

Cours

I Physique et métaphysique de l'espace

Que l'espace appartienne au domaine de la science, c'est pour nous une évidence. Espace de la physique classique, qui, depuis Galilée et Descartes, permet de penser de façon rigoureuse la notion de mouvement. Espace mathématique, inséparable de la géométrie, et donc de la science grecque. Mais il faut examiner la question de plus près. La science grecque n'ayant pas construit de physique mathématique (à l'exception de la statique d'Archimède), qu'en est-il de l'idée d'un espace « physique », c'est-à-dire de l'espace dans lequel se déroulent les phénomènes naturels ? D'autre part, quel concept d'espace peut-on dégager des recherches de la géométrie grecque ? Essayer de clarifier ces questions ne relève pas seulement d'une nécessaire précision du discours : comme on va le voir, géométrie et physique sont inséparables de considérations philosophiques essentielles sur la nature, le fini et l'infini, la connaissance...

A L'espace fini

1. Mythe et philosophie

L'espace est d'abord une donnée d'évidence, on pourrait dire un fait anthropologique. La vie humaine suppose la construction de repères fondamentaux, tels que l'intérieur et l'extérieur, le bas et le haut, etc. Les premiers essais de mesure de l'espace sont eux-mêmes inséparables de cette dimension anthropologique : « l'unité pour mesurer les surfaces dans le Sumer ancien était la quantité de grains nécessaire pour semer la surface en question¹ ». Il faut justement distinguer le fait de se situer dans son univers quotidien, selon des directions, et la construction d'un concept d'espace englobant la totalité des choses. La pensée de l'espace est de ce point de vue inséparable d'une représentation de l'univers, d'une pensée de la nature. Cette pensée implique une prise de distance par rapport à la vision mythique du monde. Voici comment Jean-Pierre Vernant résume la vision de l'espace naturel des deux grands « mythologues » des Grecs, Homère et Hésiode : « Dans [leur] conception, la terre est un disque à peu près plat entouré par un fleuve circulaire, Océan, sans origine et sans fin parce qu'il se jette en lui-même. On retrouve là un thème qui apparaît déjà chez les Babyloniens, dans ces grands États fluviaux où la terre cultivée a été péniblement gagnée sur les eaux, grâce à un système de digues et de canalisations. Aussi la genèse et la mise en ordre du monde sont-elles conçues comme un assèchement de la terre, émergeant peu à peu des eaux qui l'entourent. Au-dessus de l'Océan, s'élève le

1. E. Bauer, article « Espace », in *Dictionnaire de la philosophie*, Presses universitaires de France, Paris, p. 837.

ciel d'airain. S'il est dit d'airain, c'est pour exprimer son inaltérable solidité; domaine des dieux, le ciel est indestructible. Au-dessous de la terre, qu'y a-t-il? Pour le Grec archaïque, la terre est d'abord ce sur quoi on peut marcher en toute sécurité, une "assise solide et sûre", qui ne risque pas de tomber. Aussi imagine-t-on sous elles des racines qui garantissent sa stabilité. Où vont ces racines? On ne sait pas exactement. Elles s'enfoncent, dira Xénophane, à l'infini, sans limite¹ ». La philosophie, qui naît au sixième siècle av. J.-C. en Ionie et en Grande-Grèce, s'efforce de construire une vision de l'univers débarrassée des images du mythe. Ainsi, Anaximandre qui propose une démonstration rationnelle de la position de la terre au milieu du cosmos : c'est la position de la terre au centre du monde qui explique qu'elle ne peut pas se déplacer dans une autre direction. Jean-Pierre Vernant estime que la rupture est radicale : « Nous avons donc déjà une conception sphérique de l'univers. Nous voyons la naissance d'un nouvel espace, qui n'est plus l'espace mythique [...], mais un espace de type géométrique. Il s'agit bien d'un espace essentiellement défini par des rapports de distance et de position, un espace permettant de fonder la stabilité de la terre sur la définition géométrique du centre dans ses relations avec la circonférence². » Peut-on cependant parler ici d'espace « géométrique »? C'est aller sans doute un peu vite, dans la mesure où l'espace du cosmos grec ne sera jamais purement géométrique, au sens où il est constitué de lieux aux qualités bien différenciées : seul le vide infini des matérialistes (Démocrite, Épicure) est réellement

-
1. Jean-Pierre Vernant, « Géométrie et astronomie dans la première cosmologie grecque », in *La Grèce ancienne*, 2. « L'espace et le temps », Points Seuil, Paris, 1991, p. 188-189.
 2. Jean-Pierre Vernant, *op. cit.*, p. 190.

indifférencié. En revanche, l'espace de Platon et d'Aristote obéit à une vision du monde contre laquelle se construira l'espace véritablement géométrique de la physique moderne (celui de Newton).

2. L'espace clos de Platon et Aristote

Pourtant, il ne s'agit évidemment pas de confondre philosophie et mythe. Nous allons le voir précisément en comparant deux conceptions de l'origine du monde, celle d'Hésiode dans la *Théogonie* et celle de Platon dans le *Timée*. D'un côté, le *kaos*, de l'autre la *chôra*, aucun de ces termes ne pouvant se traduire par « espace » au sens strict (qui vient du latin *spatium*). Après l'invocation des Muses, voici comment Hésiode commence à déployer la série des premiers êtres : « En vérité, aux tout premiers temps, naquit Chaos, l'Abîme-Béant, et ensuite Gaia, la Terre aux larges flancs – universel séjour à jamais stable des immortels maîtres des cimes de l'Olympe neigeux – les étendues brumeuses du Tartare, au fin fond du sol aux larges routes, et Éros, celui qui est le plus beau d'entre les dieux immortels¹ [...]. » Comment interpréter ce chaos primitif ? Peut-on en faire un équivalent du vide dans lequel toutes les réalités vont prendre peu à peu leur place ? La notion de « vide » paraît justement bien trop précise et conceptuelle pour rendre compte de la dimension mythique du texte. Ce qui intéresse Hésiode c'est avant tout une opposition, celle entre le désordre et l'ordre représenté par la stabilité de la terre. De ce point de vue, il ne faut pas chercher une conceptualisation dans ce qui est avant tout une représentation de l'origine des dieux. De même, le texte

1. Hésiode, *Théogonie*, 116-120, trad. par Annie Bonnafé, Rivages Poches, Paris, 1993, p. 65.

de la Genèse ne présente pas une théorie de l'espace : dans le récit de la création du monde par Yahvé, ce qui importe c'est la série de séparations qui vont se produire entre les grandes instances naturelles : ciel/terre, lumière/ténèbres, ciel d'en haut/ciel d'en bas, etc. De ce point de vue, l'interprétation faite par Aristote lui-même du texte d'Hésiode apparaît comme trop « philosophique » : « Voici du moins ce qu'il dit : "Premier de tout naquit chaos et terre au large sein", soutenant qu'il faut d'abord qu'un emplacement (*chôra*) existe pour les étants, du fait qu'il pensait, comme la plupart des gens, que toutes les choses sont quelque part, c'est-à-dire dans un lieu (*topos*)¹ ». Dans ce passage, Aristote met sur le même plan trois notions en fait bien différentes : le chaos mythique, la *chôra* platonicienne, et sa propre conception de l'espace comme « lieu ». La traduction de *chôra* par « emplacement » est une possibilité. Littéralement, en grec ancien, il s'agit d'un espace de terre, d'un lieu, d'une étendue de terre, d'un territoire, d'une région... Il est donc très frappant que le premier grand texte philosophique sur l'« espace » utilise un terme extrêmement concret. Mais s'agit-il, là encore, d'une « théorie de l'espace » au sens moderne ? Loin de là. Comme chez Hésiode, le *Timée* nous présente la genèse du monde. Platon reconnaît même la parenté de son texte avec le mythe, en admettant ne pouvoir tenir sur la naissance du monde qu'un discours « vraisemblable » et non vrai. Mais les différences sont néanmoins considérables : la genèse platonicienne se fait selon des bases rationnelles, à savoir les formes intelligibles. La *chôra* répond à un problème précis : rendre compte de la production du sensible à partir de l'intelligible. On ne peut en effet s'en tenir à deux réalités : les formes intelligibles et

1. Aristote, *Physique*, IV, 208b 31-33, trad. par Pierre Pellegrin, GF-Flammarion, Paris, 2000, p. 204.

leurs copies sensibles. Il faut une sorte de « réceptacle » qui rende compte du sensible : la *chôra* est ce réceptacle (ou ce « matériau » comme traduit par exemple Luc Brisson). Elle est une sorte de matière première sans forme chargée de recevoir les formes. C'est justement cet aspect « informe » qui implique qu'on ne puisse jamais voir la *chôra* directement. Comme le dit Platon dans une célèbre formule, « c'est une réalité qu'on ne peut saisir qu'au terme d'un raisonnement bâtard qui ne s'appuie pas sur la sensation¹ ». Il ne s'agit ni de la matière au sens propre, ni de l'espace au sens strict : mais d'un emplacement sans forme qui est chargé de recevoir les formes et qui permet d'expliquer les aspects irrationnels du monde sensible. La structure de l'univers est bien géométrique dans le *Timée* : on trouve des formes géométriques au cœur de la matière, et les mouvements des planètes sont réglés selon des calculs arithmétiques. Mais ce modèle mathématique ne se prétend pas « vrai » : il constitue une théorie vraisemblable de la rationalité de l'âme du monde. On ne peut donc dire que Platon constitue une physique mathématique : il cherche à montrer qu'on peut rendre compte des mouvements par des nombres, mais il s'agit avant tout d'un modèle idéal. Quand Galilée affirmera que « la nature est écrite en langage géométrique », il s'appuiera sur Platon : mais avec toute la différence entre une hypothèse théorique et une construction scientifique reposant sur l'observation et l'expérience.

L'œuvre physique d'Aristote se présente en revanche comme une étude rigoureuse – mais non mathématisée – des conditions du mouvement dans le monde « sublunaire », c'est-à-dire sur terre. La théorie du « lieu » (*topos*) que l'on trouve au livre IV de la *Physique*

1. Platon, *Timée*, 52b, trad. Luc Brisson, GF-Flammarion, Paris, p. 152.

peut-elle être considérée comme une théorie de l'espace physique au sens où nous l'entendons? Pas exactement. On le voit dans la définition donnée par Aristote : « La limite immobile première de l'enveloppant, voilà ce qu'est le lieu¹. » On est donc au plus loin de l'espace géométrisé. Ce qui compte, pour Aristote, c'est de montrer que tout déplacement d'un corps n'est possible que parce que ce corps est situé « dans » un lieu. Il n'y a pas de vide dans l'univers, mais un lieu général enveloppant tout – le ciel² – et un lieu correspondant à la position de chaque corps, qui, en se déplaçant, change de lieu. D'autre part, et c'est surtout cela qui va dominer la représentation du monde durant des siècles, le lieu n'est pas « neutre » : chaque corps cherche à rejoindre son « lieu propre », le lieu qui lui correspond par nature. Un corps a une nature définie par sa composition (terre, eau, air, feu) qui le rend plus ou moins lourd ou léger. En fonction de cette composition, il va tendre vers le « bas » de l'univers – son centre – ou vers le « haut », la sphère

-
1. *Physique*, IV, 212a 20.
 2. Au livre II du chapitre 9 du *Traité du ciel*, il démontre que le ciel est constitué de « tout ce qui est corps naturel et sensible », et qu'il est par conséquent « un, seul, et complet » ; pour le prouver, il montre qu'un hypothétique « lieu extérieur du ciel » ne pourrait être, ni naturellement, ni contre nature, le lieu d'aucun corps. Il n'y a donc pas de lieu pour le tout, mais seulement pour ses parties. Il en résulte, selon la *Physique* (IV, 212b7 *sqq.*), que le ciel, sans être en un lieu par soi, l'est par accident, « car toutes ses parties sont d'une certaine façon en un lieu – en effet, sur le cercle, elles s'enveloppent mutuellement. Voilà pourquoi la région supérieure se meut en cercle, sans que le tout soit quelque part ». Comme le lieu est la limite immobile immédiate du corps enveloppant, « le lieu n'est pas le ciel, mais la limite immobile extrême du ciel, en contact avec le corps mobile ». En somme, le ciel n'a pas de lieu parce que sa limite n'a qu'un bord interne. Mais l'on voit bien le problème : si le ciel est en mouvement, comment sa limite peut-elle être immobile... ? Cf. Loryza, in *Le Corps*, ss. la direction de J.-C. Goddard, Vrin, Paris, 1992.

des étoiles. La terre – le globe terrestre – est au centre de l'univers car c'est là le lieu propre de ce corps le plus lourd qui soit. Et toute chute d'un corps sur terre s'explique par la tendance de ce corps à rejoindre le centre de la terre. C'est ce qu'on appelle la vision d'un univers à l'espace clos (l'univers est fini), polarisé (chaque être tend à rejoindre son lieu propre) et hiérarchisé (la partie supérieure de l'espace, celle des étoiles est plus parfaite que la partie inférieure, la terre¹). Et c'est précisément avec cette conception que rompra ce qu'on appelle la physique classique. Parler de « rupture » suppose que la conception d'Aristote s'est imposée philosophiquement, sans doute parce qu'elle était particulièrement cohérente. Elle satisfait un désir d'ordre, contrairement à l'espace vide infini des atomistes, qui fait de notre monde un parmi une infinité. Peut-être pourrait-on aussi suggérer que, malgré ses raisonnements complexes, elle rejoignait par certains côtés une très vieille vision de l'univers, la terre se trouvant au centre, et les astres divinisés au sommet : le cosmos mythique est lui aussi essentiellement hiérarchisé... Enfin, la physique d'Aristote trouvera un appui dans l'astronomie de Ptolémée qui, au deuxième siècle de notre ère, donnera le modèle mathématique d'un monde géocentrique et fini². Dans l'esprit du grand astronome, il ne s'agit nullement de donner une explication

-
1. Il est important de rappeler que pour les Grecs l'infini est une notion négative, que ce soit l'*a-peiron* (ce qui manque de fin, de limite, de mesure, l'« illimité ») ou l'*a-telès* (ce qui manque de fin au sens de perfection, l'« imparfait » au sens littéralement du « mal fini »). Contrairement à ce que l'on pense parfois, les atomistes ne changent pas radicalement ce point de vue : en moral, l'épicurisme prône bien la mesure. En revanche, il conteste les arguments sur la finitude de l'univers.
 2. La science grecque a pourtant connu des systèmes héliocentriques, ceux d'Héraclide le Pontique (388-313) et d'Aristarque de Samos (310-230) : mais aucun ne s'est imposé face à l'« évidence » de l'immobilité de la terre.