Philosophiques

Luc Brisson et F. Walter Meyerstein, *Inventer l'univers. Le problème de la connaissance et les modèles cosmologiques*, Paris, Les Belles Lettres, [L'Âne d'Or], 1991, 209 pages.

Yvon Gauthier

Volume 19, numéro 1, printemps 1992

URI : https://id.erudit.org/iderudit/027183ar
DOI : https://doi.org/10.7202/027183ar

Aller au sommaire du numéro

Éditeur(s)

Société de philosophie du Québec

ISSN

0316-2923 (imprimé)
1492-1391 (numérique)

Découvrir la revue

Citer ce compte rendu

Gauthier, Y. (1992). Compte rendu de [Luc Brisson et F. Walter Meyerstein, *Inventer l'univers. Le problème de la connaissance et les modèles cosmologiques*, Paris, Les Belles Lettres, [L'Âne d'Or], 1991, 209 pages.] *Philosophiques*, *19*(1), 150–155. https://doi.org/10.7202/027183ar

Luc BRISSON et F. Walter MEYERSTEIN, ***Inventer l'univers. Le problème de la connaissance et les modèles cosmologiques***, Paris, Les Belles Lettres, [L'Âne d'Or], 1991. 209 pages.

par Yvon Gauthier

« On utilisera ce livre, qui n'adopte pas une position *épistémologique* très stricte, avec beaucoup de prudence ». Je paraphrase ici la note 29 de la page 70 qui met en garde le lecteur contre la position historique de D. H. Fowler dans son ouvrage *The Mathematics of Plato's Academy. A new reconstruction* (Oxford, 1987).

Il s'agit bien d'un ouvrage d'épistémologie assez ambitieux à première vue, puisqu'il prétend retrouver un thème, si ce n'est une thèse commune dans la tradition scientifique qui va de Platon à la cosmologie relativiste, et d'Aristote à la théorie algorithmique de l'information. La défense de la thèse est si confuse que l'on se demande s'il faut l'attribuer aux deux auteurs ou au caractère bifide de l'ouvrage qui comporte deux parties nettement distinctes, l'une portant sur « Le modèle d'univers proposé dans le *Timée* » et l'autre sur « La cosmologie contemporaine de type Big Bang ». Une introduction « Le problème de la connaissance scientifique », et une conclusion « Que peut nous apprendre la science? », viennent tenter de recoller les deux morceaux du mythe et de la science dans la théorie algorithmique de l'information.

Ce n'est pas le problème du mythe qui a retenu les deux auteurs, mais la question de la connaissance scientifique. Alfvén pourtant, parmi les physiciens, avait montré comment la cosmologie, plus que toute autre science, se rapprochait du mythe dans sa visée synoptique et par la pauvreté de ses assises expérimentales. Les auteurs auront choisi de s'attaquer à la notion de science, tout en ne précisant pas si la cosmologie du *Timée* est déjà une science ou si celle du Big Bang un mythe. Cette indécision les pousse à la thèse forte: le *Timée* et le Big Bang sont des théories scientifiques, parce que ce sont des théories axiomatiques, closes sur elles-mêmes et incapables de générer de l'information sans devenir indécidables. À part les imprécisions sur la notion même de théorie axiomatique, on tirera de cette thèse que tout système axiomatique est incomplet en vertu du premier théorème d'incomplétude de Gödel et par là que la théorie du *Timée* et celle du Big Bang sont des théories indécidables en raison de l'extension optimale qu'a donnée G. Chaitin du théorème de Gödel dans la théorie algorithmique de l'information. Cette thèse est non seulement invraisemblable, elle est fausse.

Avant d'aborder les détails de la réfutation, disons quelques mots du contenu factuel des deux parties de l'ouvrage.

La première partie est due à Luc Brisson, spécialiste reconnu de Platon et auteur d'un important ouvrage sur le *Timée*: *Le même et l'autre dans la structure ontologique du Timée de Platon*, (Paris, Klincksieck, 1974). Les principaux moments du *Timée* sont présentés sous forme d'axiomes (au nombre de 23). Si le texte du *Timée* est bien connu, l'auteur y ajoute quelques notes et quelques explications d'ordre historique fort utiles au demeurant. Le contenu mathématique du *Timée* est aussi bien connu et Brisson en fait un exposé clair. On pourrait ajouter ici que le problème de la duplication du cube qui avait échappé à Platon a été résolu par Hyppocrate de Chios en recourant aux sections coniques qui permettaient de donner une représentation géométrique aux quantités irrationnelles, comme aurait pu le souligner l'auteur (p. 62).

Dans la deuxième partie, F. W. Meyerstein donne une liste de 22 axiomes pour la cosmologie relativiste du Big Bang. Mais l'auteur ne sépare pas les axiomes mathématiques des axiomes physiques, comme c'est le cas habituellement, et il ne cherche pas à les réduire à un nombre minimal, c'est-à-dire aux deux axiomes propres de la théorie (physique) de la Relativité Générale (RG). De plus l'auteur ne mentionne pas les postulats spécifiques comme celui de Weyl sur l'orientation des courbes temporelles qui correspond pourtant à l'axiome 12. La présentation axiomatique a la même fonction que dans la première partie, celle d'un commentaire littéral sur les postulats de la RG. Le contenu factuel est en général fidèle et les explications sont le plus souvent élémentaires. Ainsi on explique (p. 91) ce qu'est la topologie combinatoire pour introduire à la notion d'espace topologique qui cependant n'en relève pas, puisqu'elle appartient plutôt à la topologie ensembliste ou topologie générale; ou encore on tire la thèse de l'unicité de l'univers (p. 144) du fait que l'isotropie est dérivée de la présence d'un observateur local (ou d'observateurs locaux). On discute ensuite brièvement des tests cosmologiques, comme l'abondance des éléments légers ou le problème de la masse manquante. On termine par un petit exposé sur la théorie des particules élémentaires. Le niveau général est celui d'un exposé standard destiné à un large public. Remarquons que l'auteur ne s'aperçoit pas qu'il contredit Platon quand il le relance en p. 109 sur la question de la causalité, alors qu'en p. 150, la notion de symétrie, empruntée au même Platon, permet de faire l'économie du principe de causalité par le passage symétries → lois de consevation → invariance. Le démiurge platonicien n'est pas plus utile ici que le dieu laplacien!

C'est le modèle standard de la cosmologie relativiste que l'on a voulu présenter. On sait que les équations d'Einstein ont plus d'une vingtaine de solutions exactes, c'est dire qu'elle ne constituent pas un système canonique. L'auteur ne mentionne à aucun moment les modèles non standards, comme le modèle chronogéométrique de Segal ou le modèle thermodynamique d'Alfvén. Mais c'est surtout la Mécanique Quantique qui fait défaut et la thèse des auteurs s'appuie sur une base bien fragile, puisqu'il est admis par tous que que la Mécanique Quantique représente le modèle le plus achevé de la science contemporaine. La popularité du modèle du Big Bang n'est pas liée à sa pertinence théorique, ni à son adéquation empirique. Physiciens et philosophes s'entendent là-dessus — mais c'est plutôt la simplicité de la théorie qui en est venue à en faire un mythe populaire. Sur le plan épistémologique, les auteurs n'ont malheureusement pas réussi a produire une épistémologie, ni du mythe ni de la science.

Entendons-nous tout d'abord sur certains termes que les auteurs n'ont pu préciser: modèle, modèle standard, système formel, théorie axiomatique, décidabilité, complétude. Ces notions ont un sens exact en logique mathématique qu'elles n'ont pas en physique ou dans une épistémologie naïve. Un modèle est une structure dans laquelle les axiomes propres (non logiques) d'une théorie formalisée sont vrais; un modèle standard est le modèle qui correspond exactement à la théorie et si tous les modèles sont isomorphes au modèle standard, la théorie est dite catégorique. Les propriétés logiques et mathématiques du modèle standard n'ont rien à voir avec le modèle du Big Bang qui n'est standard que dans l'acception sociologique du terme. De même, lorsque Einstein parle d'incomplétude de la Mécanique Quantique, cela signifie l'incomplétude de la description probabilitaire et non l'incomplétude logique de la théorie.

La complétude au sens logique du terme s'applique aux théories physiques dans le sens suivant: avant de démontrer l'incomplétude de l'arithmétique (de Peano), en 1931, Gödel a produit le théorème de complétude pour la logique des prédicats du premier ordre — Henkin a produit plus tard une preuve généralisée aux ordres supérieurs. Or, il est sûr que l'on peut exprimer la théorie du *Timée* dans le langage des prédicats classiques; la même chose vaut pour la syllogistique aristotélicienne des *Seconds analytiques* (p. 189 et sq.) dont on voudrait qu'elle constitue une autre victime de l'incomplétude. La complétude signifie simplement que ce qui est vrai dans le modèle est aussi déductible dans le système formel qui lui correspond pour la théorie formalisée en question.

Venons-en au théorème d'incomplétude. Gödel montre que si l'on quantifie sur tous les nombres naturels (postulat d'induction de Peano), on produit des énoncés logiques indécidables par diagonalisation sur l'ensemble des énoncés de la théorie. Les énoncés de l'arithmétique sont générés par des fonctions récursives et Post a pu montrer qu'il existe des fonctions non calculables (encore par diagonalisation) sur les entiers. Turing à son tour a appliqué la théorie de la récursion au problème de l'arrêt (« *halting problem* ») d'un programme quelconque. Si l'on accepte la thèse de Church, toutes ces notions sont équivalentes à la notion intuitive de calculabilité. S'inspirant à la fois de Gödel, Post et Turing, Chaitin n'a fait que donner une version générale d'incomplétude en définissant un nombre réel qui représente la possibilité que le programme d'une machine de Turing universelle s'arrête: ce nombre réel représente un nombre aléatoire incompressible, puisque le nombre de *bits* qu'il faut pour le définir croît au-delà du nombre de bits qu'il faut pour le démontrer. C'est là un résultat intéressant, mais qui ne dépasse pas la portée mathématique du théorème d'incomplétude. Récemment Chaitin a pu produire un exemple en théorie des nombres, ce qui ne montre pas que la théorie des nombres est stochastique, comme il le croit, mais simplement qu'on peut y produire des énoncés indécidables aléatoires.

Où voulons-nous en venir? À ceci: il y a des systèmes formels complets et même décidables, c'est-à-dire pour lesquels on a un algorithme ou procédure de décision mécanique. C'est le cas pour le calcul des énoncés et le calcul des prédicats monadiques du premier ordre et un certain nombre de théories mathématiques élémentaires. Un système formel complet admet même des extensions conservatrices, ce qui permet à un auteur comme Hartry Field (cf. *Science without numbers*, Oxford: Basil Blackwell, 1980) de formaliser une théorie physique comme la gravitation newtonienne. L'idée d'une extension conservatrice contredit la thèse des auteurs sur les systèmes formels. Ils ont oublié qu'il y avait des systèmes formels complets qui pouvaient engendrer par extension conservatrice plus d'information qu'ils n'en contenaient dans leurs axiomes. Disons brièvement ce qu'est une extension conservatrice: une théorie T du premier ordre a une extension T' si son langage L' (T') comporte tous les symboles non logiques de L (T) et si tout théorème de T est aussi un théorème de T'; et cette extension est conservatrice si toute formule de T qui est un théorème de T' est aussi un théorème de T. On peut obtenir T' de T en ajoutant de nouvelles constantes, par exemple. Rappelons en plus qu'une théorie axiomatique est une théorie dont les axiomes constituent un ensemble décidable et une théorie formelle est décidable quand l'ensemble de ses théorèmes est récursif. Évidemment, le système formel de l'arithmétique de Peano est incomplet, ceux de l'analyse et de la théorie des ensembles le sont aussi. Mais, pas plus qu'on n'exige de l'ingénieur qu'il exhibe plus de cinq décimales dans l'expansion décimale de π, on ne peut demander au physicien plus que des calculs d'approximation (en électrodynamique quantique, par exemple), alors que l'arithmétique de Peano quantifie sur tous les entiers jusqu'à ω, le premier ordinal non fini, requis pour l'incomplétude de Gödel. Mais, nous l'avons vu, la complétude de la théorie de la quantification garantit qu'on peut exprimer les théories physiques dans une théorie du premier ordre. L'ignorance de ces choses est coûteuse, puisqu'elle ruine l'entreprise épistémologique qui voulait montrer l'incomplétude de *tout* système formel.

En cosmologie, le terme de complétude signifie que la théorie est exhaustive, qu'elle recouvre tous les phénomènes qu'elle est susceptible d'expliquer. La complétude du système formel de la théorie physique n'est pas exclue par le théorème d'incomplétude de Gödel, pas plus que le modèle d'un univers infini n'est exclu par la théorie du Big Bang.

Une longue tradition épistémologique s'est intéressée à l'axiomatisation des théories physiques de Hilbert et von Neumann, pour les mathématiciens, à Reichenbach, Carnap, Suppes, Sneed, Bunge, Field, chez les philosophes. Putnam a montré, par exemple, dans son article « Models and Reality » (*The Journal of Symbolic Logic*, vol. 45, n° 3, 1980, pp. 464-482) que si une théorie du premier ordre pouvait exprimer toute la physique, elle ne saurait être catégorique en vertu du théorème de Löwenheim-Skolem qui est un corollaire du théorème de complétude. Ainsi une théorie tout en étant complète engendre-t-elle des modèles non standards! Une théorie du second ordre ou d'ordre supérieur qui pourrait être requise pour exprimer la cosmologie relativiste, par exemple, génère elle aussi des modèles non principaux à partir de son modèle principal. La théorie des nombres est catégorique au second ordre et l'analyse non standard, une des grandes créations de la logique mathématique contemporaine, est née de la théorie (logico-mathématique) des modèles par cette voie. Une théorie axiomatique est donc génératrice, elle peut enfanter des monstres!

Les auteurs de l'ouvrage discuté ont décidé d'ignorer cette tradition pour s'attaquer de plain-pied à la connaissance scientifique qu'ils croient circonscrire dans le *Timée* et la théorie du Big Bang. Pourquoi l'*Éthique* de Spinoza ne serait-elle pas de la science, si l'on s'en tient au caractère indéterminé de la notion de théorie axiomatique que proposent les auteurs? Est-il besoin de rappeler que la seule présentation d'une théorie sous forme d'axiomes ne suffit pas à en faire une théorie axiomatique au sens où on l'entend aujourd'hui? Ces exemples sont insuffisants pour définir la science ou la connaissance scientifique, ils sont surtout insuffisants pour soutenir la thèse de l'incomplétude formelle de la théorie physique. La thèse plus faible d'un *hiatus irrationalis* (pp. 8-9) entre la théorie physique axiomatisée et le réel empirique doit être défendue avec d'autres moyens, dans les termes du débat contemporain entre réalisme et antiréalisme, par exemple. Élever la distinction, classique depuis Hilbert, de l'appareil analytique (logico-mathématique) et de son interprétation physique au rang d'un scepticisme épistémique relève encore de la naïveté épistémologique. Et même si on doit reconnaître à la naïveté quelque vertu dans la présentation simple des choses, ce n'est pas faire office de pédant que de rappeler que pas plus qu'il n'y a d'accès direct à un réel virginal, il n'y a pas d'accès épistémologique à la science qui fasse l'économie de la logique formelle.

On pourra nous répondre que l'intention des auteurs était hybride et que le genre était mixte (entre cuistres et pédants), comme le laisse entendre la jaquette du livre. On ne pourra plaider une innocence égale à celle des grands savants que l'on cite, Heisenberg, Einstein, Wigner, tous ignorants de la logique mathématique, puisqu'on invoque constamment les notions de système formel, théorie axiomatique, d'indécidabilité, etc. pour soutenir une thèse générale sur l'épistémologie, c'est-à-dire la logique de la science. Il aurait fallu se contenter de présenter l'information le plus fidèlement possible, ce qu'on a fait, comme nous l'avons reconnu, sans prétendre proposer une thèse sur les limites de la connaissance. Concluons en joignant Camus et Wittgenstein qui servent de caution morale au scepticisme épistémiqu: s'il faut imaginer Sisyphe heureux et si on est forcé de taire ce dont on ne peut parler, il faut aussi l'imaginer muet.

Département de philosophie
Université de Montréal