

## Le principe anthropique - Débat

Intervenants : Bernard d'Espagnat, Jean-Michel Alimi, Trinh Xuan Thuan, Jean Bricmont, Jacques Vauthier, Bassarab Nicolescu, Pierre Perrier, Lucien Israël, Hervé Zwirn, Bruno Guiderdoni, Jean Staune, Jean-François Lambert et Éric Bois.

### Bernard d'Espagnat

J'ai deux réactions, naïves, je le crains, l'une et l'autre... et qui vont dans des sens contraires ! La première est de me dire : supposons (ce qui est peut-être vrai, je n'en sais rien : je dis donc « supposons ») que l'existence de cristaux de neige aussi étonnants — en variété, en complexité, en beauté etc. — que ceux qui se forment sous nos yeux ne soit concevable que moyennant un réglage extrêmement fin, donc, à première vue, fort improbable, des constantes, niveaux d'énergie etc. qui interviennent dans la structure de l'eau. Si la chose était prouvée, dirions-nous pour autant qu'il y a un « principe cristallique » ? Émettrions-nous la conjecture que l'Univers a été créé peu ou prou dans le but que les cristaux de neige soient aussi complexes et beaux qu'ils le sont ? Il est permis d'en douter et, du coup, je me dis que la plausibilité que nous accordons au principe anthropique pourrait bien n'avoir sa source que dans le fait que nous y sommes nous-mêmes partie prenante, alors que, en ce qui concerne l'existence des cristaux de neige, nous ne sommes pas impliqués. En ce qui concerne le principe anthropique, cette première mienne réaction m'inciterait donc plutôt au scepticisme.

La seconde va en sens inverse. Elle part de la constatation que jadis presque tout le monde était déiste. Cela tient à ce qu'il y avait alors un argument puissant en faveur de cette hypothèse. Voltaire lui-même — qui ne s'affichait pourtant pas comme calotin ! — était déiste. Il disait en substance : « quand je vois une horloge, je sais qu'il y a eu un horloger ». Lorsque, l'évolution ayant été découverte dans les faits, Darwin en proposa une théorie explicative, l'argument en question perdit évidemment beaucoup de sa force de conviction, puisque la complexité du vivant pouvait s'expliquer sans cette référence à un « horloger ». Mais ici, dans le domaine de la cosmogénèse, nous nous trouvons, en quelque sorte, dans une situation pré-darwinienne. Nous constatons des réglages extrêmement fins, qui nous font pencher en faveur d'une explication de nature téléologique. Et nous ne disposons pas pour l'instant d'une théorie bien construite qui serait l'équivalent de celle de la sélection naturelle en ce que, dans le domaine en question, elle pourrait servir de substitut à la notion de principe anthropique. Au total, donc, je me trouve en un état de suspension de jugement.

### Jean-Michel Alimi

Je souhaite réagir sur un plan scientifique et pour une part philosophique aux propos de T.X. Thuan. Les différents arguments qui ont été avancés, concernant un réglage hyper fin des constantes fondamentales de la nature

nécessaires pour permettre l'apparition de la vie dans l'Univers, sont de natures très différentes, et de ce fait, ils ne peuvent être considérés tous, de la même façon.

L'argument consistant à envisager qu'une très faible différence entre la charge électrique de l'électron et celle du proton conduirait les objets qui nous entourent à exploser, n'est pas réellement recevable. En effet, qu'est ce que la physique ? C'est une explication plus ou moins précise du réel matériel qui nous entoure. Les lois, élaborées par les physiciens, qui fondent notre modèle explicatif de cette réalité, sont admises lorsque tout au moins, leurs prédictions théoriques sont en accord avec les mesures objectives, expérimentales ou observationnelles, que nous sommes capables de réaliser. Une fois que les lois physiques sont établies, si un désaccord évident apparaît entre la réalité expérimentale ou observationnelle et les prédictions théoriques, comme la non-stabilité des objets environnants, cela signifie, que c'est la loi qui est en cause et qui doit être corrigée, et non que la réalité physique est particulièrement singulière. Dans l'exemple qui nous intéresse, ce n'est pas la différence éventuelle entre la charge de l'électron et du proton qu'il faudrait questionner, mais notre capacité, le cas échéant si cette différence existait, à expliquer alors la stabilité des objets qui nous entourent. Nous aboutirions dans ce cas, fort probablement à de tout autres lois physiques que celles que nous connaissons aujourd'hui. De plus, les lois physiques sont élaborées de façon cohérente, non seulement avec la réalité expérimentale et observationnelle, mais également entre-elles. C'est pourquoi l'observation d'un événement aussi " étrange " qu'une différence entre la charge de l'électron et celle du proton mettrait en difficulté non pas une loi physique particulière ayant trait à cet événement mais des pans entiers de notre compréhension physique du monde.

Il a été avancé par contre, des arguments à propos du principe anthropique de nature tout à fait différente. Je pense aux arguments cosmologiques. Par exemple, celui concernant la valeur du paramètre de densité  $\Omega$  (omega), qui mesure la quantité de matière dans l'univers. Si la valeur de ce paramètre est trop élevée, le temps durant lequel l'Univers serait en expansion avant de se contracter à nouveau pour finir dans un big-crunch, risque d'être trop court pour permettre l'apparition des structures complexes (galaxies, étoiles, planètes...) que nous observons aujourd'hui. Cette fois, cet argument se place à l'intérieur de notre champ de connaissance de l'Univers, il est donc tout à fait recevable.

Plusieurs arguments de natures différentes ont donc été avancés. Certains sont recevables à l'intérieur de notre connaissance du réel, d'autres le sont moins sinon pas du tout. En effet s'ils étaient pris en compte, ils détermineraient une autre connaissance du réel où tout serait éventuellement à reconsidérer. C'est pourquoi il ne nous est pas toujours possible de tirer une conclusion relative à l'existence même de ce réel que nous tentons de comprendre, comme tente de le faire une formulation abusive du principe anthropique.

Mon deuxième commentaire concerne la question du déisme ou du non-déisme par rapport à l'existence même de la nature dans toute sa complexité. Il

faut à nouveau être très prudent. De quoi parlons-nous lorsque nous faisons référence à Dieu ou à toute chose en rapport avec Dieu ? Est-ce de Dieu réellement dont nous parlons ? est-ce du Divin ? Toutes ces notions sont à distinguer. Il ne faudrait pas réduire la question de Dieu simplement à la question d'un architecte suprême.

### **Trinh Xuan Thuan**

Je souhaiterais commenter ce que Jean-Michel Alimi a dit. Je suis d'accord avec lui : il existe des arguments plus probants que d'autres et j'aime surtout le réglage de la densité des matières. Mais les arguments cosmologiques sont très convaincants.

### **Jean Bricmont**

Vis-à-vis de ce principe anthropique, je souhaiterais suggérer une attitude à la fois plus positiviste et plus darwinienne que celle que vous avez adoptée. Il y a une réaction de Russell que j'aime beaucoup. L'argument que vous donnez est en fait une version nouvelle de ce que les anglo-saxons appellent « the argument from design », et, comme le dit Russell, « n'y a-t-il pas quelque chose de ridicule dans l'homme qui tient un miroir devant lui et qui dit que ce qu'il y voit est tellement extraordinaire et tellement beau qu'il faut nécessairement une divinité pour l'avoir créé ? ». Je trouve cela très narcissique comme point de vue.

### **Trinh Xuan Thuan**

Ce n'est pas seulement de l'homme dont je parle. C'est de l'existence d'une forme de conscience dans l'univers.

### **Jean Bricmont**

La réflexion à laquelle j'arrive c'est : qu'est-ce qu'une explication scientifique ? Il me semble que la vertu des théories scientifiques c'est justement leur testabilité. La démarche consistant à utiliser les trous de notre connaissance pour justifier l'idée d'un grand architecte dont on ne sait rien, à part qu'il remplit ce trou, me semble typique de l'attitude pré-scientifique. J'aurais donc tendance à dire, et c'est ce que j'appelle l'aspect positiviste de ma démarche, qu'il y a des choses que l'on ne comprend pas. Et les coïncidences que vous mentionnez, on ne les comprend pas. Il y a quantité de choses qui paraissent être des coïncidences dans le temps et que maintenant on comprend et il y en a d'autres que l'on ne comprend toujours pas. Peut-être les comprendrons-nous plus tard ou peut-être ne les comprendrons-nous jamais. Mais moi j'ai tendance à trouver que si on comprend certaines choses, on va les comprendre en termes d'autres choses qu'on ne comprendra pas (pourquoi les lois fondamentales sont ce qu'elles sont etc.). On arrive évidemment à reculer l'horizon de notre ignorance : dans le temps, on ne savait rien, on ne savait pas pourquoi il y avait des étoiles, on ne savait même pas à quelle distance elles étaient de la terre. Mais on n'élimine pas notre perplexité. Maintenant je prends le point de vue darwinien. Qui sommes-nous

pour croire que l'univers doit être parfaitement transparent, compréhensible, sans question, etc... ? Le mystère de la conscience, par exemple, est pour moi beaucoup plus compliqué que toutes les coïncidences physiques que vous mentionnez. Cela paraît normal, en tant que darwinien, que ce petit animal qui est muni d'un cerveau grâce à la pression de la sélection naturelle, soit perplexe face à l'univers dans lequel il vit. Mais ce que la science nous apporte de précieux c'est de ne pas donner des fausses réponses ou des non-réponses. Et lorsque vous dites qu'il y a deux possibilités, je dirais qu'il y en a une troisième : " je ne sais pas", l'abstention. Je ne fais pas le choix entre vos deux possibilités, je dis simplement qu'il y a des choses que l'on ne comprend pas. Alors peut-être que demain il existera une théorie qui nous expliquera pourquoi la charge de l'électron et du proton sont les mêmes. Sénèque dit : " l'observation durant plusieurs siècles vous fera apparaître avec évidence la vérité sur les comètes ". Auriez-vous répondu à Sénèque que l'on ne peut pas toucher les comètes, qu'on ne les voit que furtivement, qu'on ne sait pas ce que c'est ? Là, ça ne paraît plus mystérieux. Qu'est-ce qui vous dit que dans 2000 ans on ne trouvera pas des réponses à des choses qui nous paraissent aujourd'hui mystérieuses ? Je suis néanmoins sûr que l'on trouvera alors d'autres choses mystérieuses. C'est la condition humaine. Mais quand on dit " il y a un grand architecte, il y a un principe un tel, etc... ", on donne de fausses réponses, parce qu'elles sont totalement intestables, et c'est ce genre d'explications ad hoc que la science nous amène à abandonner.

### Jacques Vauthier

Les constantes étant ce qu'elles sont, la matière est parvenue à la conscience d'elle-même par l'intermédiaire du cerveau humain. Je ne suis pas du tout certain que c'était impliqué par la sélection naturelle.

### Basarab Nicolescu

Je crois qu'il serait important que l'on fasse la distinction nette dans nos interventions entre ce qui est vraiment le terrain de la science et ce qui est le terrain de la philosophie, car si l'on mélange les deux, on ne va pas s'en sortir et l'on va assister à la millième rencontre sur le principe anthropique sans aucun bénéfice. On convient ou non que les points de vue dans la science sont tout à fait honorables, mais dans la philosophie, chacun peut dire ce qu'il pense. Et si l'on mélange les deux, on peut tout affirmer et c'est grave.

### Bernard d'Espagnat

Comte-Sponville dit quelque chose de tout à fait honorable à mes yeux : « La philosophie, c'est penser plus loin qu'on ne sait ».

### Basarab Nicolescu

C'est exact. Et Heidegger disait : « la science ne pense pas ».

### Jean-Michel Alimi

Je ne voudrais pas que l'on retienne de ma première intervention une impression trop critique vis-à-vis du principe anthropique. Cela ne serait pas correct, étant donné le rôle important que ce principe joue à l'heure actuelle en recherche en tant que principe de sélection entre modèles cosmologiques. Ma critique, je le répète, concernait le mélange d'arguments de nature différente, qui consiste à utiliser ce que l'on sait sur le réel en le plaquant sur quelque chose qui prouverait que le réel dans ce cas-là n'existerait pas. Alors que justement ce que l'on élabore sur le réel suppose que ce réel-là existe.

### Pierre Perrier

Un critère de pertinence sur les modèles peut être dérivé de la notion de densité de modèles possibles. Je veux dire que s'il y avait une extrême densité de modèles mathématiques possibles pour modéliser le monde, alors le choix d'un modèle particulier ne signifierait pas grand chose. On trouverait toujours un modèle et le succès des mathématiques ne serait qu'une simple possibilité d'ajuster à un ensemble de données expérimentales un ensemble élevé d'ajustement des constantes et des formes mathématiques. Or nous aboutissons à une situation inverse, où les outils mathématiques sont fortement contraints par des critères d'indépendance des repères et de formulation de principes simples de minimum. Certes la description rationnelle du réel n'est pas simple mathématiquement (par suite de la prise en compte de la diversité des situations complexes) mais élémentairement nous pouvons espérer une simplicité de bon aloi : la multiplication du nombre des scientifiques n'a pas multiplié les modèles de base mais les approximations des configurations complexes et les tentatives infructueuses de nouvelles variantes des modèles.

### Lucien Israël

La vie n'est apparue sur cette planète qu'une seule fois. Et avec les mêmes matériaux. Nous le savons car nous avons des gènes qui sont homologues de ceux qui existent chez les archéobactéries. Elle aurait pu apparaître plusieurs fois sur des bases différentes. On peut concevoir une vie à base de silicium aussi bien qu'une vie à base de carbone, par exemple. Mais c'est allé plus loin que cela, car non seulement elle a choisi le carbone mais en plus, à partir du moment où elle est apparue elle n'a fait que se diversifier, se complexifier, elle n'est pas morte pour renaître ailleurs autrement. C'est l'information que je voulais donner sur l'observateur.

### Hervé Zwirn

Je voudrais d'abord revenir sur la discussion que l'on avait tout à l'heure en raison de mon scepticisme sur les raisonnements du type : " si telle constante n'avait pas exactement telle valeur, il se passerait ceci". En fait, un tel raisonnement est ce qu'on appelle un contre factuel. On se dit si les choses avaient été comme ceci, alors aujourd'hui il se passerait cela. Or, il ne se passe

pas cela, on le constate, donc c'est qu'il ne s'est pas passé ceci avant. Ce type de raisonnement est la base même du principe anthropique, au moins le principe faible. Il consiste à dire que si telle ou telle constante avait été différente, en utilisant les lois de la physique on en conclurait que les choses devraient être différentes de celles qu'on observe. Un raisonnement par l'absurde permet alors d'en conclure que l'hypothèse (à savoir la valeur différente de telle ou telle constante) est fautive. Mais dans ce cas, on raisonne toutes choses égales par ailleurs, c'est-à-dire qu'on fait des simulations numériques qui permettent de prédire ce qu'on observerait si la seule chose qui changeait, était, par exemple, la valeur de la masse du proton ou le rapport entre la charge du proton et la charge de l'électron mais que tout le reste (par exemple les lois physiques) ne changeait pas. Or ceci me paraît contestable car on pourrait penser que si la masse du proton change alors telle ou telle loi de la nature pourrait changer aussi et permettre ainsi de rétablir ce qu'on observe. Si en changeant à la fois la masse du proton et une loi physique on peut rétablir la concordance avec ce qu'on observe alors rien ne nous permet de déduire que la masse du proton doit nécessairement avoir sa valeur constatée pour que l'univers soit tel que nous l'observons. La seule chose — et c'est la raison pour laquelle on avait cette discussion tout à l'heure — qui s'oppose à ce raisonnement c'est la densité des modèles. Vous me dites que vous changez la charge du proton et que vous ne retrouvez pas le monde réel et moi je vous dis : "vous avez tort parce que si vous changez la masse du proton moi je retrouve le monde réel parce que je change aussi la loi de la gravitation" (ça n'a rien à voir, mais il s'agit juste d'un exemple). La seule réponse qu'on peut faire à cela c'est de dire : "non, vous n'y arriverez pas parce que si vous changez la masse du proton, vous aurez beau changer tout ce que vous voulez à côté dans les lois et bien vous ne retrouverez pas un modèle qui décrit correctement le monde réel". C'est un argument fort, et je dirai comme Bricmont que je vais suspendre mon jugement parce que je suis relativement sceptique quant au fait qu'il soit possible aujourd'hui de le démontrer rigoureusement. En philosophie, on connaît la thèse de la sous-détermination des théories par l'expérience défendue par Quine, qui dit que quel que soit le stock fini d'éléments observationnels, il existe toujours un grand nombre de théories qui prédiront ces observations. C'est un peu l'idée de dire que par un nombre fini de points, il passe une infinité de courbes. Alors, le problème de savoir s'il y en a plusieurs ou une seule à mon avis se résout parce que en général il y en a plusieurs. Le problème de savoir si c'est dense est un problème plus complexe et là, j'avoue que c'est un problème qui est ouvert. Mais si les modèles peuvent être denses, l'argument anthropique ne tient plus, parce qu'on peut toujours dire que si on modifie telle ou telle constante, il suffit de modifier d'une certaine manière les lois de la nature pour qu'on retrouve le monde réel. Je ne prétends rien prouver, je veux juste souligner que la rigueur du raisonnement n'est pas suffisante pour arriver à la conclusion que ses partisans tirent.

### Basarab Nicolescu

Pourriez-vous être plus précis ? De quelle manière opère-t-on ces modifications ?



## Hervé Zwirn

Si je le savais, je serais capable de proposer des théories alternatives aux théories en vigueur et qui décriraient aussi bien le monde réel. Malheureusement je ne sais pas le faire. Je dis simplement que pour que le raisonnement du principe anthropique soit parfaitement irréfutable, il faudrait en toute rigueur, qu'on ne puisse pas éliminer la possibilité de construire d'autres modèles avec des valeurs différentes des constantes. J'en suis bien évidemment incapable sinon j'aurais publié. Cela dit l'histoire des sciences montre qu'à plusieurs époques successives, on a été capable de rendre compte de certaines données expérimentales avec des théories qui se sont modifiées. Donc je dirais que sur le plan purement logique c'est une hypothèse douteuse, bien que, évidemment, au plan concret, je sois incapable de proposer des alternatives crédibles aux théories modernes de la Physique.

## Pierre Perrier

Sur la densité des modèles, moi je n'ai pas de démonstration, mais je sais que c'est vraiment quelque chose de très important, c'est vraiment la chose de base et effectivement, si on ne peut trouver que quelques « modèles du tout » à cause des contraintes de cohérence, les portées des divers arguments pour ou contre la validité des démonstrations anthropiques en seront très affectées. J'ai simplement une expérience de scientifique à travers laquelle je sais qu'il est extrêmement difficile, lorsqu'on modifie une théorie cohérente, d'en reconstruire une autre. Et plus le nombre de constantes est élevé et plus c'est à peu près inimaginable. Or, ce qui était intéressant pour moi dans la présentation de Thuan, c'était le nombre de cas qui étaient présentés et que l'on pourrait effectivement plus ou moins bien dénombrer comme indépendants ; ce n'est pas une démonstration, mais quand même cela aurait tendance à confirmer que nous sommes dans un Univers d'une complexité telle que le fait qu'on soit arrivé à trouver des lois signifie que leur densité est quand même très faible par rapport aux possibles. Tenez cela pour ce que c'est, rien de plus.

## Jean Bricmont

J'aimerais faire une intervention à propos de ces modèles. D'une part à un niveau plus ou moins scientifique et d'autre part revenir sur le problème philosophique. Du point de vue scientifique, prenons un autre exemple qui est un peu comme le principe anthropique et que S.J Gould aborde souvent. Il s'agit du fait qu'il y a des changements dans l'évolution qui n'étaient pas prévisibles et que, si l'on refaisait le film de la vie depuis le départ, avec des petits changements au départ, on n'obtiendrait pas des êtres humains etc ... Il y a dans l'histoire de la vie vue par Gould cette idée d'un " fine tuning " parce qu'il fallait que le météore tombe juste au bon moment pour éliminer les dinosaures etc... Mais, lorsque je vois ça, je me dis toujours : "qu'est-ce qu'il en sait ?". Je tiens pour évident qu'il y a tellement de paramètres en jeu qu'on a absolument aucune idée de l'ensemble des possibilités, ce qui fait qu'on ne peut pas dire que la possibilité qui est réalisée est réellement exceptionnelle.

## **Pierre Perrier**

Cela s'appelle l'état adjoint. C'est-à-dire que si vous considérez le travail à l'envers et que vous regardiez les possibles pour arriver à une solution, cela nous permettrait de savoir le nombre d'incertitudes sur le trajet inverse. Et c'est quelque chose qui n'est pas encore considéré. Il faut donc décanter le principe anthropique.

## **Jean Bricmont**

C'est ce que j'essaye de faire.

## **Pierre Perrier**

Ne croyez pas qu'il n'y a pas quand même des coïncidences.

## **Jean Bricmont**

Je ne dis pas qu'il n'y a pas de coïncidences mais le problème c'est que pour apprécier les coïncidences il faudrait que je connaisse l'espace des possibles, or je ne le connais pas. J'ai l'impression que l'on arrive à l'histoire selon laquelle les œuvres de Shakespeare n'ont pas été écrites par Shakespeare mais par un autre type qui portait le même nom. C'est-à-dire que l'on pourrait avoir des êtres doués de conscience sur une autre planète et ils n'appelleraient pas ça la terre, mais enfin ils seraient là à s'étonner : "Tiens, pourquoi sommes-nous là et pourquoi y a-t-il un météore" etc ? Je n'ai aucune idée du nombre de terres possibles, d'astres qu'il pourrait y avoir et j'ai l'impression que dans les modèles c'est la même chose. Je veux dire, imaginons l'ensemble de toutes les lois possibles de la nature et toutes les constantes possibles, qui donneraient lieu après un certain temps à des êtres doués de conscience. Que sait-on de cela ? Tout ce qu'on sait effectivement c'est, comme vous l'avez dit, on prend notre univers, on change une constante, on laisse tout le reste fixe et l'on se rend compte que tout s'effondre. Mais l'objection fondamentale, pour moi, a à voir avec la notion d'explication. Et ça c'est quelque chose qui va nous préoccuper, je pense, tout au long du séminaire, c'est que pour les gens de la rue ou la plupart des gens, les sciences sont ce que beaucoup de gens appellent les technosciences, c'est-à-dire que les sciences servent à prédire le futur. Une fois que la prédiction du futur est réalisée, elle permet des applications technologiques, parce qu'on sait que si on fait telle ou telle chose, on va avoir tel résultat et alors on peut construire des voitures, des avions etc... Mais là où la science a une dimension culturelle c'est dans sa prétention à expliquer. Or, c'est là où il y a un conflit, par exemple avec les religions, parce que la religion aussi prétend expliquer. Ce qui importe est de comprendre la notion d'explication scientifique par opposition à une explication de type traditionnel dans la Philosophie, la Métaphysique classique ou la religion.



## Jean-Michel Alimi

Étant donné qu'il est sous-entendu dans les propos qui ont été tenus qu'une modification infime de la valeur d'une constante de la nature entraîne une vision radicalement différente de la réalité physique d'où nous déduisons la relativité de notre connaissance des lois physiques, je crois important de dire quelques mots sur le fondement de ces lois physiques. La découverte des lois en physique moderne n'est pas motivée et ne se justifie pas seulement par un bon accord avec l'observation et l'expérience. Les lois physiques se justifient également par un développement théorique cohérent basé sur des principes fondamentaux. Mon propos rejoint la question que Jean Bricmont a précédemment posée concernant la définition de l'explication scientifique.

Aujourd'hui les lois de la Physique sont, pour la plupart, basées sur des principes de symétrie et d'invariance. Les lois de la physique classique, par exemple, se déduisent de transformations de symétrie dans l'espace-temps. L'invariance par translation dans le temps de tout système physique isolé conduit à la conservation de l'énergie, l'invariance par translation dans l'espace, du fait de l'homogénéité de notre espace, conduit à la conservation de la quantité de mouvement, l'invariance par rotation, du fait de l'isotropie de l'espace, conduit à la conservation du moment angulaire. Ce procédé, qui s'étend au-delà des transformations dans l'espace-temps pour les développements les plus récents de la cosmologie et de la physique moderne, est un mode d'explication du réel. Il relie les transformations de symétries à l'existence d'invariant. Il permet alors d'établir des lois de conservation, à partir desquelles nous déduisons les lois de la physique. Si ces lois sont ce qu'elles sont, cela est donc dû aux propriétés de symétrie du monde dans lequel nous vivons. À partir de là, si nous voulons de plus, quantitativement expliquer ce réel, il nous faut des constantes de la nature avec des valeurs bien précises.

## Bernard d'Espagnat

Je voudrais m'exprimer à propos de la notion d'explication, question que Jean Bricmont a soulevée. Il me semble qu'en science (je ne parle ici ni de philosophie ni de religion), il y a deux types d'explications. Il y a l'explication par le réel, où l'on explique les choses par le fait que les choses sont *réellement* comme ça, explication qui était qualifiée de métaphysique par les positivistes. Et il y a un autre type d'explication, celui que favorisaient les positivistes, qui est l'explication par la référence à une loi générale. En mécanique quantique, nous verrons apparaître ce genre de différences. Il y a des personnes qui ne tiennent pour valable qu'une explication, l'explication « réaliste ». Ces personnes-là, lorsqu'elles se tournent vers la Physique Quantique, font appel à des théories ontologiquement interprétables, qui décrivent la réalité et qui, par conséquent, nous donnent le seul type d'explication qui soit acceptable pour elles. Et il y a aussi des personnes qui sont finalement dans la ligne des positivistes de la belle époque, c'est-à-dire qui disent que l'on a une explication si et seulement si on peut rattacher des phénomènes à une loi parfaitement générale, même s'il s'agit d'une loi simplement prédictive, d'une recette. Mais une recette universelle. Et

dans cette optique, une recette universelle est considérée comme une explication. En fait, nous verrons qu'en mécanique quantique standard, c'est-à-dire si on met de côté les théories du genre « variables cachées », c'est ce genre d'explications-là auxquelles on est automatiquement conduit et que l'on considère comme des vraies explications. Peut-être y a-t-il là un lien avec le problème anthropique, mais à vrai dire, je n'en suis pas sûr.

### Jacques Vauthier

Un petit commentaire par rapport à ce qui est, je crois, une sorte de triangle qui apparaît dans la discussion. Un triangle entre l'homme qui regarde l'Univers, qui constate qu'il y a des données. Ces données, il les appelle des constantes. Elles correspondent à une expérience. Ce sont des expériences qui donnent ces constantes. Ce n'est pas à la suite d'une spéculation intellectuelle qu'apparaissent des constantes. Elles sont là, elles valent ce qu'elles valent. Donc, c'est toute la partie expérimentale. Puis il y a la mise en cohérence de ces constantes, de ces données expérimentales par la notion de modèles. Cette notion de modèle est une spéculation intellectuelle plus ou moins pertinente apparemment — d'après ce que l'on constate, elle est relativement pertinente ! Il n'en reste pas moins que ce sont des spéculations intellectuelles. C'est-à-dire que la réalité est ce qu'elle est et l'on regarde à travers un « palpeur », un individu. C'est celui qui regarde cette réalité et qui l'interprète. Donc, on n'est déjà plus dans la réalité. C'est tout à fait dans le sens de ce que disait Bricmont tout à l'heure. Il y a une distanciation entre la réalité et ce qu'on en dit. La notion de modèles, c'est une carte d'état-major par rapport à la réalité. C'est ni plus ni moins. La carte d'état-major est plus ou moins précise. Ce qui est assez étonnant pour un mathématicien que je suis, c'est que grosso modo ces modèles ont une base géométrique très forte. Que ce soit le système de Newton, que ce soit l'espace-temps qui est tout de même une géométrie de dimension 4 ou que ce soit la mécanique quantique qui est tout compte fait une géométrie de dimension infinie. Ceci est une première interrogation. Je voudrais maintenant aller à l'étape suivante, qui consiste à s'interroger sur la notion d'univers multiples ou, comme on dit parfois, de multivers. D'un point de vue philosophique, je dois dire que je ne comprends pas très bien. Parce que l'Univers est l'ensemble des objets qui sont donnés à notre perception et l'au-delà n'étant pas perçu, ne présente à mon avis aucun intérêt. C'est du niveau de la spéculation pure. Cela peut être intéressant, cela peut être un sujet de discussion, mais du point de vue de ce qui nous intéresse, que voulez-vous que cela me fasse qu'il y ait quelque part d'autres Univers causalement indépendants. Très bien, grand bien leur fasse. Qu'ils soient causalement indépendants là où ils sont et qu'ils y restent ! Je n'aurai, de toute façon, jamais de contacts avec eux, par définition même, et, par conséquent, cela ne m'intéresse pas au sens génétique du terme. Donc, je voulais lancer le débat sur ce point-là !

### Jean-Michel Alimi

Il n'est pas nécessaire de considérer la théorie d'inflation pour parler d'Univers ou tout au moins de zones d'Univers non directement perceptible mais

malgré tout influentes sur notre univers observable : c'est déjà le cas en Relativité Générale. En effet, la théorie d'Einstein distingue l'univers observable et l'Univers dans son ensemble en un mot, l'Univers. L'univers observable englobe typiquement l'espace qu'aurait parcouru durant l'âge de l'Univers, un grain de lumière émis au Big Bang. Si cet âge est fini, l'univers observable est grand mais fini. L'Univers, dans son ensemble au contraire, peut suivant les modèles, être infini. Il contient l'univers observable, comme une fraction infime, et il s'étend également à des zones qui ne nous sont pas directement accessibles par l'observation. Ces zones cependant ne sont pas sans influence et donc sans intérêt sur notre univers observable. Pour mieux le comprendre, plaçons nous à nouveau dans le cadre des modèles d'inflation. Il existe de nombreux modèles d'inflation cosmologique qui se distinguent par le moyen physique de " booster " l'Univers, par la durée, voire par le nombre de phases d'inflation dans l'histoire de l'Univers. Tous, cependant, envisagent un Univers plus étendu que notre univers observable ; quelquefois même des Univers indépendants. La dynamique de ces zones " extérieures " non causalement connectées aujourd'hui à notre univers observable, a laissé des traces, spécifiques à chaque modèle d'inflation, sur notre univers observable. Nous avons par exemple montré qu'une phase d'inflation ou deux phases d'inflation ne conduisent pas au même univers observable ; et plus généralement de nombreux travaux montrent que la répartition et les propriétés dynamiques des grandes structures de l'univers observable dépendent du modèle d'inflation cosmologique.

### Jacques Vauthier

Spéculativement c'est intéressant. La définition est du mot univers. Qu'est-ce qu'un Univers ?

### Jean-Michel Alimi

La Relativité Générale décrit la dynamique de tout l'Univers qui peut être infini et où l'Univers observable n'est qu'une partie infime et finie pour un Univers d'âge fini.

### Jacques Vauthier

Mais quelle est la définition du mot Univers ?

### Jean-Michel Alimi

En Relativité Générale, l'Univers est un objet physique très bien défini. Il s'agit du continuum espace-temps-matière. Tout ce qui est espace, temps ou matière constitue l'Univers.

### Jacques Vauthier

C'est dans un modèle. Ce qui m'intéresse c'est du point de vue philosophique. Quelle est la définition philosophique du mot univers ?

## **Jean-Michel Alimi**

Cela dépend des traditions. Toute tradition philosophique ou même religieuse peut avoir son appréhension de l'Univers et du réel, tout à fait différente de celle des autres. Je ne me permettrais donc de répondre qu'en ce qui concerne la Relativité Générale, qui n'est d'ailleurs pas un simple modèle. Elle est le cadre conceptuel, le cadre théorique dans lequel s'élabore pour l'essentiel la cosmologie moderne. En Relativité Générale tout ce qui est espace-temps et matière est assimilable et identifiable à l'Univers. Et j'insiste sur ce fait : l'Univers de la Relativité Générale identifié à l'espace-temps-matière ne se réduit pas, loin de là, à notre Univers observable. Et bien qu'il soit effectivement l'élaboration d'une spéculation théorique, il n'est pas sans rapport, c'est le moins que l'on puisse dire, avec l'Univers observable. D'ailleurs de façon générale, tout ce qui n'est pas directement perceptible n'est pas sans intérêt.

## **Bruno Guiderdoni**

Je voudrais revenir sur le caractère spéculatif de la cosmologie. La cosmologie physique est une science très jeune, mais qui est de plus en plus assise sur des données. Je ne sais pas ce que vous appelez « spéculatif » mais je note que la richesse des observations est maintenant telle qu'il n'y a pas de cadre théorique ou de modèle global qui reproduise toutes les données. Donc c'est un problème qui est actuellement trop contraint. Nous n'avons pas assez de « spéculations » pour reproduire la richesse des données. C'est un problème qui est en train de quitter le domaine de la spéculation échevelée pour rentrer dans celui de théories et de modèles testables dans le cadre des expériences en cours. Cela évolue extrêmement vite. La décennie à venir va être cruciale du point de vue du test d'un certain nombre de modèles ou de théories dont on a pu parler aujourd'hui. On est donc dans un processus. Les choses évoluent très rapidement et je ne pense pas que l'on puisse dire que la cosmologie contienne trop de « spéculations » par rapport à d'autres domaines de la physique. Pour revenir sur le « multivers », les cosmologistes utilisent des mots qui sont piégés, dont celui d'« univers », qui est bien évidemment philosophique et qui fait référence à ce que l'on appelle la « réalité ». Ils l'utilisent maintenant à trois niveaux : 1) l'univers dans le cadre de la cosmologie relativiste (c'est l'ensemble temps-espace-matière), 2) là-dedans la théorie montre que nous n'en voyons qu'un tout petit bout, c'est l'univers observable, 3) et dans le cadre de la cosmologie quantique, Andreï Linde a introduit un autre terme technique, qu'il appelle le « multivers », sur lequel on peut avoir certaines réticences tout à fait justifiées. Je crois que je partage ces réticences parce qu'après tout, ce multivers est encore régi par des lois universelles qui sont au moins les lois de la mécanique quantique, donc on peut se demander si la terminologie est adaptée ou pas, et s'il n'y a pas déjà des présupposés idéologiques derrière elle, comme pour toute terminologie. Il faut donc faire attention à ce que l'on appelle l'« univers ». Ces morceaux d'univers ou ces autres univers, selon la terminologie que l'on emploie, sont nécessaires, d'une certaine façon à notre existence, dans le cadre du modèle de l'inflation chaotique, exactement comme, sur terre, l'Antarctique ou l'Arctique, où nous n'irons jamais sans doute, sont nécessaires à l'existence des zones tempérées où nous vivons.

Nous sommes ici dans des spéculations qui sont récentes. L'inflation date des années 80, l'inflation chaotique, de la fin des années 80. On réfléchit encore pour savoir si l'inflation chaotique est testable ou pas. Ce qui est sûr, c'est que les modèles d'inflation sont testables et seront testés dans ce cadre des observations qui seront faites d'ici à la fin de la décennie. D'ailleurs, les résultats récents semblent déjà avancer dans le sens de la théorie de l'inflation. Cela va très vite. Je crois que l'on est tous d'accord pour dire que le principe anthropique n'a pas de statut particulier et que sa dénomination est peut-être un peu fallacieuse. Quoi qu'il en soit, on est en train de parler de choses qui, actuellement, font intimement partie du modèle standard du Big Bang. Et c'est dans ce cadre conceptuel unique — on n'en a pas d'autres — que nous pensons les très nombreuses observations. Les gens qui font les théories de grande unification, du genre de la super symétrie, disent que ces théories vont permettre d'expliquer pourquoi les constantes du modèle standard des particules élémentaires ont les valeurs qu'elles ont. Pour tester ces théories, il faudrait des laboratoires avec des énergies tellement fantastiques que l'univers primordial est le seul lieu où l'on peut espérer faire des prédictions qui soient testables. Donc du point de vue épistémologique et du point de vue de la division des sciences, une sorte de convergence est en train de se produire, qui durera peut-être 5 ans, 10 ans, 50 ans ou tombera dans une impasse, convergence au sein de laquelle ce discours sur l'inflation, l'inflation chaotique, l'univers primordial, la grande unification, est en train de dessiner des champs conceptuels nouveaux, où se fera la science des décennies à venir. Donc, même si c'est en train de balbutier, s'il y a des zones qui ne sont pas absolument claires, il faut bien voir que c'est là que se fait actuellement une grande partie de la cosmologie.

### Hervé Zwirn

Je souhaiterais revenir sur un point qui a été évoqué. On a parlé du multivers et effectivement dans les différentes zones du multivers (et cela a à voir avec le principe anthropique), les lois de la nature pourraient être différentes au sens où le nombre de dimensions pourrait être différent, au sens où les constantes des lois pourraient être différentes, donc du point de vue du principe anthropique, c'est quelque chose qui est pertinent. En revanche, on a évoqué le cas de ce que l'on appelle les mondes multiples (théorie des mondes multiples d'Everett) et là il me semble que ce n'est pas pertinent du tout dans le cadre du problème du principe anthropique. Car dans le cadre des mondes multiples d'Everett, il s'agit, lorsque l'on fait une mesure en mécanique quantique, de dire qu'il est possible que lors de la mesure, le monde se scinde en autant de versions différentes qu'il y a de résultats possibles pour la mesure. Si l'on mesure le spin d'un électron qui peut être  $+1/2$  ou  $-1/2$ , il y a un monde où le spin sera  $+1/2$  et un monde où le spin sera  $-1/2$ . On peut penser ce que l'on veut de cette théorie, mais cela n'a rien à voir avec le problème du principe anthropique car on ne se pose pas, dans ces différents mondes, le problème de la valeur des constantes de la nature ou des différentes lois de la nature. Dans tous ces mondes, même si la mesure produit un résultat différent, les constantes restent les mêmes et les lois de la nature sont les mêmes. Ceci ne concerne donc en rien le principe anthropique.

### Jean Bricmont

Le fond du problème est de cerner cette notion de "qu'est-ce qu'une explication scientifique ?". Dans de nombreuses cultures et dans notre culture traditionnellement, on peut dire : "quelqu'un est malade ou guérit et c'est la volonté de Dieu". Maintenant, même les scientifiques croyants n'expliquent plus les choses de cette façon. On pouvait dire que c'était l'ordre naturel des choses. Aujourd'hui, plus personne n'est satisfait de ce genre d'explication car on a l'impression qu'elles sont vides. On a dorénavant des explications scientifiques, mais ces explications s'arrêtent quelque part. Car lorsque l'on se pose une question, l'on remonte les causes et, à un moment donné, on arrive à quelque chose qui lui-même ne s'explique pas.

### Basarab Nicolescu

Il faut respecter l'aspect scientifique, c'est évident. Mais au-delà de cela, il faut respecter la règle philosophique. La philosophie est une discipline académique comme une autre. Lorsque vous employez d'une manière non-différenciée les mots "réel" et "réalité", c'est une erreur sur le plan philosophique : le réel est une chose et la réalité une autre. Je crois qu'il faut tout de même respecter le langage d'une discipline ou d'une autre.

### Jean Bricmont

Je ne suis pas d'accord. Il n'y a pas cette homogénéité, il y a trop de divergences entre philosophes.

### Jean Staune

Nous allons justement aborder un thème concernant la philosophie : *l'argument from design*. Thuan dit que ce qui est nouveau est que l'on puisse refaire le « pari de Pascal », après la découverte du rapport des masses du neutron et du proton. En d'autres termes, Thuan parle de la défaite du fantôme de Copernic. Il dit : « le fantôme de Copernic n'a pas cessé de nous hanter pendant 3 ou 4 siècles (il sous-entend que l'homme n'avait pas plus d'importance dans l'univers que la dernière couche de peinture du dernier boulon de la Tour Eiffel n'a d'importance pour la tour Eiffel). Depuis, avec les découvertes en physique, astrophysique et d'autres, on n'est pas obligé de traiter les choses comme si l'homme n'avait aucune importance dans l'univers et qu'il était perdu dans l'univers.

### Jean Bricmont

Le pari de Pascal avait une autre portée. Il était plutôt question de savoir si l'on allait sauver son âme ou non. La révolution scientifique a changé notre perspective sur ce qui compte comme explication. C'est la raison pour laquelle des explications soi-disant scientifiques qui invoquent un univers totalement inobservable, même indirectement, sont tout aussi métaphysiques que les



explications faisant appel à un principe créateur. Et d'une façon, je ne les considère pas comme des explications, donc je préfère dire que je ne sais pas.

### **Jean-François Lambert**

Bien que ne partageant pas les mêmes a priori philosophiques que Jean Bricmont, je partage son "je ne sais pas" et souhaite dire pourquoi en m'appuyant sur Freud. Celui-ci doit, en effet, se retourner dans sa tombe en voyant que, dans les grandes librairies, les ouvrages de psychanalyse sont généralement classés dans les para-sciences avec les traités ésotériques et les manuels maçonniques. On sait que Freud, au contraire, a cherché à sortir les sciences humaines de la métaphysique. Précisément pour Freud, la science, et donc la psychanalyse, est tout le contraire d'une vision du monde : elles s'opposent à la métaphysique. La science, selon Freud, doit arracher l'inconscient à la mystique et, de ce fait, elle ne peut que (elle doit) frustrer l'homme de son besoin de vision du monde. La science, insiste encore Freud, a progressé à coup de traumatismes et elle n'est pas là pour soutenir l'imaginaire ambiant mais pour démasquer l'illusion. C'est dans ce contexte qu'il parle d'une triple humiliation : après l'humiliation copernicienne (l'homme n'est pas le centre du monde) et l'humiliation darwinienne (l'homme n'est qu'une espèce de singe sans queue parmi d'autres), la psychanalyse apparaît comme l'humiliation la plus radicale puisque l'homme n'est même plus certain d'être au centre de lui-même. J'ai rappelé ceci pour mettre en perspective la distinction opérée par Freud, à la suite du philosophe allemand Dreysen, entre comprendre et expliquer. Le but de la science est d'expliquer (comment), non de comprendre (pourquoi). Freud établit une démarcation absolue entre le caractère parcellisant de la science et le caractère totalisant d'une vision du monde. La compréhension est de l'ordre de la métaphysique et l'affaire des religions. Cela ne signifie pas que ce genre de question ne soit pas pertinent et, comme le souligne Popper, il y a beaucoup de choses importantes à dire en dehors de la science et il faut pouvoir les dire, seulement il ne faut pas les faire passer pour scientifiques. Je crois personnellement que ni la science ni la métaphysique (et pourquoi pas la foi) n'ont à gagner du mélange des genres. Si j'ai la foi ce n'est pas parce que la masse du proton est conforme à ce que Thuan nous a raconté tout à l'heure. Et, de ce point de vue, cela m'est complètement égal que les modèles mathématiques changent et que les physiciens me donnent une tout autre explication du monde. La question « que faisons-nous là ? » continuera de se poser de la même manière. Je retrouve un écho de tout ceci chez S.J. Gould qui, dans son récent ouvrage "Et Dieu dit : que Darwin soit", appelle au « non-empiétement des magistères » de la science et de la religion. Je maintiens que ni l'un ni l'autre n'ont à gagner de la confusion mais que chacun ne doit pas non plus ignorer l'autre. Au demeurant, la question fondamentale qui est celle du sens de ma vie, de la valeur de mes actes, des fondements de la justice, est pour moi totalement indépendante de la valeur des constantes physiques. C'est pourquoi, avec Freud, je pense que la physique doit continuer à chercher à expliquer l'univers mais que même si elle y parvenait un jour il resterait à le (et à me) comprendre, ce qui n'est pas son affaire.

## Eric Bois

Il pourrait exister une autre théorie plus profonde et unifiée de la physique où l'électron et le proton seraient les deux facettes d'un même objet. Du coup, on ne s'étonnerait pas qu'ils aient la même charge. Donc, peut-être qu'en effet, si j'essaye de synthétiser les deux tendances qui ont été développées, pourrait-on dire (il s'agit d'une proposition) que s'agissant de coïncidences numériques, il y a lieu simultanément de s'en étonner et de s'en méfier. Car en science, ce qui est de l'ordre de la coïncidence n'est pas de l'ordre de la causalité, par définition. Or en science, on raisonne dans l'ordre de la causalité et non pas dans l'ordre de la coïncidence. Mais voilà que nous avons des coïncidences. Donc elles élèvent le questionnement quant à l'explication et, de ce point de vue-là, c'est un champ d'études intéressant. Mais au tout début, j'aurais souhaité que l'on opère des distinctions de catégories dans l'ensemble des coïncidences exposées. Elles ne sont pas toutes du même ordre. Par exemple, les coïncidences sur la valeur de la charge d'une particule ne m'épatent guère ; en revanche, des contraintes qui touchent à des constantes fondamentales de la physique ou à des rapports de ces constantes, me renvoient à d'autres interrogations. Pourquoi les constantes fondamentales de la physique ont-elles les valeurs qu'elles ont, et non pas d'autres valeurs ? Et là, cela nous renverrait effectivement aux lois, à mieux rentrer dans la compréhension interne de ces lois qui nous renvoient à leur tour à quelques principes premiers de la nature. Car après tout, il ne semble pas émerger beaucoup de principes premiers pour l'intelligibilité de cette nature complexe. Il n'y a pas beaucoup de constantes, mais il y en a ! Il existe ici un sérieux motif d'étonnement, qu'il y ait des coïncidences numériques ou non, à vrai dire.

Je notais, qu'en science, c'est bien dans l'ordre de l'autonomie de l'immanence que je cherche à expliquer les choses. Et dans l'ordre de cette immanence, je me rends compte qu'il existe des principes de tendances naturelles, plutôt que pas de tendances du tout. Des lois de la physique sont possibles. Et ces lois suivent des contraintes, vérifient des propriétés. C'est donc sur cette armature, déjà en soi source simple d'étonnement, que doivent se greffer (et peut-être se contenir) les tentatives de raisonnements quant à la signification des dépendances des simulations d'univers aux valeurs des conditions initiales.

## Pierre Perrier

En ce qui concerne *l'argument from design*, je voudrais dire que c'est un problème rénové car on a fait des progrès fabuleux en *design*. Lorsque vous regardez le XVIII<sup>e</sup> siècle, avec les connaissances scientifiques de l'époque, qu'ont-ils trouvé comme connaissance fabuleuse ? Celle de la fabrication des automates. Et le raisonnement qui consistait à s'émerveiller devant un automate qui tapait sur un piano, c'était que c'était vraiment comme un homme. Avec du recul, on se rend compte qu'il s'agissait d'un système complètement clos sur les capacités de *design* de l'époque, les capacités de conception au niveau de l'application de la science, et que c'était en même temps un système complètement clos sur l'épistémologie de la science. Il n'y avait aucun espoir de progrès dans ce schéma-

là. Il est intéressant de voir qu'aujourd'hui, quand vous regardez quels sont les automates qui sont fabriqués en ce moment au cinéma, etc. vous allez trouver des mondes virtuels etc. Ce qui est intéressant dans *l'argument from design* est : « est-ce que notre capacité de conception a progressé de façon suffisamment large pour que notre appréciation du monde soit plus nuancée, plus fine, etc. ? ». Il est évident qu'elle a progressé de façon extraordinaire. Il n'y a aucun rapport entre ce que l'on peut concevoir aujourd'hui et ce que l'on pouvait concevoir au XVIIIe siècle. Le raisonnement de Laplace était extrêmement fruste, c'était la conservation de la quantité de mouvement. *L'argument from design* reprend aujourd'hui de l'intérêt car on a conscience du fait que le monde dans lequel on vit est d'une complexité fabuleuse et que nous en comprenons certaines parties — pas toutes, bien entendu — mais de façon beaucoup plus intéressante et dans le sens où l'on sait les refabriquer : dans la conception de « produit ». Ce qui est l'expression de la maîtrise. La maîtrise se vérifie par le fait de la capacité d'utiliser une loi physique, une avancée de compréhension, etc., en fabriquant quelque chose qui utilise cet objet-là, mais qui n'est pas l'objet naturel, même s'il s'en inspire. Il a sa propre cohérence. *L'argument from design* a repris du poil de la bête car on a maintenant un ensemble de façons de concevoir le monde qui est d'une telle richesse que l'on n'a plus d'illusions sur un certain nombre de hasards, de coïncidences : ce n'est pas parce que la petite fille tapait sur le piano et que ça ressemblait de loin à un joueur de piano que l'on a compris l'homme qui joue au piano. C'est un élément qui est important. Dans le *design* actuel, on ne fait pas seulement des objets qui sont des objets déterministes, c'est-à-dire des automates du XVIIIe siècle, on fait des objets qui comprennent des systèmes asservis, etc... Je pense que ce qui est intéressant dans le problème de *l'argument from design*, c'est, quand on franchira cette étape, de commencer à s'intéresser à quels sont les types de systèmes asservis, les types d'éléments qui interviennent dans le monde. À ce moment-là, on va se poser une autre question philosophique très profonde que l'on ne s'est pas encore posée : « Est-ce que Dieu est quelqu'un qui fabrique un automate du XVIIIe siècle (qui crée un monde initial, qui règle les constantes, etc.) et qui nous fabrique ainsi notre monde actuel car l'horloge continue à tourner — même si elle a factoriel  $n$  combinaisons et que ça conduit à une complexité sans nom et que l'on se justifie soi-même en disant que l'on est dans un monde complexe et que la conscience émerge du complexe — ou est-ce que Dieu, derrière le monde dans lequel on vit, est un Dieu agissant, ce qui voudrait dire que l'on est, effectivement, dans un monde où Dieu *agit* ? Si c'est le cas, c'est doublement intéressant. Car ce n'est pas un monde du grand horloger, donc Dieu peut agir vis-à-vis de moi et ça m'intéresse, pour reprendre la question de Lambert. Mais il y a aussi une deuxième chose qui est intéressante, c'est que s'il en est ainsi cela veut dire que l'on devrait pouvoir traquer l'action de Dieu d'une façon beaucoup plus subtile que de chercher seulement le réglage des constantes initiales. En particulier, on pourrait également la traquer bien mieux dans le domaine de la vie qu'en faisant de l'aplatissement sur un message génétique. On doit pouvoir faire des choses plus astucieuses. Je pense que la notion d'*argument from design*, si on la prend à l'ancienne façon, n'a aucun intérêt, ne présente rien de nouveau. Mais que si on la prend dans le sens de notre capacité de faire du *design*, et donc qu'on l'attribue à Dieu comme on attribue à Dieu la capacité de faire une horloge, et donc qu'on donne à Dieu la capacité d'agir aujourd'hui, y

compris pour moi, à ce moment-là, la jonction avec la question de Jean-François Lambert devient beaucoup plus pertinente et intéressante.

### Jean Staune

Je voudrais aussi aborder le thème de l'épistémologie. J'étais à un colloque intitulé « Design and its critics », à l'Université du Wisconsin, où justement ces questions ont été posées. Il y avait des spécialistes du *design* qui intervenaient pour dire si un objet était « designé » ou non. Et le grand débat de ce colloque était : « peut-on dire que c'est une hypothèse scientifique, que la vie a été « designed » par un « designer », créateur ou autre ? ». En gros, l'idée était qu'il serait aussi loufoque d'interdire, en théorie, d'envisager l'idée d'un créateur en astrophysique ou en biologie, qu'il le serait en l'an 3 000, d'interdire à des spécialistes de l'histoire de l'informatique d'étudier les motivations des programmeurs qui ont inventé les premiers programmes informatiques dans les années 1960-2000. Parce qu'on pourrait très bien étudier l'informatique en interdisant l'idée d'étudier la motivation d'un programmeur, en étudiant seulement les programmes, de la même façon que l'on peut interdire l'idée, au plan épistémologique (je ne parle pas de preuve ici), qu'il y a un créateur en astrophysique ou en biologie. Ce serait une absurdité au strict plan scientifique. Il y avait donc un grand débat aux Etats-Unis autour de ce thème : l'idée du *designer*, en science, est-elle une idée à explorer comme étant purement métaphysique ou doit-on la considérer comme une hypothèse comme les autres ? Ce qui est très intéressant, c'est qu'un historien des sciences a démontré que Darwin se situait clairement dans un monde, où à son époque, l'idée du *designer* était une idée scientifique comme une autre et que Darwin prétendait en avoir prouvé la fausseté. C'est donc une idée qui peut être réfutable et qui donc doit se trouver dans le champ scientifique.

### Jean Bricmont

Je ne suis pas d'accord avec l'idée selon laquelle l'histoire d'un designer puisse être scientifique ou puisse faire partie de la science, positivement ou négativement. Je ne suis pas du tout d'accord avec Dawkins lorsqu'il dit que c'est à partir de 1859 que l'on a pu être athée. On pouvait déjà l'être au XVIII<sup>e</sup> siècle. Ils se rendaient compte à l'époque de la vacuité de ce genre d'arguments. C'est-à-dire que vous pouvez dire qu'il y a un *designer*, mais à quoi ressemble-t-il ? Et pourquoi a-t-il fait le monde tel qu'il est et pas autrement ? Il aurait pu le faire meilleur qu'il n'est. Est-ce une hypothèse que l'on peut tester d'une certaine façon ?

### Basarab Nicolescu

Si je regarde le principe anthropique avec le regard d'un scientifique, en essayant d'éliminer tout préjugé philosophique ou religieux, ce qui reste est à mon sens très intéressant est que c'est un principe d'auto-consistance qui met en relation non seulement des nombres, mais aussi les lois. Donc, auto-consistance des lois, auto-consistance de l'observation, auto-consistance des données. C'est un

cas particulier d'un principe qu'on retrouve un peu partout dans la physique des particules sans que ce soit très visible, parce que nous avons la déformation, nous physiciens, de ne pas employer une terminologie très précise, tout en voulant introduire toujours des mots nouveaux.

Pour moi, le principe anthropique est un cas particulier du *Bootstrap*, qui est un principe d'auto-consistance apparu pour la première fois en physique des particules en 1960.

La version initiale du principe de *Bootstrap* veut dire auto-consistance dans la physique des interactions fortes. Cela a donné des résultats intéressants et le *Bootstrap* a dominé la scène scientifique pendant une dizaine d'années. Mais les complications de la formulation mathématique étaient très grandes, donc cela n'a pas perduré. Le *Bootstrap* des interactions fortes est décédé juste avant de donner naissance au modèle des cordes et le modèle des cordes a donné naissance au modèle des supercordes.

Actuellement, le mot *Bootstrap* est très utilisé dans les théories unifiées. Lorsque l'on a une difficulté et que l'on ne sait pas comment s'en sortir, on évoque le principe de *Bootstrap* pour tirer quelque chose. Par exemple, Abdus Salam, lorsqu'il a formulé la théorie qui lui a valu le prix Nobel, a évoqué le principe de *Bootstrap*. Actuellement dans la théorie M, qui est déjà un dépassement des supercordes, on évoque souvent la mise en relation des lois de la physique quantique avec les lois plus générales de groupes.

Dans notre inconscient de créateurs scientifiques, il y a toujours une demande d'auto-consistance, liée à l'unicité de la solution des équations. C'est pourquoi je crois que le principe anthropique est un cas particulier du principe de *Bootstrap*. C'est une proposition certes provocatrice. Sur le plan philosophique, le *Bootstrap* est à son tour un cas particulier, tronqué, du principe d'interdépendance universelle. Principe ridiculisé par Voltaire : tout dépend de tout (et réciproquement !) donc on ne pourrait rien prédire. C'est faux car lorsque tout dépend du tout, on peut prédire quelque chose. Et c'est étonnant.