

# Nuits

## Pourquoi ce ciel noir ? La « naissance » du big bang

Jacques Arnould, Paris  
théologien et historien des Sciences

### HISTOIRE

Pourquoi, durant la nuit, le ciel est-il noir ? « Parce que le Soleil n'est plus là ! » La plus évidente des réponses n'a pas survécu à l'avènement de l'astronomie moderne. Petite histoire de la naissance de la théorie du *big bang* qui doit beaucoup à des hommes de foi.

Jacques Arnould est chargé des questions d'éthique au Centre national d'études spatiales, à Paris. Il est l'auteur notamment de *Sous le voile du cosmos. Quand les scientifiques parlent de Dieu* (Albin Michel, Paris 2015, 214 p.). Dernière parution : *Demain l'espace. L'avenir de la Terre passe par l'espace*, Paris, Cherche Midi 2016, 168 p.

Dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, l'astronome Edmond Halley remarquait : « J'ai entendu que si le nombre d'Étoiles Fixes était plus que fini, l'ensemble de toutes leurs Sphères apparentes serait lumineux. »<sup>1</sup> Celui qui étudia les mouvements de la comète qui porte aujourd'hui son nom et visite périodiquement la Terre l'avait donc compris : si l'univers comptait un nombre infini d'étoiles ou bien si lui-même était de taille infinie, nous nous trouverions comme au milieu d'une forêt et notre regard finirait toujours par buter sur un arbre ... ou sur une étoile, et le ciel serait lumineux durant la nuit comme en plein jour. Or l'expérience quotidienne et nocturne nous permet

d'affirmer que tel n'est pas le cas : une fois le Soleil disparu, l'obscurité règne sur nos vies comme sur la Terre que nous habitons.

Nous devons donc en déduire que l'univers, notre univers, n'est pas infini ou qu'il s'est formé par expansion à partir d'une particule unique - comme le supposa Edgar Poe dans *Eurêka*,<sup>2</sup> peut-être la plus singulière de ses œuvres. L'expérience de la nuit et de ses ténèbres se révèle donc être l'une des premières preuves scientifiques de la théorie désormais connue sous le nom de *big bang*.

### La preuve par l'éclipse

Mais ne précipitons pas notre brève incursion dans l'histoire des sciences cosmologiques contemporaines et, avant d'en venir à ce célèbre *big bang*, faisons un détour par l'île de Principe, dans le golfe de Guinée. Nous sommes le 29 mai 1919, peu avant midi, et les deux astronomes débarqués d'Angleterre le 23 avril précédent voient enfin les pluies torrentielles s'arrêter de tomber et le Soleil faire son apparition. Juste à temps pour qu'ils puissent être les témoins attentifs de son éclipse.

Leur présence, à cette date et en ce lieu, ne tient aucunement du hasard. Accompagné d'Edwin Turner Cottingham, Arthur Stanley Eddington s'est donné pour objectif de vérifier la théorie de la relativité générale, telle qu'Einstein l'a formulée mathématiquement dans un article publié en 1915. Lorsqu'Eddington a pris connaissance de cet article, il en a mesuré l'importance scientifique et l'a si bien étudié qu'à un quidam qui lui demandait : « Est-il vrai que seulement trois personnes comprennent les travaux d'Einstein ? », il aurait répondu : « Trois personnes ? Je ne vois pas qui est la troisième... »

Eddington tient beaucoup à cette vérification : c'est pour la réaliser, sous cette forme ou sous une autre, qu'il a échappé à l'emprisonnement. Le 27 juin 1918, il a en effet dû comparaître devant un tribunal militaire, afin d'expliquer son refus

d'être enrôlé dans les forces armées britanniques. Pour sa défense, l'objecteur de conscience a expliqué: «Affirmer que c'est notre devoir religieux d'anéantir un progrès moral séculaire en prenant part aux passions et à la barbarie de la guerre contredit entièrement la conception que j'ai du sens de la religion chrétienne.» Eddington est quaker et, par conviction religieuse, farouchement pacifiste.

Apparemment convaincu de la qualité morale du savant et sensible aux arguments avancés par ses confrères, en particulier celui de la nécessité de soutenir la science britannique face aux efforts de la science allemande, le tribunal militaire a accepté d'accorder à Eddington une année d'exemption, le temps de contribuer à une expérience qui doit permettre de vérifier la théorie de la relativité générale. Tel est l'enjeu, désormais moral, des observations menées sur l'île de Principe.

Ce 29 mai 1919, Eddington et Cottingham doivent donc observer et photographier, à l'heure de midi, l'amas d'étoiles des Hyades, situées à cent cinquante et une années-lumière de la Terre. Comment est-il possible de réaliser une telle observation en plein jour, puisque l'éclat du Soleil empêche habituellement toute étude visuelle diurne des étoiles? Tout simplement, grâce à une éclipse du Soleil par la Lune. Durant près de sept minutes, ce jour-là, les Terriens qui se trouvent sur une bande d'obscurité passant par l'île de Principe peuvent observer les étoiles à l'heure méridienne presque aussi aisément qu'au cours d'une nuit sans lune.

En quoi cette expédition africaine concerne-t-elle Einstein et son audacieuse théorie? Une dizaine de minutes avant d'atteindre la Terre, la lumière des Hyades a frôlé le Soleil, en incidence rasante. Or, selon la théorie de la relativité générale défendue par Einstein, le Soleil, en déformant localement l'espace-temps, devrait avoir les effets d'une lentille dite gravitationnelle sur les rayons lumineux qui le frôlent, au point

de pouvoir les dévier. Dès lors, de même que le pêcheur voit le poisson plus près de la surface de l'eau qu'il l'est en réalité, de même l'astronome devrait observer les étoiles des Hyades à un endroit différent de celui qu'elles occupent effectivement: elles subiraient un déplacement aussi apparent que celui du poisson dans l'eau.

En revanche, si Einstein a tort, le Soleil n'aurait aucun effet sur les rayons lumineux et les étoiles apparaîtraient au même endroit du ciel que dans une configuration non rasante.

Les observations qui peuvent permettre de mesurer un éventuel déplacement apparent ne doivent pas seulement être extrêmement précises; elles doivent aussi être réalisées au cours d'une éclipse solaire, lorsque le disque solaire est caché par la Lune et que les étoiles sont effectivement visibles dans le ciel, que leurs rayons soient ou non déviés. Telles sont précisément les conditions offertes le 29 mai 1919, sur l'île de Principe.

### Intime conviction...

Raffinée, la vérification de la théorie d'Einstein à laquelle travaille Eddington rencontre malheureusement des conditions expérimentales difficiles: la météo est capricieuse, le matériel de prise de vue de médiocre qualité. Pourtant, dès le 3 juin, sans attendre d'obtenir d'autres images nocturnes du ciel, ni de développer d'autres plaques photographiques, Eddington affiche son intime conviction que les résultats obtenus le 29 mai s'accordent aux prédictions fondées sur les calculs du savant allemand. Même s'il apparaîtra plus tard qu'en raison du couvert nuageux, la marge d'erreur de ses observations est supérieure à l'échelle du phénomène à mesurer, Eddington affirme avoir mesuré le déplacement apparent des étoiles des Hyades et avoir apporté une preuve de la validité de la théorie de la relativité générale.

À son élève Isle Rosenthal-Schneider qui lui demande ce qu'il aurait fait au cas où les observations d'Eddington et

# Nuits

## Pourquoi ce ciel noir ?

### La « naissance » du big bang

de ses collègues auraient été en contradiction avec sa théorie, Einstein aurait répondu : « J'en aurais été navré pour le Bon Dieu, car la théorie est exacte. »<sup>3</sup> Fort heureusement, l'éclipse du 29 mai 1919 n'obscurcit en rien les courtoises relations qu'entretiennent Dieu et le savant ; ce dernier peut donc tranquillement continuer à chercher la pensée du premier.<sup>4</sup> Mais Einstein a peut-être trop vite oublié de se demander pourquoi la nuit était noire...

#### Un chanoine révolutionnaire

Au début de l'année universitaire 1923-1924, Arthur Eddington reçoit à Cambridge un jeune chercheur belge d'une trentaine d'années, Georges Lemaître. En plus de leur passion pour la recherche scientifique, ils partagent un autre point commun : tous deux sont des hommes de foi, habités par la quête religieuse de la vérité. Si Eddington est quaker, Lemaître, catholique, a été or-

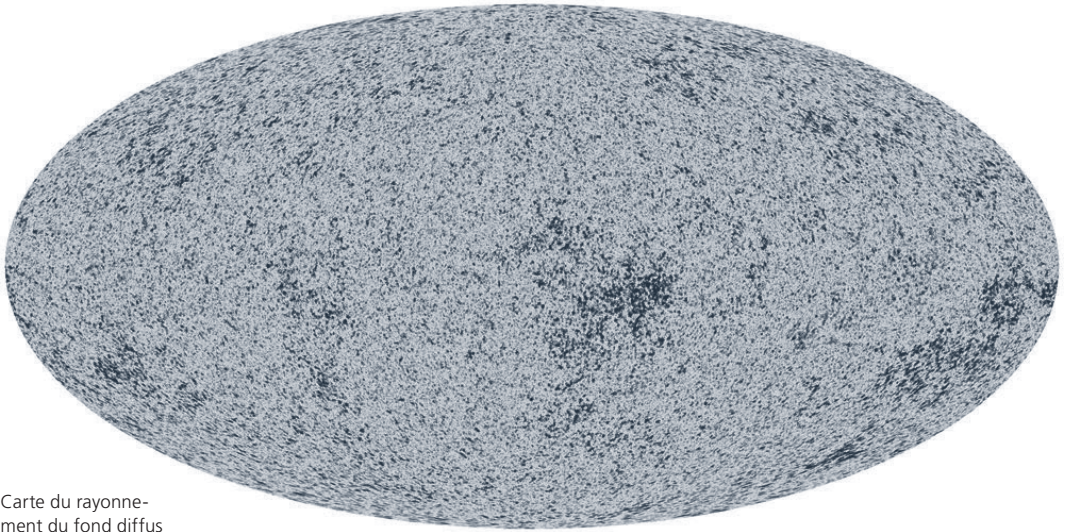
donné prêtre quelques semaines auparavant, le 22 septembre 1923.

À ceux qui s'étonnent de cette situation, singulière mais non exceptionnelle, l'abbé Lemaître raconte que, depuis l'âge de neuf ans, il est convaincu de sa double vocation, celle de prêtre et celle de scientifique. Il n'a jamais douté ni de l'une ni de l'autre. Il ne peut donc qu'apprécier la possibilité de séjourner à Cambridge que lui offre cette bourse d'études, remportée grâce à un mémoire sur *La physique d'Einstein*, et de travailler avec le futur Sir Arthur, ce savant à la foi profonde et engagée.

Ajoutons à cela une aimable coïncidence : l'Église à laquelle appartient Eddington, celle des quakers, porte le nom de *Religious Society of Friends* (Société religieuse des amis). Or le catholique Lemaître est entré, dès 1920 ou 1921, dans une fraternité sacerdotale fondée par le cardinal Mercier vers 1917 sous le nom de *Phalange des purs* et qui a pris ensuite celui des *Amis de Jésus*. Alors, entre « amis », tout se déroule pour le mieux durant cette année académique ! Lemaître suit les cours d'Eddington, au demeurant plutôt ennuyeux, et Eddington profite des travaux de son collègue d'outre-Manche sur la modification nécessaire du concept de simultanéité lorsque l'on passe de la relativité restreinte à la relativité générale. Cette entente respectueuse

Rencontre entre  
Albert Einstein et  
Georges Lemaître,  
1933  
Wikipedia





Carte du rayonnement du fond diffus émis il y a environ 13 milliards d'années par l'Univers en début de formation, émise à partir des données collectées en 2010 par le satellite Planck © ESA and the Planck Collaboration

et cordiale ne fléchit pas au cours des années suivantes, même si le désaccord s'installe entre les deux hommes, du moins sur le plan scientifique.

En effet, en avril 1927, Lemaître publie un article, fondamental et fondateur, intitulé *Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques*.<sup>5</sup> Avec audace, car la communauté scientifique est encore fermement attachée aux modèles d'univers statique, Lemaître propose le modèle d'un espace sphérique qui « gonfle » d'une manière exponentielle avec le temps, à partir d'un état statique qui se trouve infiniment reculé dans le passé. Avec cet article est posée l'une des toutes premières briques de l'édifice de la théorie qui, sous le nom actuel de *big bang*, réunit les idées d'expansion, d'atome primitif, etc., et propose une réponse élégante à la question : « Pourquoi la nuit est-elle noire ? ».<sup>6</sup>

### Les rayons cosmiques

Lemaître commence par se heurter au refus de ses éminents collègues (il serait injuste et inexact de parler d'obscurantisme). Son ami Eddington n'hésite pas à écrire que, « philosophiquement, l'idée d'un commencement à l'ordre présent

de la nature [lui] apparaît répugnante ». <sup>7</sup> Einstein lui-même ne mâche pas ses mots : au cours d'un congrès à Bruxelles et d'une brève promenade dans le parc Léopold, le savant à la célèbre moustache avoue à Lemaître qu'il trouve son article « tout à fait abominable » du point de vue physique. Car, dans le modèle d'univers auquel Einstein est parvenu, la matière n'a pas et ne peut avoir ni commencement ni mouvement : l'univers doit être et demeurer une totalité immuable.

Alors que Lemaître montre comment la conclusion inévitable des travaux menés par Einstein est que l'univers doit être en état de changement dynamique, doit se dilater ou se contracter, ce dernier mutile ses propres équations et l'élégance de sa théorie initiale, en y introduisant un terme capable de contrebalancer les forces d'attraction gravitationnelle à grande distance. Einstein ne le sait pas encore en 1927, mais il le reconnaîtra plus tard : conserver coûte que coûte à l'univers son immutabilité est la plus grosse erreur de sa vie.

De fait, si Lemaître avance dès septembre 1931 l'idée selon laquelle « les rayons cosmiques seraient les lueurs du feu d'artifice primitif qui tira une étoile d'un atome, lueurs venant à nous après un voyage dans l'espace libre », <sup>8</sup> ces

# Nuits

## Pourquoi ce ciel noir ?

### La « naissance » du big bang

rayons cosmiques, véritables hiéroglyphes ou marques de sa jeunesse que conserverait l'univers actuel et que pourrait révéler son observation, ne seront découverts par Arno Penzias et Robert Wilson que très fortuitement et trente ans plus tard, en 1964.

**La théorie du *big bang* ébranle non seulement les convictions scientifiques des chercheurs, mais elle dévoile aussi certaines de leurs fondations idéologiques.**

Pendant ce temps, les opposants ne démontent pas. C'est même l'un d'entre eux, Fred Hoyle, qui, en guise de moquerie, invente l'expression *big bang*. En 1949, le savant britannique est invité à débattre, via les ondes transatlantiques de la *BBC*, avec son collègue George Gamow, alors en poste à l'Université George Washington, dans la ville homonyme. Gamow, avec son étudiant Ralph Alpher, vient en effet de proposer le premier modèle détaillé d'univers en expansion non stationnaire. Agacé par l'enthousiasme de son collègue, Hoyle finit par qualifier son modèle de *big bang model* et, plus tard, Lemaître de *big bang man*. Le mot entre ainsi dans l'histoire et participe à la popularité de l'hypothèse de l'atome primitif, à laquelle Gamow associe désormais un véritable modèle théorique. Hoyle ne s'y attendait certainement pas !

### Credo et idéologie

L'agacement de Hoyle n'est pas seulement d'ordre scientifique : il est convaincu de l'existence d'une conspiration idéologique. Ses collègues, explique-t-il à l'antenne de la *BBC*, poursuivent des buts religieux, tant paraissent évidents les parallèles, les concordances entre les modèles de *big bang* et la création décrite par la Bible, dans l'Ancien Testament. Il tient donc à dénoncer une forme de domination des idées religieuses qui pourrait s'avérer plus grande encore que sur les membres du clergé (il vise bien entendu Lemaître). Or, estime-t-il, « l'on ne saurait nier que la cosmologie des anciens Hébreux soit autre chose qu'un mauvais tableau, par comparaison avec la grandeur majestueuse de l'image révélée par la science moderne ». Et il poursuit : « La religion n'est rien qu'une tentative aveugle de trouver une échappatoire à la situation vraiment terrifiante dans laquelle nous nous trouvons. Nous sommes dans un univers fantastique, où presque rien ne nous prouve que notre existence ait un sens. »<sup>9</sup>

Hoyle n'a jamais caché les fondements idéologiques de son propre modèle : matérialiste, naturaliste, athée et esthétique. Et sa position illustre parfaitement la fine analyse de Claude Tresmontant : « Tout savant matérialiste sent bien, obscurément ou clairement, que si l'astrophysique établit que l'univers a commencé, quelque chose ne va plus dans les fondements du matérialisme... Et c'est pourquoi, depuis vingt-cinq siècles, le matérialisme défend, avec la dernière vigueur, la thèse de l'éternité de l'univers. Puisque l'univers physique, matériel est l'Être, l'Être unique, et qu'il n'y en a pas d'autre, il doit être éternel. »<sup>10</sup> Tel apparaît effectivement le *credo* de Hoyle.

Parce qu'elle aborde le territoire des origines de notre univers et, par voie de conséquence, de notre propre existence, la théorie du *big bang* fait plus que répondre à la question : « Pourquoi la nuit est-elle noire ? ». Malgré

ses propres faiblesses (car toute théorie est menacée d'être remplacée lors d'une nouvelle révolution scientifique), elle ébranle non seulement les convictions scientifiques des chercheurs, mais elle dévoile aussi certaines de leurs fondations idéologiques. C'est là l'occasion de réfléchir aux moyens dont l'esprit humain dispose pour affronter une autre nuit, celle du savoir.

### De l'art des réverbères

La recherche scientifique se fait toujours dans le noir ; il n'est donc pas étonnant que ceux qui la pratiquent la comparent parfois à la recherche de clés perdues, une fois l'obscurité tombée. Celui qui, pour les retrouver, ne peut recourir au faisceau d'une lampe de poche ou à la lueur d'un briquet se voit contraint de commencer sa recherche sous le halo des réverbères : ainsi a-t-il quelque chance de retrouver son bien. Cette plaisante image est parfois enrichie par l'état d'ébriété dans lequel est plongé le malchanceux ou l'inattentif piéton : pour éviter de s'effondrer, il doit à tout prix éviter de lâcher la tige mais, se faisant, se voit contraint de réduire encore le champ de ses investigations.

User d'un réverbère, autrement dit d'un faisceau de connaissances, d'hypothèses, de postulats, relève de la nécessité pour espérer progresser. Nul ne le niera, mais s'en contenter fera courir le risque de succomber à deux défauts : le réductionnisme (dans sa forme qui pousse à ignorer toute réalité qui n'apparaît dans le faisceau) et le dogmatisme (qui refuse de lâcher les certitudes pour affronter les ténèbres).

Parce que la quête du savoir, comme celle de Dieu, s'accomplit de nuit, il faut connaître, reconnaître ce risque, le courir sans doute, et l'éviter, autant que possible. ■

<sup>1</sup> Cité dans **John D. Barrow**, *Une brève histoire de l'infini*, Paris, Fayard 2010, p. 157.

<sup>2</sup> **Edgar Poe**, *Eurêka. Essai sur l'univers matériel et spirituel*, Auch, Tristram 2007, p. 34.

<sup>3</sup> **Isle Rosenthal-Schneider**, *Reality and Scientific Truth*, Detroit, Wayne State University Press, 1980, p. 74.

<sup>4</sup> À l'issue d'un séminaire de physique qui se tenait à l'Université de Berlin, sans doute en 1920, l'une de ses étudiantes, Esther Salaman s'est enhardie à demander à son professeur : « Maître, que cherchez-vous donc dans vos équations ? » Einstein lui a répondu : « Je veux savoir comment Dieu a créé l'univers. Je ne suis pas intéressé par tel ou tel phénomène, tel ou tel élément. Je veux connaître la pensée de Dieu ; le reste n'est que détails » (cité par **Esther Salaman**, « A Talk With Einstein », in *The Listener*, n° 54, 1955).

<sup>5</sup> In *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. XLVII, 1927, pp. 49-59.

<sup>6</sup> Un autre grand précurseur de la théorie du *big bang* est le physicien russe Alexandre Friedmann. Il publia en 1922 un article montrant que les équations d'Albert Einstein permettaient la description d'un univers en évolution. Une violente controverse l'opposera lui aussi à Einstein. (n.d.l.r.)

<sup>7</sup> **Arthur Eddington**, « The end of the World from the standpoint of Mathematical Physics », in *Supplement to Nature*, March 1931, n° 3203, p. 450.

<sup>8</sup> Cité dans *Discussion sur l'évolution de l'univers*, Paris, Gauthier-Villars 1933, pp. 19-20.

<sup>9</sup> **Fred Hoyle**, *La nature de l'univers*, Paris, Le Club français du livre 1951, pp. 161-162.

<sup>10</sup> **Claude Tresmontant**, *Sciences de l'univers et problèmes métaphysiques*, Paris, Seuil 1970, p. 26.