

ALEXANDRE KOYRÉ

Études
d'histoire de la pensée
philosophique



tel gallimard

Extrait de la publication

*Cet ouvrage a précédemment paru dans
« Bibliothèque des Idées », en 1971.*

La première édition a paru en 1961 chez Armand Colin
dans les *Cahiers des Annales*.

© Éditions Gallimard, 1971.

Avant-propos

Les études que je réunis dans ce volume ont été publiées, à des époques très diverses, dans différentes revues françaises et étrangères.

Je les publie à nouveau telles quelles, en me bornant à traduire en français celles qui furent écrites en allemand ou en anglais, et à ajouter, çà et là — en note ou en post-scriptum — quelques références à des ouvrages parus postérieurement à mes articles.

Alexandre Koyré.
Paris, 1961.

Remarques sur les paradoxes de Zénon*

A la mémoire d'Adolf Reinach.

La discussion des arguments — ou plutôt des paradoxes — de Zénon, comme celle de tous les vrais problèmes philosophiques, ne sera jamais close. Si nous devons justifier notre propos — soumettre à un examen nouveau une question vieille de plus de deux mille ans — il suffirait de rappeler un mot de Victor Brochard¹ dont l'étude magistrale a tant contribué à remettre le problème à l'ordre du jour et à insuffler aux vieux arguments (qui donc, aujourd'hui, les traiterait encore de « sophismes »?) une vie nouvelle : « Les arguments de Zénon contre le mouvement, dit-il, ont été discutés bien des fois. Si c'était une raison pour n'y plus revenir, quel problème important de philosophie ne mériterait d'être délaissé? »

Nous n'étudions pas cette question si débattue pour chercher une nouvelle interprétation des arguments du dialecticien éléate, ni pour ajouter aux innombrables tentatives de réfutation que l'histoire a connues, une de plus, aussi peu heureuse que les précédentes. Cette brève étude veut simplement indiquer que le problème soulevé par Zénon n'est pas propre au seul mouvement : il concerne le temps, l'espace et le mouvement, dans la mesure seulement où les notions d'infini et de continuité y sont impli-

* Traduit par M^{me} Mimica Cranaki, *Jahrbuch für Philosophie und Phänomenologische Forschung*, vol. V, Halle, 1922.

1. Cf. Victor Brochard, *Essais de philosophie ancienne et de philosophie moderne*, Paris, 1927.

quées. Le problème revient nécessairement dans tous les domaines où ces deux notions jouent un rôle quelconque et possède, par conséquent, une importance plus générale que celle qu'on lui accorde d'ordinaire. De ce fait même, toutes les réfutations qui portent sur le seul problème du mouvement empruntent-elles une voie fautive. A notre avis, c'est le cas de G. Noël, de Bergson et aussi — d'un autre point de vue — celui de F. Evellin.

I. LES ARGUMENTS DE ZÉNON

Selon la conception lumineuse de V. Brochard, à laquelle nous renvoyons pour tout ce qui concerne l'interprétation, les quatre arguments de Zénon se présentent sous la forme d'un dilemme. Les deux premiers (Achille et la tortue, et la dichotomie) sont dirigés contre la continuité et la divisibilité à l'infini du temps et de l'espace; les deux autres (la flèche et le stade) contre l'hypothèse finitiste selon laquelle le temps et l'espace sont composés d'éléments derniers et indivisibles. Rappelons les arguments de Zénon :

a. *La dichotomie.*

Le mouvement est impossible. Car avant que le mobile n'ait atteint le but de sa trajectoire, il doit avoir parcouru la moitié de la distance et ainsi de suite, à l'infini; ce qui veut dire, en termes modernes, que le mouvement suppose la somme ou la synthèse d'un nombre infini d'éléments¹.

b. *Achille et la tortue.*

Le mouvement est impossible. Car un coureur plus rapide ne pourra jamais en rattraper un plus lent. En effet, si celui-ci, au début du mouvement, a une avance sur le concurrent plus rapide, ce dernier, avant de le rattraper,

1. L'interprétation du paradoxe comme une difficulté logique qui consisterait à poser, comme condition de la solution d'un problème (atteindre un point), la solution préalable d'un autre problème, exactement semblable, est équivalente à notre conception; car la difficulté ne se présente, semble-t-il, que si le nombre des solutions préalables est infini.

doit, d'abord, atteindre le point où se trouvait le coureur plus lent au début du mouvement. L'avance, il est vrai, ira décroissant. Mais elle ne s'annulera jamais. Dans la terminologie moderne, cela veut dire : 1^o Chaque corps doit parcourir une infinité de points (ce qu'on peut exprimer par une formule simple); 2^o Puisqu'à chaque point de la trajectoire d'Achille correspond un point de la trajectoire de la tortue situé en avant du premier et réciproquement, leur nombre doit nécessairement être égal. Il est donc impossible que le chemin parcouru par Achille dans le même temps soit plus grand que celui parcouru par la tortue.

c. *La flèche.*

La flèche qui vole est, à chaque instant et à chaque point de sa trajectoire, immobile. En effet, si, selon l'hypothèse finitiste, l'on admet que chaque durée et chaque étendue soit composée d'éléments indivisibles (points et instants), alors la flèche, nécessairement, doit être, tout le temps et partout, en repos. Car dans les instants et les points indivisibles du temps et de l'espace, le mouvement ne peut avoir lieu.

d. *Le stade.*

Trois lignes de grandeur égale (composées du même nombre d'éléments indivisibles) se trouvent dans un stade. L'une est immobile, les deux autres se meuvent parallèlement à la première, mais en sens inverse. Dans ce cas — selon l'hypothèse finitiste — « la moitié doit être égale au tout », comme le dit Zénon. Car dans un instant déterminé, supposé indivisible, un seul et même élément spatial doit passer devant un, ou deux, éléments spatiaux et, par conséquent, être égal aussi bien à un, qu'à deux, éléments.

II. ÉQUIVALENCE DES INTERPRÉTATIONS POSSIBLES

Nous avons suivi, jusqu'à présent, l'interprétation de V. Brochard. Mais nous ne voulons pas nous en tenir à elle.

Nous ne croyons pas non plus avoir formulé l'unique sens possible des arguments de Zénon, ou avoir rendu la pensée authentique du philosophe. Ceci d'autant moins qu'à notre avis, les quatre arguments, sans rien perdre de leur valeur, sont susceptibles d'une double interprétation, selon qu'on se place sur le terrain des hypothèses finitistes ou infinitistes.

a. En effet, même si l'on admet l'infinie divisibilité de l'espace et du temps, il n'en reste pas moins vrai, dans le cas de la flèche volante, qu'à chaque instant du temps doit correspondre un point dans l'espace, *i.e.* à chaque instant correspond une *position spatiale* déterminée de la flèche. Et comme, par hypothèse, ni l'élément spatial, ni l'élément temporel ne sont étendus — l'un et l'autre sont des points géométriques — il en résulte que la flèche ne peut pas se mouvoir : car se mouvoir, c'est passer d'un point à un autre, et non pas être dans le même. De plus, comme l'instinct présent n'est qu'une limite entre le passé et le futur, la flèche devrait se mouvoir dans cet unique instant présent, seul réel. C'est dire qu'elle ne bouge pas du tout. Nous obtenons une infinité de positions spatiales dans une infinité de moments temporels corrélatifs, mais pas de mouvement. Et même, aussi longtemps que nous n'avons pas achevé la synthèse de cette infinité d'éléments isolés, pas de chemin parcouru.

b. Voyons maintenant le cas du stade. L'indivisibilité infinie du temps et de l'espace ne supprime point le fait paradoxal suivant — elle le fait ressortir, au contraire, avec plus de clarté — : à un instant déterminé un seul point de la ligne B et un seul de la ligne C passent devant un point déterminé de la ligne A, de même qu'un point déterminé de la ligne C le fait par rapport à un point de la ligne B. A chaque instant donc, à un point O de la ligne B correspondent un, et un seul, point de la ligne A et aussi un, et un seul, point de la ligne C — et cependant la ligne C, dans sa totalité, passe devant O, alors que la ligne A ne le fait qu'à moitié. Ainsi, la moitié est égale au tout.

c. Examinons, maintenant, l'argument d'Achille, en supposant cette fois-ci, que le temps et l'espace sont composés d'un nombre fini d'éléments derniers. Même dans ce cas, il reste toujours vrai qu'à tout instant donné, à un point de la trajectoire de la tortue correspond de façon univoque et réciproque un point déterminé de la trajectoire d'Achille¹. Et l'on comprend encore moins

1. Au point atteint par Achille, le point atteint par la tortue.

que dans l'hypothèse infinitiste comment, d'un même nombre d'éléments identiques, peuvent résulter des sommes différentes.

d. Enfin, la dichotomie, vue sous l'hypothèse finitiste, laisse apparaître une difficulté semblable à celle du stade. En effet, considérons le dernier élément étendu qui, à ce titre, est encore divisible et composé de deux éléments inétendus. Cet espace représente l'étendue minimale dans laquelle le mouvement est encore possible : il est évident que dans l'inétendu rien ne peut se mouvoir. Le mobile parcourra cette étendue minimale dans un temps consistant en un seul instant indivisible. Mais comme nous avons le droit de diviser l'espace, nous pouvons nous demander : à quel moment le mobile aura-t-il parcouru la moitié de cette étendue? Il sera donc nécessaire de diviser en deux l'instant, indivisible par hypothèse.

A notre sens, l'argumentation de Zénon est absolument rigoureuse. Le mouvement suppose une infinie divisibilité du temps et de l'espace. Il implique, donc, la somme d'un infini actuel d'éléments spatiaux et d'instant. Un corps en mouvement parcourt, dans un temps fini et dans un espace fini, un nombre infini de points. De même, un examen rigoureux montre que deux corps qui se meuvent avec des vitesses différentes parcourent dans un même temps des chemins composés d'un nombre égal d'éléments. Faut-il voir dans ces conclusions autant d'objections contre la possibilité du mouvement? C'est ce que nous verrons tout à l'heure. Pour l'instant, suivons les voies par lesquelles on a essayé d'éviter les conclusions de Zénon.

III. L'HYPOTHÈSE FINITISTE DE F. EVELLIN

L'interprétation du stade, telle que nous l'avons exposée dans le paragraphe I a été présentée par G. Noël¹ comme un argument irréfutable contre la théorie finitiste et a suscité, de ce fait, une réponse du représentant principal de cette théorie, F. Evellin², dans laquelle celui-ci essaie de répondre aux objections de Noël par certaines remarques très subtiles et très avisées.

1. « Le mouvement et les arguments de Zénon d'Élée », *Revue de Métaphysique et de Morale*, 1893.

2. « Le mouvement et les partisans des indivisibles », *ibid.*, 1893.

Evellin reprend donc l'analyse du stade :

$$\begin{array}{l} a' \dots a^{n-1} a^n a^{n+1} \dots A \\ b' \dots b^{n-1} b^n b^{n+1} \dots B \\ c' \dots c^{n-1} c^n c^{n+1} \dots C \end{array}$$

Prenons deux points quelconques a et b . Dans un mouvement indivisible, donc dans une fraction indivisible du temps, l'élément b^n , qui se trouvait sous l'élément a^n , ira se placer sous l'élément a^{n-1} , et de même tous les autres points-éléments. Comparons maintenant les points b^n et c^n , qui appartiennent aux deux lignes se mouvant en sens inverse. A un moment indivisible du temps, l'élément b^n , appartenant à la ligne B (qui, par exemple, se meut vers la gauche), prendra la place de b^{n-1} (qui correspond à celle de a^{n-1}); en même temps l'élément b^{n-1} occupera la place de b^{n-2} ; simultanément, l'élément c^{n-1} prend la place de c^n , et c^n , celle de c^{n+1} . Comme le mouvement, par hypothèse, doit s'accomplir dans un instant du temps unique et indivisible, ce changement de place a lieu instantanément et, pour ainsi dire, d'un coup, ce qui exclut un passage réel, et par là-même, les paradoxes de Zénon. Bien que l'élément c^n se déplace vers c^{n+1} et trouve au-dessus de lui le point b^{n+2} , bien qu'en fait il passe devant deux éléments de B, il n'a pas à proprement parler effectué ce parcours, il a sauté par-dessus. L'hypothèse finitiste élimine ainsi toutes les difficultés.

Cette analyse est, certes, habile, mais rien que cela. Du principe d'Evellin devrait résulter qu'un élément quelconque pourrait, dans un seul instant indivisible, se mouvoir entre deux points quelconques de l'espace (par exemple, de la place qui correspond à a^n jusqu'à celle qui correspond à a^{n-1} , donc aussi à b^{n-1} , c^{n-2} , etc., sans passer effectivement devant aucun de ces points successifs et sans entrer dans quelque relation spatiale que ce soit avec eux). On ne peut éviter cette conséquence qu'en admettant la divisibilité de l'élément temporel que, par ailleurs, on suppose indivisible. Les autres objections d'Evellin ne semblent guère plus heureuses. Il dit, par exemple, en analysant le concept du mouvement en soi : « Le mobile ne se meut, point par point, du lieu d'où il est parti, que parce qu'il n'est pas, qu'il n'est *plus*, dans ce lieu; il ne se meut donc pas à la place d'où il est parti. » Sans contester la justesse de cette remarque, nous attirons, cependant, l'attention sur ceci : comme la fin du mouvement doit, en principe, correspondre à son commencement, le mobile, à l'instant même et sur le lieu de l'arrivée, ne peut plus se

mouvoir, puisqu'il est déjà là. Par conséquent, puisqu'il ne se meut ni au point de départ, ni au point d'arrivée, ni dans l'entre-deux — car entre les deux derniers éléments de l'espace, par hypothèse, il n'y a pas d'espace intermédiaire — il ne peut pas se mouvoir du tout.

Au contraire, nous pouvons conclure, de l'exposé qui précède, à l'exactitude et au bien-fondé des objections de Zénon contre l'hypothèse finitiste et tenir celle-ci pour définitivement réfutée; d'autant plus qu'elle entraîne certaines conséquences qui, sans être en elles-mêmes contradictoires, ne sauraient, en fait, être admises. En effet, l'hypothèse finitiste implique :

a. Un *maximum* de vitesse (maximum essentiel, c'est-à-dire, un maximum qui ne peut pas être dépassé en vertu de raisons formelles et non pas factuelles).

b. L'impossibilité d'un mouvement ininterrompu (impossibilité essentielle).

c. Un nombre fini de vitesses possibles, qui se trouvent dans des rapports numériques finis¹.

IV. LA CRITIQUE MATÉRIELLE DE NOËL

La critique d'Evellin était une critique formelle, en ce sens qu'elle se plaçait sur le terrain même de l'argumentation de Zénon et s'attachait à en montrer la faiblesse en décelant une erreur de forme dans son argumentation. Noël et Bergson procèdent tout autrement. Ils ne s'en tiennent pas au dilemme de Zénon. Ils tentent de tourner la difficulté, d'une manière ou d'une autre, et de résoudre la question par l'analyse immanente du mouvement. Reprenant une idée exprimée déjà par Aristote, Noël montre, dans son article de la *Revue de Métaphysique et de Morale* (1893)², que la divisibilité, finie ou infinie, que Zénon veut appliquer au mouvement n'est applicable qu'au seul espace parcouru par le mobile; et que même là, il ne s'agit

1. Note 1959. Le *maximum* de vitesse est, aujourd'hui, admis par la théorie de la relativité. Et il se peut bien qu'un *minimum*, ainsi qu'un nombre fini de vitesses possibles soit impliqué par la théorie des *quanta*. Il se peut que nous nous dirigeons vers une conception granulaire de l'espace et du temps... Il se peut donc que le finitisme — physique — resurgisse de ses cendres.

2. « Le mouvement et les arguments de Zénon d'Élée », *Revue de Métaphysique et de Morale*, 1893.

que d'une divisibilité virtuelle et non pas d'une division en acte. On ne saurait la reporter sur le mouvement lui-même qui, à l'inverse, doit être pris comme un et indivisible et, à ce titre, ne peut ni être composé de deux (autres) mouvements, ni décomposé en ceux-ci. Le mouvement n'est pas un simple changement de lieu. Le changement de lieu est une conséquence nécessaire du mouvement, mais qu'il ne faut pas identifier avec celui-ci. Considéré en lui-même, le mouvement est une force, une énergie, une tendance interne qui agit à l'intérieur du mobile et qui, du dehors, projetée en quelque sorte dans l'espace, apparaît comme un changement de lieu. Le mouvant est animé, au sens propre du terme, par le mouvement. Le mouvement, ou plutôt la force motrice, appartient au mobile comme un attribut ou une qualité. Il lui est inhérent. L'état du mouvement est sans doute analogue à celui du repos : ce qui donne le droit, à la Physique, de les définir corrélativement l'un à l'autre¹, mais non de méconnaître leur différence ontologique essentielle.

Le mobile se meut à chaque point de sa trajectoire. Il parcourt, l'un après l'autre, tous les points qui constituent celle-ci, mais, en chaque point, il est *en mouvement*, il est un *se mouvant*. C'est pourquoi, justement, on ne peut pas identifier le mouvement à la série des positions successives : la relation du mouvant à toutes ces positions est totalement différente de celle d'un corps qui s'y trouve en repos. Il s'agit là d'une différence pour ainsi dire qualitative, non pas d'une simple différence de degrés. On peut ajouter encore que, si l'on pouvait percevoir le sujet du mouvement « de l'intérieur », on devrait, en conséquence de ce que nous avons dit, pouvoir distinguer s'il s'agit d'un corps en repos ou en mouvement, même si on le concevait comme point mathématique et si on ne le « saisissait » qu'en un seul point de sa trajectoire.

Or, si le mouvement n'est pas décomposable en un nombre fini ou infini d'éléments, il s'ensuit que les arguments de Zénon ne peuvent pas lui être appliqués. Il est vrai que le chemin parcouru est, effectivement, divisible à l'infini, mais les difficultés dont parle Zénon n'apparaîtraient que si le mobile « dénombrerait », pour ainsi dire, les points ou positions successives. Et c'est, précisément, ce qu'il ne fait pas. Il les parcourt simplement et nous laisse

1. On reconnaît facilement la ressemblance des idées de Noël avec celles de Leibniz et, bien entendu, d'Aristote.

le soin d'analyser, par la suite, le chemin qu'il a parcouru dans un mouvement simple et continu, en autant de parties qu'il nous plaira. Le mouvement est actuel, les divisions, en revanche, sont virtuelles, et portent non pas sur le mouvement, mais sur le chemin seul.

V. BERGSON

Bergson reprend, dans son *Évolution créatrice*¹, la discussion des arguments de Zénon, en développant et en approfondissant l'analyse de l'idée du mouvement². Selon lui, la difficulté n'est qu'apparente et vient du fait que le problème est, dès le départ, mal posé. Elle naît, au fond, de ce qu'on cherche, à tort, à substituer une représentation purement conceptuelle (cinématographique) à une intuition immédiate et directe. Lorsqu'on veut reconstruire le mouvement à partir de changements de positions et de situations spatiales, autrement dit lorsqu'on tente de le saisir à travers des concepts provenant du domaine de l'immobile, on ne doit pas s'étonner d'aboutir à un échec. On substitue au mouvement du mobile le chemin parcouru par celui-ci, sans prendre garde à leur hétérogénéité radicale. De même que pour Noël, le mouvement, pour Bergson, est un et indivisible. Il n'y a aucun sens à vouloir le diviser en parties, comme une distance, par exemple celle du chemin parcouru. De deux mouvements successifs — de a à b et de b à c — on ne saurait composer un mouvement unique de a à c . Si l'on évite de substituer l'étendue au mouvement, l'espace à la durée, on s'aperçoit aussitôt qu'une pareille addition est absurde. Le mouvement est une unité interne, unité d'intensité et non pas d'extension. Il est comparable au phénomène de la vie ou de la psyché. Il est une sorte d'unité organique et, à ce titre, possède nécessairement une durée; son commencement et sa fin sont liés dans une unité indivisible, ils se contiennent et se commandent l'un l'autre. Le mouvement est un état intérieur d'énergie que nous saisissons dans chaque corps se trouvant en mouvement. Il a, pour conséquence ordinaire, un changement de lieu, mais il

1. Paris, 1907.

2. Ce qu'il avait déjà fait, en 1889, dans l'*Essai sur les données immédiates de la conscience*.

s'identifie si peu avec celui-ci que l'on peut fort bien se représenter le cas d'un mouvement réel et absolu sans changement de lieu. Il suffit de penser à cette donnée si familière, immédiate et interne qu'est le mouvement de notre corps et de ses membres. Imaginons que, pendant que nous levons le bras, notre corps, en vertu d'un mécanisme ingénieux, exécute une série de mouvements exactement symétriques en sens inverse : notre bras n'aurait pas bougé, au sens du physicien, puisque sa position dans l'espace n'a pas changé; pourtant personne ne nous contesterait d'avoir effectué un mouvement réel, et, comme tel, absolu. Appliquons maintenant les résultats de notre analyse aux problèmes de Zénon, en particulier à celui d'Achille. Selon Bergson, toutes les difficultés s'évanouissent d'elles-mêmes, vu qu'elles étaient, en fait, illusoire. Le mouvement d'Achille, aussi bien que celui de la tortue, s'accomplissent par actes indivisibles. Achille n'a pas besoin de toucher tous les points qu'une division arbitraire pourrait, par la suite, découvrir sur son chemin : il fait des pas dont chacun a une grandeur déterminée; il ne se porte pas, d'abord, au point-origine du mouvement de la tortue, puis à celui où elle se trouve à ce moment, et ainsi de suite, — il fait tout simplement deux bonds et comme ils sont beaucoup plus grands que les pas de la tortue, il la rattrape, sans plus. Zénon et ses disciples brisent l'unité du mouvement d'Achille. Ils l'arrêtent à chaque instant. Ils substituent à son mouvement libre et ininterrompu une série d'arrêts. A ce compte, il n'est pas étonnant qu'il ne puisse pas atteindre la tortue; et que la flèche, immobilisée à chaque instant de son mouvement, ne puisse pas bouger.

VI. ANALYSE DES ARGUMENTS DE BERGSON

Nous ne voulons pas contester la valeur objective ni la profondeur de l'analyse bergsonienne, pas plus que de celle de Noël. Nous essaierons même, plus tard, d'en préciser certains points. (Il est bien évident, par exemple, que le mouvement ne peut être un phénomène psychique et nous ne croyons pas, non plus, que Bergson le pense sérieusement; encore moins peut-on l'identifier avec une force motrice ou une tendance, une pulsion, etc.) Mais ces analyses ne sont d'aucun secours contre Zénon et ses

arguments, justement parce qu'il s'agit, pour le philosophe éléate, d'analyser le mouvement non pas *en soi*, mais seulement en tant qu'il se réalise dans le temps et dans l'espace. L'objection de Bergson ne le touche donc pas — elle est d'ailleurs fondée, en partie, sur une conception inexacte. Le mouvement n'est pas nécessairement un acte indivisible, de *a* à *b*, ni une série de tels actes, il n'a pas nécessairement un commencement et une fin. Sans soulever, à nouveau, la question si débattue du commencement du mouvement, il suffit de rappeler qu'on peut considérer un mouvement commencé comme n'ayant pas de fin, ce qui est le cas de tous les mouvements inertiels et des mouvements célestes. Si l'on admet, depuis Descartes, que le mouvement est un *état* du corps analogue à l'*état* de repos, il en résulte qu'un corps en mouvement doit, nécessairement, persister dans cet état et son mouvement se prolonger à l'infini, aussi longtemps qu'il n'est pas arrêté par une cause positive quelconque. Bergson répondrait peut-être que cette conception — celle du mouvement inertiel — repose sur une identification induite d'un temps spatialisé. — une fiction scientifique — avec la durée véritable. Il n'en reste pas moins que nous pouvons bien penser le mouvant comme tel, sans que le commencement ni la fin de son mouvement nous soient donnés d'une façon quelconque, ce qui est le cas, par exemple, de tous les mouvements astronomiques. Mettons, à la place d'Achille et de la tortue, deux corps se mouvant selon la loi d'inertie et nous voici, de nouveau, au cœur des problèmes de Zénon. Supposons que le mouvement des deux corps s'effectue selon une loi qui exprime le rapport de leurs vitesses respectives et nous avons, de nouveau, le progrès à l'infini et l'avance irrattrapable et surtout la corrélation univoque et réciproque entre chacun des points de la trajectoire du premier et du deuxième corps. Il est inexact de dire que Zénon arrête Achille sur son chemin : il ne fait que fixer, et compter d'avance les instants auxquels celui-ci atteindra tel ou tel point de son parcours. Dire que, par là, il arrête sa course, revient à dire qu'on arrête un avion lorsqu'on suit son parcours avec un chronomètre, ou un boulet de canon lorsqu'on calcule sa trajectoire.

L'argument de la flèche, même dans l'hypothèse de l'acte indivisible du mouvement, garde également toute sa valeur. Prenons un mouvement fini, achevé, allant de *a* en *b*, celui d'une flèche vers son but. Ce mouvement est un et indivisible, comme le chemin parcouru finira par

l'être, une fois qu'il sera parcouru. Nous pourrons, *par la suite*, analyser le chemin que le mobile a parcouru en un nombre infini de segments possibles, mais nous ne pouvons pas le faire *maintenant* : car n'étant pas encore décrite, la trajectoire n'existe pas encore. En revanche, le chemin qui *sera parcouru* existe, la *distance* entre les deux points *a* et *b*, l'espace où se trouvent les deux points nous sont déjà donnés. Et rien ne nous empêche d'y fixer autant de points que nous voulons, sans le moins du monde y arrêter la flèche ou résoudre le mouvement en une série de déterminations spatiales; rien ne nous empêche de poser la question : à quel moment la flèche passera-t-elle tel ou tel point? Plus généralement : si nous supposons un nombre infini et indéterminé de surfaces, même imaginaires, n'avons-nous pas le droit de dire que la flèche traversera tous ces plans successifs, sans, pour autant, s'y arrêter, comme un projectile traverse les plaques de bois ou d'acier placées sur sa trajectoire? Et ne voit-on pas, dès lors, l'objection de Zénon réapparaître — à savoir la nécessité d'admettre l'infini actuel et de supposer comme achevée la division qui progresse à l'infini?

VII. ANALYSE DES ARGUMENTS DE NOËL

La théorie de Noël s'expose à des objections analogues. Noël ne croit certes pas que le mouvement s'accomplit en actes indivisibles ou en une suite de tels actes; son analyse toutefois, pas plus que celle de Bergson, n'élimine les difficultés soulevées par Zénon. Il est vrai, sans doute, que le mouvement est une entité *sui generis*, corrélative au repos et aussi irréductible à quelque chose d'autre que celui-ci; on pourrait même dire que ce serait plutôt le repos qui serait susceptible d'être réduit au mouvement qu'inversement le mouvement au repos. Il est également certain que le mouvement est un état du mobile et non pas un changement de lieu, au sens géométrique du terme. Or, pour Zénon, il s'agit, précisément, de ce changement, et non pas du mouvement conçu dans son essence ou dans son aspect interne. Aussi, suffit-il de très peu de chose — la modification d'un seul terme dans la conception de Noël — pour voir resurgir toutes les difficultés de l'Éléate. Convenons, avec Noël, que le mouvement ne peut être reconstruit à partir d'une série d'états de repos; que le

mobile se meut à chaque instant et à chaque point de sa trajectoire et qu'un corps mouvant entre en relation avec chaque point de l'espace qu'il passe d'une manière totalement différente de celle d'un corps en repos qui l'occupe. Nous irons même plus loin : nous dirons — avec Aristote — que le mouvement et l'immobilité s'opposent comme l'être et le devenir. Le corps immobile qui se trouve en repos *est* réellement dans le point ou le lieu déterminé de sa position de repos, le mouvant, par contre, *n'est pas* dans les points de sa trajectoire. Il serait entièrement faux de dire que le mobile, à chaque instant de son mouvement, *est* en un point déterminé. Au contraire : *à aucun instant il n'est* dans un point quelconque de son mouvement, il se borne à les parcourir tous. Malheureusement, tout cela ne nous aide pas à réfuter les arguments de Zénon. Car il suffit, dans l'énoncé de ces arguments, de substituer au terme « être » celui de « passer » pour qu'ils deviennent aussi utilisables qu'auparavant. S'il est vrai que ni Achille, ni la tortue, à aucun instant ne *sont* réellement en aucun point de leur trajectoire, il n'en reste pas moins qu'ils doivent passer par tous ces points, l'un après l'autre. La flèche, elle aussi, pour atteindre son but, doit passer par une infinité de points, exactement comme Achille et la tortue, et nous pouvons toujours établir une corrélation univoque et réciproque entre tous les points par où passe Achille et ceux par où passe la tortue. Or, nous venons de le voir, c'est là précisément le point décisif de l'argumentation de Zénon. L'objection de Noël, qui nous dit que le mouvant ne « dénombre » pas les points de sa trajectoire, ne traduit pas très exactement la situation de fait. Dans la mesure où il passe par tous les points qui se trouvent entre le commencement et la fin de sa trajectoire, il les « dénombre » et, d'après Noël lui-même, le nombre de ces points est infini.

VIII. LE SENS DES ARGUMENTS DE ZÉNON

L'analyse des objections de Zénon contre le mouvement et les principales tentatives de réfutation nous ont conduit à ce résultat appréciable que nous avons d'ailleurs annoncé dès le début de cette étude : les difficultés qui surgissent ne concernent pas le mouvement en tant que mouvement, elles s'y rattachent dans la mesure seulement où le mouve-

ment se déroule dans le temps et dans l'espace. Ce sont ces deux entités, essentiellement continues, qui servent de base aux paradoxes de Zénon. Un pas de plus et, en éliminant le temps, nous pourrions nous borner à considérer l'espace seul, c'est-à-dire les distances spatiales, les trajectoires et leurs rapports respectifs. Une manière de voir plus radicale encore nous permettra de faire abstraction même de la spatialité en tant que telle et de ne retenir, comme objet de la recherche, que le *quantum* continu ou le continu lui-même. En effet, quelles sont, essentiellement, les deux objections principales que nous trouvons au centre des arguments de Zénon?

1. La distance, le chemin — non pas le chemin parcouru mais celui qui doit être parcouru — est divisible à l'infini avant toute mesure et tout mouvement; il contient une infinité actuelle de points. Que l'on « compose » la droite comme « somme » d'une infinité de points ou, au contraire, qu'on la traite comme une unité donnée et primordiale, en se bornant à y relever les points à titre d'éléments secondaires, le résultat est le même. Dans les deux cas, nous avons affaire à l'infini actuel. Nous n'avons pas besoin du mouvement et du mouvant : la droite géométrique nous place, déjà, devant toutes les difficultés de la dichotomie.

2. On peut, en principe, établir une corrélation univoque et réciproque entre tous les points des trajectoires différentes de deux mobiles ou, plus généralement, entre tous les points de deux segments de ligne de longueur différente. Il est certain que, pas plus que dans le premier cas, nous n'avons affaire ici à du mouvement et à des mobiles, mais uniquement et exclusivement à des rapports entre des objets géométriques, entre des grandeurs mathématiques. Les paradoxes n'ont donc pas une signification et une valeur purement phonomiques. Leur champ d'application est beaucoup plus vaste : on peut constater qu'au fond ils se cachent dans tout théorème géométrique, dans toute formule algébrique, dans toute proposition arithmétique. Pour s'en convaincre, il suffit de traduire les paradoxes de Zénon dans le langage mathématique et d'en donner quelques exemples élémentaires¹.

a. *La dichotomie.* — Prenons une variable X entre les limites O et A ; l'argument de la dichotomie consiste à

1. Cf. Bertrand Russell, *Principles of mathematics*, Cambridge, 1903, dont cependant nous nous écartons en beaucoup de points.

ALEXANDRE KOYRÉ

Études d'histoire de la pensée philosophique

Alexandre Koyré a réuni trois ans avant sa mort (1964) ces *Études d'histoire de la pensée philosophique*.

On retrouve ici la curiosité inlassable de l'auteur des *Études newtoniennes*, qui nous livre une histoire de la pensée philosophique de Zénon à Martin Heidegger, de Spinoza à Condorcet et à Louis de Bonald.

L'auteur aborde à la fois les questions sur le vide et l'espace infini au XIV^e siècle, celles sur le temps d'après la Logique d'Iéna, dont la doctrine inspirera la phénoménologie de Husserl, de Heidegger et de Sartre, et d'autres sur la langue et la terminologie hégéliennes.

Né à Taganrog (Russie) le 28 août 1882, Alexandre Koyré réside de 1908 à 1911 à Göttingen, où il suit les cours de Husserl et de Hilbert, puis à Paris, où il s'attache aux enseignements de Bergson, Picavet, Brunschvicg. Après la guerre de 1914, il est diplômé de l'École des hautes études, puis, en 1929, il soutient sa thèse d'État sur la philosophie de Jakob Böhme. Sa carrière, ponctuée de nombreuses missions à l'étranger, se poursuivra aux Hautes Études. Il s'oriente vers la philosophie des sciences. En 1956, il est nommé membre de l'Institute for Advanced Study de Princeton. Il meurt le 28 avril 1964.

Raphaël : « L'école d'Athènes » (détail).
Chambres de Raphaël, palais du Vatican. Photo © Scala.



9 782070 239818



81-III A 23981 ISBN 2-07-023981-0

Extrait de la publication