

Etienne Ligout

COMPTE RENDU :

**GAUVAIN LECONTE-CHEVILLARD,
*HISTOIRE D'UNE SCIENCE
IMPOSSIBLE — COSMOLOGIE
ET ÉPISTÉMOLOGIE DE 1917 À
NOS JOURS, EDITIONS DE LA
SORBONNE, 2023.***





Etienne Ligout

**COMPTE RENDU : GAUVAIN LECONTE-CHEVILLARD,
 HISTOIRE D'UNE SCIENCE IMPOSSIBLE — COSMOLOGIE ET
 ÉPISTÉMOLOGIE DE 1917 À NOS JOURS, ÉDITIONS DE LA
 SORBONNE, 2023.**

La cosmologie apparaît — par la nature même de son objet d'étude — comme une discipline scientifique particulière. Contrairement à toutes les autres branches de la physique (et partant des sciences) il n'y est en effet pas question d'étudier des phénomènes *dans* l'Univers, mais la dynamique *de* l'Univers lui-même. La portée de cette révolution conceptuelle, conséquence directe de la relativité générale [2], tend pourtant à se perdre dans la familiarité qu'inspirent désormais ses idées fondamentales. À une époque où tout un chacun connaît l'expression « Big Bang » et a déjà entendu dire que l'Univers a un âge, la cosmologie est manifestement perçue (entre autres par les physiciens) comme un domaine d'étude *comme un autre*. Est-ce toutefois à raison?

Gauvain Leconte-Chevillard cherche à montrer que non : la cosmologie fait figure d'exception parmi les sciences. Le statut particulier de cette discipline, jusqu'à être qualifiée d'« impossible » en introduction de l'ouvrage, tiendrait pour l'auteur tant à sa dimension physique (évoquée ci-dessus) qu'à sa dimension épistémologique, deux aspects étroitement liés dans son développement historique. C'est précisément cette histoire qui nous est ici exposée, avec une visée claire : souligner combien la cosmologie, que le recul offert — ou moins charitablement, l'amnésie induite — par la rétrospection incite à considérer comme parfaitement légitime et découlant de la relativité générale, *ne va pas de soi* et a suscité d'âpres débats tout au long de son siècle d'existence. L'ambition de l'ouvrage est de lever le voile sur l'entrelacement entre les questions physiques et épistémologiques que soulève l'étude de l'Univers en tant que tel, en retraçant le tumultueux cheminement débutant avec les modèles des années 1920 pour atteindre le modèle standard actuel. À cette fin, Leconte-Chevillard s'intéresse aux plus grandes controverses de la cosmologie, auxquelles il dévoue un chapitre respectif.

Agencés chronologiquement, les chapitres revêtent une structure similaire : une mise en contexte historique permet d'introduire certains problèmes physiques alors considérés (qu'ils soient théoriques ou observationnels), ainsi que les différentes théories avancées pour en rendre compte; une fois ces prérequis exposés, la discussion prend alors une tournure épistémologique, en cohérence avec le projet philosophique de l'auteur. Le premier chapitre expose la controverse sur la

modélisation de l'Univers, s'étalant de 1917 à 1932, opposant les partisans d'un Univers stationnaire à ceux d'un Univers en expansion. Le deuxième chapitre relate les interrogations des cosmologistes des années 1930, questionnant la scientificité des modèles alors envisagés pour décrire l'Univers. Le troisième chapitre se focalise sur deux théories déterminantes de la cosmologie d'après-guerre — la théorie de l'état stationnaire et la nucléosynthèse primordiale (qui vise à expliquer la création et l'abondance relative des différents éléments atomiques) — et met en contraste leur destin, la seconde étant finalement acceptée par la communauté cosmologiste au regard des contraintes observationnelles et la première abandonnée pour les mêmes raisons. Le quatrième chapitre présente la théorie de l'inflation, depuis ses balbutiements à la fin des années 1970 jusqu'à ses incarnations les plus récentes, en soulignant les problèmes conceptuels encore posés par ce mécanisme physique. Le cinquième et dernier chapitre se concentre sur les différentes manifestations du concept de multivers, depuis les années 1970 jusqu'à nos jours, et analyse certaines de ses implications épistémologiques, eu égard notamment à la question de la testabilité.

Sans doute le plus grand mérite de ce livre est son exposition de la dynamique scientifique, illustrée dans le contexte restreint de la cosmologie et par là même décrite avec une minutie qu'une analyse moins resserrée interdirait. Gauvain Leconte-Chevillard met en lumière les lacunes de l'histoire de la cosmologie rapportée dans les manuels sur le sujet [6], qui amène à voir cette dite histoire comme une succession de modèles théoriques toujours plus sophistiqués et d'observations plus raffinées culminant au modèle standard actuel : le modèle Λ CDM. Cette vision rétrospective, presque téléologique, ne reflète pas la complexité de l'émergence et du développement de la cosmologie; là où le regard contemporain a tendance à ne retenir que le triomphe éclatant de la relativité générale appliquée à l'Univers dans son ensemble, nous découvrons au fil des chapitres un champ de recherche bien plus tumultueux. Sans pouvoir rendre justice à la pléthore de figures et de théories — historiquement décisives mais aujourd'hui méconnues — abordées par l'auteur, citons seulement deux éléments. Edwin Hubble, qui passe souvent pour le découvreur de l'expansion de l'Univers grâce à ses observations astronomiques sur la récession des galaxies

lointaines, ne favorisa en réalité aucune interprétation du décalage vers le rouge, tâche qu'il laissait aux théoriciens [4]. Un autre point souvent oublié est que la relativité générale n'était pas la seule théorie envisagée pour rendre compte des propriétés de l'Univers à grande échelle : dans les années 1930, Edward Milne proposa un mécanisme d'expansion fidèle aux seuls principes de la relativité *restreinte* [5], qui fut à l'époque considéré comme une alternative théorique sérieuse à l'approche géométrique de la relativité générale, et qui ne fut délaissé au profit de cette dernière que dans les années 1960 (lorsque la découverte du fond diffus cosmologique vint le réfuter définitivement). En exposant ces pans méconnus de l'histoire de la cosmologie, Gauvain Leconte-Chevillard souligne combien la science, loin de se constituer comme une série de succès, progresse par tâtonnements et suivant différents chemins, jusqu'à retenir les plus fructueux. Les différentes controverses qu'il étudie ne sont pas des obstacles paralysant la cosmologie; tout au contraire, elles font figure de catalyseur, amenant les physiciens à questionner les présupposés de leurs modèles respectifs pour en dégager les aspects les plus pertinents.

Outre leur importance historique, les controverses abordées sont aussi considérées dans leur dimension épistémologique. Le projet de l'auteur n'est pas seulement de présenter les dates et débats les plus marquants de la cosmologie mais de mettre en lumière l'entrelacement entre les questions *de science* (par exemple, « Quel est l'âge de l'Univers? ») et *sur la science* (par exemple, « Y a-t-il du sens à parler de l'Univers, en tant que tout, comme d'un objet physique? »). La thèse défendue par l'ouvrage est que les problèmes épistémologiques n'ont pas émergé *a posteriori* en cosmologie, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas été introduits par des acteurs extérieurs (dans ce contexte, des philosophes cherchant un terrain d'application à leurs considérations générales sur la science), mais ont au contraire occupés les cosmologistes eux-mêmes. On peut notamment penser au multivers, concept envisagé comme une possibilité sérieuse par nombre de cosmologistes dans la littérature récente mais dont la légitimité est interrogée par d'autres [3]. Par-delà cet exemple, Gauvain Leconte-Chevillard démontre la porosité manifeste entre la cosmologie et la philosophie des sciences, en exposant les réflexions des physiciens sur la définition d'une théorie scientifique, la testabilité, la sous-détermination empirique ou encore le rôle des hypothèses auxiliaires. Comme lui-même le note en conclusion, cette interconnexion reste encore largement à étudier; à cet égard, le travail ici mené représente un jalon important dans le développement d'un tel programme de recherche. Bien que l'auteur détaille avec précision les questions épistémologiques que génère la cosmologie, l'analyse

philosophique dans laquelle il les inscrit ne plonge jamais dans l'argutie, parvenant au contraire à mettre en relation ces questionnements avec les épistémologies contemporaines les plus influentes, à savoir celles de Popper, de Kuhn et de Lakatos. Outre l'évidente volonté didactique derrière cette démarche, transparait aussi une attention portée aux philosophes *lus par les cosmologistes*. Popper, tout particulièrement, eut une influence considérable sur d'éminents physiciens, parmi lesquels Hermann Bondi [1], aussi bien dans leur vision de leur discipline que dans leur conception globale de la science. À cet endroit, l'histoire et la philosophie de la cosmologie se confondent, et là est tout l'objet des réflexions de Gauvain Leconte-Chevillard.

S'adosser aux figures canoniques que constituent Popper, Kuhn et Lakatos entraîne cependant certaines limitations. On pourrait ainsi regretter l'absence d'un cadre épistémologique forgé spécifiquement pour la cosmologie, et donc à même de montrer ce qui rend cette branche de la physique si particulière de ce point de vue. Cette lacune est connectée au paradoxe central du livre : la cosmologie est présentée comme une science au statut épistémologique particulier¹, mais rien dans le texte ne justifie cette affirmation, du moins sur le plan philosophique. Certes, comme évoqué plus haut, la cosmologie est une science unique en tant qu'elle est celle *de l'Univers*, mais cette spécificité peine à se manifester ici. À l'issue de la lecture, ni le lien entre physique et philosophie ni les thèmes sous-jacents (testabilité, sous-détermination, etc.) n'apparaissent *propres* à la cosmologie. Bien entendu, cela ne remet pas en question la pertinence intrinsèque d'une étude sur cette discipline, mais pose un problème de motivation : *pourquoi* la cosmologie, si une discussion analogue semble pouvoir être menée sur la mécanique quantique par exemple? Plutôt que l'histoire d'une *science impossible*, pensée par l'auteur comme singulière du point de vue épistémologique, le livre traite en réalité de l'histoire d'une science, suivant une analyse en définitive assez proche de la philosophie générale des sciences.

Une problématique récurrente dans l'étude philosophique des théories physiques tient au caractère mathématique de ces dernières : il est toujours délicat de savoir jusqu'à quel point en présenter les détails formels (et donc techniques). Traiter de cosmologie suppose ainsi d'exposer la relativité générale, dont la structure mathématique n'est pas des plus simples. Gauvain Leconte-Chevillard prend ici le parti de se limiter aux éléments essentiels de la théorie et fait montre d'une adresse remarquable pour rendre son propos intelligible pour qui n'est nullement familier des subtilités de la géométrie différentielle. Très informé sur le plan physique

¹ Dans son introduction (p. 8), l'auteur note : « La cosmologie apparaît comme un défi épistémologique. [...] Si l'on considère que l'une [des] tâches [de l'épistémologie] est d'expliquer comment la connaissance scientifique est possible, alors la cosmologie physique est une science énigmatique, puisque les spécificités de cette discipline semblent rendre impossible une connaissance empirique de l'Univers. »

(malgré quelques imprécisions²), le texte est économe en formules, reléguées aux nombreuses annexes, et s'évertue à présenter les enjeux de la cosmologie en termes clairs. Il ne s'agit pas de faire un cours de relativité générale, mais d'en retenir les idées fondamentales pour les insérer dans une discussion avant tout philosophique. Néanmoins, cette volonté s'accompagne d'une indécision manifeste quant à la place à donner aux équations, qui apparaissent sporadiquement au fil de l'ouvrage mais peinent à s'y insérer de façon harmonieuse. Mentionnons d'ailleurs la présence de certaines erreurs mathématiques³, qui n'entachent certes pas le propos général mais freinent l'approfondissement technique visé par les annexes.

La cosmologie offre un terrain de réflexion épistémologique riche et encore largement inexploré, en comparaison d'autres branches de la physique. C'est à cette exploration que nous invite Gauvain Leconte-Chevillard, dans un livre dont les *réponses* sont critiquables mais dont les *questions* ne peuvent être ignorées. Gageons qu'il saura intéresser divers publics, issus de la philosophie générale des sciences, de la philosophie de la physique ou même de la cosmologie proprement dite.

² Pensons à la caractérisation partielle des singularités spatio-temporelles donnée dans le chapitre 1 ainsi qu'à la confusion entre le régime semi-classique et celui de la gravitation quantique dans le chapitre 4.

³ On relèvera entre autres une incohérence dans les unités physiques utilisées, tantôt celles du système international, tantôt celles dites « géométriques », conduisant à des problèmes de dimension. Dans un registre plus quantitatif, les annexes comportent nombre de bévues formelles (par exemple, l'annexe 4 qui donne une solution erronée à une équation différentielle, ou l'annexe 8, qui introduit une probabilité supérieure à 1).

RÉFÉRENCES

Hermann Bondi (1982). “Sir Karl Popper—On his eightieth birthday”, *Foundations of Physics* 12(9), pp. 821-823.

Albert Einstein (1917). „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie“, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, pp. 142-152.

George F. R. Ellis, Ulrich Kirchner and William R. Stoeger (2004). “Multiverses and physical cosmology”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 347(3), pp. 921–936.

Robert P. Kirshner (2004). “Hubble’s diagram and cosmic expansion”, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(1), pp. 8–13.

Edward Milne (1932). “World Structure and the Expansion of the Universe”, *Nature* 130, pp. 9–10.

Barbara Ryden (2016). *Introduction to Cosmology*, Cambridge University Press, second edition.

HISTORIQUE

Compte rendu soumis le 29 novembre 2023.

Compte rendu accepté le 22 février 2024.

SITE WEB DE LA REVUE

<https://ojs.uclouvain.be/index.php/latosensu>

DOI

<https://doi.org/10.20416/LSRSPS.V11I1.6>

CONTACT ET COORDONÉES

Etienne Ligout
Université Paris Cité
Laboratoire Astroparticule et Cosmologie
75013 PARIS
etienne.ligout@apc.in2p3.fr

SOCIÉTÉ DE PHILOSOPHIE DES SCIENCES (SPS)

École normale supérieure
45, rue d’Ulm
75005 Paris



SOCIÉTÉ DE PHILOSOPHIE DES SCIENCES (SPS)

École normale supérieure
45, rue d’Ulm
75005 Paris
www.sps-philoscience.org

