

Isabelle : Je pensais qu'il y avait des constantes, comme la constante de structure fine¹, qui étaient fixées « dans le marbre » ?

Aurélien : Quel marbre ? Je ne vois qu'une glaise malléable ! Disons qu'elles sont fixées du point de vue anthropique, mais pas du point de vue fondamental au niveau de la théorie sous-jacente. En tout cas, dans ce type de modèles.

Jean-Philippe : Cela dépend du cadre théorique dans lequel on se place. Par exemple dans le cadre de la théorie des cordes, Edward Witten a montré en 1987 que toutes les constantes fondamentales sans dimension pouvaient être géométrisées (c'est-à-dire qu'elles venaient de propriétés des espaces de dimension supplémentaire dans cette théorie-là) et que toutes ces constantes devaient varier dans le temps et se stabiliser à une certaine valeur. C'était peut-être l'un des rêves des physiciens de la théorie des cordes d'expliquer que la constante de structure fine vaut $1/137$, mais je ne crois plus que cela le soit encore.

Aurélien : Et même au sein de théories sans lois physiques spéculatives (si tant est que cela ait un sens), l'argument anthropique joue un rôle. Imaginons un modèle d'univers cyclique avec des phases d'expansion suivies de phases de contraction. C'est un peu artificiel mais on peut construire un tel modèle dans le cadre de la relativité générale, sans « nouvelle physique ». C'est ce que fait avec talent ton collègue Patrick Peter, par exemple. Même dans ce cas, l'argument anthropique doit intervenir. Supposons, par exemple, qu'on se pose en effet la question suivante : ce modèle prévoit-il une période d'inflation suffisamment longue pour expliquer le monde tel qu'il est ? Il suffit que pour chaque cycle correspondant à une période d'inflation courte le modèle ne « génère » aucun observateur et le tour est joué ! Dans un tel cadre, on se trouve nécessairement dans un des cycles qui est compatible avec l'existence d'observateurs. Donc la question de savoir si le modèle prévoit naturellement une inflation assez longue n'a aucun sens. La seule question est :

1. Constante de structure fine : constante fondamentale sans dimension de l'ordre de $1/137$, qui régit l'interaction électromagnétique assurant la cohésion des atomes et des molécules.

dans le modèle cyclique, y a-t-il des cycles durant lesquels l'inflation est suffisamment longue ? Cela change donc complètement la manière de concevoir la validité ou du moins la naturalité d'un modèle. Au contraire, s'il y avait des observateurs dans tous les cycles, la question se poserait sans aucune pondération anthropique.

Bref, au-delà des aspects un peu techniques, qui je l'espère convaincront les physiciens, ce que je souhaite, au niveau conceptuel, c'est qu'il soit bien clair pour tout le monde que les arguments de nature anthropique n'ont, contrairement à ce que prétendent certains, pas le moindre lien avec le finalisme, l'anthropocentrisme ou l'existence de Dieu. Ce n'est pas une « hypothèse » supplémentaire qu'on invente pour arriver à des fins préétablies. C'est simplement une manière d'être rigoureux dans les calculs. En fait, il n'y a rien de nouveau ! C'est l'image globale du multivers qui est saisissante et, je trouve, très forte et novatrice. Le principe anthropique, lui, n'est qu'un rouage très banal dans l'évaluation méticuleuse du modèle. On lui a donné beaucoup trop d'importance dans la littérature récente.

Faut-il en rester aux critères de scientificité de Popper ?

Isabelle : Tu parlais tout à l'heure de rupture avec les critères de scientificité de Popper. Mais en quoi cette rupture amorce-t-elle un nouveau champ ?

Aurélien : Tu as raison, il faut être très explicite sur ce point. À dire vrai, je crois que les multivers et tout ce qui tourne autour d'eux s'inscrivent tout à fait dans le champ de la science usuelle, poppérienne (est scientifique ce qui est réfutable) et orthodoxe. C'est, finalement, ce que l'on vient d'essayer de montrer. Mais je crois aussi que c'est une bonne occasion de sortir de cette vision. Stricto sensu, les multivers ne nous y obligent pas. Mais s'ils pouvaient nous y inviter, j'en serais ravi !

Il me semble qu'il serait souhaitable de déconstruire l'idée trop répandue d'une physique – avec ou sans multivers – en relation biunivoque, bijective, avec le réel-en-soi. D'une physique qui serait donc un mode d'accès très privilégié à la vérité en tant que telle. Je pense que le multivers peut être l'occasion d'une invite à se distancier de ces velléités hégémoniques de la science. Le critère de Popper n'est ni souhaitable ni correct. C'est infiniment plus compliqué que cela. Pensons à Latour ou Feyerabend : la science, c'est à la fois beaucoup plus et beaucoup moins qu'une simple obéissance à cette petite règle. Bien sûr, quand on le lit vraiment, Popper est subtil, beaucoup plus que la vision caricaturale que l'on peut construire par des lectures secondaires. Il n'empêche : l'idée qu'il existe, quel qu'il soit, un critère formulable qui sépare la science (souvent sous-entendu : les choses sérieuses) de la non-science (souvent sous-entendu : les divagations) me semble strictement irrecevable. Et même assez nocive. Elle coupe les ponts avant même qu'ils soient construits, elle déchiquette les radicales avant qu'ils ne prennent terre.

Les univers multiples n'interviennent pas explicitement dans ce mouvement, mais ils sont une bonne occasion d'y réfléchir, précisément parce que, quand on regarde ce qui est en train de se passer au niveau sociologique en ce moment, on voit bien que les physiciens ne se positionnent pas par rapport à ces idées sur des critères « scientifiques » mais souvent « extra-scientifiques » ; au sens usuel et donc contestable de ces termes. C'est un très bon moment pour s'interroger sur ce qu'on attend de la science et en appeler, j'espère, à une vision plus libre de ce qu'est la *phusis*. Il ne s'agit certainement pas de relâcher les contraintes de rigueur. Évidemment. Faire « n'importe quoi » n'intéresse personne. Mais il s'agit de ne pas s'interdire de faire résonner hors champs, de ne pas avoir peur de faire face à la pluralité, de se réjouir des créations et inventions possibles, de s'innover de ce continuum de potentialités encore vierge.

Jean-Philippe : Effectivement, nous sommes peut-être à l'aube d'une révolution scientifique aussi importante que la révolution copernicienne !

**Nous sommes
peut-être à l'aube
d'une révolution
scientifique aussi
importante que
la révolution
copernicienne !**

_Jean-Philippe Uzan

Aurélien : C'est, je crois, une nouvelle blessure narcissique : après Copernic, Darwin et Freud, c'est notre Univers lui-même qui se trouve déchu de son piédestal!

Jean-Philippe : Si les réactions sont parfois si tranchées, c'est parce que l'on est en train de parler de nous en tant qu'observateur, donc de nous tout simplement. C'est vrai que l'on est parti du principe copernicien où notre Univers local était supposé représentatif de l'Univers dans son ensemble, pour arriver au principe anthropique qui nous dit que ce n'est pas le cas et que notre existence témoigne de notre degré « d'atypicalité » dans le multivers considéré. C'est ce sentiment qui peut gêner certains, au même titre que lorsque l'on a été rejeté du centre du monde.

Isabelle : A contrario, être si atypique nous redonne une place cruciale que l'on avait perdue.

Aurélien : C'est le grand débat autour d'Alexandre Koyré : le passage du « monde clos » à l'« Univers infini » (ce qui advint avec Copernic et Newton) est-il une déchéance¹? Ce n'est pas évident. On peut le voir comme une chute parce que l'on n'est plus au centre de l'Univers, mais on peut aussi le voir comme une élévation parce que dans le même mouvement, la Terre se trouve propulsée dans les cieux et non plus au pire endroit du monde sublunaire! C'est très subjectif.

Isabelle : Est-ce que finalement les multivers en relation avec la théorie des cordes, pourraient aboutir à une révision des critères de scientificité?

Max : Non, pas du tout. C'est totalement indépendant ; la prise de position pour dire qu'il n'y a pas de limite entre les constructions scientifiques et d'autres constructions intellectuelles n'est à mon avis pas tenable. Quand on regarde ce que vous venez d'expliquer sur les conséquences qui portent sur les multivers à partir de théories parfaitement scientifiques, cela n'a aucune conséquence sur les critères de scientificité. Ce ne sont que des conséquences plus éloignées de ce qui est directement testable, et ce n'est pas très nouveau. Plus on avance dans la sophistication de théories, plus on a de choses qui sont moins directement observables.

Jean-Philippe : Mais nombreux sont ceux pour qui accepter ce genre d'explication, c'est ouvrir la porte au relativisme et, d'une certaine façon, rabaisser la notion de preuve.

Aurélien : Max, tu dis que cela provient de théories qui sont très traditionnellement scientifiques, mais comment définir une théorie traditionnellement scientifique, hormis par le fait qu'elle est pratiquée par des gens que l'on appelle des scientifiques? C'est difficile de parler de « tradition » dans un champ qui se renouvelle et se réinvente sans cesse (ce qui est tout aussi vrai des arts, par exemple), qui se définit par ses ruptures. Ce qui me semble intéressant dans la science, ce ne sont pas ses invariants (si tant est qu'il y en ait), ce sont ses inventions, ses déconstructions, ses subversions... Et serait-il si grave que cela ouvre la porte à un certain relativisme? Dans le « normativisme » ambiant, je m'en réjouirais. Oui, ce que l'on dit, pense, fait, construit, découvre est *relatif* à de très nombreux choix, à de très nombreuses circonstances.

Max : Les théories contiennent des hypothèses qui sont fabriquées parce que leurs conséquences correspondent à des observations. Et il se trouve que dans l'histoire des sciences, on s'éloigne de plus en plus de ce qui est directement observable ; on échafaude des choses de plus en plus éloignées de ce qui est directement observable, on postule des entités de moins en moins observables. Mais tout cela reste scientifique dans la mesure où on les juge en fonction de leur accord avec les observations – même si celles-ci sont liées de moins en moins directement à ce qui est postulé. Alors que dans une construction littéraire, tout est librement construit, il n'y a pas ce critère de l'accord avec l'observation. Comme nous l'avons dit au début de cette discussion, Lewis dit que tout est possible, mais cela n'a aucun rapport avec l'observation : il est possible que cette bouteille soit à ce bout de table et la seconde suivante à l'autre bout de la table, sans transition continue. Alors oui, c'est possible, mais cela n'a rien à voir avec quelque chose d'observable. Par conséquent, ces possibilités n'ont aucun sens scientifique. Nous ne sommes pas du tout dans le même registre.

Aurélien : M'accorderas-tu que ce que tu appelles « observation » ne parle pas de soi et qu'une « observation pure » n'existe pas?

1. A. Koyré, *Du monde clos à l'Univers infini*, Paris, PUF, 1962.

Si je me mets dans la peau d'un habitant d'Héliopolis quelques millénaires dans le passé, je vois *factuellement* le dieu Rê traverser le ciel sur sa barque solaire. Et cette croyance, que l'on identifie aujourd'hui comme telle, mais que j'appellerais simplement un rapport-au-monde, tout comme le nôtre, était évidemment corroborée par l'observation. Il semblait indiscutable à cet Égyptien qu'il *observait* ce voyage de Rê. Les faits, pour lui, parlaient d'eux-mêmes! Aujourd'hui, tu vas probablement me répondre que nous observons en réalité une étoile qui brûle chaque seconde 600 millions de tonnes d'hydrogène en hélium : oui et non. Je souscris bien sûr à cette seconde interprétation. Mais elle dépend d'un contexte, d'un corpus et d'un paradigme, qui sont en partie construits. On ne peut pas dire que c'est une observation pure.

Max: Il y a en effet une vénérable tradition philosophique qui va dans ce sens-là.

Isabelle: Laquelle?

Max: Parmi les pionniers qui ont dit cela, il faut citer Ludwik Fleck qui a publié, en 1935, *Genèse et développement d'un fait scientifique*, puis Norwood Russell Hanson qui a publié, en 1958, *Patterns of Discovery*. Ces auteurs soutiennent que les faits sont fabriqués plutôt que découverts. On peut également citer Thomas Kuhn, dont l'un des chapitres de *La Structure des révolutions scientifiques* (1962) expose la thèse selon laquelle les observations sont chargées de théories. Autrement dit, on ne voit jamais la même chose selon le paradigme auquel on adhère.

« Ce qui, avant la révolution [scientifique qui conduit à un changement de paradigme] était pour l'homme de science un canard, devient un lapin. [...] C'est pourquoi, aux époques de révolution, quand change la tradition de science normale, l'homme de science doit réapprendre à voir le monde autour de lui; dans certaines situations familières, il doit apprendre à voir de nouvelles formes. »¹

Et il y a bien entendu Nelson Goodman qui pousse cela à l'extrême. Pour Goodman, un « monde » est le résultat d'une construction; il y a autant de mondes que de constructions; et aucune d'entre elles n'a plus de légitimité pour prétendre correspondre à la réalité qu'une autre, car selon lui :

1. T. Kuhn, *La Structure des révolutions scientifiques*, Flammarion, 1983.

« Ce monde est en effet celui que l'on considère le plus souvent réel; car la réalité dans un monde [...] est dans une grande mesure une affaire d'habitude. »¹

Ce n'est pas la même chose que de dire que tout est équivalent, c'est juste une réflexion sur le fait que le contenu des observations n'est pas aussi innocent que l'on pourrait le croire à première vue. Et c'est tout à fait important de prendre ça en compte, de ne pas croire que l'on peut faire abstraction du cadre théorique et que les observations sont parfaitement neutres.

Tout ça, je l'admets. Et je le dis moi-même, il est indispensable de prendre en considération le cadre conceptuel: ce n'est pas l'observation elle-même qui nous dit avec quel cadre théorique il faut l'exprimer, mais ce n'est pas pour cela qu'il n'y a pas de différence entre observer et inventer. Je vois bien que cette critique de l'observation naïve est importante et va dans le sens de ce que dit Aurélien, mais un pas est ensuite franchi, notamment par Goodman, qui selon moi n'est pas justifié. Quand deux observateurs sont dans deux paradigmes, deux cadres conceptuels différents, ils ne vont pas décrire leurs observations de la même façon, c'est indéniable... mais ce n'est pas pour autant que ces deux observateurs peuvent observer n'importe quoi.

Aurélien: Dans cette « vénérable tradition », comme tu dis, on pourrait aussi ajouter Bloor, Collins, Latour, Calon, Rorty, Feyerabend, Stengers et beaucoup d'autres... Et, tu sais bien qu'ils ne prétendent pas du tout que « tout est équivalent ». Ils disent plutôt le contraire. Ils insistent, justement, sur l'importance du cadre, ils étendent donc le domaine de vigilance. Les questions de correction et de justesse sont omniprésentes dans cette démarche. Personne dans ce courant dont je me revendique ne prétend que la relativité générale n'est pas meilleure qu'une théorie farfelue ou que Liszt n'est pas plus intéressant que Claydeman! Seulement, il s'agit ici d'interroger aussi les fondements et pas seulement les résultats. Je vois, au contraire de beaucoup, à commencer peut-être par toi-même, un supplément de rigueur et de scrupules dans cette approche. Une prudence et une « désanthropocentrisation » exemplaires.

1. N. Goodman, *Manières de faire des mondes*, Gallimard, 2006.

Jean-Philippe: Quand Aurélien explique que l'on peut voir le Soleil comme un dieu qui se lève tous les matins et se couche tous les soirs... c'est une explication qui permet de donner un sens au monde extérieur qui nous entoure. Et finalement c'est peut-être ça simplement ce que l'on cherche. Je me rappelle que Jorge Borges disait à travers ses nouvelles qu'il faut que le monde fasse sens, et s'il n'a pas de sens, il faut tout de même lui en donner un, parce que sinon ça fait trop peur; ou comme le disait Alice (au pays des merveilles),

« si le monde n'a aucun sens, qui nous empêche d'en inventer un? »

Maintenant si on compare cette explication des Égyptiens anciens avec la nôtre – une étoile avec des réactions nucléaires... – est-ce que l'on peut dire que l'une est meilleure que l'autre? Moi, en tant que scientifique, j'ai le sentiment intuitif que quand même, oui, la deuxième explication est meilleure!

Aurélien: Bien sûr qu'elle est meilleure! Mais elle l'est en fonction de critères que nous avons choisis et qui ne sont pas « en eux-mêmes » dans la nature. Ce n'est pas du tout faire violence à la science que de dire cela. J'aime profondément la physique que je trouve être l'une des plus magnifiques constructions de l'esprit humain. Hisser la physique au rang des beaux-arts, ce n'est pas rien! Souligner que ce rapport au monde, tout de subtilité et de délicatesse, a été inventé, édifié, façonné, c'est lui rendre hommage.

Réalisme, relativisme et créationnisme

Est-il rationnel d'être relativiste?

Jean-Philippe: Je vais faire de la science-fiction. Je pense que l'explication scientifique de l'exemple précédent est meilleure pour une autre raison. Aujourd'hui j'ai une théorie des étoiles, c'est-à-dire que je suis capable, si je connais la composition chimique d'une étoile et sa masse, de calculer sa durée de vie.

C'est l'un des arguments classiques du réalisme de dire que ce sur quoi on peut agir existe.

_Max Kistler