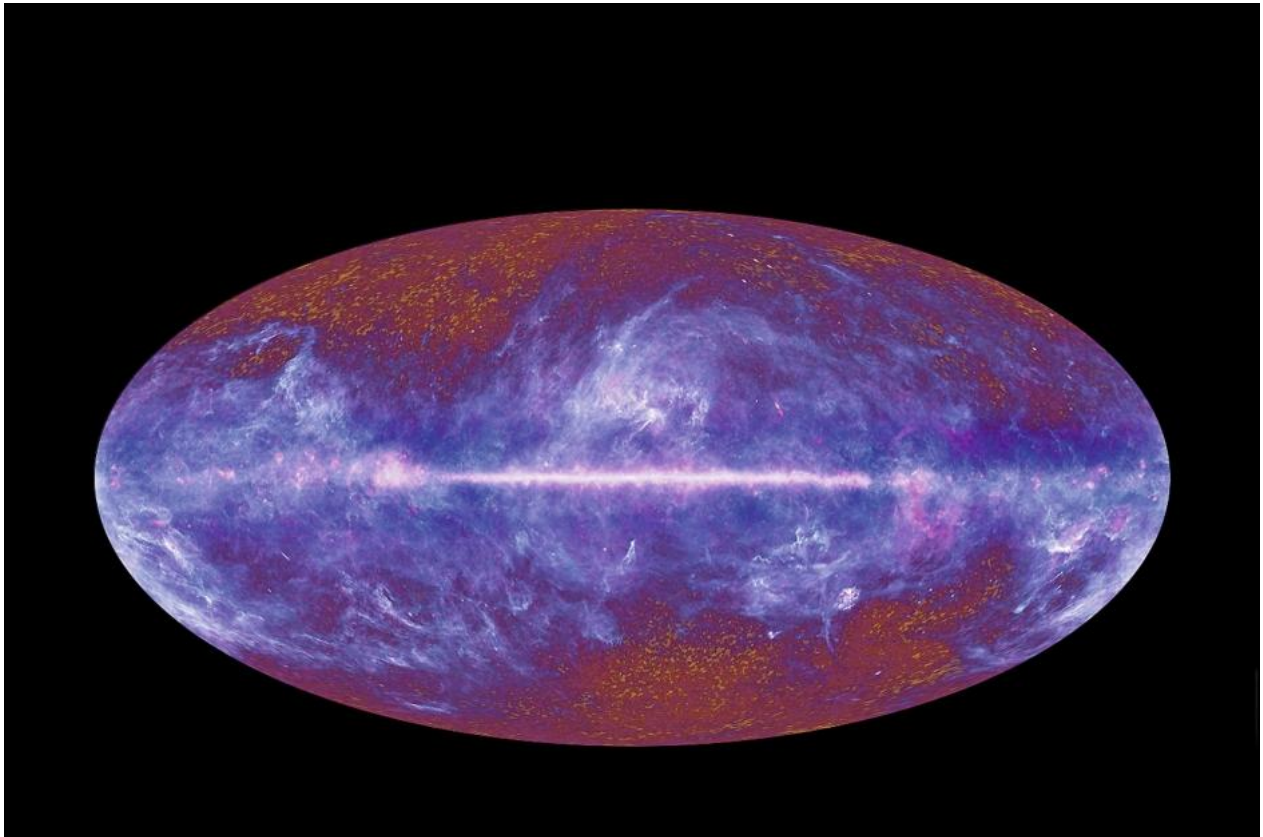


Les premiers instants de l'univers



Vous évoquez l'abbé Georges Lemaître, un des principaux concepteurs de la théorie du big bang. Pourquoi celle-ci a-t-elle été si longtemps discutée, notamment à Bruxelles au début du siècle dernier, lors des congrès organisés par l'industriel belge Ernest Solvay ?

Grichka Bogdanov. La première raison tient au fait que la communauté des physiciens et astrophysiciens d'alors, totalement dominée par Einstein, est absolument convaincue, à la suite de son chef de file, que l'Univers est fixe. Du reste, à l'époque, aucune observation astronomique ne vient contredire cette vérité qui semble donc immuable. Il faut ajouter à cela que jusqu'en 1924, année de la découverte par Edwin Hubble de l'existence d'autres galaxies en dehors de la nôtre, on n'a pas la moindre conscience du fait que l'Univers est bien plus vaste que notre seule Voie lactée, dans laquelle les amas d'étoiles observés sont invariablement à la même place. Pourtant, lorsque Einstein met la dernière main aux équations du champ de la relativité générale, il est pris d'un doute, parce qu'il réalise que ses calculs tendent vers un modèle d'univers non statique. Mais comme cela va à l'encontre de tout ce qu'il croit et observe, il recourt à un artifice mathématique qui lui permet en quelque sorte de fixer l'Univers.

Le premier à dénoncer cet artifice et à introduire, à partir de la théorie de la relativité générale, l'idée d'un univers en expansion, c'est le Russe Alexandre Friedmann, en 1922. **Après lui et sans**

rien connaître des travaux de son prédécesseur, Georges Lemaître s'impose comme un des pères fondateurs de la cosmologie non statique à l'origine de la théorie du big bang. En 1927, lors d'un de ces fameux congrès Solvay – contribution majeure de la Belgique à l'évolution des idées – qui rassemble à l'hôtel Métropole l'élite mondiale des physiciens et dont la moitié des participants de cette année-là obtiendront le Prix Nobel, Lemaître parvient à rencontrer Einstein et à lui soumettre une solution qui fait apparaître un univers non stationnaire. Einstein, déjà échaudé par les idées de Niels Bohr, le pionnier de la mécanique quantique, auquel il a lâché sa célèbre phrase “Dieu ne joue pas aux dés”, lui répond alors: “M. l'Abbé, vos mathématiques sont justes, mais votre physique est horrible.” Par la suite, c'est l'astronome Fred Hoyle, grand maître de Cambridge, qui reprend dans les années 1940 le flambeau de la lutte contre la théorie de l'expansion. Car même l'observation en 1929 par Hubble – encore lui! – de la fuite des galaxies n'a pas véritablement modifié les points de vue. Il faut attendre 1964 et la découverte du rayonnement fossile par les radio-astronomes américains Penzias et Wilson pour obtenir une première confirmation expérimentale indiscutable de l'existence du big bang. A partir de là, tout bascule.

Vous écrivez que les premiers résultats de la mission d'exploration du satellite Planck, sont “de nature à changer pour toujours notre vision du monde”. D'autres satellites astronomiques, russes et américains, ont pourtant été lancés auparavant. En quoi l'europpéen Planck repousse-t-il bien plus loin les frontières de la connaissance?

Igor Bogdanov. Planck est beaucoup plus puissant que ses deux derniers prédécesseurs: mille fois plus que Cobe, lancé en 1989, et trente fois plus que WMAP, lancé en 2001. Par conséquent, il nous a rapporté des images et des données bien plus précises, qui nous en apprennent plus que tout ce qu'on avait observé jusqu'à présent.

Grichka. Ce que nous apprend Planck — bien que nombre de ses mesures doivent encore être analysées —, est à la fois de l'ordre de la révélation et de la révolution. Révélation tout d'abord, parce qu'il confirme le modèle standard de la cosmologie sur lequel les scientifiques fondent leur représentation de l'Univers. Il permet aussi de préciser une série de choses qui demeuraient relativement floues. Par exemple, l'âge de l'Univers, que l'on peut maintenant situer à 13 milliards 820 millions d'années. D'autre part, on connaît mieux sa composition, grâce à des données affinées relatives à la répartition de sa matière, etc. Révolution, ensuite, dans la mesure où Planck, en nous offrant une photographie ultra détaillée de la première lumière du monde, c'est-à-dire l'Univers tel qu'il se présentait 380 000 ans après le big bang, dévoile l'existence de ce qu'on appelle des “anomalies”. La plus manifeste d'entre elles est une dissymétrie entre les températures des pôles Nord et Sud de l'Univers. Le pôle Nord est légèrement plus froid que le Sud. Or, ça, le modèle standard ne peut pas l'expliquer. Pour y parvenir, des responsables de la mission comme Jan Tauber ou George Efstathiou en conviennent, il faut faire éclater les limites de la physique théorique actuelle.

Ce qui signifie?

Grichka. Ce qui signifie que, peut-être, une des façons d'expliquer ces anomalies serait de situer leur origine avant le big bang! Si vous allez sur le site officiel de Planck, vous y trouverez d'ailleurs une rubrique intitulée “Avant le big bang” ainsi que cette question, interdite lorsque nous la posions au début des années 2000: “Existe-t-il une trace de l'avant-big bang?”. Il n'y a pas si longtemps encore, c'était tout bonnement impensable.

C'est une hypothèse que vous défendez depuis longtemps...

Igor. Absolument! Et la révolution, elle est là. Lorsque nous argumentions dans ce sens il y a une dizaine d'années, la communauté scientifique poussait des cris d'horreur. On nous est tombé dessus de manière très brutale en disant qu'il était stupide d'imaginer quoi que ce soit avant le big bang. Planck a vaincu ces réticences.

Un autre savant belge, Ilya Prigogine, Prix Nobel de chimie en 1977, a mis en évidence l'existence d'un ordre à l'œuvre derrière le chaos apparent des systèmes complexes. Cet ordre gouverne l'univers avec tant de précision, dites-vous, qu'il ne peut être le fait du hasard. Les résultats de la mission Planck confortent-ils cette vision?

Grichka. En effet. On considère aujourd'hui que le big bang est un jaillissement d'énergie qui a déferlé dans le vide primordial il y a 13 milliards 820 millions d'années. Or, ce déferlement d'énergie est extraordinairement ordonné. On sait, par exemple, qu'un champ présent dès les premiers instants de l'Univers, et qu'on appelle la "constante cosmologique", est réglé avec une précision de l'ordre de 10^{120} . Ce qui fait dire à certains mathématiciens qu'il y a autant de chances de voir apparaître au hasard cette valeur-là que d'assister de façon tout aussi fortuite à l'assemblage d'un Boeing 747 à partir d'éléments métalliques éparpillés dans la nature. D'ailleurs, Planck observe quelque chose de très ordonné lorsqu'il scrute la première lumière de l'Univers. Et là, nous sommes 380 000 ans après le big bang. Mais au moment de celui-ci, ce réglage est d'une précision incroyablement plus élevée. A tel point qu'à cette échelle-là, le hasard ne joue plus aucun rôle, selon nous!

D'où vient-il, cet ordre qui apparaît dès le premier matin du monde?

Igor. Nous pensons qu'il existe, avant le big bang, quelque chose qui soit de nature à régler l'évolution de l'espace-temps à partir de cet événement primordial, sachant que le big bang n'est pas l'instant zéro de l'Univers. Il débute à 10^{-43} seconde: c'est ce qu'on appelle "le temps de Planck". Une fraction de seconde, certes, mais qui n'est pas le point zéro marquant le commencement du temps et de l'espace. Il se passe nécessairement quelque chose avant cette limite!

Grichka. C'est ce que nous avançons déjà dans nos thèses de doctorat dans les années 1990: dès lors qu'à cet instant de Planck, au moment du big bang donc, la matière naît et se révèle d'emblée très organisée et très contrainte, ce qui la précède, tout en n'étant pas de la matière, doit être fatalement très ordonné également. Question maintenant: qu'est-ce qui est à la fois immatériel et très ordonné? La réponse, c'est ce qu'on appelle "l'information". Nous pensons donc qu'il existe une information originelle, structurée sous la forme d'une sorte de code cosmologique, qui serait pour l'Univers ce que le code génétique est pour les êtres vivants.

Igor. Ce code serait formé de nombres purs, pi par exemple, un ensemble d'êtres mathématiques préexistants au big bang et auxquels obéissent les lois physiques de l'Univers. Galilée avait déjà eu cette intuition lorsqu'il disait que la nature est écrite en langage mathématique.

On ne fait que déplacer le questionnement: quelle est l'origine de ces nombres? Ces lois, qui les a écrites?

Grichka. Personne ne peut répondre à cette question. C'est le mystère ultime.

Démuni face à ce mystère, Einstein s'en est remis à un "esprit supérieur" que d'aucuns appellent Dieu. Et vous?

Igor. Vous faites référence à ce qu'avait répondu Einstein, en 1936, à un enfant qui lui avait

demandé s'il croyait en Dieu. Sa réponse écrite fut celle-ci: "Tous ceux qui sont sérieusement impliqués dans la science finiront un jour par comprendre qu'un esprit se manifeste dans les lois de l'Univers, un esprit immensément supérieur à celui de l'homme." Nous n'avons pas d'autre réponse que celle-là quand on pose la question de l'origine des lois dont l'exactitude fait que rien ni personne ne peut s'y dérober.

L'astrophysicien Trinh Xuan Thuan dit que si l'on accepte le principe selon lequel notre Univers est unique, le hasard ne peut pas expliquer son origine.

Igor. Complètement. Si notre Univers est unique, son existence est un miracle.

La physique ne pose-t-elle pas des questions qui faisaient partie, jusqu'alors, du domaine réservé à la métaphysique ou à la théologie? Pour paraphraser le dialogue que vous aviez naguère avec Jean Guilton, pensez-vous que le croyant et le savant puissent à nouveau débattre sereinement?

Igor. Ce que vous exprimez est fondamental et, de fait, ce débat peut et doit avoir lieu. D'ailleurs, qu'il s'agisse du satellite Planck ou du LHC [l'accélérateur et collisionneur de particules installé au Cern], ce sont ce qu'on pourrait appeler des machines métaphysiques, l'une céleste, l'autre terrestre. Les expériences extraordinaires menées grâce à ces fantastiques machines, les plus grandes du monde et de l'histoire à ce jour, bien que strictement scientifiques, débouchent sur ce fameux mystère et nécessairement sur des questions liées à la transcendance.

Tout de même, ne peut-on envisager qu'à l'avenir des scientifiques finiront par résoudre ce mystère?

Igor. Non. Le mystère suprême de l'origine des lois demeurera. La réponse n'existe pas, elle n'est pas donnée et elle ne le sera sans doute jamais. L'homme est parvenu devant un mur infranchissable.

N'est-ce pas justement pour cette raison que la plupart des savants se montrent si réticents à poser la question — irrationnelle selon eux —, de l'avant-big bang?

Grichka. Exactement! Pourtant, des outils comme le satellite Planck confirment de façon expérimentale l'existence d'un mystère irréductible caché derrière le modèle standard de la cosmologie. C'est tout le débat entre saint Augustin, qui disait que Dieu ne s'argumente pas et qu'il convient d'aller vers lui par la foi seulement, et Thomas d'Aquin, lequel, près de mille ans plus tard, prétendait au contraire qu'il est possible de s'approcher du mystère suprême par les voies de la raison. Aujourd'hui, Planck le conforterait dans cette conviction.

Vous accuse-t-on de faire du marketing scientifique, voire de la science-fiction?, parce que vous vous aventurez sur un terrain, où la plupart des scientifiques se refusent à aller, ou est-ce dû à votre parcours atypique, à votre médiatisation?

Igor. Le parcours atypique et la médiatisation jouent un rôle superficiel. La polémique autour de nous tient vraisemblablement à une raison plus profonde: nous avons été, semble-t-il, les premiers à ouvrir la porte de l'avant-big bang en 1990, au début de nos recherches. A l'époque, ça semblait n'avoir aucun sens. Quand nous interrogeons des sommités de l'astrophysique moderne, elles nous disaient en gros que ce que nous faisons était aussi inutile que de chercher un point au nord du pôle Nord. A présent, notre théorie sur le pré-big bang commence à faire son chemin mais, malgré tout, la plupart des chercheurs continuent d'avoir peur d'entrer dans un domaine qu'ils assimilent à la science-fiction ou à la métaphysique. Pourtant, l'idée selon

laquelle l'information précède la matière est éminemment scientifique. Ce que nous disons, c'est qu'il existe un monde physique après le big bang, fait d'énergie et de matière, et un monde immatériel avant le big bang, constitué d'information. Et c'est l'information qui vient coder le scénario cosmologique selon lequel l'Univers se développe en obéissant strictement à des lois qui lui permettent d'exister sous cette forme-là. La démonstration est faite que les êtres vivants sont tous précédés d'une information qui est leur ADN, leur code génétique. Eh bien, nous pensons que l'information qui préexiste à l'Univers, en somme son ADN, c'est un code cosmologique. Il y a encore dix ans, ça semblait absurde aux yeux de pratiquement tous les physiciens. Aujourd'hui, les lignes sont en train de bouger.

1. «Le mystère du satellite Planck. Qu'y avait-il avant le big bang?» par Igor et Grichka Bogdanov, éd. Eyrolles.

2. Le Cern, organisation européenne pour la recherche nucléaire, est le plus éminent laboratoire de recherche du monde en physique des particules. Son siège est à Genève.