mais aussi “oltre o contra la natura (*oultre nature ou contre nature*)”, “non naturale (*non naturel*)”, “contra alla natura (*contre nature*)” et “fuor della natura (*hors de la nature*)”.²⁶

En fait, l’idée la plus fréquemment exprimée par ces commentateurs n’est pas que la mécanique s’oppose à la nature, mais qu’elle opère “*praeter naturam*”, c’est-à-dire à côté ou au-delà d’elle. Dans la première traduction latine, due à Vittore Fausto (1517), “παρὰ φύσιν” est ainsi rendu, une première fois par “*praeter naturae legem (au-delà de la loi de la nature)*”, puis par “*extra rerum naturam (hors de la nature des choses)*”.²⁷ La traduction latine la plus courante au XVI^e siècle, celle de Leonico Tomeo (1525) recourt également à l’expression “*praeter naturam (au-delà de la nature)*” et note que sont appelées ainsi “les choses qui sont produites par art puisque bien souvent c’est en transgressant les lois de la nature que visiblement l’art accomplit ce qui doit être pour l’utilité et l’avantage des hommes”.²⁸ Henri de Monantheuil (1599) se sert lui aussi de l’expression “*praeter naturam*”.²⁹ Dans les langues vulgaires, “*praeter naturam*” sera

²² Oreste Vannocci Biringucci, *Parafrasi di Monsignor Piccolomini [...] sopra le Mecaniche di Aristotile, tradotte da Oreste Vannocci Biringucci*, Roma, 1582, p. 13: “[...] [sorte] di quelle che si fanno contra l’ordine della natura (*l’espèce des choses qui se font contre l’ordre de la nature*)”. La traduction de Biringucci eut une assez large diffusion. L’ingénieur militaire Agostino Ramelli (1531-1600) en reproduit des extraits dans son ouvrage bilingue français-italien *Le diverse et artificiose macchine del capitano Agostino Ramelli*, Paris, in casa del autore, 1588, sans toutefois citer précisément sa source.

²³ Giuseppe Moletti, [*Dialogo intorno alla Meccanica*], 1576, publié par W. R. Laird dans *The Unfinished Mechanics of Giuseppe Moletti*, University of Toronto Press, Toronto, Buffalo, London, 2000, p. 74: “contra l’ordine della natura (*contre l’ordre de la nature*)”, “contra l’ordine naturale (*contre l’ordre naturel*)”.

²⁴ Piccolomini, op. cité note 21, p. vb.

²⁵ Biringucci, op. cité note 22, p. 13, p. 24, p. 25, p. 26, p. 30 par exemple.

²⁶ *Ibid.*, respectivement p. 27; p. 26, p. 29 et p. 31; pp. 28-29; p. 28.

²⁷ Vittore Fausto, *Aristotelis Mechanica*, Parisiis, 1517, A iii: “*quae praeter naturae legem in usus hominum arte ac industria comparantur (ce que l’art et le labeur préparent au-delà de la loi de la nature pour l’usage des hommes)* [...] Quum igitur quid extra rerum naturam est agendum (*lorsqu’il faut faire quelque chose hors de la nature des choses*)”.

²⁸ Leonico Tomeo, *Conversio Mechanicarum Quaestionum Aristotelis*, Parisiis, apud Simonem Colinaeum, 1530, p. 22: “*Praeter naturam hoc vocat in loco ea quae arte fiunt quoniam saepenumero ars naturae transgressa leges, ea nimirum efficere videtur quae usui commoditatis hominum esse debent*”.

²⁹ Henri de Monantheuil, *Aristotelis Mechanica Graeca*, Parisiis, 1599, p. 1. On trouve plus loin une occurrence de l’expression “*contra naturae cursum (contre le cours de la nature)*”.

traduit “outre-nature”, aussi bien en italien (oltre natura) chez Antonio Guarino (1573)³⁰ qu’en français chez Jacques Besson (1570).³¹

Cette idée que les machines ne fonctionnent pas contre la nature mais qu’elles s’appuient sur elle pour la dépasser se retrouve dans certaines paraphrases. Ainsi, Agostino Ramelli (1570) parle dans la version française de son texte des “admirables effets qui excèdent les miracles de la nature”, mais dans la version italienne des “effetti maravigliosi, che agguagliano (*égalent*) ogni gran miracolo della natura”.³² Un doublet similaire se trouve dans le commentaire latin de Bernardino Baldi, rédigé à la fin du XVI^e siècle, mais publié seulement en 1621: “La Mécanique [...], avec sa propre force, en secondant ou en dépassant la nature elle-même, réalise différentes choses merveilleuses”.³³

Il serait illusoire de prétendre que la multiplicité des expressions et des paraphrases qui rendent le grec “παρὰ φύσιν” s’ordonne selon une chronologie bien déterminée; deux remarques générales peuvent cependant être avancées. En premier lieu, le passage au latin puis aux langues vulgaires semble avoir obligé nos auteurs à sortir de l’ambiguïté de la préposition “παρά” qui dans ce contexte pouvait signifier aussi bien “à côté de” que “contre”, et, en tout cas, à rendre explicite cette ambiguïté par l’emploi de doublets. En second lieu, il est vraisemblable que la traduction dans le domaine de la mécanique de “παρὰ φύσιν” par “praeter naturam” procède d’une analogie avec le domaine de ce qui était “praeter naturam”: monstres, merveilles, anomalies, prodiges, comètes. Dans les deux cas on a affaire à des phénomènes qui, sans être conformes au cours ordinaire de la nature, ne peuvent tout de même pas être dits contre-nature.³⁴

³⁰ Antonio Guarino, *Le Meccaniche d’ Aristotile trasportate di greco in volgare idioma*, Modena, 1573, ca. 1 [pages non numérotées]: “Delle cose che secondo la natura accadono maravigliasi di quelle, delle quali si ignora la causa, e di quelle oltre natura, di tutte quelle che per industrioso artificio sono fatte ad utilità degli uomini (*on est émerveillé par les choses dont on ignore la cause qui se produisent selon la nature et de toutes celles outre nature qui sont faites par de laborieux artifices pour l’utilité des hommes*)”.

³¹ Jacques Besson, *Théâtre des instruments mathématiques de Jacques Besson*, Paris, 1570, “Préface” (2^e édition, posthume, 1578), cité in “J. Besson et son *Théâtre des instruments mathématiques*. Recherche complémentaire”, *Revue Française d’Histoire du Livre*, 50 (1981), p. 65: “Or pour commencer et pour suivre commodément la matière, il est expédient d’entendre que les causes des mouvement extérieurs dits autrement accidentaires et outre nature [...] sont tous artifices de main ou faits à la main et bien excogités par art pour comprendre et faire grands et singuliers effets”. L’emploi d’ “outre nature” est ici d’autant plus significatif que Besson s’efforçait un peu plus haut de réfuter ceux qui jugent “les arts mécaniques [...] manqués et du tout incertains, pour ce (disent-ils) qu’ils combattent contre la commune nature des choses légères et pesantes [...]. Aurons-nous combattu contre notre nature mère de toutes choses bonnes?” (*ibid.*, p. 64). Ce texte nous a été communiqué par Hélène Vérin; nous en avons modernisé l’orthographe.

³² Ramelli, op. cité note 22, “Alli benigni lettori”.

³³ Bernardino Baldi, *In Mechanica Aristotelis Problemata Exercitationes*, Mocuntiae, 1621, p. 1, cité in M. Camerota et M. O. Helbing, *Michel Varro e il suo De Motu Tractatus*, Cagliari, Cucc, 2000, p. 91: “Mecanice [...], suapte vi, naturam ipsam vel secundans, vel superans, varia, eaque mirabilia operatur”.

³⁴ Le *topos* usuellement rappelé dans ce contexte est que “multa fiunt ex necessitate naturae quae non fiunt ex ejus intentione”, *topos* constitué par référence à *Physique* II 8, et plus

La mécanique et l’émerveillement

Comme on l’a vu, l’auteur des *Questions Mécaniques* considère qu’on s’émerveille (θαυμάζεται) soit devant les choses qui se produisent conformément à la nature lorsque nous n’en connaissons pas les causes, soit devant celles qui se produisent contrairement à la nature –et cela, indépendamment du fait que nous en ignorions ou que nous en connaissions les causes. Certains de nos commentateurs opèrent deux déplacements sur ce point.

En premier lieu, ils assimilent le merveilleux en mécanique à un miracle. C’est le cas de Tomeo.³⁵ Nous avons déjà relevé les expressions qui, chez Ramelli, associent les “effets admirables” de la mécanique et les “miracles de la nature”.³⁶ Voici ce qu’écrit sur ce point Moletti:

Aristote dit qu’aussi bien les effets naturels, que ceux produits contre l’ordre de la nature par art et par le labeur pour l’usage des hommes, dont nous ne connaissons pas les causes, sont jugés comme des miracles ou provoquent un très grand émerveillement.³⁷

Notons enfin que le mot “miracolosa” se retrouve, quoique rarement, dans les manuscrits de Galilée sur les mécaniques.³⁸

encore à *De la Génération des animaux*, 770 b10 sqq, in éd. et trad. de Pierre Louis, Paris, Belles Lettres, 1961, p. 155: “Le monstre appartient à la catégorie des phénomènes contraires à la nature, à la nature considérée non pas dans sa constance absolue, mais dans son cours ordinaire (τῶν παρὰ φύσιν τι, παρὰ φύσιν δ’ οὐ πᾶσαν ἀλλὰ τὴν ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ). Car du point de vue de la nature éternelle et soumise à la nécessité, rien ne se produit contre-nature”. Le lien entre le domaine des phénomènes “praeter naturam” et la mécanique est explicite chez G. De Guevara, qui remarque que certains phénomènes “praeternaturels” se produisent “a causis naturalibus, nulla interveniente hominum industria aut violentia (par des causes naturelles, sans que le labeur et la violence des hommes n’interviennent)”, “ut cum ignitis lapides e montibus quibusdam videmus erumpere, et in altum sustolli; vel ferrea corpora a magnete sursum attrahi, ac pendentia sustineri (par exemple lorsque nous voyons des pierres enflammées jaillir des montagnes et être soulevées en l’air, ou des corps en fer être attirés en haut par un aimant, et demeurer suspendus” (*In Aristotelis Mechanicas commentarij*, Romae, apud Jacobum Mascardum, 1627, p. 70, cité in G. Micheli, op. cité note 2, p. 28, note 29).

³⁵ Tomeo, op. cité note 28, p. 22: “Miraculo sunt ea quidem quae natura contingunt, quorum ignoratur causae: illa vero quae praeter naturam, quaecumque ad hominum utilitatem arte fiunt (*Relèvent du miracle les choses qui arrivent par nature dont on ignore les causes: mais aussi celles qui arrivent au delà de la nature, lorsqu’elles sont faites par art pour l’utilité des hommes*)”.

³⁶ Cf. le texte cité à l’appel de note 32.

³⁷ Moletti, op. cité note 23, p. 74: “Dice Aristotele che così gli effetti naturali come quelli che contra l’ordine della natura dall’arte e dall’industria all’uso humano vengon prodotti, dei quali non se ne sa la cagione, sono giudicati miracoli o ci pongono grandissima meraviglia”. Cf. également *ibid.* p. 89.

³⁸ Il souligne ainsi la difficulté que présente la vis d’Archimède, dont le fonctionnement ne peut être expliqué: “la vite, la quale non solo è meravigliosa, ma miracolosa (*la vis [d’Archimède], qui est non seulement merveilleuse, mais miraculeuse*), GG II, pp. 186-187. Fait exceptionnel, le chapitre sur la vis d’Archimède est strictement le même dans tous les manuscrits de Galilée (à l’ex-

Que signifie le fait que des phénomènes mécaniques soient appelés “miraculeux”? Il y a là tout d’abord un fait de langue: “miracula” et “mirabilia” ont une même étymologie, ils se rapportent très généralement à ce qu’on admire, qui étonne, effraie ou émerveille. La différence entre phénomènes “*praeter naturam*” et phénomènes “*supra naturam*” avait été assurément marquée dans un contexte théologique.³⁹ Mais la théologie n’est pas la norme des faits de langue; et le XVI^e siècle est l’âge des merveilles, à la fois en raison de la fascination qu’exerçait le “*praeter naturam*” et de sa confusion avec le “*supra naturam*”.⁴⁰ Aussi pensons-nous que le fait que les phénomènes mécaniques soient appelés “miraculeux” n’est pas insignifiant, mais qu’il ne faut pas en outrer la signification; tout au plus dirons-nous ceci. Les connotations de “miracle” sont indiscutablement plus fortes que celles de “merveille”; en assimilant les effets qu’ils produisent à des miracles, les mécaniciens valorisent leur discipline: peut-être même esquissent-ils une comparaison entre leur capacité et le pouvoir de Dieu, puisqu’ils sont capables de transgresser les lois de la nature.⁴¹

Le second déplacement opéré par certains commentateurs concerne la cause de l’émerveillement. A la différence de ce qu’on lit dans les *Questions Mécaniques*, le texte de Moletti cité plus haut présente comme miraculeux aussi bien les effets naturels que ceux réalisés par art, lorsque nous ne connaissons pas les causes.⁴² Ce glissement est opéré également par Henri de Monantheuil (1599).⁴³ Il fait en effet suivre sa traduction de la première-

ception du manuscrit décrit par A. Favaro in “Delle Meccaniche lette in Padova l’anno 1594 da Galileo Galilei”, *Memorie del R. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, Vol. XXVI, n° 5, (1899), 3-25, où le mot *miracolosa* est absent; il se trouve en revanche au Chapitre I, dans ce même mss., et dans un mss. conservé à la Bibliothèque de Hambourg sous la cote *Cod. Math. 200, Berlin misc.*). L’émerveillement pour la vis d’Archimède est exprimé également par Guidobaldo del Monte, *De Cochlea Libri Quattuor*, Venetiis, 1615, p. 2, sans qu’il soit question de miracle.

³⁹ J. Céard, *La Nature et les prodiges. L’insolite au XVI^e siècle, en France*, Genève, Droz, 1977, pp. 21-25, montre comment Saint Augustin réassume, en particulier dans le *De Civitate Dei*, les merveilles de l’Antiquité pour en faire des miracles, toutes choses étant également dignes d’admiration car créatures de Dieu. Après avoir établi que Dieu peut agir au-delà de l’ordre du monde ou de la nature (“*praeter ordinem rebus*”, “*praeter naturae ordinem*”) sans pour autant agir contre la nature (“*contra naturam*”), Saint Thomas distingue, parmi les choses admirables, les merveilles (“*mirabilia*”) et les miracles (“*miracula*”): l’ignorance des causes est relative pour les premières, absolue pour les seconds; les premières sont accomplies par certaines substances spirituelles, les seconds par Dieu (*Contra Gentiles. Somme contre les Gentils*, trad. du latin par M. J. Gerland, livre troisième, Besançon, 1950, III 99-III 103, pp. 484-503).

⁴⁰ Cf. R. Lenoble, *Mersenne ou la naissance du mécanisme*, Paris, Vrin, 1971 (seconde édition), particulièrement pp. 116-119, pp. 213-214, pp. 373-380; J. Céard, op. cité note 39; plus récemment L. Daston et K. Park, *Wonders and the Order of Nature 1150-1750*, New York, Zone Books, 1998.

⁴¹ Cf. les textes de Guidobaldo del Monte et d’Agostino Ramelli cités à l’appel de note 63.

⁴² Cf. le texte cité à l’appel de note 37.

⁴³ Comme le souligne Rose et Drake, op. cité note 9, p. 100, le commentaire de Monantheuil est un des plus étoffés dont nous disposons; il n’a cependant pas été étudié, car les travaux existants se sont concentrés sur la tradition italienne et pré-galiléenne: aussi en donne-

re phrase des *Questions Mécaniques* –d’ailleurs tout à fait conforme au texte grec⁴⁴– du commentaire suivant:

Il y a ici une similitude, mais elle est exprimée sans les marques de la similitude. Cela sera plus clair ainsi. De même que parmi les choses naturelles sont admirables celles dont on ignore la cause, de même aussi le sont celles qui, faites par art au delà de la nature, sont utiles aux hommes, si leur cause à elles aussi est cachée.⁴⁵

Alors que, selon le texte du pseudo-Aristote, le contre-nature est merveilleux comme tel, parce qu’il révèle la capacité de l’art à surmonter la nature, Monantheuil réduit le cas par art au cas par nature: dans un cas comme dans l’autre, l’émerveillement a pour origine la méconnaissance des causes. Comme le montre explicitement la suite de son commentaire, inspirée d’ailleurs par celui de Piccolomini, c’est préférer l’admiration voluptueuse qu’éprouvent les philosophes pour les phénomènes, fussent-ils fréquents et minuscules, dont ils ne connaissent pas les causes, par rapport à l’admiration pleine de terreur qui saisit les gens du peuple lorsqu’ils se trouvent face à des phénomènes rares et énormes, par exemple des comètes.⁴⁶

La suite du commentaire de Monantheuil distingue cependant les effets de la nature et les effets de l’art:

Il y a une deuxième raison pour prouver qu’il y a quelque chose d’admirable dans les choses réalisées par art, elle est tirée des effets contraires ou tout au

rons-nous ici quelques extraits. Sur Henri de Monantheuil, élève de Ramus et professeur de mathématiques au Collège Royal de 1573 à 1606, cf. C. H. Lohr, “Latin Aristotle Commentaries, II: Renaissance Authors”, Firenze, Leo S. Olchski, 1988, p. 268; L. A. Sedillot, *Les Professeurs de mathématiques et de physique générale au Collège de France (1530-1869)*, Bologne, Forni, 1870.

⁴⁴ Monantheuil, op. cité note 29, p. 1: “Mira sunt in his, quae secundum naturam eveniunt, ea quorum causa ignoratur, et in his quae praeter naturam ea, quaecumque arte facta hominibus conferunt. (Dans les choses qui se produisent conformément à la nature sont admirables celles dont nous ignorons la cause, et dans celles qui se produisent au-delà de la nature toutes les choses qui, faites par art, sont utiles aux hommes.)”

⁴⁵ *Ibid.*, p. 4: “Similitudo hic quaedam est: sed sine notis similitudinis expressa. Sic igitur erit clarior. Quemadmodum in rebus naturalibus mirae sunt illae, quarum causa ignoratur: ita et in his, quae praeter naturam arte factae hominibus conferunt, si et earum causa lateat”.

⁴⁶ Après avoir fait du désir de savoir dont témoigne l’admiration le propre de l’homme, Monantheuil rappelle le passage de la *Métaphysique* dont la référence est donnée note 14, puis remarque que “Philosophus non solum rara et ingentia, ut vulgus, sed etiam frequentia et exigua, si causas latentes habeant, admiratur, et quidem cum voluptate: in quo etiam dissentit a vulgo, qui quae admiratur, saepe horret [...]”. Cette différence entre deux espèces d’admiration ouvre le commentaire de Piccolomini, op. cité note 21, p. vb, et conséquemment celui de Biringucci, op. cité note 22, p. 13. Sur les origines médiévales de cette différence, cf. Daston et Park, op. cité note 40, particulièrement pp. 111-113.

moins opposés à la nature (*ex effectis Naturae contrariis, saltem repugnantibus*);⁴⁷ un syllogisme ainsi disposé mettra ce point en pleine lumière.

- Incliner et amener la nature ailleurs que là où elle tend, cela est admirable, parce que la difficulté venue de la résistance de la nature nous plonge dans la perplexité.

- Dans les choses qui sont faites par art, la nature est inclinée et amenée ailleurs que là où elle tend. En effet la nature agit toujours à l'identique, mais l'usage des choses que font les hommes exige la diversité.

- Donc il y a quelque chose d'admirable dans les choses faites par art.⁴⁸

Après avoir noté qu'on admire tout ce dont on ignore les causes, qu'il s'agisse d'objets naturels ou artificiels, Monantheuil semble dans ce texte créditer les objets artificiels d'un émerveillement particulier. La majeure du syllogisme porte sur l'émerveillement que nous éprouvons chaque fois que la nature est détournée, "inclinée et amenée ailleurs que là où elle tend". L'art n'y figure pas: il figure dans la mineure, en tant qu'activité capable de réaliser ce détournement. Pour expliquer comment ce détournement est possible, il recourt cependant finalement au lieu commun que l'art imite la nature, et dissout par là-même l'idée d'une opposition entre la nature et la mécanique.

L'art imite la nature

La suite du commentaire de Monantheuil décrit l'état de doute où nous sommes, notre embarras et notre perplexité, lorsque nous voulons comprendre comment nous pouvons vaincre la résistance de la nature et faire en sorte que les corps se dirigent ailleurs que là où ils vont naturellement:

Pressé par la nécessité et l'avantage qu'il y a à utiliser les choses offertes par la nature, [l'homme] les convertit et les accomode à son usage; mais cette conversion, bien qu'elle soit détournement vers autre chose que ce où la nature tend, a en elles [*i.e. dans les choses fournies par la nature*] un principe naturel de retenue: cette résistance engendre la difficulté de la conversion; cette difficulté sollicite en tous sens l'intelligence de l'homme et l'amène à réfléchir

⁴⁷ Il y a là un des doublets signalés aux appels de note 32 et 33; dans ce texte, il annonce le développement sur l'art qui imite la nature.

⁴⁸ Monantheuil, op. cité note 29, p.6: "Secunda ratio est ad probandum in arte factis quibusdam aliquid mirum esse, deprompta est ex effectis Naturae contrariis, saltem repugnantibus, syllogismus sic institutus rem ipsam illustrabit.

- Naturam alio flectere et adducere, quam vergat, mirum est, quia difficultas ex renixu naturae dubitationem parit.

- In his quae arte fiunt alio natura flectitur et adducitur, quam vergat. Natura enim eodem modo semper agit, usus autem rerum humanarum varios modo (*sic*) postulat.

- igitur in arte factis aliquid mirum est".

et à se demander comment cette difficulté peut être surmontée, et fait en sorte qu’il agite longtemps dans son esprit ce qu’il faut faire et comment le faire.⁴⁹

La thèse générale développée par de Monantheuil est que l’art ne renverse pas la nature, mais la détourne au profit de l’homme: il s’agit de convertir la nature et non pas de lui opposer des principes qui ne seraient pas naturels. Dans le domaine de la mécanique en particulier, l’art ne crée pas de mouvements contre-nature, mais il inverse les mouvements naturels.⁵⁰ Ce qui revient à dire que l’art est toujours second par rapport à la nature, ou encore qu’il l’imite.

Ici comme ailleurs, il y a une allusion à un passage bien connu d’Aristote, et plus généralement à un lieu commun de la pensée antique, susceptible d’interprétations multiples.⁵¹ Monantheuil n’est ni le premier ni le dernier de nos commentateurs à s’y référer. Ainsi, Piccolomini avait-il, lui aussi, paraphrasé Aristote:

(...) l’art, bien qu’il imite et supplée la nature, pour beaucoup de choses, afin qu’elles puissent nous servir, c’est autrement qu’il opère et les fabrique. Mais, pour autant, l’art ne doit pas être considéré comme moins imitateur de la nature, car, quel que soit ce qu’il fait, il le réalise comme la nature elle-même le réaliserait, si elle le faisait.⁵²

⁴⁹ *Ibidem*: “Necessitate igitur et commoditate utendi rebus a natura oblati pressus, convertit ad suos usus et accomodat: sed conversio ista cum sit deductio ad aliud, quam quo vergit natura, habet in iis naturale principium retinens: hic renixus parit difficultatem conversionis: haec difficultas huc illuc animum hominis cogitando, quaerendoque, quomodo difficultas ista superatur, distrahit, facitque, ut mente diu verset, quid et quomodo agendum”.

⁵⁰ Cf., dans la suite du texte: “hic particulariter ad machinam instrumentaque refertur, quibus onerum motiones fiant opportunae, per motiones intellige, quae fient a loco ad locum [...]: per onera, quicquid alio quam quo naturaliter vergit, impellitur [...]. (*Cela [ce mode d’invention] vaut en particulier pour la machine et les instruments, par lesquels les mouvements des poids sont rendus faciles; par mouvements entendus ceux qui se font d’un lieu à un autre [...], par poids, tout ce qui est poussé autrement que là où il tend naturellement [...]*)”.

⁵¹ *Physique* II 8, 199a 16, éd. et trad. de H. Carteron, Paris, Les Belles Lettres, 1926, p. 77: “L’art ou bien exécute ce que la nature est impuissante à effectuer, ou bien l’imite”. Pour quelques jalons dans l’histoire de l’idée que l’art imite la nature, et conséquemment du problème de l’autonomie de la technique, cf. H. Blumenberg, “Nachahmung der Natur. Zur Vorgeschichte der Idee der schöpferischen Menschen”, *Studium Generale*, Jahrgang 10, Heft 5 (1957), 266-283. A. J. Close, “Commonplace Theories of Art and Nature in Classical Antiquity and in the Renaissance”, *Journal of the History of Ideas*, vol. xxx, n° 4, 467-487. W. Newman, “Technology and Alchemical Debate in the Late Middle Ages”, *Isis*, 80 (1989), 423-445.

⁵² Piccolomini, op. cité note 21, p. VIa: “Ars enim quamvis naturam imitetur, ac illam adiuvet, multa tamen ut usui nobis esse possint, alter operatur et illa facit, neque minus ob id, naturae imitatrix existimari debet, quippe quae eo modo efficit, quaecquid facit, quae illamet efficeret, si illud faceret”. Il y a là une allusion à un passage de la *Physique* qui précède de quelques lignes celui qui a été cité à la note précédente: “[...] si une maison était engendrée par nature, elle serait produite de la façon dont l’art en réalité la produit” (199a 12).

Beaucoup plus explicite sur l'imitation de la nature par l'art, Moletti avait affirmé que:

Si la science mécanique n'avait pas été dans les choses naturelles, l'homme n'aurait pas découvert son art qu'il aurait manqué. D'abord, l'homme, en observant les choses qui se trouvent en lui-même, a découvert le levier: en effet, lorsque nous mettons en mouvement notre bras pour soulever un poids, ce mouvement est celui du levier. Le taureau aussi par ses cornes [lui] a appris à découvrir le levier. Le cheval par ses coups de sabots [lui] a appris à découvrir les béliers (...) C'est donc dans les œuvres de la nature qu'est l'art mécanique tout entier, art que, par une observation attentive de ces œuvres, les Sages de l'Antiquité ont découvert avec une très grande habileté.⁵³

On pourrait également citer sur ce point certains passages de Francesco Maurolico (1569) ou de Guidobaldo del Monte (1588)⁵⁴. Monantheuil, se réfère sur ce point à l'autorité de Vitruve:⁵⁵

L'homme, dit [Vitruve], en observant les mouvements liés ensemble et les machineries naturelles du Soleil, de la Lune et des autres planètes, sans lesquels il n'y aurait eu sur terre ni lumière ni maturation des fruits, prit de tout cela des exemples, et, en les imitant, il fut introduit aux choses divines et réalisa des développements utiles à la vie.⁵⁶

⁵³ "Si igitur haec scientia mechanica non fuisset in naturalibus rebus, homo non adinvenisset suam artem quam exivisset. Praeterea homo observans ea quae in se ipso reperiuntur, adinvenit vectem, nam dum movemus brachium ad elevandum pondus, talis motus est vectis motio. Taurus etiam cornibus docuit adinventionem vectis. Equus calcibus docuit adinventionem arietum [...]. Est igitur omnino in operibus quidem naturae ars mechanica, quam diligenti animadversione talium operum maxima solertia antiqui Sapientes adinvenere", *Mechanica*, mss. Biblioteca Ambrosiana, Milan, S 100 sup. c. 177, cité in G. Micheli, op. cité note 2, p. 145.

⁵⁴ Maurolico, D. *Francisci Piccolomini [...]. Problemata Mechanica cum appendice, & ad magnetem et ad pixidem nauticam pertinentia*, [1569], Messanae, 1613: "Non solum ex pondere, & momento, sed ex alijs instrumentis ars naturam imitata comparit sibi vires". Del Monte, *In duos Archimedis Aequiponderantium libros paraphrasis*, Pisauri, 1588, pp. 2-3, cité et commenté in G. Micheli, op. cité note 2, p. 146-147: "immitando naturam (paradoxum id forte videbitur, cum tamen verissimum sit) praeter naturae ordinem dicatur. Ars enim mirabili artificio naturam ipsa natura superat; ita mirum res disponendo, ut ipsa efficeret natura, si eiusmodi sibi producendo statueret effectus. [...] Quid igitur efficit ars ipsa? Nil (sic) sane alius, quam quod res ita disponit et accomodat; ut similes effectus inde prodeat atque si naturales omnino existant".

⁵⁵ Sur Vitruve à la Renaissance, cf. V. P. Zoubov, "Vitruve et ses commentateurs du xvi^e siècle", *La Science du xvi^e siècle. Colloque de Royaumont 1957*, Paris, Hermann, 1960, 67-90.

⁵⁶ Monantheuil, op. cité note 23, p. 8: "Homo enim inquit, animadvertens Solis, Lunae, et reliquorum planetarum continentium motus, et machinationes naturales, sine quibus non habuisset in terra lucem et fructuum maturitates, hinc exempla sumpsit, et ea imitans, inductus rebus divinis, commodas vitae perfecit explicationes". Le texte que paraphrase Monantheuil se trouve in Vitruve, *De l'Architecture*, Livre X, éd. trad. et comm. de L. Callebart, Paris, Les Belles Lettres, 1986, I 1.

Le décalage par rapport au texte des *Questions Mécaniques* est tout à fait évident, bien qu’il ne contredise pas, sur ce point précis, les principes de la *Physique* d’Aristote. En réalité, le travail des commentateurs des *Questions mécaniques* a consisté à rectifier, grâce au reste du corpus aristotélicien, l’opposition stricte que le prologue très rhétorique de ce texte avait institué entre le *nature* et le *contre-nature*.

Conclusion: des commentaires des *Questions mécaniques* à *Le Mécaniche*

La première conclusion que nous puissions tirer de ces quelques remarques sur les textes qui se rapportent au prologue des *Questions mécaniques* est aujourd’hui banale: le genre du commentaire est un genre souple, qui a permis, sinon une remise en question radicale des concepts fondamentaux de l’aristotélisme, du moins certains réajustements locaux. Les commentateurs aristotéliciens des *Questions mécaniques* ne remettent pas en question l’opposition entre physique et mécanique, qui avait pour eux une valeur institutionnelle aussi bien qu’intellectuelle.⁵⁷ Pourtant, la manière dont ils s’efforcent, à partir du prologue de ce texte, mais aussi d’autres passages du corpus aristotélicien, de définir les relations entre le naturel et les différentes manières de n’être pas naturel montre que le statut de la mécanique, loin d’être fixé une fois pour toutes, était l’objet de négociations complexes. En particulier, et c’est le point le plus important pour nous ici, ils ne suivent pas toujours l’auteur des *Questions mécaniques* lorsque celui-ci affirme que la mécanique est le domaine du contre-nature.

Il serait dès lors surprenant que Galilée, qui, comme nous l’avons rappelé en introduction, connaissait certains de ces commentaires,⁵⁸ ait voulu s’opposer dans *Le Mécaniche* à des textes qui ne soutiennent pas la position qu’il entendait réfuter... Relisons donc la prise de position de Galilée. Ce n’est pas aux aristotéliciens qu’il s’adresse, mais à “l’ensemble des mécaniciens”, et ce pour leur reprocher de

vouloir appliquer à de nombreuses opérations, par nature impossibles, des machines dont les résultats [attendus] ont trompé certains d’entre eux, et en ont privé d’autres de l’espoir qu’ils avaient fondé sur les promesses reçues.⁵⁹

⁵⁷ Cf. sur ce point les références données note 20.

⁵⁸ Il serait sur ce point intéressant de dater le fragment cité note 3, GG VIII, pp. 572-574, qui, pour mieux les réfuter, reprend le vocabulaire des commentateurs aristotéliciens, en particulier de Piccolomini et Biringucci.

⁵⁹ GG II, p. 155: “universale dei mecanici” “[...] nel volere a molte operazioni, di sua natura impossibili, applicare machine, dalla riuscita delle quali, ed essi sono restati ingannati, ed altri parimente sono rimasti defraudati della speranza, che sopra la promessa di quelli avevano conceputa”.

Sur ce point précis, Galilée ne cite pas Aristote, ni, d'une manière générale, ses commentateurs. Pour lui, il ne s'agit ici ni de critiquer les principes de la science mécanique légués par la tradition ni de remettre en question la manière dont cette tradition pensait le rapport entre l'art et la nature, mais de dénoncer la manière dont *certain*s mécaniciens s'en servent, à savoir vraisemblablement les gens de l'art et les ingénieurs. Quoiqu'on ait pu écrire sur le rôle de ces derniers dans la Révolution Scientifique, leurs rapports avec les savants n'allaient pas toujours sans malentendu ni difficulté.⁶⁰ Plus précisément, outre que Galilée avait des raisons, probablement personnelles, de manifester sa méfiance à l'égard de cette catégorie de mécaniciens,⁶¹ cette interprétation peut être confirmée par un autre texte de Galilée, qui attaque explicitement les mécaniciens qui, comptant sur leur seul talent naturel mais ne s'appuyant pas sur des raisonnements mathématiques, prétendent tromper la nature.⁶² En fait aussi bien Guidobaldo del Monte qu'Agostino Ramelli, reprenaient le prologue du Pseudo-Aristote pour légitimer leur discipline en s'attribuant une puissance littéralement divine, puisqu'ils se proclamaient capables de surmonter la nature et d'opérer contre ses lois.⁶³

Comment dès lors situer l'entreprise de Galilée par rapport aux commentateurs aristotéliens des *Questions mécaniques*? Sa mise en garde contre toute tentative de tromper la nature ne vise pas le traité attribué à Aristote. On en voudra pour preuve le fait que, dans l'ouvrage sur les corps flottants publié en 1612, Galilée accepte et explique le fonctionnement de la balance selon le principe des vitesses virtuelles qu'il attribue explicitement à Aristote.⁶⁴ Il faut pourtant insister sur ce qui le sépare des commentateurs des

⁶⁰ Cf. par exemple dans ce même volume la contribution d'H. Vérin.

⁶¹ Galilée vise probablement ici Jean de Médicis avec lequel il s'était brouillé, suite à un désaccord sur la faisabilité d'une machine conçue par ce dernier. Sur cette histoire et plus généralement sur les relations de Galilée et de Jean de Médicis, cf. N. Gherardini, *Vita di Galileo*, rédigé vers 1654, GG XIX, pp. 633-646 et V. Viviani, *Vita di Galileo*, rédigée également vers 1654, GG XIX, pp. 597-632. Ces deux biographies de Galilée ont été publiées dans V. Viviani, *Vita di Galileo, avec un Appendice contenant la Vie de Galilée par N. Gherardini*, éd. critique et notes par L. Borsetto, Bergamo, Moretti & Vitali, 1992.

⁶² GG VIII p. 585.

⁶³ G. del Monte, op. cité note 2, [préface à Francisco Maria II], p. 3 et p. 6: "[...] quandoquidem quodcunq; Fabris, Architectis, Baiulis, Agricolis, Nautis, et quam plurimis alijs (repugnantibus naturae legibus) opitulatur; id omne mechanicum est imperium. Quippe adversus naturam vel eiusdem emulata leges exercet). [...] Demum hac arte confusus eo processit audaciae, ut eam vocem naturae legibus adeo repugnantem protulerit (*tout ce qui, alors que les lois de la nature s'y opposent, vient en aide aux artisans, à ceux qui bâtissent, à ceux qui transportent, aux paysans, aux marins, à bien d'autres encore, tout cela, c'est l'empire de la mécanique. Et, parce qu'elle opère contre la nature, c'est-à-dire en rivalité avec ses lois, elle mérite notre admiration. [...] Confiant dans cet art, il [Archimède] alla si loin en audace qu'il proféra cette parole totalement contraire aux lois de la nature [...]*". Ramelli, op. cité note 22, "Alli benigni Lettori": "Il [le divin Archimède] osa laisser sortir de sa bouche cette redoutable parole, du tout contraire à la loi de la nature [...]" (Nous devons cette référence à Hélène Vérin.)

⁶⁴ GG IV, p. 69: "Tal ragguglio tra la gravità e la velocità si ritrova in tutti gli strumenti meccanici, e fu considerato da Aristotele come principio nelle sue Questioni meccaniche: onde

Questions mécaniques. Là où en effet ces derniers se proposaient d’abord et avant tout d’intégrer la mécanique dans un système aussi subtil que complexe, en distinguant le conforme à la nature, l’outre-nature, le contraire à la nature, ce qui la dépasse, ce qui l’outrepasse, ce qui l’égale, etc., Galilée tranche: en tant que physicien, il a affaire à des phénomènes naturels, et tout ce qui est sous le soleil est naturel. En tranchant de la sorte, il évite, comme d’ailleurs d’autres mathématiciens,⁶⁵ de commenter le prologue des *Questions Mécaniques* et peut concentrer ses critiques sur d’autres points.⁶⁶

Nous voudrions pour finir revenir sur les deux principes qui sont, comme nous le rappelions en introduction, énoncés dans *Le Mécanique*: d’une part, disions-nous, un principe de conservation assurant que ce qu’on gagne en force on le perd en temps ou en vitesse; d’autre part, un principe métaphysique qui est qu’on ne peut pas tromper la nature. Il nous semble peu vraisemblable que Galilée ait d’abord formulé le principe métaphysique pour ensuite l’“appliquer” et en déduire un principe de conservation plus particulier. Bien plutôt pensons-nous qu’il a d’abord énoncé ce principe particulier contre les prétentions de certains ingénieurs; il l’a ensuite formulé en des termes généraux qui, tout en autorisant éventuellement d’autres applications, correspondait à une certaine idée de la nature ne contredisant finalement pas celle de ses prédécesseurs et de ses contemporains.⁶⁷

noi ancora possiamo prendere per verissimo assunto che pesi assolutamente diseguali, alternatamente si contrappesano e si rendono di momenti eguali, ogni volta che le loro gravità con proporzione contraria rispondono alla velocità dei loro moti (*Cette équivalence entre la gravité et la vitesse se retrouve dans tous les instruments mécaniques, et fut considéré par Aristote comme un principe dans ses Questions Mécaniques; aussi, nous pouvons prendre comme affirmation tout à fait exacte que des poids très différents puissent s’équilibrer réciproquement et avoir des moments égaux, chaque fois que leurs gravités sont dans le rapports inverse des vitesses de leurs mouvements*)”.

⁶⁵ Ainsi Benedetti, op. cité note 9, et Tartaglia, op. cité note 9, ne font aucun commentaire sur le prologue des *Questions mécaniques*.

⁶⁶ Cf. dans ce même volume l’article de M. O. Helbing cité note 2, Section 5.

⁶⁷ Le fragment cité note 3, GG VIII, p. 572, comprend une parenthèse qui laisse entendre que Galilée avait bien en vue d’autres applications de ce principe: “Quando io dico che la natura non permette di esser superata nè defraudata dall’arte, intendo (stando nella materia che si tratta) [...]. (*Lorsque je dis que la nature ne permet pas que l’art la dépasse ni qu’il la trompe, j’entends par là (en restant dans le sujet qui est traité) [...]*)”.