L'OR DANS LA BOUE

LEIBNIZ ET LES PHILOSOPHIES ANTIQUES ET MÉDIÉVALES

Vincent Carraud (dir.)

SORBONNE UNIVERSITÉ PRESSES

PHILOSOPHIES

L'un des traits caractéristiques de Leibniz est son rapport positif, érudit et essentiel à toute la tradition philosophique. Son recours aux auteurs et aux thèses du passé est d'autant plus frappant que la plupart de ses contemporains, à commencer par Descartes, prétendent inaugurer leur propre pensée dans le refus de la tradition philosophique. Le rapport que Leibniz assume à celle-ci peut s'entendre par analogie avec les parties célèbres où les joueurs d'échecs apprennent leur art : un bon joueur, instruit de l'histoire des échecs, reconnaît aux premiers coups l'ouverture choisie par son adversaire, identifie aussitôt la stratégie qu'il va suivre et anticipe la fin de partie qu'il tentera de mettre en place ; il s'épargne ainsi supputations et hypothèses, parce qu'il reconnaît les situations exemplaires déjà affrontées par les grands maîtres.
On trouvera ici non seulement restitué ce que Leibniz a pensé des auteurs antiques et médiévaux, mais encore analysé son bon *usage* de l'histoire de la philosophie.

Grand prix de philosophie de l'Académie française, titulaire de la chaire d'histoire de la philosophie moderne en Sorbonne et directeur de l'équipe de recherche *Métaphysique : histoires, transformations, actualité*, Vincent Carraud réunit dans ce volume à la fois les contributions de spécialistes de Leibniz et celles d'historiens des philosophies antiques et médiévales qui éprouvent l'or trouvé par Leibniz dans la boue de ses lectures scolastiques : Roger Ariew et Marin Lucio Mare, Thomas Auffret, Claire Bayle, Frédéric de Buzon, Michaël Devaux, Stefano Di Bella, Agustín Echavarría, Thomas Leinkauf, Juan A. Nicolás, François Ottmann, Arnaud Pelletier, Jean-Louis Poirier, Marwan Rashed, Donald Rutherford, Kristell Trego, avec un avant-propos de Jean-Luc Marion.

Sorbonne Université Presses
www.sup.sorbonne-universite.fr

ISBN : 979-10-231-3771-2

LEIBNIZ ET SEXTUS EMPIRICUS, SUR LE CONTINU

Marwan Rashed

Collection « Philosophies »
dirigée par Marwan Rashed

série « Histoire des philosophies »

Malebranche. Mathématiques et philosophie
Claire Schwartz

La Jeune Fille et la Sphère. Études sur Empédocle
Marwan Rashed

série « Philosophie contemporaine »

Les Arts et les Images. Dialogues avec Dominic McIver Lopes
Laure Blanc-Benon (dir.)

Le Monde en projets. Une lecture de la théorie des symboles de Nelson Goodman
Alexis Anne-Braun

L'OR DANS LA BOUE

LEIBNIZ ET LES PHILOSOPHIES ANTIQUES ET MÉDIÉVALES

Vincent Carraud (dir.)

avec la collaboration de Claire Bayle
& Gabriel Meyer-Bisch

SORBONNE UNIVERSITÉ PRESSES
Paris

Ouvrage publié avec le concours de Sorbonne Université.

Sorbonne Université Presses est un service
de la faculté des Lettres de Sorbonne Université.

ISBN de ce PDF : 979-10-231-3771-2

ISBN de l'édition papier : 979-10-231-0668-8

Mise en page 3d2s (Paris)/Emmanuel Marc Dubois (Issigeac)

SORBONNE UNIVERSITÉ PRESSES

Maison de la Recherche
Sorbonne Université
28, rue Serpente
75006 Paris

tél. : (33) 01 53 10 57 60

sup@sorbonne-universite.fr

https://sup.sorbonne-universite.fr

ABRÉVIATIONS

A	*Sämtliche Schriften und Briefe*, éd. Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaft et Akademie der Wissenschaften in Göttingen, séries I-VIII, Darmstadt/Leipzig/Berlin, 1923-...
GM	*Leibnizens Mathematische Schriften*, éd. C. Gerhardt, 7 vol., Berlin/Halle, 1849-1863, rééd. Hildescheim/New York, Olms, 1971.
GP	*Leibniz. Die philosophischen Schriften*, éd. C. Gerhardt, 7 vol., Berlin, 1875-1890, rééd. Hildescheim/New York, Olms, 1965.
Dutens	Gottfried Wilhelm Leibniz, *Opera omnia*, éd. Louis Dutens, Genève, 1768, rééd. Hildescheim/New York, Olms, 1990.
Grua	Gottfried Wilhelm Leibniz, *Textes inédits d'après les manuscrits de la Bibliothèque provinciale de Hanovre*, publiés et annotés par Gaston Grua, 2 vol., Paris, PUF, 1948.
AT	*Œuvres de Descartes*, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, nouvelle présentation par Bernad Rochot & Pierre Costabel, 11 vol., Paris, Vrin, 1964-1974.

DEUXIÈME PARTIE

Le fil de l’histoire

LEIBNIZ ET SEXTUS EMPIRICUS, SUR LE CONTINU[1]

Marwan Rashed
Sorbonne Université

Il y a deux questions distinctes lorsque l'on s'interroge sur le rapport de Leibniz à la tradition sceptique : celle de son attitude à l'égard du scepticisme, et celle de son usage des écrits de Sextus. De nos jours encore, on peut s'intéresser à Sextus pour les fragments présocratiques ou les témoignages sur l'Ancienne Académie qu'il renferme. On pouvait de même, à l'époque de Leibniz, avoir remarqué l'intérêt doxographique de ce corpus de l'Antiquité. C'est, de toute évidence, le cas de Leibniz. Ce dernier semble avoir connu très tôt une partie, au moins, de l'œuvre de Sextus, et l'avoir considérée comme un ouvrage de référence indépendamment, si l'on peut dire, du scepticisme qu'il professait. Mais comme nous allons le voir aujourd'hui, cette opposition est superficielle, car elle postule un rapport au texte beaucoup trop formel. Le but de cet exposé sera au contraire de tenter d'illustrer comment, et surtout pourquoi, entre son arrivée à, et son départ de Paris, Leibniz est passé d'une lecture doxographique à un usage sceptique du traitement sextien du continu ; ou, indifféremment, que d'abord inspiré par l'œuvre de Sextus, il a fini par l'être par ce que Sextus lui-même voulait en faire[2].

---

1 Toutes les traductions des citations grecques et latines sont miennes.

2 Le seul auteur à avoir entrevu l'importance du rapport de Leibniz à Sextus, sur ce chapitre, est Vincenzo de Risi, *Geometry and Monadology. Leibniz'* Analysis Situs *and Philosophy of Space*, Basel, Birkhäuser, 2007, p. 56 et n. 59.

LEIBNIZ, LECTEUR DE SEXTUS

Il y a un certain nombre de références nominales à Sextus dans le corpus de Leibniz, malheureusement toutes postérieures à la période de temps qui va nous occuper. En 1711, Leibniz résume l'argumentation sceptique de Sextus[3]. Ce fait d'archive, assez insignifiant dans sa banalité leibnizienne (quel grand auteur du passé Leibniz n'a-t-il pas annoté ?), l'est moins par son objet précis, l'équipollence des preuves : car c'est l'indice qu'à cette date, le *scepticisme* de Sextus peut encore intéresser Leibniz. Il est à peu près certain, cependant, que Leibniz avait travaillé les *Esquisses* dès 1666. C'est très probablement de cet auteur qu'il tire l'exemple, qui revient à l'occasion sous sa plume, de la neige noire d'Anaxagore. En particulier, dans un mémoire écrit en 1666 à l'invitation de Thomasius, pour expliquer ce paradoxe, Leibniz le rapproche de « l'argument de Zénon contre le mouvement[4] ». Comme l'écrit Ezechiel de Olaso :

> *I think it may be fairly safely inferred that when Leibniz was writing his « Conjecture »* [*1666*]*, he had before him the two passages of* Hypotyposes *in which Sextus transmits Anaxagoras' opinion. Indeed, it has been conjectured that the purpose of Anaxagoras' ratiocination, was to provide the sceptics with evidence of the necessary failure either of the reason or of the senses. Such indeed is the use to which Sextus puts Anaxagoras' reasoning : and the analogy between this and that of « Zeno against movement », suggests that Leibniz had before*

3 Je n'ai pas eu accès à la nouvelle édition de ce texte par T. Matsuda, « A Leibnizian attempt to refute pyrrhonian scepticism in an unpublished manuscript of 1711 », *Annual Reports of Humanities and Social Sciences Bunkagaku-Nenpo* (Kobe), vol. 20, 2001, p. 48-52, cité par Arnaud Pelletier, « Leibniz's Anti-Scepticism », dans Sébastien Charles et Plinio J. Smith (dir.), *Scepticism in the Eighteenth Century : Enlightenment, Lumières, Aufklärung*, Heidelberg/New York/London, Springer, 2013, p. 45-61 ; p. 56, n. 65). Pour le texte et l'ensemble du dossier, voir Ezechiel de Olaso, « Objections inédites de Leibniz au principe sceptique de l'équipollence », dans *Akten des 4. Internationalen Kant-Kongresses, Mainz, 6.-10 April 1974*, Teil II.1, Berlin/New York, De Gruyter, 1974, p. 52-59 et, pour une synthèse sur le rapport de Leibniz au scepticisme, Arnaud Pelletier, « Leibniz's Anti-Scepticism », art. cit.

4 *Cf.* Leibniz, *Lettre à Jacob Thomasius*, 16 (26) février 1666, A II, 1, 7.

him the other passage in which Sextus transmits Anaxagoras' opinion. Indeed, in the second book Sextus mentions, just before Anaxagoras' ratiocination, two sophisms which adduce that nothing moves and nothing comes into existence. Although we cannot be absolutely sure of it, it is probable that Leibniz has in his possession Sextus' own text[5].

La neige noire d'Anaxagore apparaît à deux endroits des *Esquisses*, I 33 et II 244, mais nulle part dans le *Contra Mathematicos*. Cela indiquerait que Leibniz, dès cette époque, avait travaillé les *Esquisses Pyrrhoniennes* de Sextus. Et surtout, nous avons ici l'indice que dès ses années de formation, Leibniz a l'esprit alerté par la version spécifiquement sextienne des arguments de Zénon d'Élée contre le mouvement.

Cette conjecture trouve une confirmation dans des notes, remontant à la période 1687-1686, en vue d'une encyclopédie apologétique intitulée *De religione magnorum virorum*[6]. Leibniz y distingue plusieurs types de doctrines pouvant prêter le flanc à l'accusation d'irréligion : « *Logica, Metaphysica, Mathematica, Physica, Ethico-Juridica, Historica ac denique Theologica ex Theologia tum naturali tum revelata*[7] ». Il les passe en revue dans l'ordre. Au cours de son traitement de l'irréligion physique, il met sur le tapis la question :

si, absolument, les corps sont des êtres réels, des passages de Platon en sens contraire, les apories du P. Malebranche sur la question de savoir si les corps sont donnés ; à cela importe l'aporie de Zénon à l'encontre du mouvement, et d'autres arguments de Sextus Empiricus. La solution de l'aporie zénonienne

5 Ezechiel de Olaso, « Leibniz and Scepticism », dans Richard Popkin, Ezechiel de Olaso & Giorgio Tonelli (dir.), *Scepticism in the Enlightenment*, Dordrecht/Boston/London, Kluwer, 1997, p. 99-130 ; p. 101-102. Voir aussi Ezechiel de Olaso, plus spécifiquement sur la question physique, « Scepticism and the Infinite », dans Antonio Lamarra (dir.), *L'infinito in Leibniz. Problemi e terminologia*, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1986, p. 95-118, qui aborde le thème, qui sera important pour notre étude, de l'angle de contact.

6 *Cf.* Leibniz, *De religione magnorum virorum,* 1686-1687, A VI, 4, 2456-2468 et Grua I, 35-44.

7 A VI, 4, 2459, Grua I, 37.

donnée par le P. Grégoire de Saint-Vincent. Le Labyrinthe de la composition du continu[8].

Partons de la fin du texte. On y discerne que lorsqu'il est question de l'aporie du mouvement, Leibniz lui associe celle du continu, dont le traitement scolaire canonique a toujours été, pour lui, le *Labyrinthus* de Libert Froidmont[9]. C'est la marque d'une liaison théorique étroite, dans son esprit, entre les deux questions. En second lieu, c'est Sextus, et non Aristote, qui vient à l'esprit de Leibniz lorsqu'il songe aux apories de Zénon. Ce fait demande une explication. Enfin, il faut s'interroger sur l'enchaînement des idées exprimé par le *quo*. On peut évidemment neutraliser la question en prétendant que dans un passage si peu littéraire, Leibniz n'a rien voulu dire de très précis. Mais on peut aussi tenter de rendre compte de la liaison logique sous-jacente entre les deux phrases, c'est-à-dire se demander de quelle manière, pour Leibniz, autour de 1690, l'aporie du mouvement importe à la question de savoir « si, absolument, les corps sont des êtres réels ». Et de fait, on montrera plus bas que ce rapport de subordination reflète le cœur de la doctrine leibnizienne de l'espace.

LE ZÉNON DE SEXTUS : DICHOTOMIE GAUCHE *VS* DICHOTOMIE DROITE

Deux grands textes de l'Antiquité affrontent l'aporie de Zénon : la *Physique* d'Aristote, accompagnée de ses commentateurs – c'est-à-dire de l'exégèse d'Alexandre d'Aphrodise plus ou moins répétée par Thémistius, Simplicius et Philopon – et Sextus Empiricus, aussi bien dans les *Hypotyposes* que dans le *Contre les Physiciens*. Pour nous autres

---

8 A VI, 4, 2466, Grua I, 42 : « *utrum omnino corpora sint Entia realia, loca Platonis ad contrarium, dubitationes P. Malebranchii an dentur corpora ; quo pertinet Zenonis dubitatio contra motum, et alia argumenta Sexti Empirici. Solutio dubitationis Zenonianæ data a P. Gregorio a S. Vincentio. Labyrinthus de compositione continui.* »

9 *Cf.* Liber Fromondus, *Labyrinthus sive de compositione continui liber unus, Philosophis, Mathematicis, Theologis utilis et iucundus*, Anvers, 1631.

philologues modernes, le témoignage d'Aristote est plus précieux que celui de Sextus, pour plusieurs raisons. Tout d'abord, Aristote cite nommément Zénon. Nous pouvons donc caresser l'éventualité qu'il nous livre, sinon les *ipsissima verba* de l'Éléate, du moins quelque chose qui s'en approche. En second lieu, Aristote détaille quatre arguments distincts, là où Sextus s'exprime en termes plus généraux. C'est un autre indice qu'Aristote reflète fidèlement l'ouvrage de Zénon – qui, au dire de Platon, semble avoir contenu une série d'arguments contre la pluralité et le mouvement – alors que Sextus semble plutôt broder sur une thématique assez générale. Enfin, les quatre arguments aristotéliciens paraissent attester une structure dialectique de la part de Zénon, puisque deux d'entre eux s'en prennent à une théorie atomique, deux autres à une théorie continuiste et que dans chacun des deux groupes, le premier argument fait intervenir un seul mobile et le second deux. De fait, la Dichotomie (un mobile) et l'Achille (deux mobiles) présupposent un adversaire continuiste, tandis que la Flèche (un mobile) et le Stade (deux mobiles) sont dirigés contre un adversaire atomiste. De ces quatre arguments, un seul subsiste, encore que sous une forme beaucoup plus diffuse et relâchée, chez Sextus : le premier, celui de la Dichotomie, c'est-à-dire l'argument le plus simple – car ne faisant appel qu'à un seul mobile – contre les continuistes. Comme on le sait, cependant, la Dichotomie est présentée de manière ambiguë par Aristote, et peut autoriser deux lectures :

> Quatre sont les arguments de Zénon au sujet du mouvement qui ont suscité des difficultés chez ceux qui se sont essayés à les résoudre, le premier celui qui concerne le fait de ne pas se mouvoir en raison du fait qu'il faut que le mobile soit parvenu à la moitié avant d'atteindre le but – nous en avons traité dans les propos précédents[10].

On peut comprendre qu'avant de parvenir à la moitié du parcours, il faut parvenir à la moitié de cette première moitié, etc. Dans ce cas

10 Aristote, *Physique*, VI, 9, 239b-14 : « τέτταρες δ' εἰσὶν οἱ λόγοι περὶ κινήσεως Ζήνωνος οἱ παρέχοντες τὰς δυσκολίας τοῖς λύουσιν, πρῶτος μὲν ὁ περὶ τοῦ μὴ κινεῖσθαι διὰ τὸ πρότερον εἰς τὸ ἥμισυ δεῖν ἀφικέσθαι τὸ φερόμενον ἢ πρὸς τὸ τέλος, περὶ οὗ διείλομεν ἐν τοῖς πρότερον λόγοις. »

(« Dichotomie gauche »), il sera impossible, pour le mobile, de commencer même à se déplacer. C'est la lecture des commentateurs antiques et de Sextus. Mais on peut aussi comprendre que le mobile, avant de parvenir à son but, aura parcouru la moitié du parcours, puis la moitié de la seconde moitié, puis la moitié du dernier quart, etc. Ayant toujours à accomplir des moitiés des distances le séparant de son but final, il n'atteindra jamais celui-ci (« Dichotomie droite »). Il est vraisemblable qu'historiquement parlant, la Dichotomie droite soit la bonne, car Aristote note la similitude de cet argument et de l'Achille. Mais la Dichotomie gauche, privilégiée par les commentateurs, est certainement plus efficace.

Qu'en est-il au XVII^e siècle ? La Dichotomie droite est résolue, chez Grégoire de Saint-Vincent, par un recours à l'isomorphie espace-temps d'Aristote couplée au calcul des séries géométriques. Voici le début de ce texte, au livre II de l'*Opus Geometricum*, intitulé *Sur les progressions géométriques* (« *De progressionibus geometricis* ») :

> La deuxième partie, qui portera tout entière sur la progression terminée, absolue, ou épuisée, et cela universellement en n'importe quel genre de quantité : à savoir en recherchant la grandeur, ou quantité, de n'importe quelle raison, si on la tient pour continuée à l'infini. Et je ne voudrais pas que quelqu'un aille penser que nous abordions un sujet qui contrevienne aux doctrines des philosophes. Au contraire, nous montrerons de manière plus claire que le jour que par cette méthode nôtre se dissipent jusqu'aux plus lourdes difficultés dans lesquelles, dans les Gymnases et les Lycées des Philosophes on se trouve embarrassé au sujet de la quantité[11].

11 Grégoire de Saint-Vincent, *Opus geometricum quadraturæ circuli et sectionum coni decem libri comprehensum*, Anvers, 1647, p. 52 : « *Secunda pars, quae tota versabitur circa progressionem terminatam, absolutam, sive exhaustam, atque hoc universim in quocumque genere quantitatis : indagando scilicet cuiuscunque rationis, si in infinitum censeatur continuata, magnitudinem, seu quantitatem. Neque velim quis in animum inducat nos materiam ingredi quae placitis philosophorum contradicat ; imo ostendemus luce clarius hac nostra methodo dissolui etiam gravissimas difficultates quibus in Gymnasiis et Philosophorum Licaeis solent in materia quantitatis invicem esse molesti* ».

Ce texte a une tonalité leibnizienne avant l'heure. Son optimisme quant aux moyens des mathématiques et à la possibilité de résoudre une telle antinomie n'est guère différent de certaines phrases du *Pacidius*. Réduit à sa plus simple expression, le raisonnement de Saint-Vincent consiste à supposer que les deux mobiles se meuvent l'un et l'autre à vitesse constante. Il y a donc un rapport constant entre leurs deux vitesses. En vertu de ce que nous savons des sommations des séries géométriques, on aboutit aisément au résultat recherché. Appelons a le premier terme de la suite et q sa raison. Pour Achille, $a = 1$ et $q = 1/2$. Or plus haut, Saint-Vincent a démontré la formule de la série correspondant à cette suite géométrique :

$$S_n = a\sum_{k=0}^{n-1} q^k = a\,\frac{1-q^n}{1-q}$$

Ainsi, lorsque n tend vers l'infini, S_n tend vers 2.

Pour la tortue, qui part du milieu du stade, $a = 1/2$ et $q = 1/2$, et la série converge bien vers 1. En se donnant une infinité actuelle de divisions, les deux mobiles, comme l'affirme Saint-Vincent, convergeront donc ensemble au point C (à la distance 2 du point de départ d'Achille et à la distance 1 du point de départ de la tortue). Le mathématicien a ainsi rempli le programme qu'il s'était fixé : démontrer qu'Achille rejoint la tortue et assigner, en fonction de leur point de départ respectif, le lieu de leur rencontre. Leibniz connaît bien ce texte[12], qu'il paraphrase exactement, environ deux décennies plus tard, dans la lettre à Foucher de janvier 1692 :

> Le P. Grégoire de S. Vincent, traitant de la somme d'une multitude infinie des grandeurs qui sont en progression géométrique décroissante, a montré fort pertinemment autant que je m'en puis souvenir, par la supposition même de la divisibilité à l'infini, combien Achille doit avancer plus que la tortue, ou en quel temps il la devrait joindre si elle avait pris les devants[13].

12 *Cf.* Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, Paris, Gallimard, 1960, p. 336, n. 3.

13 *Lettre à Foucher*, janvier 1692, A VI, 4, 491-492, GP I, 403.

On ne trouve rien de tel dans le *Pacidius*, qui pourtant est plein de la culture « parisienne » dont l'*Opus geometricum* de Saint-Vincent est une pièce centrale[14]. De ce silence, je voudrais suggérer l'explication suivante : suivant pas à pas le texte de Sextus[15], qu'il connaît depuis ses années étudiantes, Leibniz travaille avec une dichotomie gauche et non une dichotomie droite. On ne peut plus se donner réalisés des segments décroissants d'espace, mais l'on est confronté, plus radicalement, à l'impossibilité de concevoir le mouvement dans son germe. C'est la Dichotomie gauche qui figure en bonne place, et même à la place d'honneur, dans la constitution leibnizienne du labyrinthe du continu telle qu'elle s'exprime dans le *Pacidius* :

> [Charinus :] Mais dès lors qu'il s'agissait du mouvement, tout mon zèle, toute ma diligence étaient sans effet et je n'ai jamais pu faire en sorte qu'il me soit permis de saisir en mon imagination les raisons et les causes des forces pour prévoir le succès des machines. Je suis en effet toujours resté fixé au seuil même du mouvement commençant, car je remarquais que ce qui devait se passer pendant la totalité du temps restant, cela devait également d'une certaine façon se produire au moment premier. Or raisonner sur des moments et des points, voilà qui était, me disais-je, au-dessus de mon entendement[16].

14 Arrivé à Paris en mars 1672, Leibniz emprunte l'*Opus geometricum* à l'automne de la même année, après sa rencontre avec Huygens.

15 Les historiens du *Pacidius* font, dans le meilleur des cas, des références épisodiques à Sextus (ainsi par exemple, la dernière traduction moderne du texte par R. T. W. Arthur, *G. W. Leibniz, The Labyrinth of the Continuum, Writings on the Continuum Problem, 1672-1686*, New Haven/London, Yale UP, 2001, p. 404, n. 19, au sujet de l'instant de la mort de Dion), mais personne, semble-t-il, n'a encore pris la mesure du caractère systématique du recours à Sextus dans la constitution de la *trame* du *Pacidius*.

16 Leibniz, *Pacidius Philalethi*, 29 octobre/10 novembre 1676, A VI, 3, 532, 7-12 : « *Sed cum de motu agebatur, omnis mea cura atque diligentia irrita fuit, neque unquam assequi potui, ut virium rationes atque causas imaginatione comprehendere, ac de machinarum successu judicare liceret, semper enim in ipso motus inchoandi initio haesi, nam quod toto reliquo tempore evenire debebat, jam momento primo fieri quodammodo debere animadvertebam. Circa momenta autem atque puncta ratiocinari, id quidem supra meum captum esse fatebar.* »

L'approche du labyrinthe du continu que propose Leibniz dans le *Pacidius* n'est donc pas celle de Saint-Vincent, mais de Sextus. En dépit de sa fascination pour les mathématiques et leur capacité présumée à résoudre des questions philosophiques, Leibniz a sans doute été gêné par le côté finalement un peu facile de la solution et pressenti, chez Sextus, quelque chose de plus profond. C'est le continu et sa composition, non le mouvement une fois que l'on s'est donné le continu, qui posent un problème au philosophe. La Dichotomie gauche n'en est que l'expression.

L'INFINITÉSIMALISME STOÏCIEN COMME FONDATION DES INDIVISIBLES DE CAVALIERI

La question hante depuis quelque temps déjà Leibniz[17]. C'est à elle qu'il fait référence, par exemple, dans la *Theoria motus abstracti*, pour démontrer l'existence des indivisibles :

> Sont donnés des indivisibles, c'est-à-dire des inétendus, sans quoi l'on ne saurait intelliger ni le commencement ni la fin du mouvement ni du corps. La démonstration en est la suivante : on se donne le commencement et la fin d'un certain espace, corps, mouvement, temps ; représentons cela dont on recherche le commencement par la ligne *ab*, de point milieu *c*, et soit *d* le milieu entre *a* et *c*, *e* entre *a* et *d*, et ainsi de suite : recherchons le commencement des choses à gauche, du côté *a*. Je dis que *ac* n'est pas le milieu, car on peut lui ôter *dc* et le commencement demeure. Ni *ad*, car on peut lui ôter *ed*, et ainsi de suite ; rien n'est donc le commencement, à quoi l'on peut ôter quelque chose du côté droit. Mais ce à quoi aucune extension ne peut être ôtée, cela est inétendu. Par conséquent, ou bien le commencement du corps, de l'espace, du mouvement, du temps (à savoir le point, le *conatus*, l'instant) n'est rien, ce qui est absurde, ou bien est inétendu, ce qu'il fallait démontrer[18].

17 Voir par exemple le *De minimo et maximo*, 1672-1673, A VI, 3, 98, 27 et 99, 10.

18 *Theoria motus abstracti*, 1670-1671, A VI, 2, 264, 21-29 : « *Dantur indivisibilia seu inextensa, alioquin nec initium nec finis motus corporisve intelligi potest. Demonstratio haec est : datur initium finisque spatii, corporis, motus, temporis alicujus : esto illud cujus initium quaeritur, expositum linea ab, cujus punctum*

À ce paragraphe fait logiquement suite celui souvent cité sur le point. Leibniz réfute la définition euclidienne, puis hobbesienne, du point, pour se ranger à une doctrine qu'il croit fidèle à Cavalieri :

> Le point n'est pas ce dont la partie est nulle, ni ce dont la partie n'est pas prise en considération, mais ce dont l'extension est nulle, c'est-à-dire ce dont les parties sont indistantes, ce dont la grandeur est négligeable, inassignable, plus petite que celle qui peut être représentée par un certain rapport – à moins qu'il ne soit infini – à une autre partie perceptible, plus petite enfin que celle qui peut être donnée : et ceci est le fondement de la Méthode de Cavalieri, grâce auquel la vérité de cette dernière est démontrée de manière évidente, à savoir : que l'on excogite certains rudiments, si je puis ainsi parler, ou commencements des lignes et des figures plus petits que toute celle pouvant être donnée[19].

Cette attribution, comme le soulignent les exégètes depuis Alexandre Koyré, résulte d'un double contresens, d'après lequel la méthode de Cavalieri serait synthétique et non analytique, c'est-à-dire composerait le continu à partir d'une infinité d'éléments premiers, plutôt qu'elle n'établirait une analogie entre des figures finies conceptuellement décomposables[20]. Pour « sauver » la doctrine cavaliérienne ainsi

---

medium c, et medium inter a et c sit d, et inter a et d sit e, et ita porro : quaeratur initium sinistrorum, in latere a. Ajo ac non esse initium quia ei adimi potest dc salvo initio ; nec ad, quia ed adimi potest, et ita porro ; nihil ergo initium est, cui aliquid dextrorsum adimi potest. Cui nihil extensionis adimi potest, inextensum est ; initium ergo corporis, spatii, motus, temporis (*punctum nimirum, conatus, instans*) *aut nullum, quod absurdum, aut inextensum est, quod erat demonstrandum.* »

19 A VI, 2, 265, 16 : « *Punctum non est, cujus pars nulla est, nec cujus pars non consideratur ; sed cujus extensio nulla est, seu cujus partes sunt indistantes, cujus magnitudo est inconsiderabilis, inassignabilis, minor quam quae ratione, nisi infinita ad aliam sensibilem exponi possit, minor quam quae dari potest : atque hoc est fundamentum Methodi Cavalerianae, quo ejus veritas evidenter demonstratur, ut cogitentur quaedam ut sic dicam rudimenta seu initia linearum figurarumque qualibet dabili minora.* »

20 *Cf.* Alexandre Koyré, « Bonaventura Cavalieri et la géométrie des continus », dans *Études d'histoire de la pensée scientifique*, Paris, Gallimard,

comprise[21], Leibniz ne s'en remet ni au continu aristotélicien, ni à une solution atomiste – l'alternative où veulent souvent l'enfermer ses exégètes – mais à une doctrine qui s'apparente, je ne crois pas qu'on l'ait encore noté, à celle que Plutarque nous dit avoir été défendue par le Stoïcien Chrysippe. Dans sa résolution du fameux dilemme des tranches du cône, ce dernier postulait, exactement comme le Leibniz de la *Theoria motus abstracti*, des points aux parties indistantes. Chrysippe, nous dit Plutarque[22], soutenait que les deux côtés de la coupure « sont bien inégaux, mais ne sont pas, en tant qu'ils sont plus grands l'un que l'autre, en excès l'un sur l'autre ([...] ἀνίσους μὲν εἶναι, μὴ ὑπερέχειν δ᾽ ᾗ μείζονές εἰσιν) ». C'est cette doctrine du continu qui sous-tend tout l'exposé continuiste de Sextus Empiricus dans les *Hypotyposes* et le *Contre les Physiciens*, et c'est à elle, voudrais-je suggérer en m'appuyant sur les constatations historiques présentées au début de cet article, que le jeune Leibniz a recours pour fonder son « contresens » sur la doctrine cavaliérienne du continu. Je suggérerai plus bas que Chrysippe s'est inspiré du modèle de grandeurs non-archimédiennes que semblaient offrir les angles corniculaires. Or ce rapprochement est explicitement dressé par le treizième *fundamentum* de la *Theoria motus abstracti* :

1973, p. 334-361 ; p. 341 : « La démarche de la pensée cavalierienne est une démarche analytique et non une démarche synthétique : il ne part pas du point, de la ligne, du plan, pour en arriver, par une sommation impossible, à la ligne, au plan, au corps. Tout au contraire, il part du corps, du plan, de la ligne, pour y découvrir, comme éléments déterminants et même constitutifs – mais non composants – le plan, la ligne et le point ». *Cf.* Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, *op. cit.*, p. 313-316 et Philip Beeley, *Kontinuität und Mechanismus. Zur Philosophie des jungen Leibniz in ihrem ideengeschichtlichen Kontext*, Stuttgart, Franz Steiner, « *Studia Leibnitiana Supplementa* » 30, 1996, p. 262-271.

21 *Cf.* la *lettre à Pierre de Carcavy* du 22 juin (?) 1671, au sujet de la *Theoria motus abstracti* : « *Illud compositionem continui ad summam claritatem redigit, Geometriam indivisibilium Cavalerii demonstrativa ratione vindicat* » (A II, I, 126). Voir Philip Beeley, *Kontinuität und Mechanismus*, *op. cit.*, p. 262, n. 1.

22 Plutarque, *De comm. notion. adv. Stoic.*, 1079D. *Cf.* Marwan Rashed, *Alexandre d'Aphrodise, Commentaire perdu à la* Physique *d'Aristote* (*Livres IV-VIII*) *: les scholies byzantines*, Berlin/New York, De Gruyter, 2011, p. 609-613.

> Un seul point du mouvement du corps durant le temps du *conatus*, soit un temps plus petit que celui qui peut être donné, est dans plusieurs lieux, ou points d'espace, c'est-à-dire emplira une partie d'espace plus grande que lui, ou plus grande que celle qu'il emplit lorsqu'il est au repos ou mû d'un mouvement plus lent, ou lorsque son *conatus* ne se déploie qu'en une unique impulsion ; cependant, cette partie aussi est inassignable : elle consiste en un point, quand bien même le rapport d'un point du corps (ou d'un point de l'espace qu'il emplit lorsqu'il est au repos) au point d'espace qu'il emplit par son mouvement est celui de l'angle de contact à l'angle rectiligne, c'est-à-dire celui du point à la ligne[23].

310 De manière on ne peut plus explicite, l'angle de contact procure une analogie pour penser le continu dynamique. Très tôt s'est donc formée, dans l'esprit de Leibniz, une connexion entre, d'une part, l'interprétation du premier argument de Zénon comme une Dichotomie gauche et la critique du continuisme et, d'autre part, la théorie stoïcienne du point dynamique telle qu'elle était formulée par Sextus et la grandeur non-archimédienne que paraît être l'angle de contact (qu'il connaît, on le verra sous peu, par Grégoire de Saint-Vincent). Pour résoudre la Dichotomie gauche, il faut renoncer à une version trop statiquement aristotélicienne du continu, c'est-à-dire postuler un continu non archimédien. Et pour briser un tel interdit, il faut se réclamer du paradoxe des angles de contact. La stratégie, en 1671, est donc parfaitement stoïcienne. Et pourtant, quelques années plus tard, à l'automne 1676, le *Pacidius* paraît travailler avec des points euclidiens. C'est cet apparent paradoxe que nous voudrions maintenant tenter d'expliquer.

---

23 *Theoria motus abstracti*, A VI, 2, 265, 24-29 : « *Unum corporis moti punctum tempore conatus seu minore quam quod dari potest est in pluribus locis seu punctis spatii, id est implebit partem spatii se majorem, vel majorem quam implet quiescens, aut tardius motum, aut conans in unam tantum plagam ; attamen et ipsam inassignabilem seu in puncto consistentem quamquam puncti corporis* (*vel puncti spatii quod implet quiescens*) *ea sit ratio ad punctum spatii quod implet motu, quae est anguli contactus a rectilineum, seu puncti ad lineam.* »

LES TENSIONS ENTRE CONTINU PHYSIQUE ET CONTINU MATHÉMATIQUE

Nous avons conservé, de février 1676, soit quelques mois avant la rédaction du *Pacidius*, un texte très obscur, car il ne s'agit que de notes personnelles égrenées sur le papier, et dont le mouvement assez erratique trahit une pensée qui se cherche encore. Leibniz l'a intitulé *De arcanis sublimium vel de summa rerum* et a apposé sur le feuillet, après coup, la date du 11 février 1676, comme s'il voulait fixer, un peu emphatiquement, l'événement d'une illumination. De quoi peut-il bien s'agir ? Plusieurs thématiques s'entremêlent, dont, en particulier, les trois suivantes : Dieu, le continu et la constitution des liquides. On n'a pas assez remarqué qu'il s'agit là des trois pièces centrales de l'argument final du *Pacidius*, qui inaugure, de fait, la doctrine mûre de Leibniz sur l'idéalité de l'espace et du temps. Bien qu'à la différence de ce qu'il fera dans le *Pacidius*, Leibniz ne mentionne pas les *Principia* de Descartes, c'est bien sûr de la Prop. II 33 (*Quomodo in omni motu integer circulus corporum simul moveatur*) qu'il s'inspire et, pour la morale métaphysique de l'argument, des Prop. II 34 (*Hinc sequi divisionem materiæ in particulas revera indefinitas, quamvis eæ nobis sint incomprehensibiles*) et II 35 (*Quomodo fiat ista divisio, et quod non sit dubitandum quin fiat, etsi non comprehendatur*) sur lesquelles la Prop. II 33 débouche[24]. La structure même du liquide parfait est une preuve de l'infinité actuelle des indivisibles. Dans le *De arcanis*, l'argument est encore aporétique, tiraillé entre la nécessité rationnelle de concevoir le corps liquide comme infiniment divisé, parce que liquide, et celle de le concevoir comme non infiniment divisé, en tant que corps doté de cohésion. Dans un premier temps, Leibniz exprime – pour la première fois à notre connaissance – l'idée présidant à sa conception de l'espace, réellement divisé, idéalement continu[25]. Il commence le développement

24 *Cf.* AT VIII, 58-60 (*cf.* IX, 81-83). Sur les stratégies de ces arguments cartésiens sur l'infini, voir Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, *op. cit.*, p. 221-230.

25 Il ne s'agit évidemment pas de dire, on l'aura compris, que l'espace est réellement divisé en monades (sur cette méprise « kantienne », voir Michel Fichant, « Leibniz a-t-il "intellectualisé les phénomènes" ? Éléments

qui nous intéresse par l'assimilation de la fluidité parfaite à la composition à partir de points, ce qui le conduit à postuler – chose à laquelle il renoncera dans le *Pacidius* – un « vide métaphysique » (*vacuum metaphysicum*), ayant sans doute vocation à délimiter ces points « pleins » du liquide :

> Il paraît s'ensuivre du solide dans un liquide qu'une matière parfaitement fluide ne soit rien sinon la multitude des points infinis, c'est-à-dire de corps plus petits que ceux qui pourraient être assignés ; c'est-à-dire, qu'est nécessairement donné un vide interstitiel, métaphysique[26].

En découle la conséquence, qui, c'est du moins notre hypothèse, confère à ce texte son importance aux yeux de Leibniz :

> Il s'ensuivra en effet que le fluide parfait n'est pas continu, mais discret, c'est-à-dire sera une multitude de points. Pour cette raison, il ne suit pas de là que le continu soit composé de points, dès lors que la matière liquide ne sera pas un véritable continu, quand bien même l'espace est un véritable continu ; on constate à nouveau par là tout ce qui sépare l'espace de la matière. La matière seule peut être expliquée par la multitude dépourvue de continuité. De fait, la matière semble un être discret, car même si on la prend solide, il n'en demeure pas moins que pour autant qu'elle est matière, lorsque le ciment prend fin,

---

pour l'histoire d'une méprise », dans François Calori, Michael Fœssel et Dominique Pradelle (dir.), *De la sensibilité. Les Esthétiques de Kant*, Rennes, PUR, 2014, p. 37-70). L'espace leibnizien est, et n'est que, matériellement divisé à l'infini, c'est-à-dire n'existe que comme possibilité de déploiement d'un choix libre de divisions infinies effectives parmi d'autres. *Cf.* Herbert Breger, « Leibniz, Weyl und das Kontinuum », dans Albert Heinekamp (dir.), *Beiträge zur Wirkungs- und Rezeptionsgeschichte von Gottfried Wilhelm Leibniz*, Stuttgart, Franz Steiner, « *Studia Leibnitiana Supplementa* » 26, 1986, p. 316-330 et Herbert Breger, « Das Kontinuum bei Leibniz », dans Antonio Lamarra (dir.), *L'infinito in Leibniz. Problemi e terminologia*, Roma, Ed. dell'Ateneo, 1986, p. 53-67.

26 Leibniz, *De arcanis sublimium vel de summa rerum*, février 1676, A VI, 3, 473, 18-20 : « *videtur sequi ex solido in liquido, quod materia perfecte fluida sit nihil nisi multitudo infinitorum punctorum, seu corporum minorum quam quae assignari possint, seu quod necessario detur vacuum interspersum, Metaphysicum.* »

à savoir le mouvement ou autre chose, elle se réduira à son état liquide, c'est-à-dire divisé, d'où il suit qu'elle se compose de points[27].

On ne saurait trop insister, avec Leibniz, sur l'importance métaphysique de ces lignes. Nous avons dorénavant la solution à l'aporie du continu, que Leibniz modulera par la suite, mais qu'il n'abandonnera jamais. Il y a un divorce entre le réel de la matière et l'idéal de l'espace. Celle-là est discrète, celui-ci est continu. Le liquide est ici conçu comme la vérité de la matière, ou, comme le dit Leibniz, la matière telle qu'en elle-même, *quatenus materia*. En février 1676, Leibniz hésite toutefois encore sur la nature exacte de ce réel infinitésimal. La cohérence un peu radicale du modèle cartésien conduit à postuler des points infinis, quitte à les plonger dans un « vide métaphysique » (Leibniz suit ici Descartes, qui clôt la Prop. II 34 ainsi : « *quod ut fiat, necesse est omnes imaginabiles ejus particulas, quæ sunt revera innumeræ, a se mutuo aliquantulum removeri, et talis quantulacunque remotio divisio est* »). Pour éviter l'anéantissement dans le rien – conséquence fâcheuse qui n'avait rien pour déplaire à Descartes, qui tendait au contraire, dans les *Principia*, à exacerber les tensions de l'argument – il faut sans doute supposer que ces points ne sont pas ceux du « continu algébrique » cartésien[28], mais conservent leur structure de la *Theoria motus abstracti*. Ce sont des points en quelque sorte dynamiques, à la tonicité toute stoïcienne, dont le mouvement, ici encore de manière fort stoïque, constitue le mortier, *caementum*, des choses.

27 Leibniz, *De arcanis sublimium vel de summa rerum*, A VI, 3, 473, 24-31 : « *Sequetur enim perfecte fluidum non esse continuum, sed discretum, seu punctorum multitudinem. Quare non hinc sequitur continuum componi ex punctis, materia cum liquida non foret verum continuum, etsi spatium sit verum continuum, unde rursus patet, quantum intersit inter spatium et materiam. Materia sola explicari potest multitudine sine continuitate. Et revera Materia videtur esse Ens discretum, nam [etiam] si solida sumatur, tamen quatenus materia est cessante caemento, motu verbi gratia aliove, reducta erit ad statum liquiditatis, seu divisibilitatis, unde sequitur ipsam ex punctis componi.* »

28 *Cf.* Enrico Giusti, « Immagini del continuo », dans Antonio Lamarra (dir.), *L'infinito in Leibniz*, *op. cit.*, p. 3-32 ; p. 11-15 en particulier sur le « *continuo algebrico* » de Viète et Descartes.

Qu'il s'agisse du fond du problème est attesté par les réflexions de Leibniz à la page suivante. Celui-ci revient sur l'argument des *Principia*, pour proposer une atténuation de sa première solution. Après avoir exprimé l'idée de l'emboîtement infini des mondes – un monde étant même défini comme « ce qui contient infiniment de créatures[29] », il poursuit :

> Il faut cependant voir s'il ne se produit pas, dans un liquide, tantôt une plus grande, tantôt une plus petite division, en fonction des mouvements variés des solides en lui ; et d'ailleurs, il faut examiner rigoureusement si la division parfaite du liquide qui s'ensuit atteint des points métaphysiques, ou seulement des points mathématiques. Car l'on pourrait appeler les points mathématiques des « indivisibles cavaliériens », même s'ils ne sont pas métaphysiques, c'est-à-dire des *minima*. Que si l'on pouvait montrer qu'un liquide se laisse plus ou moins diviser, il s'ensuivra que le liquide ne se résout pas en indivisibles. On pourrait toutefois soutenir qu'un liquide se compose de points parfaits, même s'il n'est jamais dissout jusqu'à eux, c'est-à-dire parce qu'il est capable de toutes les résolutions et que, si le mortier vient à cesser – à savoir l'Esprit et le mouvement – il cessera[30].

Ce texte riche et difficile constitue l'aboutissement de la réflexion leibnizienne avant le *Pacidius*. Sous toutes réserves, il semble qu'on puisse en restituer l'argumentation sous-jacente ainsi. On a suivi Descartes en assimilant le liquide parfait à ce qui est entièrement divisé, c'est-à-dire à ce qui se résout en points – Descartes évoque quant à lui, avec la prudence que l'on sait, « des parties » toujours plus petites, indéfiniment divisées. Mais on peut se demander, c'est une première question, si la capacité à être *plus ou moins* divisé n'est pas constitutive du liquide parfait. De plus, et c'est

---

29 A VI, 3, 474, 13-22.

30 *Ibid.*, 21-28 : « *Videndum tamen an non in liquido nunc major nunc minor sequatur subdivisio, pro variis in eo solidi motibus ; adeoque examinandum rigorose, an perfecta divisio liquidi in puncta metaphysica, an vero tantum in puncta mathematica sequatur. Nam puncta mathematica possent appellari indivisibilia Cavaleriana, etsi non sint metaphysica seu minima. Quod si ostendi posset plus minusve dividi liquidum, sequetur non resolvi liquidum in indivisibilia. Posset tamen defendi liquidum componi ex punctis perfectis, etsi nunquam in illa prorsus resolvatur, vel ideo quia omnium est resolutionum capax, et caemento cessante, mente scilicet et motu, cessabit.* »

une seconde question, cette division parfaite, à quel type d'indivisibles aboutit-elle ? Métaphysiques, c'est-à-dire purs indivisibles sans l'ombre d'une différentiation interne ? Mathématiques (ou « cavaliériens »), c'est-à-dire admettant, malgré leur indivisibilité, une certaine différentiation ? Quoi qu'il en soit, ajoute Leibniz, la possibilité pour le liquide d'être *plus ou moins* divisé rend l'hypothèse de l'indivisibilité des constituants ultimes intenable. Encore que l'on puisse supposer que les constituants indivisibles ne soient jamais atteints par dissolution, faute de quoi le corps lui-même s'anéantirait. Cela signifierait à nouveau, mais implicitement cette fois, que Leibniz admet une distinction entre la matière et l'espace : celle-là serait infiniment divisée mais non pas partout divisée, tandis que celui-ci serait une potentialité de division infinie *et partout*, dont la division (*per impossibile*) mènerait à l'anéantissement du corps.

On observe ici les tensions auxquelles est en proie, à ce stade de son évolution, la pensée de Leibniz. Celui-ci en vient en effet à proposer deux descriptions de la structure infinitésimale de la réalité physique en caractérisant l'une comme métaphysique et l'autre comme mathématique. De plus en plus insatisfait de l'indivisible cavaliérien, Leibniz opère donc un basculement remarquable : ce qui risque de devenir exclusivement physique (une sorte de corpuscularisme du point) et qui, en février 1676, est déjà inopérant dans le cadre de la mathématique leibnizienne, est qualifié de « mathématique » en contexte physique, tandis que la structure indifférenciée du continu qu'exige le Calcul est baptisée du nom de « métaphysique ». Leibniz, en février 1676, est au milieu du gué : il s'est débarrassé, en mathématiques, de son cavaliérisme stoïcisant, mais il n'a pas encore rendu sa doctrine physique homogène à la nouvelle mathématique. Au fond, en ne tranchant pas entre les deux types d'indivisibles, Leibniz hésite encore entre deux rapports du mathématique au physique : la physique va-t-elle tomber sous la juridiction du Calcul, ou conserver, faute de mieux, le langage d'une mathématique dépassée depuis désormais un an ? En février 1676, la question n'est pas tranchée et cette indécision explique l'obscurité du *De arcanis*.

Même si Leibniz réinvestit une distinction sans doute déjà scolaire, parce qu'inhérente à la controverse entre Galilée et Cavalieri sur le statut des indivisibles, il la plie aux exigences de sa propre systématisation, qui passe par une explicitation philosophique des indivisibles cavaliériens à la lumière des infinitésimaux stoïciens. Un écho de cette stratégie originale pourrait se retrouver chez l'un de ses correspondants italiens, Vitale Giordano. Celui-ci, dans la seconde édition de son *Lexicon Mathematicum*, consacre un article aux « *Indivisibilia* ». En apparence, il ne s'agit que d'évoquer les mânes de Galilée et de Cavalieri :

> Les indivisibles dans la Quantité sont considérés différemment par les Philosophes et par les Mathématiciens : ceux-là, pour autant qu'ils désignent les parties minimales et ultimes du continu qui, collectivement, l'intègrent et en font quelque chose d'étendu, et ce, même si ces parties sont en elles-mêmes inétendues et ne se peuvent diviser à nouveau en d'autres parcelles plus petites ; ceux-ci, faisant complètement abstraction de toute matière, les admettent en tant qu'ils possèdent, ou peuvent posséder, un rapport de mesure, tout au moins lorsqu'ils sont comparés à d'autres quantités[31].

Cette insertion de la distinction mathématique / philosophique s'est opérée entre 1668, date de la première édition, à Paris, du *Lexicon*, dont l'article « *Indivisibilia* » est absent, et 1690, date de l'édition augmentée publiée à Rome. On pourrait penser qu'elle demeure, en tant que telle, sous-déterminée. Sous-déterminée dans son versant mathématique, elle serait même indéterminée, osons le dire, dans son versant philosophique. Mais la suite du texte contient une indication d'importance, beaucoup plus précieuse :

> Et certes, tous les Péripatéticiens les évacuent en chœur du rapport de la quantité, et même de l'existence, aussi bien réelle que possible, comme ils disent, du côté de la chose. Et cela parce que, disent-ils, soit par soi seul, soit uni à autre chose d'inétendu, il ne peut produire quelque chose d'étendu, ce qui est constitutif de la quantité. Du côté adverse, toute l'école des

31 Hieronymus Vitali [Vitale Giordano], *Lexicon mathematicum*, Rome, 1690, p. 374 : « *Indivisibilia in Quantitate, aliter considerantur a Philosophis, aliter a Mathematicis : illi, prout appellant minimas et ultimas partes continui collectim illud integrantes, et facientes extensum ; quae tamen in seipsis sint inextensa, nec ulterius in alias inferiores minutias dividi possint ; Isti, praescindendo ab omni materia, accipiunt, prout habent, vel habere possunt rationem mensurae, saltem comparata ad alias quantitates.* »

Stoïciens, avec les Zénonistes, les admettent dans la quantité et s'efforcent de prouver, tant par la raison que par les expériences, que l'indivisible, encore que par soi seul il ne soit pas capable de produire quelque chose d'étendu, le peut bien cependant s'il est uni à d'autres. À cette thèse, assurément, se sont rangés de nombreux modernes. Quant à nous, sans nous occuper de leur litige (qui relève d'ailleurs des questions philosophiques), nous les considérons mathématiquement[32].

Giordano, peu après avoir fréquenté Leibniz à Rome[33], fait donc paraître une édition de son ouvrage où l'on retrouve le trait qui nous a paru, dans un contexte identique, spécifiquement leibnizien. Il serait ainsi tentant de supposer l'influence de Leibniz à l'arrière-plan non pas tant de l'opposition entre deux sortes d'indivisibles, certainement déjà scolaire en 1690, que de l'association des stoïciens aux *Zenonistæ* sur la question du continu[34]. Ce stoïcisme-là n'est pas celui de

32 *Ibid.* : « *Et quidem Peripatetici omnes pleno ore ea eliminant a ratione quanti, imo et ab existentia, tam reali quam possibili, ut aiunt, a parte rei. Eo quia, inquiunt, sive se solo, sive unitum alteri inextenso, non potest facere extensum, quod est constitutivum quantitatis. Ex adverso tota Stoicorum schola cum Zenonistis, ea ultro admittunt in quantitate, ac tum ratione tum experimentis probare nituntur indivisibile etsi se solo aptum non sit facere extensum, attamen bene posse unitum cum aliis : cui profecto sententiæ hodie adstipulantur multi Recentiores. Nos istorum lite omissa* (*de qua alias in Philosophicis*) *ea Mathematice consideramus.* »

33 *Cf.* André Robinet, *G. W. Leibniz iter Italicum mars 1689-mars 1690 : la dynamique de la République des lettres : nombreux textes inédits*, Firenze, Olschki, 1988, p. 70-71. L'auteur s'appuie, pour reconstituer les rapports entre Giordano et Leibniz, sur trois lettres éditées dans Gerhardt, *G. W. Leibniz, Mathematische Schriften*, vol. I, Berlin, 1849, p. 195-200. La correspondance laisse apercevoir l'existence de discussions entre les deux hommes peu avant le 11 novembre 1689, où il aura été question de fondation de la géométrie (la définition de la ligne droite) et du *De momentis gravium* publié par l'italien. Autant de thèmes apparentés à celui qui nous occupe.

34 Sur ceux-ci, sectateurs de Zénon d'Élée (et non du stoïcien Zénon de Citium) en tant que l'Éléate aurait professé le continu composé d'indivisibles, voir Paolo Rossi, « I punti di Zenone : una preistoria vichiana », *Nuncius,* vol. 13, 1998, p. 377-425. L'originalité de Giordano n'est en effet pas de mentionner les Zénonistes, car ceux-ci sont souvent cités à l'époque dans ce contexte,

Juste Lipse[35], mais paraît bien dériver d'une lecture de Sextus. En l'état actuel de nos connaissances, cela doit sans doute rester une hypothèse, car il se peut que Leibniz n'ait pas été le seul, durant ces décennies, à jouer le Portique contre le Lycée et le Jardin. Je laisse la question aux érudits leibniziens, me contentant toutefois de voir dans ces lignes de Giordano une confirmation de la lecture de la *Theoria motus abstracti* en termes crypto-stoïciens.

Revenons au *De arcanis*. Ce texte laissait ouverte la possibilité d'une composition de la matière à partir de points non pas mathématiques, mais métaphysiques et suggérait d'attribuer au *caementum*, quel qu'il soit, la cohésion au moins phénoménale du réel. Le *Pacidius* reprend le problème à ce stade, sans se donner trop beau jeu. Deux notions du *De arcanis* disparaissent en effet : on ne trouve plus trace, dans le *Pacidius*, ni du « vide métaphysique », ni d'un mortier liant entre eux des indivisibles sans égard pour des exigences, fussent-elles minimales, de continuité. Autrement dit, on assiste à l'un de ces retours, périodiques chez Leibniz, de schèmes aristotéliciens. Le mortier n'est plus *seulement* le mouvement des particules, ou l'Esprit, sorte de Zeus-νοῦς moderne, qui en assure la cohérence. En revanche, le modèle (la métaphore ?) du *pli* prendra en charge la cohérence de la matière. Ce que l'on identifiait comme spécifiquement baroque est donc pour partie au moins, et contrairement aux apparences faciles, un retour en règle, après les années crypto-stoïciennes, à Aristote. Car dans le *Pacidius*, l'insistance est grande, et avouée, sur la thèse aristotélicienne que l'indivisible véritable est la limite d'un continu – définition même du pli. Certes, l'infinité des plis fait toute la différence avec l'ancien modèle. Mais elle fait aussi toute la difficulté de la solution du *Pacidius* et explique sans doute que le dialogue soit resté à l'état manuscrit[36]. Quoi qu'il en soit, entre février et octobre 1676, Leibniz fait ses adieux au point stoïcien.

---

mais de leur associer les Stoïciens. C'est par cette association que l'on se rapproche de l'analyse ici proposée de Leibniz.

35 *Cf.* Iusti Lipsi *Physiologiæ Stoicorum libri tres*, Anvers, 1604.

36 Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes, op. cit.*, p. 336, n. 2, en dépit, ou en raison, de toute sa pénétration, juge la conclusion du Pacidius « hésitante ». Je ne suis d'ailleurs pas certain d'être d'accord avec la formulation qu'il en donne : « les infiniment petits utiles à l'invention

LA RÉSORPTION DES TENSIONS ET LE RETOUR AU CONTINU ALGÉBRIQUE

Si, dans la controverse entre Galilée et Cavalieri, celui-là admet des indivisibles réels mais leur dénie d'être mathématisables, tandis que celui-ci y voit une construction mathématique sans garantie de correspondance réelle, le rejet leibnizien, courant 1676, de la thèse attribuée à Cavalieri, implique une confrontation directe avec celle de Galilée[37]. Nous voudrions montrer qu'en réalité, et plus subtilement, c'est la convergence de sa nouvelle mathématique et d'un refus inaugural d'un argument central de Galilée qui finit par provoquer chez Leibniz l'abandon du modèle stoïco-cavaliérien et, par suite, la reformulation complète du problème du continu.

Le nerf de l'argument de Galilée se fonde sur la démonstration de l'égalité, dans le cas de l'infini, du tout et de la partie. Chaque entier naturel pouvant être mis en correspondance avec son carré, le nombre des carrés est égal, dans l'infini, au nombre des entiers carrés et non carrés. Le tout est donc égal à la partie. C'est la preuve, pour Galilée, que le continu physique est insondable. Il faut s'en tenir aux seules grandeurs mathématiques, objet exclusif de la géométrie. Leibniz n'a jamais accepté cette remise en cause de l'axiome du tout et de la partie[38]. Or, en raison des cheminements de sa formation philosophique et mathématique, cette thèse de Galilée apparaît souvent chez lui accompagnée d'un autre contre-exemple à l'axiome d'Euclide, l'angle de contact[39]. De même donc que, dans le domaine

mathématique existent-ils dans la nature ? ». Leibniz évacue sans l'ombre d'une hésitation cette éventualité.

37 Pour la reconstitution de l'enjeu du débat entre Galilée et Cavalieri, trop grossièrement schématisé ici, voir Enrico Giusti, « Immagini del continuo », art. cit., p. 7-11, en particulier p. 10-11 : « *Galileo aveva proposto l'immagine di un continuo frantumato, infinitamente divisibile perché infinitamente diviso ; un continuo atomico del quale non si davano relazioni quantitative. Cavalieri, che esattamente tali relazioni vuole stabilire, indietreggia davanti alle implicazioni filosofiche della sua teoria, et rinuncia a vedere nei suoi indivisibili le costituenti ultime delle figure che egli voleva misurare* ».

38 Voir sa critique dès le stade de ses notes sur Galilée, 1672-1673, A VI, 3, 168.

39 Historiquement, la question de l'angle de contact semble même avoir précédé celle des nombres infinis dans les recherches mathématiques de

de l'infiniment grand, la partie égalerait le tout, de même, dans celui de l'infiniment petit, pourrions-nous mettre en défaut l'axiome fondamental des mathématiques traditionnelles. Leibniz mentionne toujours, dans ce contexte, Grégoire de Saint-Vincent :

> Puis donc que dans ce nombre infini, il y a autant de nombres pairs que de nombres pairs et impairs à la fois, soit que de nombres tout court, il s'ensuit que dans ce nombre infini est mis en défaut ce vénérable axiome, que le tout est plus grand que la partie (à la façon dont le P. Grégoire de Saint-Vincent a prétendu qu'il était mis en défaut dans le cas de l'angle de contact)[40].

De même dans deux textes antérieurs à la rencontre avec Huygens, donc au moment où celui-ci renvoie Leibniz à la lecture de l'*Opus geometricum* (qu'il emprunte alors, automne 1672, à la Bibliothèque royale[41]) – ce qui tendrait à indiquer que la première connaissance de Saint-Vincent est purement doxographique[42]. Il s'agit, tout d'abord, de la *Préface à Nizolius* :

> Mais on ne saurait tout bonnement espérer acquérir la certitude parfaite de l'induction, quand bien même l'on ajoutera toutes les aides que l'on voudra, et nous ne connaîtrons jamais parfaitement par la seule induction cette proposition : le tout est plus grand que la partie. Car aura tôt fait de se présenter quelqu'un qui niera, en vertu de quelque raison particulière, qu'elle soit vraie dans le cas de choses qui n'ont pas encore été éprouvées, à la façon

Leibniz. Voir Joseph E. Hofmann, *Leibniz in Paris 1672-1676. His Growth to Mathematical Maturity*, Cambridge, CUP, 1974, p. 12-14.

40 *À Gallois*, *Accessio ad arithmeticam infinitorum*, fin 1672, A II, I, 349.17-20 : « *Cum ergo in numero isto infinito tot sint numeri pares quot numeri pares et impares simul, seu quot numeri simpliciter, sequitur in numero isto infinito fallere axioma illud : totum esse majus parte* (*quemadmodum P. Gregorius a S. Vincentio id contendit fallere in angulo contactus*). »

41 *Cf.* Joseph E. Hofmann, *Leibniz in Paris*, *op. cit.*, p. 15.

42 *Ibid.*, p. 5, n. 27 et surtout p. 13, n. 2, où l'auteur fait l'hypothèse que Leibniz a d'abord connu l'*Opus geometricum* par ce qu'en disait « Hobbes, *De corpore* I, chap. 8, § 25 ». Mais dans la version latine (*cf.* Thomas Hobbes, *De corpore. Elementorum Philosophiae sectio prima*, éd. K. Schuhmann, Paris, Vrin, 1999, p. 93-94), le § 25 du chap. 28 appartient au livre II du *De corpore* et non au livre I, et ne mentionne ni l'angle de contingence, ni Grégoire de Saint-Vincent. Il s'agit simplement d'une démonstration de l'axiome euclidien du tout et de la partie.

> dont, de fait, nous savons que Grégoire de Saint-Vincent a nié que le tout est plus grand que sa partie, à savoir dans les angles de contact ; que d'autres l'ont nié dans le cas de l'infini [...][43].

Puis, un an plus tard, de la *Démonstration des propositions primaires* :

> Et que répondrons-nous aux Sceptiques, qui se moquent de ce vénérable connu-de-soi que nous professons ? Que répondrons-nous aux Mathématiciens et aux Philosophes, qui parfois ont l'audace de nier les choses qui paraissent claires aux autres gens ? Ainsi, que le tout est plus grand que la partie a été nié dans le cas de l'angle de contact par Grégoire de Saint-Vincent et dans le cas de l'infini par le Cardinal Pallavicini[44].

Directes ou indirectes, ces passages sont des références évidentes au texte canonique de l'*Opus geometricum*[45].

43 *Dissertatio preliminaris ... ad Nizolium*, début 1670, A VI, 2, 432, 9-14 : « *Sed certitudo perfecta ab inductione sperari plane non potest, additis quibuscunque adminiculis, et propositionem hanc : totum majus esse sua parte, sola inductione nunquam perfecte sciemus. Mox enim prodibit, qui negabit ob peculiarem quandam rationem in aliis nondum tentatis veram esse, quemadmodum ex facto scimus Gregorium a S. Vincentio negasse totum esse majus sua parte, in angulis saltem contactus*; *alios in infinito [...]* ».

44 *Demonstratio propositionum primarum*, automne 1671-début 1672, A VI, 2, 480 : « *Et quod Scepticis respondebimus, qui irrident illud nostrum per se notum ? Quid magnis Mathematicis et Philosophis, qui interdum negare audent, quae aliis clara videntur ? Ut totum esse maius parte in Angulo contactus negavit Gregorius a S. Vincentio et in infinito Cardinalis Pallavicinus.* »

45 Grégoire de Saint-Vincent, *Opus geometricum quadraturæ..., op. cit.*, p. 870-871 : « *Quod si quis disputationem in medium proferat qua nonnulli non infimae sortis geometrae disceptarunt de angulo contingentiae, an ille scilicet secundum quantitatem cum angulis rectilineis secundum aliquam proportionem conferri possit, responsi loco repono quod anguli siue rectilinei {p. 871} fuerint, siue curui, siue mixti, non alia ratione ad quantitatem spectent quam secundum spatium quo continent, siue illud planum fuerit, siue solidum, secundum quod inter se non minus comparari possunt quam alia quaevis superficies cum superficie, aut corpus cum quavis solida magnitudine : angulus enim in recto* (*ut cum Philosophis loquar*) *non est quantitas, sed quantitatis in obliquo, siue aliquid est ad quantitatem pertinens. Unde secundum naturam suam excludi debet a veris speciebus quantitatis. Quod si enim inter veras quantitatis species angulos admiserimus, incidemus in labyrinthos, quibus*

Bref, pour le Leibniz des années parisiennes, l'évocation de l'axiome du tout et de la partie suscite immanquablement deux contre-exemples : celui des ensembles infinis de nombres et celui de l'angle de contingence.

Il est dès lors frappant de constater que dans le *Pacidius*, alors que le paradoxe galiléen figure en bonne place, l'angle de contact disparaît. On assiste même, comme procédant d'un remord vite expié, à son discret sacrifice sur l'autel du tout et de la partie :

> [Charinus] : Absolument pas. Je suis en effet d'avis qu'une proposition est sur-le-champ totalement vraie ou totalement fausse. Je comprends maintenant ta question : l'eau a beau devenir chaude également par échauffement progressif, il suffit cependant d'un seul instant pour qu'elle passe de non-chaude à chaude ou le contraire, à la façon dont en un instant, un angle droit devient oblique[46].

À première vue, cette disparation est d'autant plus étonnante que les thèmes du *Pacidius* sont apparentés à ceux de l'angle. Il s'agit en effet

---

Geometriae principia se destruant necesse est. Quod manifestum fiat, sequentis propositionis demonstrationem considerandam pono.
THEOREMA
Contingat AB, duos circulos se contingentes in B, exhibentes angulos contingentiæ ABCD, ABEF.
Dico hos angulos esse inter se aequales.
Demonstratio.
Illae enim sunt dicendae aequales quantitates, a quibus in infinitum partes demi possunt inter se aequales : sed hoc fieri potest in angulis dictis. Quod sic ostendo. Dividatur semicirculi perimeter BDH bifariam in D, et ducta BD occurrat circulo BFG, in F ; igitur angulus DBH aequalis est angulo FBG. Eadem operatio fiat de arcu BCD : bisecetur scilicet in C, et ponatur recta BG, itaque etiam angulus CBD, aequalis est angulo EBF : sed hoc in infinitum fieri potest ; igitur quantitas anguli HBCD semiperimetri cum diametro aequalis est quantitati anguli GBEF semiperimetri BFG, um diametro BG. Quare etiam residui anguli contingentiae qui complent rectum angulum sunt inter se aequales.
Hinc consequitur doctrina quae plane destruit Geometriae principia, quod scilicet totum sit parti suae aequale. Nam angulus GBEF pars est anguli HBCD. Pluribus rem hanc prosequi abstineo, quod instituto nostro parum conveniat. »

46 *Pacidius Philalethi*, A VI, 3, 538, 25 et 539, 3.

toujours de réfléchir à la possibilité qu'un mobile parcoure simultanément un certain tout et ses parties. Dans le *Pacidius*, il s'agit d'un segment continu de ligne droite ; dans la réflexion sur l'angle, d'un mouvement de pivotement d'une droite autour d'un point sur un cercle qui, en vertu de l'inclusion des angles mixtes dans les angles rectilignes[47], conduit à dire que la droite pivotante parcourt en bloc, *au moment* où elle cesse de couper le cercle en deux points et se superpose à la tangente, tous les angles mixtilignes. C'est dans ce contexte que les géomètres arabes, en particulier, se sont interrogés sur la possibilité que le mouvement procède par « sauts » – c'est le terme même qu'ils emploient[48].

On a compris dès l'Antiquité que les angles mixtilignes ne vérifiaient pas l'axiome dit d'Eudoxe-Archimède (ou contredisait Euclide, *Éléments* X, prop. 1). Or c'est à cette entorse que l'on assiste dans l'argument continuiste transmis par Sextus Empiricus. Deux stratégies, à l'époque hellénistique, s'étaient affrontées sur la question du continu. Les continuistes ont soutenu qu'un mobile pouvait, simultanément, parcourir la totalité et la partie d'une micro-trajectoire. Les atomistes, en revanche, postulent l'existence d'atomes de temps comme de mouvement. La position stoïcienne, qui représente l'une des deux cornes du dilemme du continu, est bien sûr l'objet d'une réfutation en règle par Sextus Empiricus, qui prête à cette secte une doctrine du parcours « d'un coup » (ἀθρόως) et « simultané » (ἅμα) d'un intervalle divisible. Or, affirme Sextus :

> [...] si le mobile était dit traverser d'un coup toutes les parties du lieu dans lequel il est dit se mouvoir, il serait simultanément dans toutes les parties de ce lieu, et si l'une des parties du lieu à travers lequel se fait le mouvement était froide et l'autre chaude, ou, si l'on veut, l'une noire et l'autre blanche, de sorte que les choses qui s'y trouvent puissent être colorées, le mobile sera en même temps chaud et froid, noir et blanc, ce qui est absurde[49].

47 *Cf.* Euclide, *Éléments* III, prop. 16.

48 *Cf.* Roshdi Rashed, *Angles et grandeur, d'Euclide à Kamāl al-Dīn al-Fārisī*, Berlin/New York, De Gruyter, p. 176-180, en particulier.

49 Sextus Empiricus, *Esquisses Pyrrhoniennes* III, 78 : « εἰ ἀθρόως διιέναι τὸ κινούμενον λέγοιτο πάντα τὰ μέρη τοῦ τόπου ἐν ᾧ κινεῖσθαι λέγεται, ἐν

Sextus, suivi en cela par Leibniz au début du *Pacidius*, se donne donc un mouvement essentiellement polaire. L'exemple du chaud et du froid (c'est-à-dire du chaud et du non-chaud) revient chez les deux auteurs. Sextus en tire la conclusion qu'un mouvement en bloc est impossible, car il reviendrait à nier le principe de non-contradiction, à affirmer donc qu'une même chose est à la fois A et non-A. Leibniz, qui n'en est pas encore à la réfutation des sauts, se contente de reprendre la face positive de l'argument : le changement, dans son essence définitoire, c'est le passage instantané d'un état A à un état non-A.

Aux prises avec l'instantané, nous sommes confrontés à un sorite : si l'on ne veut pas fixer de seuil arbitraire au changement, il faudra admettre que le changement aurait lieu dans des *minima* :

> Pa. : Si la richesse de deux hommes ne diffère que d'une obole, pourra-t-on estimer que l'un est riche sans porter la même estimation sur l'autre ? Ch. : À mon avis non. Pa. : Donc la différence d'une obole ne fait pas l'homme riche ou pauvre ? Ch. : Je ne pense pas. Pa. : Ce n'est donc pas le gain ou la perte d'une obole qui rendront le riche non-riche ou le pauvre non-pauvre ? Ch. : Certainement pas. Pa. : Personne ne peut donc jamais, de pauvre, devenir riche ou de riche, devenir pauvre – quel que soit le nombre d'oboles acquises ou perdues ? Ch. : Pourquoi donc, je te prie ? Pa. : Suppose que l'on donne une obole au pauvre, cesse-t-il d'être pauvre ? Ch. : Pas du tout. Pa. : Qu'on lui donne encore une obole, est-ce qu'il cesse alors ? Ch. : Pas davantage. Pa. : Il ne cessera donc pas plus si on lui donne une troisième obole. Ch. Non. Pa. : Il en va de même pour tout autre nombre. Ou en effet il ne cessera jamais d'être pauvre, ou le gain d'une seule obole suffira. Suppose qu'à la millième obole il cesse d'être pauvre, mais pas encore à la neuf cent quatrevingt dix-neuvième : qu'on le veuille ou non, une seule obole a suffi à faire cesser sa pauvreté. Ch. : Je reconnais la force de l'argument. Je m'étonne d'avoir été joué ainsi. Pa. : Dirais-tu donc qu'ou bien l'on ne devient jamais riche ou pauvre, ou bien il suffit de gagner ou de perdre une

---

πᾶσιν ἅμα ἔσται τοῖς μέρεσιν αὐτοῦ, καὶ εἰ τὸ μὲν ψυχρὸν εἴη μέρος, τὸ δὲ θερμὸν τοῦ δι᾽ οὗ ποιεῖται τὴν κίνησιν, ἢ τὸ μέν, εἰ τύχοι, μέλαν, τὸ δὲ λευκὸν ὥστε καὶ χρώζειν τὰ ἐντυγχάνοντα δύνασθαι, τὸ κινούμενον ἔσται θερμόν τε ἅμα καὶ ψυχρὸν καὶ μέλαν καὶ λευκόν· ὅπερ ἄτοπον. »

> obole ? Ch. : Je suis bien forcé. Pa. : Transposons l'argument de la quantité discrète à la quantité continue [...][50].

La mention de cette classe d'arguments est historiquement décisive. Les leibniziens ne semblent pas avoir remarqué qu'on trouve un parallèle frappant à ce passage dans les *Hypotyposes* de Sextus, dans un contexte très voisin, pour ne pas dire identique. Voici ce qu'il écrit deux paragraphes après celui que nous venons de citer :

> Mais s'ils disent que le mobile parcourt d'un coup un lieu qui est petit mais pas déterminé avec exactitude, nous pourrons, selon l'aporie du sorite, toujours ajouter une grandeur très petite à la grandeur supposée du lieu. Si, en effet, ils s'arrêtent quelque part alors que nous avançons cette critique, à nouveau ils retomberont sur une détermination exacte, c'est-à-dire sur la monstruosité de tout à l'heure. Mais s'ils acceptent l'addition nous les contraindrons à admettre que quelque chose peut être transporté d'un coup à travers la grandeur de la terre entière. De sorte que les choses dites se mouvoir ne parcourent pas d'un coup un intervalle divisible[51].

---

50 *Pacidius Philalethi*, A VI, 3, 539, 5-20 : « *Pa. : Si duorum hominum facultates non nisi uno obolo différant, poteritne unus dives censeri, quin idem et de altero judicium fiat. – Ch. : Non poterit credo. – Pa. : Ergo unius oboli differentia divitem vel pauperem non facit – Ch. : Non opinor. – Pa. : Neque unius oboli additio vel detractio divitem faciet non-divitem, aut pauperem non-pauperem. – Ch. : Non utique. – Pa. : Nemo ergo unquam fieri potest ex paupere dives vel ex divite pauper*; *quotcumque obolis datis vel ademtis. – Ch. : Quid ita obsecro ? – Pa. : Pone pauperi obolum dari, an desiit pauper esse ? – Ch. : Minime. – Pa. : Detur iterum obolus, an tum desiit ? – Ch. : Non magis. – Pa. : Ergo nec tertio obolo dato desinet pauper esse. – Ch. : Fateor. –Pa. : Par est ratio de alio quocunque : aut enim nunquam aut unius oboli adjectione desinet pauper esse. Pone millesimo pauperem esse desinere, nongentésimo nonagésimo nono adhuc fuisse*; *utique unus obolus depulit paupertatem. – Ch. : Agnosco vim argumenti, et me ita delusum miror. – Pa. : Faterisne igitur aut nunquam aliquem divitem vel pauperem fieri aut fieri posse uno obolo addito vel detracto. – Ch. : Cogor fateri. – Pa. : A discreta ad continuam quantitatem argumentum transferamus.* »

51 Sextus Empiricus, *Esquisses Pyrrhoniennes* III, 80 : « εἰ δὲ φήσουσιν, ὅτι μικρὸν μέν, οὐ πρὸς ἀκρίβειαν δὲ περιωρισμένον τόπον ἀθρόως κινεῖται τὸ κινούμενον, ἐνέσται ἡμῖν κατὰ τὴν σωριτικὴν ἀπορίαν ἀεὶ τῷ ὑποτεθέντι μεγέθει ἀκαριαῖον προστιθέναι μέγεθος τόπου. Εἰ μὲν γὰρ στήσονταί

L'argument de Sextus porte ici contre ceux qui postulent un mouvement s'effectuant « sur un intervalle divisible et en bloc » (*κατὰ ἄθρουν μεριστὸν διάστημα*), à savoir les stoïciens. Sextus les réfute en les invitant à choisir entre les deux termes de l'alternative suivante : cet intervalle (évidemment très petit, en tout cas inférieur au seuil de notre perception) est de taille soit indéterminée (ce qu'ils pensent, sans doute) soit déterminée. Dans le premier cas, on peut ajouter une miette à l'indéterminé. On applique alors l'argument du sorite et l'intervalle très petit finira insensiblement par s'étendre aux dimensions de la terre entière. Dans le second cas, on bloque l'intervalle à une grandeur déterminée. Mais on se retrouve alors avec la position « atomiste » dont on a déjà exposé la « monstruosité ».

Il est indéniable que Leibniz connaît ces textes de première main. Il y fait assurément référence dans le *Pacidius*. Dans le cadre limité de cette contribution, je ne peux malheureusement pas exposer dans le détail l'ensemble des emprunts de Leibniz à Sextus. Je me contenterai de noter ici que le débat entre continuité et atomisme s'organise de la même manière chez les deux auteurs. La thèse continuiste affirme que l'on peut traverser simultanément le tout et la partie. Michael J. White, dans un remarquable article[52], a rapproché l'infinitésimal stoïcien des nombres hyperréels de Robinson. La similitude, il est vrai, est séduisante mais, pour qu'il ne s'agisse pas là d'une pétition de principe un peu vaine, il faut pouvoir renvoyer cet énoncé à une situation physique ou mathématique intelligible dans l'Antiquité, dont la valeur de contre-exemple pouvait suffire à garantir des prétendues illusions du cas général. Je fais l'hypothèse historique, inédite je crois, sans avoir le temps de l'établir ici en détail, que l'exemple qui a guidé les stoïciens dans leur affirmation d'un transport continu en bloc est celui-là même que les mathématiciens et philosophes grecs puis arabes,

που τοιαύτην ποιουμένων ἡμῶν συνερώτησιν, πάλιν εἰς τὸν ἀκριβῆ περιορισμὸν καὶ τὴν τερατείαν ἐκείνην ἐμπεσοῦνται· εἰ δὲ προσήσονται τὴν παραύξησιν, ἀναγκάσομεν αὐτοὺς συγχωρεῖν ἀθρόως τι δύνασθαι κινηθῆναι διὰ τοῦ μεγέθους τῆς γῆς ἁπάσης. Ὥστε οὐδὲ <κατὰ> ἄθρουν μεριστὸν διάστημα κινεῖται τὰ κινεῖσθαι λεγόμενα. »

52 Michael J. White, « Zeno's Arrow, Divisibile Infinitesimals, and Chrysippus », *Phronesis,* vol. 27, 1982, p. 239-254.

puis renaissants, et enfin modernes, n'ont cessé de brandir lorsqu'ils ont évoqué la possibilité de braver l'axiome d'Eudoxe-Archimède : celui des angles de contact. Ce serait le modèle bien connu des angles corniculaires qui, analogiquement transposé à l'aporie du mouvement, aurait suggéré aux stoïciens d'interpréter le continu de manière non archimédienne, c'est-à-dire en le constituant à partir d'infinitésimaux actuels. Car le saut, chez Sextus – terme qui d'ailleurs, *et pour cause*, n'y apparaît pas – ne consiste pas dans le fait de quitter une position A pour se retrouver à une position B distante de A sans passer par les points intermédiaires, mais dans celui d'être simultanément dans plusieurs parties infinitésimales sans doute conçues comme indistantes (à en juger par l'analyse chrysippéenne déjà mentionnée des tranches du cône). Autrement dit, il s'agit bien d'une application « libre » du modèle de la rotation de la tangente à un cercle au continu rectiligne, et non d'une théorie du miracle ordinaire. Il s'agit d'actualisme infinitésimaliste, pas d'occasionnalisme, avant l'heure[53]. L'article de Michael J. White n'accomplissait pas le rapprochement avec la question de l'angle et demeurait donc, en dépit de tous ses mérites, spéculatif et allusif. Nous disposons dorénavant du modèle mathématique précis, connu des Anciens, qui aura conduit les Stoïciens à postuler cette doctrine du continu.

Voici donc ce que l'étude des corpus grecs et arabes nous aide à mieux saisir chez Leibniz, et qui demeurait jusqu'à présent dans l'ombre : le fait que Leibniz, pressé par la nécessité de « fonder » philosophiquement les indivisibles mathématiques de Cavalieri, a très vite fait converger sa lecture de Sextus Empiricus et celle de Grégoire de Saint-Vincent, et que cela lui a permis de refaire le trajet parcouru, deux millénaires avant lui, par Chrysippe. Une allusion, quelque vingt ans plus tard, confirme la validité d'un tel scénario. Revenant en 1693 sur sa doctrine du continu, Leibniz écrit[54] :

53 Sur l'occasionnalisme du *Pacidius*, voir Michel Fichant, *La Réforme de la dynamique, textes inédits*, Paris, Vrin, 1994, p. 43.

54 Les italiques dans la citation sont nôtres. Ce passage n'a pas échappé à Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, *op. cit.*, p. 319-320, qui cite aussi la *lettre à Huygens* datée des 10-20 mars 1693, GM II, 157.

> Quant aux indivisibles, lorsqu'on entend par là les simples extrémités du temps ou de la ligne, on n'y saurait concevoir de nouvelles extrémités, ni des parties actuelles ni potentielles. *Ainsi les points ne sont ni gros ni petits, et il ne faut point de saut pour les passer*. Cependant, le continu, quoiqu'il ait partout de tels indivisibles, n'en est point composé, comme il semble que les objections des sceptiques le supposent [...][55].

« Saut », le mot fatidique est dit : nous avons ici la preuve textuelle que Leibniz a d'abord associé la doctrine du saut, avant son extrapolation momentanée à un occasionnalisme digne des *Mille et une nuits*, à une doctrine où les points sont « gros » et « petits » et où il faut donc un « saut pour les passer », c'est-à-dire pour parcourir d'un même coup l'ensemble des parties indistantes de chacun d'entre eux. C'est donc, avec vingt ans de retard, très exactement décrite, la position stoïcienne des *Hypotyposes pyrrhoniennes* que Leibniz avoue enfin avoir été celle de sa première doctrine du continu.

Mais ce rapprochement entre Sextus et Saint-Vincent, qui a donc fourni son assise au projet de fondation des indivisibles de Cavalieri, a fini par céder la place à un *autre* rapprochement, mobilisant *lui aussi* l'angle de contact : celui qui s'opère, sous la pression de la nouvelle mathématique, entre l'égalité des ensembles infinis d'entiers et le parcours simultané d'un angle rectiligne et de sa *partie* corniculaire. D'abord soucieux de fonder les indivisibles de Cavalieri, Leibniz avait trop longtemps jeté un voile pudique sur le fait que les points stoïciens qu'il adoptait dans sa physique étaient susceptibles d'être appréhendés comme des touts aux parties indistantes parcourues en bloc – et prêtaient donc le flanc au même reproche que celui qu'il adressait à l'envi à Galilée. Leibniz pouvait d'autant moins ignorer ce fait gênant qu'il s'était montré très sensible, durant toute cette époque, aux illusions anti-archimédiennes de l'angle de contact. Le paroxysme de la contradiction était atteint début 1676, dans le *De arcanis*, où Leibniz ne croit plus aux indivisibles cavaliériens en mathématiques mais les conserve encore dans sa physique. Ce n'est qu'avec le *Pacidius*, à l'automne 1676, qu'il normalise enfin la situation, en rendant ses déclarations anti-

55 *À Foucher*, 1693 A II, 2,712-713, GP I, 416.

galiléennes cohérentes avec sa pratique du continu. La nouvelle doctrine de l'espace, autrement dit, si elle tourne désormais franchement le dos à Cavalieri, dissipe aussi le clair-obscur du rapport à Galilée.

Ce que Leibniz abandonne définitivement en 1676 – et abandonne en connaissance de cause – c'est donc une solution stoïcisante à l'aporie néo-zénonienne du continu. S'il s'avère que le *Pacidius* est profondément marqué par la découverte du calcul infinitésimal, le résultat est d'importance, car il corrobore le fait, au demeurant connu, que les quantités évanouissantes du Calcul ne sont pas conçues par Leibniz comme des quantités subsistantes à la manière des nombres. Leur condamnation comme êtres réels est donc tout à fait à sa place dans le *Pacidius*[56]. De manière tout aussi intéressante, on peut dorénavant affirmer que le rejet du modèle sous-jacent de l'angle corniculaire pour résoudre l'aporie du continu s'accompagne, dans le *Pacidius*, d'un changement de type de lecture de Sextus. Alors que jusqu'à présent, ce dernier était utilisé comme un doxographe, la nécessité de dépasser Galilée impose, avec la défense de l'axiome euclidien, le rejet de la position stoïcienne et par conséquent le retour sur scène du Sextus sceptique. Le renvoi dos-à-dos des stoïciens et des atomistes, qui fournissait sa structure à l'exposé sextien, redevient, pour Leibniz, d'actualité.

Aussi le passage de la *Theoria motus abstracti* au *Pacidius* constitue-t-il à bien des égards le dépassement de l'infinitésimalisme stoïcien au profit d'un nouveau rigorisme du point, rendu nécessaire par le Calcul, pour lequel les quantités infinitésimales sont évanouissantes et, au sens rigoureux du terme, négligeables. Le *Pacidius* entérine le rejet d'une tentative pour différencier les points, car c'est dorénavant le Calcul qui

56 *Cf. Pacidius Philalethi*, A VI, 3, 564, 24 et 565, 4 : « Pa. : Pour moi, j'admettrais certes ces espaces et ces temps infiniment petits en géométrie, en vue de l'invention, bien qu'ils soient imaginaires. Mais je m'interroge sur leur possibilité dans la nature. Il semble en effet naître de là que des lignes droites infinies des deux côtés sont bornées, comme je le montrerai ailleurs. Or c'est absurde. En outre, comme on peut toujours supposer une infinité de droites de plus en plus petites, on ne peut rendre compte du fait que certaines soient privilégiées par rapport à d'autres. Or rien ne se fait sans raison ».

se charge de la différentiation, bien plus puissamment que par le passé, puisqu'elle devient calculable. En revenant au point euclidien – point comme « ce qui n'a pas de partie » explicitement révoqué dans la *Theoria* –, c'est-à-dire en fait au continu algébrique[57], Leibniz renonce au projet de retrouver, dans les « gros points » et les « petits points » de la *lettre à Foucher* de 1693, le principe d'intelligibilité du mouvement. Toutefois, abandonnant la définition du point dynamique de la *Theoria motus abstracti*, il ne reste plus d'autre solution à Leibniz-Pacidius, pour rendre compte de la vitesse et de la trajectoire du mobile, que de s'en remettre à Dieu – une issue qui ne relève plus de l'univers de pensée chrysippéen, mais qui n'est pas dépourvue de parallèle dans la façon dont l'occasionnalisme

57 C'est ce point précis qui explique que finalement, Leibniz considère Descartes comme ayant été plus utile que Cavalieri. *Cf.* Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes*, *op. cit.*, p. 319 : « [...] Cavalieri ne représente que l'enfance d'une science renaissante : il ne vaut pas Descartes dont la mise en équation, $f(xy) = 0$, a été plus utile ». C'est une raison de plus, d'ailleurs, pour ne pas être convaincu par une lecture du *Pacidius* comme foncièrement anti-cartésien. Il ne l'est qu'au sens où n'importe quel texte de Leibniz se construit contre Descartes. Mais implicitement, il clôt la période des continus non exprimables par la géométrie algébrique, celle, encore une fois, des « gros » et des « petits » points. On objectera que la contiguïté, notion fondamentale du *Pacidius*, ne peut être exprimée par la géométrie algébrique. Mais une telle conception de la contiguïté est en réalité introduite par la bande par la construction cartésienne de la tangente à une courbe. Car plus que la tangente proprement dite, Descartes construit en fait la normale à cette courbe (*cf.* Roshdi Rashed, « Descartes et l'infiniment petit », *Bolletino di storia delle scienze matematiche,* vol. 33, 2013, p. 151-169 ; p. 158). Descartes estompe donc subrepticement la distinction entre *coïncidence algébrique exacte* d'un point unique de la courbe et d'un point du cercle intérieur et *contiguïté* de l'extrémité de la normale au point de contact de la tangente avec la courbe. Sur ce clair-obscur cartésien, voir Roshdi Rashed, *ibid.*, en particulier p. 159 : « [...] Descartes expédie bien vite la question, et c'est d'ailleurs pour cette raison que l'expression "toucher sans couper" a suscité des polémiques nombreuses et fécondes chez ses successeurs (Leibniz et Jean Bernoulli). Telle qu'elle se présente, cette notion de contact en présuppose quelques autres : proximité, voisinage, approximation [...], et donc celle d'une différence infiniment petite. Or cette expression lapidaire, "toucher sans couper", dispense à l'évidence d'évoquer l'infiniment petit et les notions connexes, qui pourtant sont bien là, mais dissimulées sous l'exposé purement algébrique de Descartes ».

arabe, issu de l'école du maître du *kalām* basrien al-Naẓẓām, transforme lui aussi, dès la première moitié du IXe siècle, le continuisme de Chrysippe en un occasionnalisme de la transcréation.

Reste l'ultime question, la plus difficile, celle de la doctrine que le *Pacidius* substitue à la *Theoria motus abstracti*. Si la *pars destruens*, de bout en bout sextienne, fonctionne bien, la *pars construens* est moins limpide. Ce sera l'objet d'une autre étude.

INDEX NOMINUM

Les auteurs d'ouvrages et d'articles de littérature secondaire et les éditeurs scientifiques ne figurent pas dans cet index.

A

N

O

P

R

S

TABLE DES MATIÈRES

ANNEXES