



# Platon et la cosmologie

Luc Brisson

DANS **CAHIERS CRITIQUES DE PHILOSOPHIE** 2007/1 n°3 , PAGES 31 À 43  
ÉDITIONS **HERMANN**

ISSN 1952-8094

ISBN 9782705666187

DOI 10.3917/ccp.003.0031

Date de mise en ligne : 02/01/2023

Article disponible en ligne à l'adresse

<https://shs.cairn.info/revue-cahiers-critiques-de-philosophie-2007-1-page-31?lang=fr>



Découvrir le sommaire de ce numéro, suivre la revue par email, s'abonner...  
Scannez ce QR Code pour accéder à la page de ce numéro sur Cairn.info.



**Distribution électronique Cairn.info pour Hermann.**

Vous avez l'autorisation de reproduire cet article dans les limites des conditions d'utilisation de Cairn.info ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Détails et conditions sur [cairn.info/copyright](https://cairn.info/copyright).

Sauf dispositions légales contraires, les usages numériques à des fins pédagogiques des présentes ressources sont soumises à l'autorisation de l'Éditeur ou, le cas échéant, de l'organisme de gestion collective habilité à cet effet. Il en est ainsi notamment en France avec le CFC qui est l'organisme agréé en la matière.

*Philosophie et Mathématiques*  
(coordonné avec M.-J. Durand-Richard)



LUC BRISSON

## *Platon et la cosmologie*

SI ON ESTIME QU'UNE COSMOLOGIE doit proposer une représentation simple, mais cohérente et rigoureuse de l'univers, dont les propriétés apparaissent comme les conséquences déduites logiquement d'un ensemble limité de présupposés, alors le *Timée* de Platon représente une véritable cosmologie. En outre, il s'agit là de la première description cosmologique de l'univers menée à l'aide du langage mathématique, et pas seulement en un langage ordinaire, comme c'est le cas chez Aristote par exemple. Ce dernier, d'ailleurs, ne cesse de critiquer, notamment dans le *De Caelo* et la *Physique*, la mathématisation de l'univers entreprise par Platon. Mais, et c'est par là que le *Timée* s'ancre dans la tradition et donc dans le mythe, la description platonicienne de l'univers reste indissociable d'une description de l'origine de l'homme, et même de la société, comme l'illustre le mythe de l'Atlantide résumé au début du dialogue et raconté dans le *Critias*.

Pour Platon, une cosmologie doit être en mesure de répondre à ces deux questions. À quelles conditions le monde sensible peut-il devenir connaissable ? Comment arrive-t-on à le décrire ? Questions que suscite cette conviction : le changement incessant ne peut être considéré comme la réalité véritable. Pour devenir objet de connaissance et objet de discours, le monde sensible doit présenter, dans son changement même, quelque chose qui ne change pas, qui présente une permanence véritable et donc se retrouve identique dans tous les cas. Platon répond à cette exigence en faisant cette hypothèse *bifrons* : il existe un monde de formes intelligibles, réalités immuables et universelles faisant l'objet d'une connaissance et d'un discours vrais, et auxquelles participent les réalités sensibles qui n'en sont que les copies.

L'hypothèse de l'existence de formes intelligibles entraîne automatiquement deux problèmes spécifiques : celui de la participation des formes intelligibles entre elles et celui de la participation des choses sensibles aux formes intelligibles. Ces problèmes sont formulés dans le *Parménide*. Pour résoudre le premier, une solution est proposée dans le *Sophiste*. Et pour répondre au second, Platon fait dans le *Timée* deux hypothèses nouvelles : celle d'un démiurge, qui fabrique ou qui plutôt met en ordre l'univers, et celle de la *khora*, le matériau sur lequel intervient le démiurge.

La ressemblance peut être définie comme une identité réduite à certains aspects. Dès lors, si les choses sensibles ne sont que des images des formes intelligibles, les premières doivent présenter par rapport à ces dernières une certaine ressemblance et en être en même temps dissemblables, sous peine de se confondre avec elles. Le démiurge garantit la ressemblance, alors que la *khora* explique la différence.

Cela dit, la *khora* n'est jamais décrite en tant que telle, à l'état pur, dans le *Timée*. Lorsque le démiurge entreprend d'y introduire mesure et proportion, elle présente déjà les traces des quatre éléments (*Timée* 52d-53c), qui sont agités par un mouvement mécanique dépourvu d'ordre et de mesure. Ce principe de résistance, Platon l'appelle *anagkè*, traduit habituellement par « nécessité », mais qui doit être compris comme l'ensemble des conséquences inéluctables qui, dans le monde sensible, imposent des limites sévères à toute intention rationnelle. En admettant la présence persistante de la « nécessité » dans l'univers, avec laquelle le démiurge d'abord, puis l'âme du monde doivent compter, Platon reconnaît que l'ordre supposé par son modèle cosmologique ne peut que rester partiel et provisoire. On est loin de l'optimisme leibnizien.

Dans le monde sensible, la permanence se manifeste sous ces traits : causalité, stabilité et symétrie. Il y a causalité si tout effet dépend d'une cause ; stabilité, si la même cause produit toujours le même effet ; et symétrie, si ce rapport de causalité reste invariant en dépit de transformations incessantes. Cette invariance, qu'on peut exprimer en termes de rapports mathématiques, constitue en fait l'essentiel de ce que l'homme arrive à connaître et décrire du monde sensible. Cela dit, la connaissance et le discours qui ont pour objet les choses sensibles entretiennent avec la connaissance et le discours qui ont pour objet les formes intelligibles un rapport de copie à modèle, similaire à celui qu'entretiennent les choses sensibles avec les formes intelligibles ; cette connaissance et le discours qui l'exprime ne sont jamais vrais, ils restent vraisemblables, car ils ne portent que sur des images, et non sur la réalité véritable.

Et c'est en gardant les yeux fixés sur les formes intelligibles que le démiurge fabrique l'univers, ce vivant doté d'une âme et d'un corps.

## ASTRONOMIE

Pourquoi Platon considère-t-il l'univers comme un être vivant ? En Grèce ancienne, le problème majeur en cosmologie, c'est, on l'a vu, de rendre compte de ce qu'il y a d'ordonné dans l'incessant changement du monde sensible, et surtout des mouvements les plus réguliers que l'on y observe, ceux des corps célestes. Mais alors, comment expliquer à la fois l'existence du mouvement et l'ordre que ce mouvement manifeste ?

Ce n'est qu'en 1687 que Newton formula la loi de la gravitation : deux corps exercent l'un sur l'autre une force d'attraction proportionnelle à leurs masses et inversement proportionnelle au carré de leur distance. Quant à la loi d'inertie selon laquelle un corps qui n'est soumis à aucune force ne peut qu'être au repos ou présenter un mouvement rectiligne et uniforme, elle a dû attendre Galilée pour être formulée, et Newton pour être étendue aux corps célestes. Or, si l'on ne dispose d'aucune de ces lois, il faut bien faire l'hypothèse d'une réalité que ne perçoivent pas les sens, mais qui rende compte de l'origine et de la persistance de l'ensemble des mouvements dans l'univers — et surtout des plus nobles, ceux qui animent les corps célestes. Selon Platon, cette réalité est de même nature que le principe du mouvement spontané dans les vivants : il s'agit d'une âme.

Cette hypothèse n'est pas plus extravagante que celle de l'existence d'un « mouvement à distance ». Chez les êtres vivants, pourvus de ce principe de mouvement spontané que Platon appelle « âme », se manifeste une certaine régularité dans le changement : telle espèce engendre telle espèce, vit tel nombre d'années, présente telles caractéristiques, etc. De plus, l'âme de l'homme est douée d'un intellect, qui lui assure une conduite cohérente et conforme à des intentions plus ou moins bien définies. Un raisonnement analogique permet de mettre en rapport ces deux ordres de faits : pourquoi ne pas supposer que le monde sensible se trouve pourvu d'une âme douée de raison (*Timée* 30a-c), tout comme l'homme ?

Partout où elle arrive à instaurer et à maintenir absolument l'ordre mathématique instauré par le démiurge (*Timée* 34c), l'âme du monde présente les caractéristiques suivantes : c'est une réalité intermédiaire (*Timée* 35a-b), qui présente l'aspect d'un enchevêtrement de cercles (la plus « noble » des figures planes car la plus symétrique) entretenant les uns avec

les autres des rapports mathématiques ; et dans l'univers elle est le principe de tout mouvement aussi bien psychique que physique.

Cette réalité intermédiaire représente, dans le sensible, l'origine de tout mouvement ordonné, les mouvements circulaires des corps célestes, et les mouvements rectilignes des réalités sublunaires. De là vient que le *Timée* décrit la constitution de l'âme du monde comme s'il s'agissait de la fabrication d'une sphère armillaire, c'est-à-dire d'un globe formé d'anneaux ou de cercles représentant le mouvement du ciel et des astres (évoquée en *Timée* 40d). Pour comprendre la suite, il faut garder cette image en tête.

Après avoir réalisé le mélange fondamental qui sert à fabriquer l'âme du monde, le démiurge lamine cette masse à la manière d'un forgeron pour la transformer en une plaque qu'il découpe en deux pour former d'abord le cercle du Même, qui entraîne les astres fixes, puis le cercle de l'Autre lui-même redécoupé en sept cercles auxquels sont attachés les sept corps célestes connus à l'époque : Lune, Soleil, Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne (*Timée* 36d-39e). Mais il ne suffit pas de rendre compte de la permanence des mouvements des corps célestes, il faut aussi rendre compte de leur régularité. C'est à cette fin qu'intervient le rapport mathématique. Trois premiers types de rapport mathématiques sont introduits entre les cercles obtenus : géométrique, arithmétique et harmonique (*Timée* 36b-d).

Après avoir découpé la bande de l'« Autre » en sept morceaux qui serviront à constituer les cercles sur lesquels se meuvent les corps célestes, le démiurge insère entre ces sept premiers nombres qui se présentent comme le résultat de progressions géométriques [1, 2 (= 2 ∞ 1), 4 (= 2 ∞ 2), 8 (= 2 ∞ 2 ∞ 2), 3 (= 3 ∞ 1), 9 (= 3 ∞ 3), 27 (= 3 ∞ 3 ∞ 3)]

$$(a/x = x/b, \text{ ou } x^2 = ab, \text{ ou encore } x = \sqrt{ab},$$

six nombres qui sont des rapports harmoniques

$$(x - a)/(b - x) = a/b \text{ ou } x = 2ab/(a + b) [4/3, 8/3, 16/3, 3/2, 9/2, 27/2],$$

ainsi que six nombres qui sont des rapports arithmétiques

$$[(x - a) = (b - x) \text{ ou } x = (a + b)/2, [3/2, 3, 6, 2, 6, 18].$$

Les proportions qui viennent d'être décrites s'appliquent à une suite d'entiers positifs qui représentent les rayons de l'orbite de chacun des sept corps célestes autour de la terre. Entre tous ces nombres ne subsistent que trois types d'intervalles : 3/2 (équivalent musical, la quinte), 4/3 (équivalent musical, la quarte) et 9/8 (équivalent musical, le ton). Et pour combler l'intervalle qui subsiste entre la quarte et la quinte, on introduit le *leimma* (ce qui reste en grec), c'est-à-dire 256/243.

L'introduction de rapports mathématiques dans l'âme du monde paraît au premier abord déconcertante, mais elle relève d'un raisonnement analogique. Platon semble avoir extrapolé à partir de la découverte de l'harmonie musicale, faisant ainsi servir l'harmonique à l'astronomie. En appliquant les mêmes rapports mathématiques à des objets matériels, en l'occurrence des cordes de grandeurs différentes, on arrive à produire des sons, toujours les mêmes, qui constituent une harmonie n'ayant plus, elle, rien de matériel. En d'autres termes, à l'aide de rapports mathématiques, qui ressortissent exclusivement à la raison, on arrive à expliquer les sons musicaux et même à les produire dans le monde sensible. Pourquoi dès lors n'en irait-il pas de même en astronomie, d'autant plus que les mouvements des corps célestes, dans leur régularité et leur permanence, ont, dès la plus haute Antiquité, étonné les êtres humains au point d'avoir été assimilés à des dieux, matériels certes, mais à des dieux ?

Si on la considère d'un point de vue strictement musical, la structure mathématique de l'âme du monde comprendrait donc 4 octaves, une quinte et un ton :

$$2/1 \infty 2/1 \infty 2/1 \infty 2/1 \infty 3/2 \infty 9/8 = 27$$

Platon se refuse explicitement à faire la théorie du type de musique que pourraient émettre les corps célestes qui sont entraînés sans bruit (*Timée* 37b). En invoquant les rapports mathématiques qui servent aussi en musique, il cherche seulement à rendre compte de la permanence et de la régularité. Pour cela, Platon formule les deux postulats suivants. 1) Les mouvements des corps célestes suivent une trajectoire circulaire, leur mouvement est donc permanent. 2) Ces mouvements obéissent à des lois définies par trois types de relation mathématique connus à son époque, *leur mouvement est donc régulier, en dépit des apparences*.

Dans le *Timée*, Platon arrive donc à proposer un système astronomique qui présente une simplicité étonnante, car il se fonde exclusivement sur le mouvement circulaire, une hypothèse qui fut admise jusqu'à Képler (loi des orbites, en 1609), et qui ne fait intervenir que trois types de médiétés : géométrique, arithmétique et harmonique. L'extraordinaire complexité des mouvements qui apparemment affectent les corps célestes se trouve réduite à deux éléments d'ordre mathématique : cercle et médiété.

## PHYSIQUE ET CHIMIE

Cette âme, le démiurge l'adapte au corps du monde (*Timée* 34b, 36d-e), qui présente l'aspect d'une gigantesque sphère, puisque, comme copie d'un original parfait, ce corps doit avoir lui aussi la forme la plus parfaite, la plus symétrique ; or, dans la géométrie de l'espace à trois dimensions, aucune forme n'est plus symétrique que la sphère.

*Les éléments*

Se conformant à une opinion traditionnelle qui remonte probablement à Empédocle et qui allait se perpétuer jusqu'au XVIII<sup>e</sup> siècle, Platon prend pour acquis que le corps de l'univers a été fabriqué exclusivement à partir de quatre éléments : le feu, l'air, l'eau et la terre (*Timée* 56b-c). Mais il va beaucoup plus loin. D'une part, il avance un argument mathématique pour justifier le nombre de ces éléments. Et surtout, il est conscient de faire preuve d'une très grande originalité (*Timée* 53e) en établissant une correspondance entre ces éléments et les quatre polyèdres réguliers, c'est-à-dire en transposant en termes mathématiques l'ensemble de la réalité physique et les changements qui l'affectent. On notera par ailleurs que la construction des premiers polyèdres réguliers est rapportée au nom de Théétète (415-369 av. J.-C.), que Platon met en scène dans le prologue d'un dialogue qui porte son nom (*Théétète*) ; signe de la grande attention que Platon portait au développement des mathématiques à son époque.

*Le nombre des éléments*

Les quatre éléments dont est fait notre univers sont la terre, l'eau, l'air et le feu. Ce postulat, qui remonte au moins à Empédocle, Platon l'admet, mais il fait preuve de la plus grande originalité, originalité dont il est conscient, en l'interprétant mathématiquement. En effet, il associe le feu au tétraèdre, l'air à l'octaèdre, l'eau à l'icosaèdre et la terre au cube. La référence à ces quatre polyèdres réguliers présente un intérêt historique évident ; il semble en effet que c'est Théétète qui fut le premier à construire ces polyèdres réguliers.

*La constitution des éléments*

Ces quatre polyèdres sont construits à partir de deux types de surfaces, qui résultent elles-mêmes de deux types de triangles rectangles.

Les deux types de triangles rectangles qui interviennent à l'origine sont le triangle rectangle isocèle, qui est la moitié d'un carré, et le triangle rectangle scalène, qui est la moitié d'un triangle équilatéral de côté  $x$ .

Ces deux triangles rectangles élémentaires entrent dans la construction de deux autres types de surface : le carré et le triangle équilatéral. Un carré résulte de la réunion de quatre triangles rectangles isocèles (*Timée* 55b), et un triangle équilatéral résulte de la réunion de six triangles rectangles scalènes (*Timée* 54d-e). Pour constituer un carré, deux triangles rectangles isocèles eussent suffi, tout de même que, pour constituer un triangle équilatéral, deux triangles rectangles scalènes. On peut cependant penser que, dans le cas du carré et dans celui du triangle équilatéral, Platon veut trouver un centre de symétrie axiale (cf. Euclide, *Éléments* XIII 18 Scholie) qui fasse qu'aucun des triangles constitutifs du carré ou du triangle équilatéral ne puisse avoir une prééminence sur les autres. Il s'agit peut-être là d'une critique implicite du pythagorisme où la gauche et la droite étaient dotées de valeurs opposées.

Les triangles équilatéraux servent à construire ces trois polyèdres réguliers que sont le tétraèdre (*Timée* 54e-55a, quatre triangles équilatéraux), l'octaèdre (*Timée* 55a, huit triangles équilatéraux) et l'icosaèdre (*Timée* 55a-b, vingt triangles équilatéraux), associés respectivement au feu, à l'air et à l'eau. Par ailleurs, les carrés servent à constituer le cube (*Timée* 55b-c, six carrés) associé à la terre. Enfin, se trouve fugitivement évoqué le dodécaèdre, le polyèdre régulier qui s'apparente le plus à la sphère (*Timée* 55c), figure géométrique à laquelle est associé le corps du monde (cf. *Lettre* XIII [apocryphe] 363d).

Toutes les propriétés des polyèdres auxquels sont associés les quatre éléments peuvent être réunies en un tableau facile à lire. Deux observations résultent de son examen attentif. 1) Les polyèdres réguliers qui correspondent aux différents éléments sont décrits exclusivement en fonction du nombre des faces qui composent leur enveloppe. 2) Les arêtes de ces faces sont définies à partir d'une valeur originelle qui correspond à la longueur de l'hypoténuse des triangles rectangles élémentaires qui les composent. Or, cette valeur reste indéterminée (*Timée* 57c-d). Une telle indétermination présente une importance considérable, et cela pour deux raisons : d'un côté elle réduit le pouvoir explicatif du modèle géométrique proposé par Platon en s'opposant à sa simplicité ; mais de l'autre côté elle permet de mieux rendre compte des variétés d'un même élément.

Platon veut en effet montrer comment le modèle cosmologique qu'il propose permet de décrire non seulement les objets du monde sensible dans son ensemble, qui ne sont que des variétés des quatre éléments ou qui résultent de leur combinaison, mais également leurs propriétés. En *Timée* 58c-61c, on trouve quelques exemples qui illustreront ce point. Les substances les plus complexes dans l'univers ne sont en définitive que des variétés de cette architecture de base (*Timée* 58c-61c), à laquelle en dernière instance se ramène toute la structure matérielle de l'univers. Dans le monde sensible, toutes les

réalités peuvent être décrites en termes mathématiques, et elles peuvent même être considérées comme des variétés de deux triangles rectangles.

*La transformation mutuelle de trois de ces éléments*

Pour rendre compte de la transmutation mutuelle de ces polyèdres que sont le tétraèdre (associé au feu), l'octaèdre (associé à l'air) et l'icosaèdre (associé à l'eau), Platon ne tient compte que du nombre des surfaces qui en constituent l'enveloppe. Ce sont en effet les correspondances établies entre le nombre des triangles équilatéraux qui composent la surface de ces polyèdres qui permettent de formuler les équivalences mathématiques. Ces dernières expliquant comment les éléments se transforment les uns dans les autres, et comment se produisent les phénomènes de génération et de corruption qui se manifestent dans le monde sensible.

Une telle explication se fonde sur le présupposé suivant : les deux types de triangles rectangles élémentaires ne peuvent ni être créés ni être détruits. Par conséquent, dans toute transformation, le nombre de triangles se trouve conservé. De plus, ne peuvent se transformer les uns dans les autres que les éléments qui correspondent à des polyèdres dont les faces sont formées de triangles équilatéraux. Il s'ensuit que l'eau, l'air et le feu peuvent se transformer les uns dans les autres, mais non pas la terre qui correspond au cube dont les faces sont des carrés, que seuls affectent des processus de décomposition et de recombinaison. Bref, la transformation des éléments est considérée en fonction des surfaces qui composent les polyèdres réguliers et non, comme il serait naturel, en fonction des volumes. Les règles de transformation mutuelle du feu, de l'air et de l'eau peuvent être réunies dans un tableau relativement simple. Ce genre de solution ne manque pas de surprendre, car elle ne prend en compte que des surfaces qui entourent les polyèdres, alors même que ces polyèdres sont des volumes.

Comment expliquer la chose ? On peut faire valoir trois explications. 1) Comme on le constate encore chez Euclide, ce qui définit un polyèdre, c'est sa forme, c'est-à-dire sa limite qui correspond à l'ensemble de ses faces. 2) La longueur de l'hypoténuse des triangles rectangles élémentaires qui composent les triangles équilatéraux restant indéterminée, une explication de la transformation mutuelle de polyèdres dont les faces ne sont pas des triangles équilatéraux de même surface en est rendue d'autant plus difficile. En d'autres termes, seuls des éléments de variétés correspondantes (dont les faces sont des triangles équilatéraux de même dimension) peuvent se transformer les uns dans les autres. 3) Les mathématiques connues à l'époque de Platon rencontraient de nombreuses difficultés lorsqu'il s'agissait

d'extraire les racines carrées et se trouvaient dans l'impossibilité d'extraire des racines cubiques.

### *Les mathématiques et leurs limites*

Par voie de conséquence, il faut bien admettre que les limites de la cosmologie de Platon correspondent aux limites des mathématiques de son époque ; ce qui reste vrai pour notre époque, *mutatis mutandis*. Cet aveu d'impuissance relative apparaît plus clairement encore si l'on cherche à établir entre les polyèdres réguliers, des rapports en fonction de leur volume (V) et de leur surface (S). Un tel tableau nous est très utile, mais il convient de se rappeler ici encore que ni Platon ni aucun de ses contemporains n'auraient pu en comprendre une seule ligne, car on ne savait pas extraire la racine cubique, et l'extraction de la racine carrée, très laborieuse, ne pouvait être effectuée que sur des nombres peu importants.

Les limites qui viennent d'être énumérées sont réelles et réduisent l'intérêt du modèle cosmologique platonicien. Il n'en reste pas moins que le démiurge a fabriqué l'univers à partir des corps géométriques les plus parfaits, la sphère et les quatre polyèdres réguliers ; que les mouvements et les interactions de ces polyèdres réguliers sont gouvernés par des lois mathématiques, là seulement, bien entendu, où *l'anagkê* a été persuadée de se soumettre à cet ordre ; et donc que le corps de l'univers est, en l'état actuel des choses, le plus parfait possible.

### *Le problème du changement*

L'hypothèse de l'âme du monde permet à Platon d'expliquer non seulement pourquoi et comment s'ordonne le mouvement des corps célestes, mais encore pourquoi et comment celui des corps sublunaires est, lui aussi, soumis à des « lois » mathématiques, qui rendent compte de sa régularité et de sa permanence relatives. Mieux l'âme du monde sera régie par ces lois, plus les mouvements qui affectent le monde sensible sublunaire auront de chance d'être ordonnés.

Malgré tout, les explications proposées jusqu'ici ne suffisent pas à rendre compte des changements qui affectent l'ensemble du monde sensible. Manquent les axiomes suivants. 1) L'univers n'est pas uniforme, et le mouvement que l'on y observe tire son origine de sa non-uniformité (*Timée* 57e). Elle peut s'expliquer de deux façons. Une interprétation faible la justifie par le fait que quatre polyèdres réguliers ne peuvent s'emboîter parfaitement les uns dans les autres. Une autre, plus forte, veut que cette non-uniformité résulte du fait que la longueur de l'hypoténuse des triangles rectangles

élémentaires reste indéterminée, d'où s'ensuit que les dimensions des polyèdres élémentaires qui composent toutes les choses sensibles peuvent être différentes. Cette absence d'uniformité constitue donc la cause du changement incessant auquel est soumis le monde sensible, un changement que va tenter d'ordonner l'âme du monde, mais seulement là où elle arrive à prédominer ! 2) Dans le monde sensible, il n'y a pas de vide (*Timée* 58a, cf. 79c) ou, ce qui revient au même, tout ce qui est doit être quelque part (*Timée* 52b). 3) La sphère du monde enveloppe tout ce qui est corporel. Les quatre éléments se distribuent, à l'intérieur de cette sphère, en quatre couches concentriques (*Timée* 33b, 53a, 48a-b) entre lesquelles se produisent des échanges qui s'expliquent ainsi. Ces quatre couches concentriques sont entraînées par le mouvement circulaire qui anime l'ensemble de la sphère. Comme il n'y a pas de vide, les particules ne peuvent s'épandre à l'infini vers l'extérieur ; et, à l'intérieur, elles ne peuvent circuler que dans les interstices, toujours remplis, qui tirent leur origine de l'absence d'homogénéité entre les éléments. D'où une réaction en chaîne que provoque la « compression impliquée par le processus de refoulement » (*Timée* 58b, cf. 76c et *Lois* X 849c). Cela entraîne un processus (*Timée* 58b) présentant les deux types de mouvements qui régissent toute transformation d'un corps dans un autre, et que nous avons évoqués plus haut : division et condensation, décomposition et recomposition.

Tout compte fait, il faut se représenter l'univers platonicien comme une vaste sphère remplie d'un fluide homogène et dépourvue de toute caractéristique — la *khora* —, mais dont la plus grande partie est enfermée dans des enveloppes que délimite la surface extérieure de chacun des quatre polyèdres réguliers. Ces composants élémentaires ont tendance à se répartir en quatre couches concentriques, tendance que vient contrarier le mouvement de rotation qui entraîne la sphère dans son ensemble. De ce mouvement, résultent le déplacement de ces polyèdres réguliers ou une modification de la nature, le feu devenant air, l'air devenant eau et vice-versa. Une telle représentation fait apparaître une contradiction : dans l'univers platonicien, il faut tenir compte à la fois du continu qui doit caractériser la *khora*, et du discontinu qu'instaurent inéluctablement les polyèdres réguliers. La physique platonicienne n'est donc ni un atomisme, comme proposé par Leucippe et Démocrite, ni une physique du continu, comme celle proposée par Parménide, Zénon et Méliossos ; elle se situe entre les deux.

Même si on se heurte à cette contradiction, il faut admettre que, puisque d'une part le monde sensible est dominé par une âme à la structure mathématique particulièrement rigoureuse, et que d'autre part le démiurge a façonné mathématiquement la *khôra* en y introduisant les polyèdres réguliers, toute transformation d'un corps dans un autre peut être expliquée

en termes d'interactions et de corrélations mathématiques. Les mathématiques permettent d'appliquer au monde sensible certains des prédicats du monde intelligible dont il participe. Au bout de ce long processus d'intégration, le monde sensible se voit ainsi revêtu d'une certaine permanence et d'une certaine régularité. En dernière instance, ce sont les mathématiques qui rendent compte de la participation du monde sensible au monde intelligible. Et si le monde sensible est bien une image de l'intelligible, il doit donc être construit mathématiquement ; dans cette perspective, ce sont les mathématiques qui fixent les limites de cette cosmologie. « Limites » est à prendre dans un sens qui n'est pas seulement péjoratif, car Platon a su utiliser ce que les mathématiques de son époque présentaient de plus élaboré.

## LA VÉRIFICATION EXPÉRIMENTALE

Comme chez la plupart de ses contemporains, la recherche de la certitude à l'intérieur d'un système axiomatique utilisant notamment un langage mathématique, entraîne chez Platon une absence de contenu empirique. Témoignages et expériences sont le plus souvent utilisés pour corroborer une théorie plutôt que pour la mettre à l'épreuve : il s'agit d'illustrer un modèle explicatif et non de démontrer, sinon qu'il est le seul valable, à tout le moins qu'il est le meilleur. On peut penser que c'est le débat compétitif, l'*agon* du domaine de la rhétorique qui s'exprime à l'Assemblée et au Tribunal, qui a finalement fourni le cadre dans lequel se développèrent les sciences de la nature en Grèce ancienne. Il s'agissait avant tout de faire prévaloir sur le plan de la parole un modèle d'explication, en présentant une argumentation plus convaincante, plutôt que de l'imposer sur le plan de la réalité en le mettant à l'épreuve afin de déterminer son degré de résistance et d'efficacité par rapport à d'autres théories.

Deux types d'explications, d'ordre technique et d'ordre théorique, pourraient être avancés pour expliquer les réticences dont Platon fait montre à l'égard de la vérification expérimentale.

### *Les limites techniques*

L'acte fondamental de la science réside sans doute dans l'opération de mesure. Pour progresser, la science doit au préalable définir des concepts particulièrement abstraits, au premier rang desquels se trouvent les unités de mesure. Notons par exemple l'importance qu'a revêtu pour le développement de la science la découverte de ces unités de mesure que sont la tempé-

rature exprimée en degrés, l'accélération, l'énergie, la charge électrique, l'entropie, la quantité d'information mesurée en *bits*, etc. et la mise au point d'instruments permettant de les noter. Or, à l'époque de Platon, les étalons de mesure connus ne concernent que la longueur, le poids, le volume et le temps. Ils ne présentent aucune universalité, puisqu'ils varient en fonction des cités, et restent très peu fiables, en raison du caractère primitif des instruments de mesure. De surcroît, interviennent deux autres facteurs non moins décisifs : la notation des nombres et le balbutiement des mathématiques au temps de Platon, dont plusieurs développements, maintenant considérés comme essentiels, manquaient encore. Toutefois, plusieurs exemples ressortissant à l'époque hellénistique montrent l'ingéniosité que l'on déploya pour surmonter ou pour contourner ces difficultés.

Étant donné ce qui vient d'être dit, il faut bien reconnaître que, même s'ils ont atteint un niveau assez avancé en géométrie, même s'ils ont réussi à accomplir des prouesses techniques — voir leur architecture, leur sculpture et leur céramique, et même si leurs méthodes de navigation impliquaient l'usage de procédés techniques, fussent-ils primitifs, les Grecs de l'époque de Platon ne disposaient pas des outils qui leur auraient permis de concevoir, de définir et de mettre en œuvre des expériences destinées à vérifier leurs hypothèses dans le domaine des savoirs scientifiques.

### *Préjugé théorique*

Mais il y a plus. Ce procédé absolument décisif de questionnement de la nature qu'est la vérification expérimentale fut explicitement refusé par Platon dans le *Timée*, à l'occasion de sa fameuse théorie sur la couleur. Elle s'insère dans l'explication du mécanisme de la vision, qui elle-même n'est qu'une section de l'explication du mécanisme de la sensation. Après avoir proposé cette explication particulièrement audacieuse, Platon déclare en *Timée* 68d-e :

Pour les autres couleurs, on voit presque à l'évidence à partir de ces exemples, à quels mélanges il faudrait les assimiler, pour sauver notre mythe vraisemblable. Pourtant, si on voulait faire une recherche expérimentale en soumettant cela à la vérification, ce serait méconnaître la différence entre un homme et un dieu ; car seul un dieu possède à la fois le savoir et le pouvoir nécessaires qui permettent de mêler les multiples choses en une seule et inversement de résoudre ce qui est un dans le multiple ; tandis que parmi les hommes nul n'est à l'heure actuelle en mesure de réaliser l'une et l'autre de ces tâches, et ne le sera jamais à l'avenir. (*Timée* 68d-e)

Pour Platon, la vérification expérimentale est d'abord assimilée à une torture. C'est là une image qui ressortit au vocabulaire juridique. À Athènes, en effet, le témoignage des esclaves était toujours présenté comme obtenu sous la torture. Il est possible que cela ait été le cas à un moment ou à un autre, mais au V<sup>e</sup> et au IV<sup>e</sup> siècles, c'est-à-dire à l'époque des grands orateurs et de Platon, c'était une fiction juridique permettant de prendre en considération le témoignage d'un homme qui théoriquement n'avait aucun droit. De surcroît, elle implique une reproduction exacte de la Nature, tâche aussi impossible pour nous aujourd'hui que pour lui alors.

Aussi bien, nous contentons-nous maintenant de soumettre à vérification un aspect particulier d'une théorie, et cela dans le cadre d'une expérience purement locale, contrôlée et répétable. Cette expérimentation ne fait varier qu'un nombre très réduit de paramètres, en supposant que tout le reste de l'univers, malgré son énorme complexité et le nombre élevé des degrés de liberté qui y règnent ne va exercer aucune influence sur l'expérience en cours. Comme on le dit : *ceteris paribus*, « tout le reste ne compte pas ». Pour arriver à ce *ceteris paribus*, il faut qu'intervienne toute l'ingéniosité de l'expérimentateur, ce qui parfois le mène à construire ces instruments gigantesques que sont par exemple les accélérateurs de particules. Platon qui, de toute évidence n'avait ni les instruments, ni les unités de mesure ni le langage mathématique qui lui eussent permis de le faire, n'a pas cherché à réaliser ce type d'expérience. Cette déficience explique pourquoi les modèles d'explication qu'il propose dans le *Timée* restent dépourvus de toute valeur opératoire.

En négligeant l'observation et surtout en refusant la vérification expérimentale, Platon condamnait ses explications à l'impuissance. Pourquoi en effet préférer les explications qu'il proposait à d'autres intuitivement plus plausibles et utilisant le langage ordinaire, moins abstruses que les mathématiques à l'usage restreint aux seuls spécialistes ? Sur le plan de l'histoire des sciences, Platon reste donc une figure ambiguë ; très moderne, lorsqu'il recourt aux mathématiques et lorsqu'il se plie aux rigueurs de l'argumentation déductive, mais très traditionnel, lorsqu'il tient l'observation pour peu de chose et la vérification expérimentale pour impossible.