

**POUR RÉPONDRE À L'ÉNIGME**, l'une des hypothèses envisagées est l'existence des multivers : une multitude d'univers se déployant dans un espace à plus grande dimension (voir **Énigme n°2**). Chacun aurait alors son jeu de valeurs numériques déterminé de manière aléatoire — le nôtre comme les autres.

# COÏNCIDENCE COSMOLOGIQUE

**N**OTRE Univers tout entier n'est-il qu'un flot dérisoire, perdu dans un gigantesque "métamonde" infiniment vaste et infiniment diversifié ? Longtemps cantonné à la philosophie (dont elle traverse toute l'histoire, d'Anaximandre à David Lewis, en passant par Rabelais et Leibniz), cette question des mondes multiples se pose aujourd'hui en termes nouveaux, car issus d'une démarche strictement scientifique. Tenter d'y répondre pourrait conduire à l'une des révolutions les plus vertigineuses de l'histoire. Loin d'un retour à l'anthropocentrisme précopernicien, cette découverte nous infligerait une nouvelle blessure narcissique (pour reprendre l'image de Freud), qui relativiserait davantage encore notre statut et notre rôle au sein du "Multivers". À l'inverse, cette idée de mondes multiples pourrait n'être qu'une proposition bien arrogante, qui ne contribuerait qu'à souli-

gner notre incompréhension des lois profondes de la nature...

Les constantes fondamentales de la physique semblent à l'évidence très finement "ajustées" pour permettre l'émergence de la complexité — celle que l'on observe, par exemple, chez tous les organismes vivants. Si l'on veut éviter l'argument finaliste (suivant lequel Dieu aurait créé l'Univers pour que l'homme puisse y exister) ou invoquer un extraordinaire coup de chance, il est raisonnable de supposer que les dés ont été lancés plusieurs fois. Il existerait de multiples univers, chacun avec ses lois, et nous nous trouverions évidemment dans l'un de ceux compatibles avec notre existence.

Une proposition qui, à ce stade, demeure arbitraire. Elle acquiert néanmoins une véritable légitimité quand il est compris que le Multivers n'est pas une théorie. Il n'est pas un modèle créé de toutes pièces

pour répondre au problème de l'ajustement des constantes. En revanche, le Multivers est une conséquence naturelle de modèles construits pour résoudre des énigmes très différentes, des questions bien définies de physique des particules ou de gravitation. Sa capacité à expliquer les miraculeuses coïncidences cosmiques est une sorte de "cerise sur le gâteau".

Quels sont les multivers auxquels conduit la physique ? Dans deux des trois géométries possibles en cosmologie, la relativité générale prédit l'existence d'un espace strictement infini. Tout ce qui est possible doit alors nécessairement s'y produire. En particulier, notre Univers (c'est-à-dire tout ce qui nous est potentiellement accessible) s'y trouverait dupliqué une infinité de fois... Ce qui expliquerait naturellement les circonstances "particulièrement favorables" de notre environnement cosmologique. La mécanique quantique, dans certaines de ses interprétations, conduit également à l'hypothèse d'univers parallèles dont l'existence pourrait — quoique de façon très complexe — être expérimentalement mise en évidence.

Mais c'est sans doute la conjonction de l'inflation et de la théorie des cordes qui mène au Multivers le plus riche et le plus fascinant. L'inflation, désormais partie intégrante du "modèle standard" de la cosmologie, prévoit une augmentation considérable

de la "taille" de l'Univers dans ses premiers instants. Dans sa version éternelle, l'inflation conduit à imaginer une germination incessante d'univers-bulles. La théorie des cordes, elle, s'attelle à l'unification des interactions fondamentales, rendue possible en considérant que les objets de l'infiniment petit sont filiformes. Bien que souffrant de grandes difficultés (comme le recours à des dimensions supplémentaires et à des particules nouvelles qui n'ont jamais été observées), elle constitue l'une des meilleures théories de la gravitation quantique. Or, les dernières avancées ont montré que, dans le cadre des cordes, il était possible d'engendrer une quasi-infinité de lois physiques différentes. Dans ce schéma, l'inflation crée des bulles d'espace et la théorie des cordes y instaure des lois physiques diverses et variées. Quant à nous, nous nous trouvons quelque part dans ce vertigineux paysage, plus diversifié et diapré qu'il est possible de le concevoir. Mais si ces mondes multiples ne sont pas accessibles, la proposition est-elle encore scientifique ? D'abord, il n'est sans doute pas souhaitable d'enfermer la science dans une définition trop restrictive : tous les champs disciplinaires évoluent de l'intérieur et les frontières sont faites pour être déplacées. Mais, quand bien même on s'en tiendrait à une version strictement poppérienne<sup>(1)</sup> (un énoncé étant alors considéré



Aurélien Barrau (à gauche) est maître de conférence à l'université Joseph Fourier (Grenoble 1) et mène ses recherches au Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie de Grenoble. Julien Grain est postdoctorant à l'IAS d'Orsay.

comme scientifique si l'on peut montrer qu'il est faux) et scrupuleusement démythifiée, le Multivers demeurerait (en principe) scientifique. D'abord parce qu'il n'est en effet qu'une prédiction, parmi beaucoup d'autres, de certaines théories. Or il n'a jamais été nécessaire que toutes les prédictions d'une théorie soient vérifiées pour que celle-ci soit considérée comme scientifique — il est impossible de voir l'intérieur des trous noirs, mais la relativité générale n'en demeure pas moins une science ! Ensuite, parce que même si nous n'observons qu'un échantillon du Multivers (notre Univers), cet échantillon peut déjà permettre une mise à l'épreuve quantitative du modèle. L'idée d'un Multivers est à considérer avec précaution. C'est une proposition dangereuse. Mais l'exploration de nouveaux mondes n'a jamais été tout à fait exempte de dangers... ●

Aurélien Barrau & Julien Grain  
[juillet 2009]

(1) Selon le philosophe Karl Popper (1902-1994), un énoncé scientifique doit être réfutable.



O. Hodasawa/C&E Photos

## LES CONSTANTES FONDAMENTALES DE LA PHYSIQUE

h

C'est la constante de Planck, qui instaure l'échelle des phénomènes quantiques (c'est l'une des plus petites de la physique). Elle vaut  $6,62607 \cdot 10^{-34}$  joules/s et se trouve dans toutes les équations de la physique quantique.

c

C'est la vitesse de la lumière dans le vide —  $299\,792\,458$  m/s — quel que soit le mouvement de l'observateur qui la mesure. Elle instaure une limite absolue au déplacement de toute matière, énergie et information.

k

C'est la constante de Boltzmann, qui vaut  $1,38065 \cdot 10^{-23}$ . Elle permet de relier les phénomènes microscopiques, par exemple le mouvement individuel des particules d'un gaz, et macroscopiques, la température du gaz.

Les univers parallèles existent-ils ? La question a récemment quitté le terrain de la science-fiction, ou de la spéculation gratuite, pour entrer dans le domaine de la science. Elle n'en est que plus fascinante !