

## **Des univers multiples ?**

Aurélien BARRAU

**Différents modèles physiques – spéculatifs pour les uns, bien établis pour les autres – prédisent l’existence d’univers multiples. Cette nouvelle cosmologie, hétérodoxe et controversée, pourrait inviter à un changement de paradigme fondamental pour la physique théorique.**

Recensé : Bernard Carr (ed.), *Universe or Multiverse*, Cambridge, Cambridge University Press, 2007. 544 p., 45 livres.

L’idée d’univers multiples n’est pas nouvelle. D’Anaximandre à Goodman, en passant par Nicolas de Cues, Rabelais, Bruno, Leibniz et David Lewis, elle traverse toute l’histoire de la philosophie et jalonne les grandes cosmogonies. Avérée dans le champ des sciences dures, elle constituerait pourtant une révolution conceptuelle sans doute comparable à la rupture copernicienne. Ce n’est pas seulement notre représentation du monde qui s’en trouverait transformée jusque dans sa profondeur ontique mais également notre manière même de penser la physique et de concevoir la signification de ses modèles.

### **Une structure de multivers**

Notre Univers, c’est-à-dire l’ensemble de ce qui nous est causalement lié<sup>1</sup>, ne serait-il qu’une dérisoire parcelle d’un immense méta-monde ? Ne serait-il que l’infime partie d’un

---

<sup>1</sup> Le concept d’Univers est ici utilisé suivant la pratique usuelle en cosmologie physique. Il ne réfère pas à l’*universum*, c’est-à-dire à la totalité, au « tout entier » (auquel cas la notion d’univers multiples serait une

« multivers » plus diversifié et polychrome que le système discursif et descriptif dont la physique dispose aujourd'hui ne permet de le concevoir ? C'est à cette étonnante question – au moins dans le cadre d'une pensée strictement scientifique – que l'ouvrage édité par Bernard Carr entend apporter des éléments de réponse. Réunissant les contributions de différents auteurs, pour la plupart physiciens théoriciens parmi les plus éminents à l'heure actuelle, il dresse un panorama relativement exhaustif des arguments en faveur de l'existence d'Univers multiples et des théories qui les sous-tendent.

La physique fait aujourd'hui face à un sérieux problème lié à la « naturalité » des constantes fondamentales. La plupart de ces grandeurs constitutives pour les théories considérées présentent non seulement des valeurs très étranges du point de vue de ce que le corpus laisserait présager mais, de plus, certaines d'entre elles semblent spécifiquement adaptées à l'émergence de la complexité. Si l'on souhaite échapper aux explications théologiques ou téléologiques (en particulier à l'*Intelligent Design* qui voudrait que l'Univers ait été créé *pour* l'émergence de l'homme), il est clair que l'existence de multiples univers au sein desquels les lois physiques se structureraient indépendamment apporterait un éclairage immédiat sur la difficulté. Les paradoxes disparaissent effectivement si l'on suppose que les valeurs observées pour les constantes physiques ne sont qu'une réalisation parmi un très grand nombre (voir une infinité) d'autres. Leur adéquation avec l'existence de la complexité – et donc, en particulier, de la vie – s'explique simplement par un effet de sélection anthropique : il n'y a pas d'observateur dans les univers qui ne permettent pas l'apparition de structures conscientes. Exactement de la même façon que nous nous trouvons, au sein de notre propre univers, sur une planète tellurique qui est un lieu très particulier et hautement non représentatif du contenu moyen du Cosmos, nous nous trouverions, au sein du multivers, dans un univers hospitalier et donc éventuellement très singulier quant à ses propriétés. Le fameux « principe anthropique », objet de débats passionnés et souvent irrationnels, n'intervient ici que comme rappel du mode opératoire usuel de la physique : au contraire du retour à l'anthropocentrisme qui lui est parfois reproché, il invite, dans l'élaboration d'une image cosmologique globale, à tenir compte de ce que notre environnement direct n'est pas nécessairement représentatif du tout. Le multivers offre une solution presque « évidente » à certaines apories lancinantes de la physique théorique et s'inscrit dans une évolution non contredite jusqu'alors : la taille et la diversité du Cosmos n'a

---

contradiction dans les termes), mais à l'ensemble de ce qui a pu exercer une influence sur un point donné. Notre univers est ainsi une sphère centrée sur la Terre et dont le rayon est de l'ordre de 45 milliards d'années-lumières.

jamais cessé de croître au fur et à mesure des découvertes scientifiques. S'il existe de multiples planètes, de multiples étoiles, de multiples galaxies, de multiples amas de galaxies, pourquoi n'y aurait-il qu'un univers ?

Deux questions majeures demeurent néanmoins : quels sont, d'une part, les modèles fiables qui permettent de comprendre la genèse de ces univers et, d'autre part, la proposition satisfait-elle au critère poppérien de scientificité ?

### **Quelles théories, quelles assises ?**

Au travers des contributions qui trahissent les champs disciplinaires de leurs auteurs, différents scénarii de création d'univers multiples sont esquissés. Le point nodal (et c'est fondamentalement ce qui rend la proposition falsifiable et donc scientifique) tient à ce que le « multivers » n'est pas, en lui-même, un modèle mais une conséquence de modèles. Ces modèles, spéculatifs pour les uns et bien établis pour les autres, n'ont pas été élaborés dans le but de créer des univers multiples mais pour répondre à des questions bien définies de physique des particules ou de gravitation relativiste. Qu'une structure de multivers, pouvant résoudre les énigmes de la naturalité et de la complexité, émerge sans avoir été introduite de façon *ad hoc* contribue à crédibiliser l'image globale du nouveau paradigme.

Différentes théories prévoient donc l'existence d'univers multiples, à commencer par l'une des mieux établies, des mieux testées et des plus élégantes de toute la physique : la relativité générale. Le modèle d'Einstein, qui montre que la géométrie de l'espace-temps est façonnée par la matière qu'il contient, prédit effectivement un espace strictement infini dans deux des trois géométries utilisées en cosmologie. Si l'espace est infini, notre univers n'est qu'une minuscule bulle en son sein et *tous* les phénomènes possibles doivent se produire quelque part. Ce n'est pas une possibilité mais une nécessité : parce que l'intégration est conduite sans borne, tout processus doté d'une probabilité d'occurrence non nulle doit être réalisé. Il existe ainsi, à une distance considérable mais finie, une copie à l'identique de notre monde dont le passé est similaire au nôtre mais dont le futur peut éventuellement différer. Cet infini spatial suffit déjà à expliquer certains faits étranges : il devient, en effet, bien naturel que notre univers présente un haut niveau d'homogénéité primordiale, ceci pour la simple raison que cet état particulier *doit* être présent quelque part dans le multivers et qu'il est propice à la formation des structures qui ont permis notre propre existence...

La mécanique quantique, suivant certaines interprétations, hétérodoxes mais légitimes, peut également conduire à l'existence d'univers multiples lorsque ses principes fondateurs sont interprétés strictement sans recourir à des postulats supplémentaires. Comprise littéralement, la superposition quantique, qui n'est effectivement pas observée dans le macrocosme, ne conduit pas à l'usuelle « projection » du vecteur d'état mais plutôt à l'existence d'autres mondes dans lesquels se réalisent les différentes occurrences possibles de l'évolution du système. Dans l'un de ceux-ci le lecteur poursuit sa visite du site « La Vie des Idées », dans un autre, lassé par cette trop audacieuse proposition, il achève ici sa lecture. L'acte de décision consciente, en tant que résultant d'un processus quantique, crée un univers.

Plus contemporains et plus fascinants sont les multivers associés aux théories modernes de gravitation quantique. Il n'existe pas à l'heure actuelle de modèle absolument satisfaisant pour décrire les propriétés quantiques du champ de gravitation. L'incompatibilité structurelle vient fondamentalement de ce que la variable dynamique de la gravité, la géométrie de l'espace-temps, est au contraire le cadre figé et fixé de la théorie quantique des champs. Deux démarches dominantes proposent néanmoins des voies prometteuses pour explorer les méandres complexes de cette physique « ultime » et, étonnamment, chacune d'elle conduit à l'existence d'univers multiples. La « gravité quantique à boucles », suivant une approche canonique, s'appuie explicitement sur le principe fondateur de la relativité générale : l'invariance de fond, c'est-à-dire l'absence de structures absolues. Au prix du recours à un formalisme novateur, elle propose un cadre cohérent (qui ne conduit pas néanmoins à une théorie d'unification de l'ensemble des forces) pour décrire les propriétés quantiques de l'espace-temps. Dans ce contexte, elle prédit l'existence de « rebonds » au cœur des trous noirs qui permettent de penser leur structure interne comme des univers à part entière. Il ne restait qu'un pas à franchir pour qu'émerge un modèle darwinien de sélection naturelle des univers : chaque monde se reproduit par les trous noirs qu'il engendre et les lois doivent évoluer vers la forme maximisant la formation de trous noirs.

En contrepoint de cette proposition controversée et embryonnaire, la théorie des cordes suit un tout autre chemin, plus proche des techniques usuelles de la physique des particules élémentaires. Elle permet de résoudre certaines apories de la physique contemporaine, de quantifier la gravité, d'unifier toutes les interactions fondamentales, de subsumer sous un même concept les forces et les mouvements. Mais le prix de ces succès exceptionnels est considérable : il faut supposer l'existence de 6 dimensions supplémentaires

à la géométrie de l'espace. Or, depuis quelques années, il est apparu que les manières de recourber ces dimensions supplémentaires sur elles-mêmes, et d'y engendrer les flux magnétiques généralisés, sont si nombreuses que la théorie des cordes conduit à une quasi-infinité de lois physiques possibles. Peut-être  $10^{500}$  ou  $10^{1000}$  vides différents qui constituent autant d'états fondamentaux et dessinent, suivant un terme emprunté à la biologie, le « paysage » de la théorie. Par ailleurs, le modèle du Big Bang, dans sa version la plus usitée aujourd'hui, repose sur l'existence d'un processus inflationnaire – une augmentation démesurée de la « taille » de notre univers dans ses premiers instants –, qui conduit à l'image d'un méta-monde en perpétuelle inflation. Des zones s'extraient de l'inflation (comme notre propre monde) mais, appréhendé dans la globalité, le processus est éternel : l'espace se crée sans cesse. La conjugaison de la théorie des cordes et du scénario inflationnaire conduit à un multivers particulièrement riche et fécond dans sa capacité à rendre compte du réel. La première permet l'émergence de lois multiples, le second prédit des univers-bulles décorrélés les uns des autres. Dans chaque univers, la physique effective se structure indépendamment, donnant lieu à une impensable diversité, non seulement dans les faits, mais également dans les lois : la contingence vient s'immiscer jusqu'au cœur de la supposée absolue nécessité. Les formes mathématiques qui décrivent le réel physique sont à réinterpréter comme de simples paramètres environnementaux. La forme si particulière, et si propice à l'existence de la complexité, de nos lois physiques vient de ce que l'on ne peut observer qu'une part infime du multivers, évidemment non-représentative de l'ensemble puisque sélectionnée par le simple fait qu'elle est compatible avec l'existence d'observateurs.

Il existe donc différents modèles physiques crédibles, dont les dernières avancées sont exhaustivement recensées dans l'ouvrage, qui conduisent à l'existence d'univers multiples. La proposition demeure-t-elle scientifique ?

### **Une nouvelle science, une mythologie ?**

C'est sans doute sur ce point que l'ouvrage de Bernard Carr est le plus faible. Contrairement à ce qui est annoncé dans la préface, peu d'épistémologues et aucun philosophe ne contribue à ce volume. La question de la légitimité scientifique est néanmoins abordée en filigrane.

Contrairement à l'idée intuitive et hâtive souvent formulée, la proposition du multivers est falsifiable au sens de Popper. Elle l'est pour la simple raison que ce qui doit être testé est

un modèle considéré dans sa complétude et non la seule prédiction relative à l'existence d'autres mondes. Les prédictions de la relativité générale, par exemple, ne peuvent être expérimentalement vérifiées en ce qui concerne l'intérieur d'un trou noir : la théorie dans son ensemble n'en demeure pas moins scientifique. Il n'est pas nécessaire de vérifier *toutes* les prédictions d'une théorie pour qu'elle puisse être réfutée. Qu'un seul des univers d'une théorie puisse être observé affaiblit la signification statistique des résultats mais ne modifie nullement la démarche scientifique usuelle. Un unique échantillon est disponible mais il est bel et bien disponible ! Si donc le « paysage » de la théorie des cordes venait à être précisément calculé (ce qui est aujourd'hui loin d'être le cas), si la probabilité d'apparition d'observateur dans une structure donnée venait à être scrupuleusement évaluée (ce qui est non moins hors de portée de nos moyens actuels), si une mesure rigoureuse et covariante pouvait être définie dans le multivers (ce qui n'est pas encore consensuel), il devrait être possible de confronter notre *unique* univers à un modèle prédisant de *multiples* univers et de corroborer ou d'infirmer ce dernier à un niveau de confiance donné. Une physique somme toute très standard qu'il serait étonnant de réfuter *a priori*, d'autant que les vertus explicatives du multivers quant à la naturalité et à la complexité n'apparaissent qu'*a posteriori*, sans le moindre coût conceptuel. Une adéquation quasi parfaite avec le critère du rasoir d'Ockam...

Parce que l'histoire des sciences nous enseigne qu'une certaine humilité est toujours bienvenue face au attrait des révolutions naissantes, la prudence est de mise : il est fort probable que les mondes multiples s'évaporent aussi rapidement qu'ils ne sont venus sur le devant de la scène scientifique. Mais rien, aujourd'hui, ne semble plaider contre une prise au sérieux de cette nouvelle cosmogonie.

On peut s'étonner de la toute-puissance de l'épistémologie poppérienne chez les praticiens de la physique. A n'en pas douter, si les univers multiples n'avaient pas été –en principe– falsifiables, ils n'auraient pas résisté à la pression d'une large part de la communauté scientifique. Il est étonnant qu'une ligne de démarcation proposée dans les années 60, et largement remise en cause depuis, semble à ce point considérée comme une frontière indépassable. Les champs disciplinaires se transforment de l'intérieur : Schönberg, Malevitch ou Duchamp auraient-ils été des artistes suivant l'acception d'un esthéticien du début du XIXe siècle ? Curieusement, les physiciens semblent aujourd'hui révoquer l'idée même de la possibilité –dont ils jouissent pourtant dans les faits, ce que montrent beaucoup

des épistémologies de ces vingt dernières années– de brouiller les délinéaments de leur propre discipline et de renouveler les formes de leur *praxis*.

Le cheminement proposé autour du thème des univers multiples invite à une réflexion renouvelée, qui n'est hélas pas abordée dans ce livre destiné aux chercheurs spécialistes du domaine, sur l'articulation de la pensée rationnelle avec l'espace mythique. Parce que la physique prédique ici sur des lieux invisibles, elle touche au mythe. Mais, de façon très singulière, c'est *muthos* qui, en l'occurrence et sans doute pour la première fois, semble issue de *logos*. Dans cette mythologie réenchantée et inversée, les lieux inaccessibles, les ineffables de notre physique, ne sont pas premiers : ils émergent, strictement et inéluctablement, de la trame mathématico-déductive. *Nomos* se déconstruit de l'intérieur avec l'apparition d'une porosité mythique de la *physika*. Wittgenstein, substituant une dynamique des faits à une ontologie des choses, ouvrait le *Tractatus* avec le célèbre aphorisme « Le monde est tout ce qui a lieu ». C'est exactement ce que pourrait être le multivers : là où tout a lieu. Un monde diapré. Ailleurs, autres lois. Plus loin, autres dimensions. Structure gigogne du plurivers, infinis imbriqués, enchevêtrement de diversités.

Il n'est pas anodin que les lois elles-mêmes réapparaissent comme des faits, contingentes et multiples, qu'elles se *produisent*. Les résonances que cette nouvelle physique, spéculative et controversée, suscitera sans doute dans d'autres sphères gnoséologiques restent à étudier.

Texte paru dans [laviedesidees.fr](http://laviedesidees.fr), le 24 septembre 2008

© [laviedesidees.fr](http://laviedesidees.fr)