

Des univers multiples

Aurélien Barrau

Des univers multiples

Nouveaux horizons cosmiques

EKHO

Maquette de couverture : Delphine Dupuy
Illustrations de l'intérieur : Bernadette Coleno,
sauf pour l'illustration de la p. 138,
réalisée par Rachid Maraï

Photographie de l'auteur (couverture) :
© Ema Berramdane

Composition : Nord Compo

© Dunod, 2014, 2017, 2020 pour la présente édition
11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-080687-4

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

PROLOGUE

*«Elle part. Elle demande une indication pour se perdre.
Personne ne sait.»*

Marguerite Duras, *India Song*

Le satellite Planck nous a livré avec une précision inouïe la première lumière de l'Univers. Ce rayonnement fossile dessine le fascinant visage de l'enfance du Cosmos. Au-delà, il porte à notre connaissance des détails inespérés sur les lois physiques à l'œuvre quelques milliardièmes de milliardièmes de milliardièmes de secondes après le Big Bang.

La course est maintenant ouverte pour dépasser ces mesures formidables, et de nouveaux instruments sont d'ores et déjà en préparation pour tenter de détecter les ondes gravitationnelles primordiales qui constitueraient non seulement un indice supplémentaire en faveur de l'inflation et un écho de l'Univers très jeune, mais aussi le premier signal de gravitation quantique jamais observé. La difficulté de la démarche est à la hauteur de l'enjeu, mais l'observation, par l'interféromètre LIGO, des ondes de gravité émanant de la coalescence de trous noirs est plus qu'encourageante.

Pendant ce temps, le LHC (*Large Hadron Collider, Grand collisionneur de hadrons*) du CERN dévoile les caractéristiques fines du champ de Higgs et tente de mettre en

lumière d'autres particules élémentaires venant compléter ou modifier le « modèle standard » de l'infiniment petit.

Cette effervescence instrumentale s'accompagne d'un immense foisonnement théorique. Qu'il s'agisse de relativité générale, de gravitation quantique ou de théorie des cordes, des idées nouvelles viennent à la fois renforcer et « infecter » notre modèle cosmologique, c'est-à-dire la compréhension profonde à laquelle nous sommes parvenus quant à l'histoire, à la forme et au devenir de l'Univers. L'ensemble du scénario est à la fois très bien étayé, par de multiples observations, et extrêmement fragile, grevé par de nombreux paradoxes.

Le moment est donc venu d'interroger l'ensemble de l'édifice. Moins pour tenter de l'effondrer ou de le défaire que pour en sonder de nouvelles ramifications, le prolonger au-delà même du visible ou du concevable. C'est l'enjeu du *multivers*.

Le concept d'univers multiples est simultanément extrêmement révolutionnaire, puisqu'il redessine les contours du réel et invente un ailleurs radical, et relativement conservateur, puisqu'il n'est pour l'essentiel que la conséquence de théories dont certaines sont très bien établies et abondamment testées.

J'ai tenté de présenter ici – sans prétendre à l'exhaustivité – quelques-uns des enjeux du multivers à un public non spécialiste mais de bonne culture scientifique. Parce que ces idées physiques sont aussi prises dans une histoire – nécessairement philosophique et métaphysique –, je me suis autorisé, ici et là, quelques digressions utiles pour mettre en perspective les interrogations que le modèle ne peut manquer de susciter.

Le multivers est peut-être la revanche de Dionysos sur une physique trop apollinienne...

QU'APPELLE-T-ON UN UNIVERS ?

« Et le centre était une mosaïque d'éclats, une espèce de dur marteau cosmique, d'une lourdeur défigurée, et qui retombait sans cesse comme un front dans l'espace, mais avec un bruit comme distillé. Et l'enveloppement cotonneux du bruit avait l'instance obtuse et la pénétration d'un regard vivant. »

Antonin Artaud, *L'ombilique des limbes*

L'image globale

Se pourrait-il que notre Univers tout entier, la totalité de ce qui nous entoure, des étants comme des devenirs, des particules comme des ondes, des mots comme des choses, ne soit qu'un îlot dérisoire et insignifiant perdu dans un vaste *multivers*? Plus étonnamment encore, ces univers multiples seraient-ils imbriqués les uns dans les autres, conduisant à une structure gigogne de mondes en « poupées russes »? C'est l'image, spéculative par endroits, plus fiable en d'autres lieux, que propose la physique contemporaine. C'est, au moins, une éventualité compatible avec ce qui est connu et compris. La physique n'est d'ailleurs

peut-être pas plus unique ou unifiée en elle-même que le ou les mondes qu'elle décrit. La pensée dite «rationnelle» fait face à une diversité sans précédent. S'y déconstruira-t-elle? S'y renouvellera-t-elle au point de voir ses fondements eux-mêmes réélaborés?

L'histoire des sciences est dans une large mesure l'histoire d'un apprentissage de la modestie. Freud évoquait à ce propos des «blessures narcissiques» : l'abandon du géocentrisme, par exemple, ne fut pas aisé. Comprendre que la Terre n'est pas au centre – ou n'est pas plus au centre que n'importe quel autre point – de l'Univers ne fut évidemment pas une évolution sans douleur.

Ensuite, accepter que l'Homme est un animal parmi les autres, qu'il n'est pas même, comme on le dit encore souvent, un cousin du singe mais que, strictement parlant, il *est* l'un des grands singes, constitue une évolution plus difficile encore à admettre. Alors que le débat scientifique sur ce point est clos depuis longtemps et ne laisse plus la place au moindre doute raisonnable, alors même que penser l'Homme dans la Nature – et non pas en opposition à celle-ci – est aujourd'hui presque autant une nécessité éthique qu'une évidence biologique, les réticences demeurent étonnamment nombreuses. Relents, sans doute, de dogmatismes anthropocentrés et de croyances confortablement installées dans leur arrogance hautaine. Il n'est donc pas étonnant que l'idée de déchoir notre univers lui-même de son piédestal suscite un certain inconfort, voire d'épidermiques oppositions.

Il y a un sens très clair à l'évolution de nos représentations du Cosmos. Elles furent d'abord géo-centrées, octroyant à la Terre une place très particulière et privilégiée. Elles devinrent hélio-centrées, conférant au Soleil un rôle prépondérant. Elles se firent ensuite galacto-centrées,

attribuant un net primat à notre essaim d'étoiles, la Voie Lactée. Puis elles virèrent cosmo-centrées, portant notre univers au pinacle des possibles. Aujourd'hui, se pose la question d'un nouveau – peut-être d'un dernier – pas dans cette évolution : la possible découverte d'un a-centrisme radical, d'une forme de *dissémination* catégorique, qu'on l'entende en son acception commune, scientifique ou philosophique. Comme chacune des structures précédemment considérées, c'est l'univers lui-même qui cesserait aujourd'hui d'être unique et central pour se voir réinterprété comme un simple exemplaire dans un ensemble plus vaste et peut-être même infini.

Les univers multiples peuvent intervenir de diverses manières. Ce peut être en un sens faible, par exemple celui d'un espace immense où les phénomènes varient d'un monde à l'autre mais où les lois restent les mêmes, ou bien en un sens très fort, par exemple celui d'univers-bulles non régis par les mêmes principes physiques. La diversité de ce qui pourrait alors se déployer dépasse l'entendement et peut-être même l'imagination. Certaines de ces prédictions concernant l'existence de multiples univers sont hautement crédibles parce qu'elles émanent de théories bien connues et bien testées. Elles font partie du paradigme dominant, fut-ce de manière insidieuse. Elles se contentent de mieux scruter ou d'exploiter plus avant le *déjà connu*. D'autres, au contraire, sont extrêmement spéculatives parce qu'elles résultent de modèles qui, aussi attrayants et élégants soient-ils, ne jouissent d'aucun support expérimental. Il convient de les distinguer scrupuleusement.

Ces multivers posent des questions fondamentales. Des questions sur la nature du monde et sur la nature de la science. Sur le sens de nos mythes et sur la possibilité même

de définir ce sens. Quelles que soient les conclusions que l'on tire d'une confrontation avec ces propositions, elles ont le mérite de susciter quelques interrogations abyssales qu'une pratique purement technique de la physique pourrait avoir tendance à passer sous silence, voire à délibérément omettre. Elles ont la vertu de déranger. Elles peuvent constituer la pulsion inchoative qui poussera vers une découverte sans précédent ou bien le réenchantement de ce qu'on savait finalement déjà sans en avoir pris toute la (dé) mesure. Dans tous les cas, les linéaments du dicible s'en trouvent redessinés.

Un monde, des mondes

Naturellement, l'idée même d'univers multiples peut à raison sonner comme une contradiction dans les termes. Un impossible, un oxymore ! Si l'Univers est le tout, il est par définition unique et total. En latin, *universum* provient de la composition de *uni* et de *versum*, et réfère donc à ce qui est tourné vers l'un, à ce qui est versé dans une même direction, à ce qui est fondamentalement unitaire jusque dans le socle de sa visée.

Dans sa délicieuse polysémie constitutive, le grec ouvre d'autres sens, plus diffus, avec *cosmos*. C'est naturellement aussi la totalité qui est ici désignée, mais c'est également l'idée consubstantielle d'un ordre, d'une convenance raisonnable, d'une harmonie en devenir. C'est enfin l'image d'une beauté en un sens léger et presque futile. Mais l'unité n'en demeure pas moins, ici aussi, essentielle.

Le cadre scientifique invite à revoir et modérer cette acception de ce qu'est l'Univers. Il ne donne pas une définition unique et non ambiguë mais impose, dans une certaine mesure, de restreindre l'étendue du concept.

En cosmologie physique, il est habituel de nommer «univers» la zone spatiale qui nous est causalement liée. Autrement dit, tout ce qui aurait pu avoir (mais n'a pas nécessairement eu, en fait) une interaction avec nous. Ce qui correspond essentiellement à définir l'univers comme ce qui se trouve dans une sphère dont le rayon correspond à la distance la plus lointaine à laquelle il serait possible de voir, en utilisant un télescope infiniment puissant et capable de détecter tous les types d'entités existantes. Parce que la vitesse à laquelle se propage la lumière est finie, cette distance n'est pas infiniment grande. Ce qui est hors de cette limite demeure *stricto sensu* invisible, quelle que soit l'ingéniosité technologique déployée. Au-delà, c'est un ailleurs radical : aucune de nos causes ne peut le toucher, rien de ce qui s'y passe ne peut avoir de conséquence ici. Il y a déconnexion. Quel sens scientifique y aurait-il donc à inclure cet ailleurs dans notre univers? Il est plus cohérent et plus prudent de limiter celui-ci à l'ensemble de ce qui est connaissable, si ce n'est en fait, au moins en principe.

Aussi approximative soit-elle à ce stade, cette définition témoigne d'une évolution fondamentale par rapport à la vision initiale : il n'est plus question de l'Univers mais de *notre* univers. Des observateurs sur une hypothétique lointaine planète habitée nommeraient alors «univers» une autre sphère centrée sur cette planète. La vision n'est plus absolue : elle devient relative à celui qui l'énonce et à sa position dans l'espace. Et c'est en effet ce qui a un sens scientifique : l'univers est ce sur quoi une investigation directe, claire et reproductible est possible. Deux conséquences immédiates doivent en être tirées. D'abord, il s'ensuit qu'il est effectivement loisible, en ce sens, de penser la possibilité d'autres univers. Le terme ne désigne

plus la totalité physique et métaphysique de l'existant sans limite aucune. Ensuite, il est évident qu'il n'y a pas la moindre raison que quoi que ce soit cesse aux frontières de notre univers. De la même manière que la mer continue évidemment d'exister au-delà de l'horizon de la vigie d'un navire, il est très raisonnable de considérer que l'espace ne s'achève pas à la frontière – très arbitraire et relative – de notre univers.

On peut imaginer d'autres définitions du concept d'univers. Il est, par exemple, possible de considérer qu'il faut y inclure non pas seulement tout ce qui serait potentiellement visible aujourd'hui, fut-ce avec une technologie parfaite, mais aussi tout ce qui le serait dans un futur arbitrairement long. On peut aussi aller encore au-delà et décider que l'ensemble de la « bulle » de mondes où les lois physiques sont les mêmes constitue réellement l'univers.

De telles bulles pourraient être créées par l'inflation cosmologique, c'est-à-dire par l'expansion accélérée des distances qui eût lieu dans un passé très reculé et fut récemment corroborée par les nouvelles mesures de l'expérience Planck. Toutes ces visions sont acceptables et effectivement utilisées dans certaines circonstances. Il nous faudra, selon le contexte, jongler de l'une à l'autre. Mais quel que soit le choix, il n'est plus question de l'Univers en tant que « grand tout » : il s'indexe à celui qui le pense et perd son caractère absolu et hégémonique.

En ce sens, les univers sont très vraisemblablement multiples. Peut-être même sont-ils infiniment nombreux et dissemblables. Cette diversité prolonge et, probablement, achève le geste d'humilité initié par la déconstruction du géocentrisme. L'Homme commence à prendre conscience de l'existence d'une strate de pluralité qui dépasse radicalement toutes les précédentes en portée, en immensité

et en densité. Elle concerne bien évidemment le champ scientifique, qui la dessine et l'assied, mais également les sphères philosophiques et esthétiques. Ce qui se joue ici déborde la simple ambition descriptive et normative de la physique : l'ensemble de nos être(s)-au (x)-monde(s) est convoqué et, certainement, infléchi.

Les lois

La physique se doit de distinguer scrupuleusement les lois des phénomènes. Les lois sont nécessaires et immuables, les phénomènes sont contingents et variables. Cette dichotomie joue un rôle crucial. Le temps, par exemple, altère les objets et les processus, plus encore les vivants, mais jamais les lois elles-mêmes. Nous vieillissons, nous périssons, nous pourrissons... Mais les lois physiques qui régissent notre corps, elles, ne vieillissent pas ! De même, quand un fruit arraché par une bourrasque d'été chute vers le sol, sa position et sa vitesse évoluent avec le temps, mais la loi de Newton qui permet de calculer sa trajectoire, elle, n'évolue pas. Les lois sont les mêmes partout et toujours. C'est même à partir de cette définition que sont démontrées quelques propriétés physiques fondamentales comme la conservation de l'énergie ou les fondements de la relativité restreinte.

Et c'est précisément cette acception des lois qui a été doublement mise à mal par la science contemporaine. D'abord, parce que la physique des particules a montré que les symétries fondamentales sont souvent brisées de manière aléatoire. Considérons l'exemple d'une bille : si elle est posée au sommet d'une aiguille dirigée vers le haut, elle se trouve initialement dans un état parfaitement symétrique par rotation autour de l'axe. Mais l'équilibre