



HAL
open science

A propos de la cosmologie contemporaine.

Michel Paty

► **To cite this version:**

Michel Paty. A propos de la cosmologie contemporaine.. La Pensée, 1993, n°291, p. 5-13. halshs-00167122

HAL Id: halshs-00167122

<https://shs.hal.science/halshs-00167122>

Submitted on 14 Aug 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La Pensée (Paris), n° 291, janv.- fév. 1993, 5-13.

A propos de la cosmologie contemporaine

MICHEL PATY

La cosmologie contemporaine, qui s'est établie - en toute légitimité - comme une science à part entière, continue régulièrement de s'enrichir de nouvelles connaissances tant observationnelles que théoriques. Elle ne cesse pas, ce faisant, de susciter de nombreuses questions d'ordre factuel, d'ordre théorique, mais aussi d'ordre épistémologique et philosophique¹. Par exemple, dans l'ordre factuel, la question de l'existence d'une matière "cachée" ou "noire", ou du degré de l'homogénéité et de l'isotropie de la radiation fossile. Dans l'ordre théorique, comment rendre compte en même temps de l'homogénéité remarquable observée dans la distribution primordiale d'énergie, et des "inhomogénéités" nécessaires à la formation des galaxies, ou encore comment raccorder, aux "instants initiaux", la gravitation et la théorie quantique. Dans l'ordre épistémologique, la nature des extrapolations effectuées (par exemple, le statut de la "singularité" - s'il en est - supposée par l'idée de "big bang"), ou le statut de la notion de temps qui est en jeu aux diverses étapes de l'évolution même de l'Univers, souvent acceptée sans critique comme s'il existait quelque chose comme une notion universelle de temps, indépendante des théories physiques à travers lesquelles il intervient. Ou encore, la nature des principes qui président à la théorie cosmologique et, par exemple, l'adjonction aux principes "traditionnels" de la cosmologie à grande échelle de ceux qui gouvernent la physique des particules et des champs quantifiés, du moins dans le domaine où cette physique et la cosmologie se rencontrent². Dans l'ordre philosophique, enfin, les problèmes plus généraux posés à la connaissance par cette discipline et sur la nature desquels bien des doutes subsistent³.

La Pensée, qui s'est à plusieurs reprises penchée sur ces problèmes

1 Voir Audouze, Musset, Paty (1990).

2 Cf., p. ex., Paty (1990).

3 Merleau-Ponty (1990).

fascinants⁴, verse avec les trois articles qui suivent, dus à Florence Viot, Gilles Cohen-Tannoudji et Christian Magnan, de nouveaux éléments à un débat qui reste très largement ouvert. Par une convergence en soi intéressante, les sujets traités portent tous sur l'un des aspects qui suscite les controverses les plus vives en s'offrant à des interprétations souvent indistinctement conçues comme scientifiques et philosophiques. Ces aspects concernent les "étonnantes régularités" constatées en cosmologie, et l'interprétation principale ici examinée est celle connue sous le nom de "principe anthropique", dont l'ambiguïté fait aussi le succès médiatique⁵.

Florence Viot présente le principe anthropique et le discute en rapport aux développements récents des réflexions sur le sujet. Elle ne se contente pas de décrire et illustrer ou contester le fameux principe, mais le place dans une perspective épistémologique qui me paraît essentielle⁶. Elle rappelle tout d'abord comment il a été proposé par certains cosmologues, en effectuant un retour historique sur les articles de Dicke, parus en 1961, à propos de problèmes sur les coïncidences de grands nombres posés par Eddington dès 1935, puis par Dirac en 1938. Ces réflexions déjà anciennes sont à l'origine de celles de Brandon Carter, qui proposa en 1968 le "principe" qu'il baptisa "anthropique" en 1974, la dénomination étant choisie pour marquer précisément un caractère anticopernicien. L'objectif du principe, comme on le sait, est de donner une justification des caractéristiques essentielles de notre univers par le fait de l'existence de l'homme.

Florence Viot analyse ensuite un certain nombre de traits caractéristiques de la cosmologie contemporaine, qui sont exploités par la mise en avant du "principe anthropique" mais qui devraient en fait avant tout relever d'une exacte évaluation épistémologique. En quelque sorte, le fameux principe "court-circuite" les problèmes épistémologiques les plus précis par une proposition générale de nature "métaphysique", sinon finaliste (dans le cas, en particulier, de l'"acception forte" du principe). F. Viot insiste à juste titre sur ce que le "principe" doit au caractère atypique de la cosmologie, en tant que branche de la physique et plus précisément de l'astrophysique : la cosmologie est la science d'un événement unique, désormais révolu, non reproductible, ce qui constitue indéniablement une situation épistémologique particulière. Le principe anthropique propose une réponse immédiate à des problèmes qui sont, certes, d'une nature nouvelle par rapport aux conceptions antérieures, comme par exemple, le rapport des conditions initiales aux lois fondamentales (exprimées, par exemple, par les équations), ici placées sur un même pied alors qu'elles étaient soigneusement distinguées dans des vues plus classiques.

La question du rôle des conditions initiales est bien posé de manière

4 *La Pensée*, numéros 251 (1986), etc.

5 Cf. Desmaret, Barbier (1981), Barrow, Tipler (1986), Paty (1986).

6 Viot (1993).

inédite avec la cosmologie, et elle est de nature fondamentale; elle avait d'ailleurs été abordée par des savants comme Einstein (ce dernier disait qu'il n'y a pas de constantes fondamentales, qu'elles doivent être déduites dans une théorie complète⁷). Elle touche à la conception même des théories de la cosmologie. L'ennui, avec le principe anthropique, c'est que cette question est, pour ainsi dire, résolue avant d'avoir même eu le temps d'être posée - mais résolue par le passage à un autre plan que celui sur lequel elle peut légitimement être posée. Dans les termes de Florence Viot, la description, par une théorie scientifique, de la structure de l'univers à l'origine ("par de nouveaux paramètres fondamentaux qui ne peuvent eux-mêmes être déduits de la théorie"), est renvoyée à des questions insolubles : "par le jeu d'une sorte de régression à l'infini", "qui dénie à une théorie physique la possibilité d'explication d'un phénomène sans être obligée de faire appel, à un moment ou à un autre, au principe anthropique". L'auteur met bien en évidence ce caractère en quelque sorte totalitaire du principe anthropique comme principe d'explication qui renvoie nécessairement à lui-même.

Par derrière cette proposition de caractère "universel" qui devrait légiférer, en quelque sorte, les lois physiques les plus précises, se profile, semble-t-il, un avatar particulier de l'idée d'une imposition nécessaire des conditions de la connaissance à la définition même de la réalité du monde⁸. L'on y retrouve en même temps une sorte de philosophie de la nature où s'affirmerait une unité retrouvée de l'homme et du cosmos. Florence Viot me paraît bien exprimer une constatation semblable, quand elle formule, à propos de la place privilégiée de l'homme selon cette vue anthropocentrique non dénuée de relents de finalisme, le diagnostic suivant: "L'être humain, partie somme toute accidentelle de l'univers [selon la physique contemporaine], ne pouvait y [creuser] sa place qu'à travers l'activité de connaissance et de compréhension de l'Univers ; avec le principe anthropique, il devient l'élément régulateur et sélectif de son existence même".

C'est également le principe anthropique que Gilles Cohen-Tannoudji choisit comme point de départ de sa réflexion. Sa perspective est différente de l'analyse épistémologique et historique qui précède : son rejet du principe anthropique s'appuie sur une analyse du statut, du point de vue de la physique, des notions qui en sont à l'origine et sur des considérations de nature gnoséologique qu'il a développées dernièrement par ailleurs⁹. Il s'attache aux modèles théoriques de la "cosmogonie scientifique" en quoi il lui paraît que la cosmologie se résoud, à savoir les deux "modèles standard", celui du "big bang" de la cosmologie proprement dite et celui, en physique des particules, de l'unification des champs d'interaction, en soulignant d'ailleurs à juste titre que "le modèle du big bang ne

⁷ Voir Paty (1993), chap. 9.

⁸ J'avais rapproché, dans mon étude de 1986, l'origine du principe anthropique et la place de l'observateur affirmée dans les interprétations orthodoxes de la mécanique quantique: cf. Paty (1986).

⁹ Baton, Cohen-Tannoudji (1989) et Cohen-Tannoudji (1991).

s'applique qu'après le big bang"¹⁰.

Il y a lieu, selon Gilles Cohen-Tannoudji, de distinguer entre le "cadre théorique", qui se laisse résumer par les constantes universelles de la physique (chaque grande théorie est caractérisée par une telle constante: la Relativité restreinte par la vitesse de la lumière c , paramètre de structure de l'espace-temps, la Relativité générale par la constante de gravitation G , la théorie quantique par la constante de Planck h , la Thermodynamique par la constante de Boltzmann k^{11}), et le "contenu phénoménologique", déterminé par des paramètres qui paraissent au contraire contingents. Ce sont ces derniers qui suscitent l'interprétation "anthropique", laquelle stipule que leur exacte détermination est nécessaire pour rendre compte de l'Univers tel qu'il est (avec la possibilité de la vie et l'existence de l'homme à la pointe de son évolution).

Gilles Cohen-Tannoudji rétablit l'objectivité et la non-finalité dans ses droits (et, avec la première, la légitimité du principe cosmologique que le principe anthropique déniait), en faisant remarquer que l'observation de l'Univers reste limitée à l'Univers visible, lequel ne peut être identifiable, en raison de l'expansion et du temps fini mis par la lumière à nous parvenir, à l'Univers entier, dont la considération pour autant ne cesse pas d'être nécessaire: l'âge de l'Univers que nous mesurons, par exemple, n'est que l'âge de l'Univers visible. D'une manière générale, estime-t-il, les grandeurs observées sont limitées par un "horizon", celui de notre situation d'observateur. Et l'auteur de proposer, en s'appuyant sur l'exemple de la mécanique quantique, qui définit aussi des grandeurs limitées par un "horizon" de connaissance, un moyen de penser le dépassement de ces limites. En quelque sorte, de même que le concept d'amplitude de probabilité en mécanique quantique nous permet de penser des états réels, sans qu'il s'agisse là d'un objet physique à proprement parler, il doit être possible de "transcender" (ce vocabulaire est de moi) les grandeurs observées en les rapportant à un univers réel, indépendant des horizons que nous projetons sur lui, et qui "serait comme le lieu de tous les horizons possibles".

Il serait passionnant de discuter dans le détail ces considérations, mais je ne veux pas retarder le plaisir du lecteur à prendre directement connaissance des idées de Gilles Cohen-Tannoudji.

Quant à Christian Magnan, il s'interroge, en amont même de formulations comme le principe anthropique, sur la signification, du point de vue physique, de propositions qui ont pu en susciter l'énoncé comme celle sur la "platitude de l'Univers"¹². Son argumentation, sur le caractère relatif de ce que nous appelons "degré de courbure", et sur l'impossibilité de fait de le déterminer

¹⁰ Cohen-Tannoudji (1993).

¹¹ J'ajouterais, pour ma part, qu'elle est également caractérisée, de façon équivalente, par les principes qui la constituent.

¹² Magnan (1993).

dans l'absolu et de décider, par des mesures, si le modèle d'univers en évolution est plat ou courbe, n'est pas sans évoquer les raisonnements d'Hermann von Helmholtz et d'Henri Poincaré discutant, à la fin du siècle dernier, de la possibilité ou non de mettre en évidence le caractère euclidien ou non-euclidien de l'espace physique¹³. La conclusion de l'auteur est que "*l'ajustement* extraordinairement précis" entre la courbure spatiale (géométrique) et le terme (dynamique) traduisant l'expansion n'est qu'un effet d'illusion : tout état initial peut se ramener à cette circonstance au bout d'un temps plus ou moins long. Par ailleurs, si l'idée d'univers infini lui paraît injustifiée du point de vue physique (pour des raisons qu'on aimerait voir développer davantage), il est, selon lui, également injustifié d'en revenir à l'idée d'un univers fermé. La question formulée de cette manière lui paraît tout simplement absurde, ce qui signale le caractère insatisfaisant de la théorie cosmologique actuelle, puisqu'elle permet de poser des questions dénuées de sens. Le caractère décidable du destin de l'Univers ne saurait donc résulter de la possibilité d'une mesure de densité. Einstein aurait peut-être caractérisé l'argument comme étant "de nature épistémologique"¹⁴ : mais il ne conduit pas ici, à un choix entre deux types de modèles, et renvoie seulement à la critique des insuffisances fondamentales de la théorie.

Nul doute que ces idées seront également très intéressantes à discuter. On reste en tout cas frappé par la disparité entre la richesse de la cosmologie observationnelle et théorique (cette dernière a annexé, pour ainsi dire, la théorie des particules et des symétries), et, en regard, la faiblesse épistémologique de cette science nouvelle. Une circonstance de nature physique et, à tout prendre, purement objective, se trouve à la racine de ces incertitudes que l'on voudrait conjurer par une solution universelle et radicale, ramenée à une proposition sur le monde, sur l'homme et sur la connaissance : c'est la difficulté, dans le cadre de la méthodologie scientifique habituelle, qu'il y a à décrire un événement unique et non reproductible, et le caractère de nouveauté que ce trait représente en physique, la cosmologie se prétendant désormais une simple branche de cette science.

La question du rapport de la cosmologie à la physique est peut-être, en effet, plus problématique qu'il ne paraît et les considérations cosmologiques actuelles qui cherchent un appui dans des principes de cette nature (anthropique) en constitueraient un révélateur. La cosmologie déborde la physique, en faisant intervenir des traits qui n'appartiennent pas traditionnellement à cette dernière : unicité de l'objet, non reproductibilité de son évolution temporelle, etc. Faut-il modifier notre conception de la théorie physique pour y faire entrer la cosmologie à part entière ? A quel prix doit se faire une telle modification ? L'on retrouve, ici, une question fondamentale relative au statut propre de la physique comme science, à savoir son lien aux mathématiques à travers les principes qui la constituent.

¹³ Voir, p. ex., Paty (1993).

¹⁴ Dans ses premières approches de la cosmologie, Einstein renvoyait le caractère nécessairement fermé de l'Univers à la nature de l'inertie (cf. Paty (1993, chap. 5).

La cosmologie contemporaine semble réclamer des principes supplémentaires à ceux des théories physiques. Le principe cosmologique est d'ailleurs un de ces principes, mais il ne pose pas de difficulté particulière du point de vue de la mathématisation, puisqu'il est posé en termes, physiques, de répartition de matière dans l'espace. Qu'en est-il, par contre, des principes "manquants" ? L'importation récente, dans la cosmologie contemporaine, d'une part importante de la physique des particules élémentaires et des champs quantifiés correspond à un adjonction de principes nouveaux pour la cosmologie. Ce sont encore des principes de nature physique, et ils ne posent pas, en eux-mêmes, de problèmes différents de ceux qu'ils posent dans leur domaine d'origine. Toutefois, leur "greffe" en cosmologie ne va pas sans entraîner des conséquences, qui voient se mêler et se féconder mutuellement des propositions et des lois de l'une à des propositions et des lois de l'autre, alors que leurs statuts théoriques de départ sont bien différents¹⁵.

Le rapport, problématique sous cet angle, entre la cosmologie et la physique, évoque une circonstance ancienne, relative certes à des contenus de connaissance et à des contextes fort différents, mais qui n'est peut-être pas sans analogie quant au problème soulevé du point de vue de la connaissance. Il s'agissait à vrai dire de l'astronomie, et non de la cosmologie, mais elle jouait dans l'espace des idées un rôle un peu semblable.

Alexandre Koyré, dans un texte sur "Les étapes de la cosmologie scientifique"¹⁶, indique comment l'astronomie ancienne fut amenée à se dissocier de la physique du temps, c'est-à-dire d'une pensée explicative en termes de propriétés de corps matériels. Les astronomes anciens furent amenés, à partir de Ptolémée, avec l'introduction des épicycles et la substitution, au centre d'un cercle, d'un point intérieur - l'équant - autour duquel s'effectuait le mouvement uniforme, à dissocier l'astronomie physique et l'astronomie mathématique. En effet, dans la conception de l'époque, seul le mouvement circulaire uniforme correspondait à une explication physique acceptable, en termes d'orbites ou de sphères corporels. (Les astronomes arabes se proposèrent d'ailleurs de rétablir l'unité, nous rappelle Koyré, "en substituant des orbites ou des sphères corporels aux cercles purement mathématiques de Ptolémée"¹⁷). La dissociation, en astronomie, devait se perpétuer jusqu'à Copernic et Kepler ; avec Galilée et Newton, l'astronomie retrouvait pleinement son lien avec la physique, mais selon une conception nouvelle de cette dernière.

La cosmologie contemporaine ne se trouverait-elle pas, d'une certaine manière, aux prises avec une difficulté de nature quelque peu analogue à celle de l'astronomie du temps de Ptolémée ? Reste à savoir si la difficulté en question en

15 Paty (1990).

16 Koyré (1951).

17 Voir aussi les travaux plus récents d'histoire de l'astronomie, p. ex. de Régis Morelon et de George Saliba.

est véritablement une, ou si elle n'apparaît telle que par une absence de perspective critique et d'interrogation épistémologique sur les conditions de validité des concepts et des procédures employés. Reste que, réelle ou mal localisée, cette difficulté conduirait certains cosmologues à détacher leur science des exigences de la physique, voire même, comme récemment Brandon Carter, à qui revient la paternité du principe, à remettre en cause des présupposés fondamentaux du raisonnement scientifique: en privilégiant désormais la post-diction à la prédiction¹⁸, laquelle ne serait désormais plus nécessaire pour assurer la scientificité, c'est la définition même de la science qu'il propose de modifier, dans un sens qui n'est pas sans évoquer la métaphysique et la scolastique du Moyen Age...

Une autre interrogation pourrait porter sur ... l'inflation en matière de modèles cosmologiques proposés tout au long des dernières années et sur la signification de ces modèles du point de vue de la physique même. Modèles inflationnaires avec des bulles d'univers soufflées, puis séparées, mini-univers d'une inflation chaotique, reproduits à l'infini à la faveur des fluctuations quantiques, bébés-univers (à quand le bébé-univers éprouvette ?), univers en trous de vers - "wormholes" -, etc.. Il s'agit là essentiellement de tâtonnements mathématiques, pour lesquels la contrepartie physique est loin d'apparaître claire - ce qui nous rapproche encore de la dissociation évoquée. Par ailleurs, ces modèles, qui font implicitement usage du principe anthropique, s'apparentent, par leur caractère spéculatif et l'imprécision de leurs concepts, à des "cosmogonies". C'est parfois d'ailleurs ce terme même qui est revendiqué à leur sujet. Mais en quoi la cosmologie, science de l'Univers physique, a-t-elle besoin de cosmogonies ? N'est-ce pas, alors qu'elle est établie sans conteste comme science et fondée dans la physique, la faire retourner à des spéculations invérifiables et peut-être mythologiques ?

"Les cosmogonies dans la cosmologie moderne" serait, en vérité, un thème d'enquête non dénué d'intérêt. L'emploi, précisément, du terme "cosmogonie", pour qualifier les théories greffées sur le modèle inflationnaire (quelque soit, par ailleurs, l'intérêt propre de ce dernier) suscite l'idée de regarder de plus près ce qui, dans les modèles cosmologiques, peut être dit tel ou bien cosmogonique. Est-ce le degré d'économie ? Je terminerai en évoquant seulement les sens possibles, aujourd'hui, du terme "cosmogonie".

Le *Dictionnaire de la langue française* d'Emile Littré définit la cosmologie comme "la science des lois générales qui gouvernent le monde physique" et, citant Charles Bonnet, indique qu'elle "s'occupe principalement de l'enchaînement ou de l'harmonie de toutes les parties de l'Univers", alors que la cosmogonie est "description hypothétique de la manière dont l'univers ou un monde en particulier a été formé". Littré donne comme exemple de cosmogonie la théorie proposée par Laplace de la formation du système solaire par

refroidissement à partir d'une nébuleuse de poussières initiale. C'est d'ailleurs sous le terme d'"hypothèse cosmogonique" que la théorie de Laplace est connue. On sait comment il la proposa, dans son ouvrage destiné au grand public, *L'exposition du système du monde*¹⁹, par un audacieux passage de la causalité locale (celle de la théorie newtonienne de la gravitation étendue aux systèmes de plusieurs corps), qu'il appliqua avec succès dans sa *Mécanique céleste*²⁰ au point de démontrer la stabilité du système solaire dans son ensemble, à une explication causale globale qui lui ajoute une hypothèse sur les conditions initiales. (Laplace élargira encore, quelque temps plus tard, l'affirmation de causalité, en une causalité de principe, fondée sur l'idée de loi générale du mouvement, exprimée par des équations différentielles, et sur celle de conditions initiales, et qui deviendra fameuse sous le nom de déterminisme²¹...).

Le statut différent que d'Alembert accordait, dans l'*Encyclopédie*, à ces deux notions mérite d'être rappelé. A l'article "Cosmologie", il écrit que cette dernière "est une physique générale et raisonnée", et c'est évidemment le rôle exemplaire de la théorie de Newton qui en constitue l'axe directeur; du moins, "sans entrer dans les détails trop circonstanciés des faits, [elle] examine du côté métaphysique les résultats de ces faits mêmes, fait voir l'analogie et l'union qu'ils ont entre eux, et tâche par là de découvrir une partie des lois générales par lesquelles l'univers est gouverné; tous les êtres se tiennent par une chaîne dont nous apercevons quelques parties continues; quoique dans une plus grand nombre d'endroits la continuité nous échappe". On relèvera, pour la cosmologie, les idées de lois générales et de totalité, comme pensée de l'extension de la liaison des mouvements et des corps, et donc des êtres, dont la causalité différentielle de la mécanique newtonienne constitue alors le modèle idéal. D'Alembert poursuit: "La cosmologie est la science de Monde ou de l'Univers considéré en général, en tant qu'il est un être composé, et pourtant simple par l'union et l'harmonie de ses parties...". Suit une référence à l'"Intelligence suprême", qui combine, met en jeu et modifie les ressorts de cette totalité, "Intelligence" qui est peut-être le Dieu de Newton du *Scholium generale* des *Principia*, mais qui annonce plutôt la laïcisation qu'en proposera Laplace dans son texte connu de l'*Essai philosophique sur les probabilités*. A l'article "Cosmogonie", au contraire, d'Alembert renvoie directement à l'idée de création et d'une intelligence suprême ayant présidé "à l'arrangement des parties de la matière en vertu duquel ce monde s'est formé". Cette concession au "déisme des savants" revient en fait à écarter la cosmogonie du domaine de la science. Cette différence nette de statut entre cosmologie et cosmogonie paraît assez accordée aux développements qui suivront.

L'Univers ne se confond plus avec le système solaire (mais déjà il s'en distinguait, à l'époque de Laplace, avec Herschel). De plus, la cosmologie d'aujourd'hui s'intéresse davantage, si l'on peut ainsi s'exprimer, à son évolution

19 Laplace (1796).

20 Laplace (1799-1825).

21 Laplace (1814).

qu'à sa structure. Elle est devenue, à la différence de la définition du *Littré*, la science de l'Univers, considéré comme objet, et de son évolution. Par là, la distinction que l'on trouve dans le *Littré* entre la cosmologie et la cosmogonie tend quelque peu à s'estomper, puisque la cosmologie intègre, au moins en partie, ce qui pouvait revenir à la cosmogonie dans la mesure où elle proposait un modèle explicatif (avec des arguments de nature physique). Bien que Laplace, en donnant une explication naturelle de l'ordonnement planétaire, ait en partie laïcisé l'idée de cosmogonie, la suite des événements transfèrera tout ce qui rattache cette dernière à des contenus scientifiques à la cosmologie dans son sens moderne, qui se veut une cosmologie physique et explicative et comprend par là ses modèles particuliers. En sorte que l'idée de cosmogonie en reste ou en revient, à la faveur de la scientification de la cosmologie, à son sens traditionnel, mythologique ou théologique.

L'on ne peut éviter le soupçon, considérant certaines conceptions de cosmologues contemporains, d'un retour de la cosmogonie considérée dans ce sens. Ce retour s'effectue au prix du renoncement à l'expression de toutes les possibilités d'une véritable cosmologie physique, c'est-à-dire qui trouve ses ressources théoriques, ses concepts, ses principes, et la justification de sa mathématisation, nulle part ailleurs qu'en son propre sein²².

Références

AUDOUZE, Jean; MUSSET, Paul et PATY, Michel (eds.) (1990). *Les particules et l'Univers*. Presses Universitaires de France, Paris.

BARROW, J.D. et TIPLER, F.J. (1986). *The anthropic cosmological principle*. Clarendon Press, Oxford.

BATON, Jean-Pierre et COHEN-TANNOUJ, Gilles (1989). *L'horizon des particules. Complexité et élémentarité dans l'univers quantique*, Gallimard, Paris.

COHEN-TANNOUJ, Gilles (1991). *Les constantes universelles*, Hachette, Paris.

COHEN-TANNOUJ, Gilles (1993). Vous avez dit 'principe' anthropique ?, *La Pensée*, ce numéro.

DESMARET, Jacques et BARBIER, Christian (1981). Le principe anthropique en cosmologie, *Revue des questions scientifiques*, 152, 1981, 181-222; 461-509.

KOYRE, Alexandre (1951). Les étapes de la cosmologie scientifique, repris dans

22

Pour un examen de cette question d'une manière générale, voir Paty (1992).

Etudes d'histoire de la pensée scientifique, Gallimard, Paris, 1973, p. 87-98.

LAPLACE, Pierre-Simon (1796). *Exposition du système du monde*. Réimpression sur l'éd. de 1835 revue, Fayard, Paris, 1984.

LAPLACE, Pierre-Simon (1799-1825). *Traité de mécanique céleste*, Paris, 5 vols.

LAPLACE, Pierre-Simon (1814). *Essai philosophique sur les probabilités*, Paris.

MAGNAN, Christian (1993). Notre univers est-il 'exceptionnellement plat' ?, *La Pensée*, ce numéro.

MERLEAU-PONTY, Jacques (1990). La cosmologie. le point de vue du philosophe. *In* Audouze, Musset, Paty (1990), p. 21-45.

PATY, Michel (1986). Critique du principe anthropique, *La Pensée*, n°251, 1986 (mai-juin), 77-96.

PATY, Michel (1990). Remarques épistémologiques sur l'objet commun de la physique des particules et de la cosmologie, *in* Audouze, Musset, Paty (1990), p. 47-75.

PATY, Michel (1992). L'endoréférence d'une science formalisée de la nature, Dilworth, Craig (ed.), *Intelligibility in science*, Rodopi, Amsterdam, 1992, p. 73-110.

PATY, Michel (1993). *Einstein philosophe*. Presses Universitaires de France, Paris.

VIOT, Florence (1993). Le principe anthropique, symptôme de la crise épistémologique traversée par la cosmologie contemporaine, *La Pensée*, ce numéro.

Résumé.

Les étonnantes questions de la cosmologie contemporaine tiennent pour une grande part à sa nature particulière, science d'un objet unique pour lequel les conditions initiales jouent un rôle fondamental. On revient sur le rapport de la cosmologie à la physique, en invoquant une possible analogie historique, et l'on discute du rapport de la cosmologie à la cosmogonie.

Abstract.

The strange questions of contemporary cosmology are tributed to its peculiar nature, as the science of a unique object for which initial conditions play a fundamental paper. We evoke the relation between cosmology and physics and invoke a possible historical analogy, and we discuss the relationship between cosmology and cosmogony.