GALILÉE ET SPINOZA
LE PROBLÈME DE L'INFINI

Epaminondas Vampoulis

1. L'œuvre de Galilée a sans aucun doute déterminé d'une manière décisive tant la nouvelle science du dix-septième siècle que la pensée d'une série de philosophes de cette époque, puisqu'elle proposait un modèle rigoureux de conceptualisation du monde matériel. La physique galiléenne a ainsi donné à plusieurs philosophes les moyens pour s'opposer aux explications qualitatives de la scolastique, puisque la science géométrique de Galilée était considérée comme la norme même de la connaissance adéquate des choses. Il ne faut en aucun cas, donc, sous-estimer l'influence de Galilée sur la pensée d'une série de philosophes qui ont tous accordé à la méthode géométrique le statut d'un idéal démonstratif. Spinoza fait partie de ce courant de pensée puisqu'il a abordé le problème de la connaissance à l'aide de cette méthode; celle-ci lui a permis de construire un système philosophique qui implique de plusieurs manières toute la problématique concernant l'infini. Ce sont précisément les réponses que Galilée et Spinoza ont données au problème du statut de l'infini –problème crucial pour la physique géométrique– qui vont nous intéresser dans ce qui suit: la confrontation de deux conceptions différentes de cette question nous permettra de mieux saisir les présupposés qui déterminent la manière dont Galilée traite ce problème dans les *Discours concernant deux sciences nouvelles*.

2. Pour Spinoza, la méthode géométrique n'est ni un artifice formel relatif uniquement à l'exposition d'une théorie, ni une démarche qui facilite la description des phénomènes de la nature en termes mathématiques. Spinoza conçoit l'ordre géométrique comme la seule méthode qui est à même d'ex-

primer la réalité ontologique des choses; car cette méthode suit rigoureusement l'ordre des causes, étant donné que le principe de causalité régit la déduction géométrique aussi bien que la production des choses. L'ordre géométrique s'avère capable, alors, de saisir la réalité elle-même et de nous fournir une connaissance adéquate qui va des causes aux effets.

Ainsi, plusieurs textes de Spinoza –dont son œuvre maîtresse, l'*Ethique*, publiée à titre posthume en 1677– prennent la forme d'une déduction géométrique suivant laquelle la démonstration des théorèmes s'appuie d'une manière solide sur d'autres propositions déjà établies aussi bien que sur un certain nombre de définitions et d'axiomes. Cet enchaînement rigoureux des propositions ne représente point, aux yeux de Spinoza, une reconstruction arbitraire –bien que cohérente– des rapports instaurés entre les choses ou entre les choses et leur principe ontologique, tel que celui-ci est conçu dans le cadre de la métaphysique spinoziste. Le choix de l'ordre géométrique est, par contre, pleinement justifié par cette métaphysique qui fonde ontologiquement le principe de causalité sur la causalité immanente qui lie la substance unique et infinie aux choses singulières. Car les choses singulières ne sont, selon Spinoza, que des modes finis qui expriment d'une manière précise et déterminée la substance et dépendent de sa productivité infinie qui se déploie d'une manière causale.[1] De cette façon, la réalité est absolument soumise à l'action à la fois libre et nécessaire de la substance, libre parce qu'elle n'est pas déterminée par une autre chose et nécessaire –mais non pas contrainte– parce que cette action découle nécessairement de la nature de la substance.[2] Le principe de causalité devient ainsi un principe explicatif valable inconditionnellement puisqu'il n'y a pas une seule chose qui lui échappe. Autrement dit, la causalité est pour Spinoza la seule manière de production du réel.

La substance unique étant le principe ontologique de toutes les choses, il faut concéder que les idées expriment, elles aussi, cette même puissance infinie en suivant le même ordre causal puisque tant les idées que les corps sont des effets qui dépendent de la même puissance productive. Ce point constitue l'objet des premières propositions de la seconde partie de l'*Ethique*, dont la proposition 7 énonce cette vérité capitale pour toute la théorie de Spinoza: "L'ordre et la connexion des idées est la même chose que l'ordre et la connexion des choses".[3] Les idées –qui sont les modes finis de l'attribut

---

[1] Voir le Corollaire de la Proposition 25 de la première partie de l'*Ethique* (sauf indication contraire, nous citons les textes de Spinoza dans la traduction de C. Appuhn): "Les choses particulières ne sont rien si ce n'est des affections des attributs de Dieu, autrement dit des modes, par lesquels les attributs de Dieu sont exprimés d'une manière certaine et déterminée". (Appuhn, III, p. 49.)

[2] Cf. la Définition 7 de la première partie de l'*Ethique* (Appuhn, III, p. 21-22): "Cette chose est dite libre qui existe par la seule nécessité de sa nature et est déterminée par soi seule à agir: cette chose est dite nécessaire ou plutôt contrainte qui est déterminée par une autre à exister et à produire quelque effet dans une condition certaine et déterminée".

[3] Nous suivons la traduction proposée par Pierre Macherey, *Introduction à l'*Ethique *de Spinoza –La seconde partie: la réalité mentale,* PUF, Paris, 1997, p. 71.

pensée– sont donc soumises selon Spinoza à la règle d'ordre qui vaut pour toutes les choses dans la nature. Les conséquences de cette identification fondée sur la productivité de la substance sont de taille, surtout en ce qui concerne le statut de la théorie philosophique elle-même. Dans la mesure où celle-ci procède selon une méthode démonstrative causale, elle acquiert un statut vraiment exceptionnel et elle peut légitimement prétendre à la certitude absolue parce que sa validité ne dépend pas de la manière dont elle représente la réalité, mais d'un critère intrinsèque.

La causalité constitue donc pour Spinoza un principe qui régit d'un bout à l'autre la production des choses et fournit une justification pleine au principe d'intelligibilité intégrale du réel. L'action de la substance étant par sa nature une action causale, il devient manifeste que tout ce qui en découle n'échappe pas à la concevabilité; ainsi, la validité universelle et sans limites du principe de causalité fait du réel un domaine totalement accessible à la raison. Dans ce domaine il n'y a pas de points opaques qui résistent à l'effort de l'entendement, étant donné que la causalité rend concevable tout ce qui existe. Pour Spinoza, le principe de causalité fait partie de la contexture même de la réalité dans la mesure où celle-ci dépend de l'action causale de la substance infinie. C'est pourquoi, d'ailleurs, l'ordre géométrique est par sa nature conforme aux exigences de la connaissance adéquate. La méthode géométrique déduit les effets par leurs causes et, dans la mesure où elle suit l'ordre des causes dans ses démonstrations, elle nous montre comment les choses elles-mêmes dépendent de leurs causes. D'où il s'ensuit que l'idéal démonstratif chez Spinoza est étroitement lié à la formulation de définitions génétiques des choses, c'est-à-dire de définitions qui mettent en lumière les mécanismes causaux permettant d'expliquer la production des choses.

3. Ce même idéal démonstratif prévaut aussi chez Galilée qui, dans les *Discours concernant deux sciences nouvelles*, fonde l'ensemble de la théorie du mouvement accéléré sur une définition génétique de la chose étudiée: "Nous disons qu'est également ou uniformément accéléré ce mouvement qui, partant du repos, voit s'ajouter en des temps égaux des moments égaux de vitesse".[4] Galilée pose, donc, avant de passer à la déduction géométrique des propriétés du mouvement uniformément accéléré, une définition qui explique comment cette chose est engendrée. Car si l'on admet que la croissance de la vitesse est proportionnelle au temps –donc que le temps est premier par rapport au mouvement– on doit admettre aussi que cette croissance s'opère par des accroissements élémentaires qui ont lieu dans le temps. Ainsi, le mouvement uniformément accéléré devient le résultat d'un processus additif puisque le mode de croissance de la vitesse montre que celle-ci est une grandeur s'augmentant par adjonctions successives, c'est-à-

[4] *Discours concernant deux sciences nouvelles*, p. 137 (pour le texte de Galilée nous suivons la traduction de M. Clavelin et nous renvoyons à la page de cette édition).

dire par des quantités élémentaires de vitesse qui s'ajoutent d'instant en instant. Mais dès qu'on passe à la représentation géométrique de ce schéma causal, on s'aperçoit que cette explication génétique n'est pas sans problèmes. Ces problèmes concernent surtout la nature d'une grandeur continue qui, justement, n'est plus caractérisée par la continuité quand on la compose à partir d'éléments indivisibles. Et pourtant, c'est précisément à cette représentation discontinue qu'on aboutit si l'on suit les indications de la définition galiléenne du mouvement uniformément accéléré. Pour le dire en termes géométriques, il faut composer une ligne à partir de points, ou même une figure plane à partir de lignes, comme Galilée le fait dans les démonstrations de la troisième Journée des *Discours concernant deux sciences nouvelles*, où les lignes parallèles dans un triangle représentent les degrés de vitesse croissants.[5]

Le problème du continu est un problème longuement traité dans la première Journée des *Discours concernant deux sciences nouvelles*, où il est aussi examiné dans son rapport au problème de l'infini. Galilée aborde toute cette problématique complexe dans le cadre d'une étude qui porte sur les causes de la cohésion des corps, ce qui explique en partie, comme nous le verrons, les difficultés que Galilée doit affronter quand il tâche de formuler une théorie cohérente de la constitution du continu. Selon lui, c'est seulement par le recours à l'existence de petits vides disséminés entre les parties élémentaires de la matière qu'on peut rendre raison de la cohésion des corps: l'existence de ces vides intercalaires explique la résistance des corps en faisant intervenir une cause dont les effets sont déjà connus dans la nature. Cette cause est l'action du vide qui suffit pour expliquer certains phénomènes de cohésion dans la nature; tel est le cas, par exemple, des deux plaques aplanies et polies qui sont en contact: "Considérez d'abord, si vous le voulez bien, deux plaques de marbre, de métal ou de verre, parfaitement aplanies et polies ; si on les applique l'une sur l'autre on pourra sans effort les faire glisser (preuve certaine qu'aucune substance collante ne les réunit), alors que si l'on désire les séparer, en conservant entre elles une distance constante, on rencontrera une résistance telle que la plaque supérieure en se soulevant entraînera l'autre avec elle, et la maintiendra indéfiniment suspendue, fût-elle grosse et pesante".[6] S'il est possible d'attribuer ce phénomène précis à la "fameuse horreur de la nature à l'égard du vide",[7] on ne saurait cependant nier que l'action du vide pris en tant que cause négative a des limites bien déterminées qui peuvent être mesurées. Galilée montre que la force de cette cause est égale au poids d'une colonne d'eau puisque l'eau ne peut monter au-delà d'une certaine hauteur dans une pompe.

Afin de trouver, donc, une solution générale au problème de la cohésion des corps, il faut, selon Galilée, concéder qu'il y a dans la matière une mul-

[5] Voir, par exemple, la démonstration du Théorème I.

[6] *Discours concernant deux sciences nouvelles*, p. 15.

[7] Ibid., p. 14.

titude sans nombre de ces très petits vides disséminés, puisque "malgré l'extrême petitesse de tels vides et donc la facilité avec laquelle chacun peut être vaincu, leur multitude sans nombre cependant multiplie innombrablement (si l'on peut dire) leur résistance".[8] C'est justement cette multitude sans nombre, pourtant, qui amène Galilée devant le problème crucial de l'infini. En généralisant la solution donnée au problème de la cohésion des corps, Galilée avance une théorie qui porte sur le continu géométrique: la constitution d'une grandeur géométrique, comme par exemple d'une ligne, implique, selon Galilée, l'existence d'une infinité de parties élémentaires, autrement dit d'une infinité d'indivisibles dépourvus de toute grandeur et séparés par une infinité de vides intercalaires, eux aussi dépourvus de grandeur. Ce même modèle, selon Galilée, "doit s'entendre également des surfaces et des corps solides, étant admis bien sûr qu'ils sont composés par un nombre infini d'atomes dépourvus de toute grandeur (*atomi non quanti)*".[9] Mais de cette façon toute la problématique relative à la constitution du continu acquiert un sens nouveau dans la mesure où l'on peut la rapporter au problème de l'infini; ces *parti non quante* et les *vacui non quanti* ne peuvent constituer une grandeur finie que si l'on accepte que leur nombre est infini. Car étant sans grandeur, les parties élémentaires du continu se confondent dès qu'elles se superposent;[10] il suffit cependant de les disjoindre par des vides intercalaires qui sont eux aussi en nombre infini pour assurer le passage aux grandeurs finies.

Il est vrai que cette théorie galiléenne de la "composition du continu en atomes absolument indivisibles"[11] implique, de l'aveu même de Galilée, plusieurs problèmes. C'est pourquoi, d'ailleurs, elle est proposée par Galilée à titre d'hypothèse qu'on peut accepter provisoirement[12] sans oublier, ainsi que le remarque Galilée, que "nous traitons d'infinis et d'indivisibles, inaccessibles à notre entendement fini, les premiers à cause de leur immensité, les seconds à cause de leur petitesse. Pourtant –ajoute-t-il– nous constatons que la raison humaine ne peut s'empêcher de sans cesse y revenir".[13] Ainsi il développe sa théorie malgré les paradoxes de l'infini, ou plutôt en admettant ces paradoxes et en les incorporant dans le processus démonstratif. Il accepte donc l'existence de plusieurs infinis qui diffèrent entre eux –conséquence inévitable qui découle de l'existence de plusieurs lignes de longueur inégale– afin de montrer qu'on ne peut pas expliquer l'infini à l'ai-

[8] Ibid., p. 21.

[9] Ibid., p. 25.

[10] Cf. P. H. Michel [1964, p. 353].

[11] Nous reprenons l'expression employée par Galilée dans un passage des *Discours concernant deux sciences nouvelles* (p. 42-43) où il discute –par le recours à la définition du cercle comme un polygone à une infinité de côtés– la possibilité d'une division actuelle du continu en un nombre infini d'indivisibles.

[12] C'est Sagredo qui déclare (p. 45): "tant que je n'aurai pas entendu d'hypothèse plus convaincante, et pour ne pas demeurer bouche fermée, je m'en tiendrai à celle-ci".

[13] Ibid., p. 26.

de du nombre; selon Galilée, “plus grands sont les nombres auxquels nous parvenons, plus nous nous éloignons du nombre infini”.[14] Galilée récuse de cette manière toute comparaison entre quantités infinies et quantités finies. Mais cela ne veut pas dire qu'il rejette entièrement toute sorte de théorie s'inspirant du modèle de la sommation des parties. Au contraire, il accepte la divisibilité du continu comme un fait primordial et il en déduit toute sa théorie des indivisibles.

Le raisonnement de Galilée repose tout entier sur une difficulté qui est bien exprimée par Simplicio; celui-ci se demande s'il est possible de “composer les lignes à partir de points, le divisible à partir d'indivisibles, ce qui a une grandeur à l'aide de parties sans grandeur”.[15] Cette question résume toute la problématique du continu, au moins telle que Galilée la conçoit: comment concilier ce qui est par sa nature divisible à l'infini avec ce qui reste indivisible? Galilée démontre l'existence d'une infinité d'indivisibles dans toute grandeur continue en affirmant que la divisibilité d'une grandeur présuppose logiquement les parties indivisibles. Car dès qu'on pose la possibilité de poursuivre sans fin la division d'une grandeur continue, il faut accepter que cette grandeur contient des parties en nombre infini, donc des parties élémentaires et indivisibles.[16] Cette structure actuelle qu'il faut accorder au continu se présente donc aux yeux de Galilée comme une conséquence inévitable qui découle de la division et la subdivision d'une grandeur. Suivons de près ce raisonnement, exposé dans les *Discours concernant deux sciences nouvelles* par Salviati, le porte-parole de Galilée: toute grandeur divisible en parties toujours divisibles contient une infinité de parties, même si, de prime abord, elle ne la contient qu'en puissance. Ces parties ne peuvent, évidemment, avoir une grandeur finie, puisqu'une infinité de parties ayant une grandeur engendre nécessairement une grandeur infinie. Etant donné alors d'une part qu'une infinité de parties de cette sorte ne saurait exister dans une grandeur finie et, d'autre part, que le continu implique de par sa nature l'infini, il faut nécessairement accepter l'existence dans le continu d'une infinité de parties sans grandeur. Après avoir achevé cette démonstration, Galilée conclut d'une manière ironique que la ligne “contient un nombre infini de points; dites ensuite, à votre guise, qu'ils existent en acte ou en puissance, car pour cela, seigneur Simplicio, je m'en remets à votre choix et à votre jugement”.[17]

Toute cette argumentation qui justifie l'existence des parties sans grandeur s'appuie sur un fait indéniable, à savoir sur la divisibilité à l'infini de

[14] Ibid., p. 31.

[15] Ibid., p. 26.

[16] Cf. ibid., p. 32: “Si l'on admet que la ligne et tous les continus sont divisibles en parties toujours divisibles, je ne vois pas comment échapper à la conclusion qu'ils sont constitués par une infinité d'indivisibles: une division et une subdivision susceptibles de se poursuivre sans fin supposent, en effet, que les parties soient en nombre infini, faute de quoi la division se terminerait”.

[17] Ibid., p. 33.

toute grandeur continue qui suffit pour justifier la présence de l'infini dans le fini. La question subsiste cependant de savoir quel est le mode d'existence de cet infini. S'agit-il d'un infini en puissance ou en acte? Galilée pose d'abord l'existence de l'infini en puissance afin d'établir dans la suite le bien-fondé de sa conclusion: la division qui peut se poursuivre indéfiniment suppose la structure actuelle du continu et, partant, de l'infini. Cette structure rend raison de la divisibilité en parties ayant une grandeur, donc en parties dénombrables, puisque les parties qu'on trouve dans le continu en le divisant y existent déjà en quelque sorte: "Le fait même de pouvoir poursuivre indéfiniment la division en parties possédant une grandeur nous contraint à composer les grandeurs continues à l'aide d'un nombre infini de parties sans grandeur".[18] Mais cette conclusion soulève de questions parce que Galilée déduit l'existence des indivisibles en prenant comme point de départ l'infini en puissance (la divisibilité du continu) et il est, par conséquent, obligé de construire le concept d'infini en acte sur le même modèle de sommation de parties.[19] Il laisse alors subsister un élément discontinuiste, et cela tient au fait qu'il accorde une priorité logique à l'infini en puissance. Ainsi, il calque l'infini en acte sur l'infini potentiel et il reste dans l'univers conceptuel de la scolastique puisqu'il n'échappe pas à cette distinction qui forme la base de la théorie aristotélicienne de l'infini.

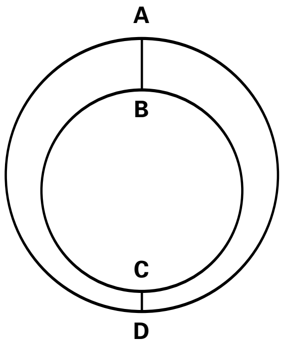
Il est significatif que Galilée insère la discussion sur l'infini dans la partie des *Discorsi* qui traite une question purement physique, celle de la constitution et de la résistance de la matière. Car la représentation du continu par une grandeur physique divisible en parties mesurables oriente la pensée galiléenne vers une conception fondée sur le modèle de la sommation de plusieurs parties réellement distinctes. En rapportant donc toute cette problématique à une grandeur physique (l'extension du corps), Galilée conçoit nécessairement la structure actuelle du continu comme une conséquence qui découle de la divisibilité de celui-ci. Ainsi, tout en accordant à l'infini une structure actuelle, il maintient la discontinuité des indivisibles qui composent une grandeur. Il est vrai que ces parties élémentaires ne sont pas dénombrables, comme le sont par contre les parties finies d'une grandeur; c'est par leur sommation, cependant, qu'on passe de ce qui est infiniment petit à ce qui a une grandeur finie, et c'est justement sur ce point qu'on peut déceler la prépondérance que la théorie galiléenne assigne à l'infini en puissance, puisque la sommation de plusieurs unités va de pair avec la divisibilité en plusieurs parties. Nous verrons que chez Spinoza les choses vont tout autrement.

[18] Ibid., p. 32.

[19] Cf. M. Clavelin [1996, p. 321 n. 78]: "Les indivisibles de Galilée servent à composer idéalement les grandeurs continues, et pour cette raison ils sont d'un genre inférieur aux grandeurs dans lesquelles ils doivent figurer comme éléments composants (une ligne est formée de points, une surface de lignes, etc.)".

4. Revenons donc à Spinoza. Selon lui, l'infini en tant que tel est compréhensible pourvu qu'on ne l'explique pas par le recours aux propriétés du fini. Spinoza récuse explicitement dans l'*Ethique* la représentation imaginative de l'infini comme une somme de plusieurs parties finies et dénombrables, d'où il s'ensuit que l'infini est pour ce philosophe une notion intelligible mais inimaginable. Quant aux paradoxes de l'infini, "on ne peut rien conclure de ces absurdités, sinon qu'une quantité infinie n'est pas mesurable et ne peut se composer de parties finies".[20] Dans la Lettre 12 de la correspondance de Spinoza (la Lettre sur l'infini) on retrouve la même argumentation contre tous ceux qui, confondant les trois auxiliaires de l'imagination (c'est-à-dire le temps, la mesure et le nombre, qui par définition ne peuvent pas être infinis[21]) avec les choses elles-mêmes, ont nié l'infini. Spinoza, afin de montrer clairement que ce n'est pas à l'aide de ces trois êtres de raison qu'il faut essayer de comprendre l'infini, a recours à l'opinion même des mathématiciens qui savent bien qu'on ne peut pas tout expliquer par le nombre. Ainsi, il donne un exemple en vue de démontrer l'impossibilité de tout déterminer par le nombre, même quand il s'agit d'une grandeur géométriquement concevable.

Cet exemple, que Spinoza reprend à Descartes mais dans un but assez différent, puisque chez Descartes il se rapporte à la divisibilité de la matière mue dans un anneau,[22] est celui de l'espace compris entre deux cercles non-concentriques. Il s'agit donc d'un exemple qui traite la variation continue d'une grandeur entre deux limites. Car il est évident que les inégalités de l'espace ne peuvent pas devenir plus grandes que AB ni plus petites que CD (voir le schéma I). Spinoza donne cet exemple pour montrer qu'il y a des grandeurs qui dépassent tout nombre assignable non pas par la multitude de leurs parties, mais parce que la nature de la chose ne se prête, "sans une contradiction manifeste, à aucune détermination numérique".[23] La contradiction dont il est ici question concerne la nature de l'infini qui, tel que Spinoza le conçoit, ne relève pas du nombre plus ou moins grand de ses parties constituantes. L'exemple géométrique des deux cercles montre précisément que "toutes les inégalités de l'espace"[24] compris entre ces deux



Sc.I

[20] Scolie de la Proposition 15 de la première partie de l'*Ethique* (Appuhn, III, p. 37).

[21] La genèse des trois auxiliaires est étroitement liée dans la Lettre 12 à la conception abstraite et superficielle de la quantité qui, dans ce cas, n'est pas conçue comme une substance infinie, mais seulement représentée par l'imagination avec le concours des sens.

[22] Cf. Descartes, *Principia Philosophiae* II, §§ 33-34.

[23] Appuhn, IV, p. 160.

[24] Pour la traduction de l'expression "*omnes inaequalitates spatii*" de la Lettre 12, nous suivons G. G. Granger [1991, p. 292 et 301].

cercles dépassent tout nombre assignable parce que, comme Spinoza l'explique dans la Lettre 81 de sa correspondance où il revient au même problème, "si l'infinité se concluait de la multitude des parties, nous ne pourrions en concevoir une multitude plus grande, leur multitude devant être plus grande que toute multitude donnée. Or cela est faux, car dans l'espace total compris entre deux cercles ayant des centres différents, nous concevons une multitude de parties deux fois plus grande que dans la moitié de cet espace, et cependant le nombre des parties aussi bien de la moitié que de l'espace total est plus grand que tout nombre assignable".[25] On se contredit, donc, selon Spinoza, quand on tâche d'expliquer l'infini par le nombre ou –ce qui revient au même– par la multitude de parties, puisque de cette manière on est forcé d'assigner le même nombre, quel qu'il soit, à deux ensembles manifestement différents.[26]

Une chose est claire maintenant: la question de l'infini telle que Spinoza la conçoit et telle qu'elle est posée au moyen de cet exemple géométrique porte essentiellement sur le problème de la constitution du continu. L'argumentation spinoziste qui vise à dissocier l'infini de toute détermination numérique ne dépend pas de la grandeur excessive de l'espace, étant donné que la nature d'un espace donné, aussi bien que celle de la moitié de cet espace impliquent tant l'une que l'autre l'infini en acte. Spinoza ne fait pas dépendre l'infini de l'existence d'un minimum et d'un maximum, puisque ces limites –auxquelles on peut donner des valeurs arbitraires– existent dans le cas de l'exemple étudié. L'infinitude des parties est à ses yeux une conséquence inévitable de la continuité de l'intervalle qui se trouve entre ces deux limites. Le problème de l'infini peut alors être redéfini chez Spinoza en termes de continuité, puisque l'espace, de par sa nature, comporte l'infini non-numérique, autrement dit l'infini qui existe pareillement dans la partie et dans le tout. Précisons qu'il ne s'agit pas ici d'un infini en puissance qui se révèle au fur et à mesure que la division de l'espace avance.[27] A l'encontre de Galilée, la divisibilité ne peut pas, selon Spinoza, fonder l'infini. Car cette divisibilité implique nécessairement le nombre, c'est-à-dire la possibilité d'une énumération des parties discrètes.

5. Spinoza donc parle dans son texte d'un infini qui est en acte et qui correspond à l'infini tel qu'il est conçu par l'entendement sans le secours de l'imagination et des sens. Mais quel est le mode d'existence des éléments qui constituent cet infini, c'est-à-dire des "inégalités de l'espace" dont il est

[25] Appuhn, IV, p. 351.

[26] On se référera notamment à l'Appendice IX ("La lettre sur l'infini") du livre de M. Gueroult [1968, p. 521]: "La contradiction réside donc en ceci que, d'une part, on affirme de la multitude des parties dont on conclurait l'infini, qu'il est impossible d'en concevoir une plus grande et que, d'autre part, en fait, on en conçoit une plus grande".

[27] Cf. J. Bernhardt [1978, p. 89-90]: "Nous savons en effet que ce qui caractérise le continu est moins la divisibilité à l'infini qu'une indivisibilité indéfiniment maintenue, selon laquelle la nature du tout et son être même subsistent tels quels dans toute partie commensurable".

question dans l'exemple cité? La réponse à cette question doit venir d'un examen attentif de la terminologie spinoziste, et plus précisément de l'expression qui désigne dans la Lettre sur l'infini l'ensemble des inégalités de l'espace. L'expression "toutes les inégalités de l'espace" employée par Spinoza dans la Lettre 12 fait allusion à une théorie géométrique du dix-septième siècle qui a posé d'une manière exacte le problème de la constitution du continu, tout en niant la composition du continu à partir de ses éléments indivisibles: il s'agit de la géométrie de Cavalieri. Cette théorie est bâtie sur la proportionnalité qu'on peut établir entre les agrégats des indivisibles –c'est-à-dire les *omnes lineae* ou les *omnia plana*– et les figures géométriques.[28] Les indivisibles sont donc selon Cavalieri les éléments déterminants –mais non composants– des êtres géométriques, puisqu'ils ne les composent pas, bien qu'ils s'y trouvent partout. Cavalieri fait intervenir le mouvement afin de montrer, par exemple, que ces éléments, c'est-à-dire ces lignes parallèles en nombre infini se trouvent dans une figure plane.[29] Le mouvement constitue donc le fondement ultime de la continuité puisqu'il permet de justifier l'existence dans toute grandeur géométrique d'une infinité d'éléments qu'on ne saurait sommer. Ainsi, Cavalieri refuse de considérer les ensembles d'indivisibles comme des sommes d'une pluralité de parties et d'y appliquer le nombre, exactement comme Spinoza qui trouve, semble-t-il, dans la théorie des indivisibles de Cavalieri un fondement dynamique –le mouvement– pour sa propre conception du continu.

C'est justement ce fondement dynamique qui manque, comme nous l'avons vu, de la théorie galiléenne des indivisibles. Autrement dit, il manque un élément capable d'expliquer le continu en tant que tel, un élément appartenant en propre à l'infini et non pas au fini. La géométrisation de la nature telle que Galilée l'a effectuée, pose *ipso facto* le problème de l'infini, mais n'y fournit pas une réponse satisfaisante puisqu'elle reste liée à une représentation imaginative du continu. Cette représentation implique l'illusion de l'infini en puissance sur lequel Galilée essaie de bâtir sa propre théorie des indivisibles sans pourtant prendre en considération le fait que de cette manière il introduit le discret dans ce qui est continu de par sa nature. L'infini reste ainsi pour Galilée un des problèmes qui sont "sans proportion avec notre entendement".[30] S'il y a donc un désaccord radical sur ce point entre Spinoza et Galilée, c'est parce que le problème de l'infini se pose chez l'un et chez l'autre d'une manière complètement différente. Car Spinoza accepte l'infini en acte sans pourtant entrer dans la discussion scolastique qui concerne l'infini en puissance et sans recourir à une représentation du continu, tandis que Galilée essaie de fonder sa propre conception de l'infini actuel sur l'infini potentiel.

---

[28] Sur ces points voir E. Giusti [1980].

[29] Sur le rôle du *transitus* dans la géométrie de Cavalieri voir A. Koyré [1973, p. 344] et E. Giusti [1980, p. 26].

[30] *Discours concernant deux sciences nouvelles*, p. 39.

Bibliographie

Œuvres de Galilée et de Spinoza

Galilée, *Discours concernant deux sciences nouvelles*, introd., trad. et notes par Maurice Clavelin, PUF, Paris, 2e éd., 1995 (1970).

Spinoza, *Œuvres*, 4 vol., trad. Charles Appuhn, Garnier-Flammarion, Paris, 1964-1966. (Cité: Appuhn.)

Etudes

Bernhardt, J., "Infini, substance et attributs. Sur le spinozisme", *Cahiers Spinoza*, 2 (1978), Paris, 53-92.

Clavelin, M., *La philosophie naturelle de Galilée*, Albin Michel, Paris, 2e éd., 1996 (1968).

Festa, E., "La notion d' 'agrégat d'indivisibles' dans la constitution de la cinématique galiléenne: Cavalieri, Galilée, Torricelli", *Revue d'Histoire des Sciences*, XLV/2-3 (1992), Paris, 307-336.

Giusti, E., *Bonaventura Cavalieri and the theory of indivisibles*, Ed. Cremonese, Bologna, 1980.

Granger, G. G., "L'usage philosophique des mathématiques au XVIIe siècle", in R. Rashed (ed.), *Mathématiques et philosophie de l'antiquité à l'âge classique*, éditions du CNRS, Paris, 1991, 287-301.

Gueroult, M., *Spinoza, tome I, Dieu (Ethique I)*, Aubier, Paris, 1968.

Koyre, A., *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Gallimard, Paris, 2e éd., 1973 (1966).

Michel, P.-H., "Les notions de continu et de discontinu dans les systèmes physiques de Bruno et de Galilée", in *L'aventure de l'esprit* (Mélanges Alexandre Koyré II), Hermann, Paris, 1964, 346-359.