

< Réalisé par le satellite *WMAP*, cet extraordinaire cliché représente l'Univers 380 000 ans après le big bang. Mais il est encore trop imprécis pour que l'on puisse en tirer des conclusions.

Observera-t-on un jour l'avant-big bang ?

La science de l'avant-big bang se contente pour l'heure d'hypothétiques scénarios. Mais dès 2012, une nouvelle image du cosmos pourrait les départager en révélant d'infimes traces du passé.

Sur le papier, le big bang et sa genèse se perdent dans les brumes d'équations dont les cosmologistes peinent à définir le degré de spéculation. Il n'y aurait sans doute là rien à redire si, comme il se doit en physique, expériences et observations pouvaient se charger de mettre d'accord entre eux les théoriciens. Sauf que l'origine pose un problème de taille. Alors que les astrophysiciens ne peuvent se fier qu'à la lumière des astres pour observer l'évolution du cosmos, aucun photon n'a été émis à travers l'espace et le temps pendant les 380 000 ans qui ont suivi le commencement. Juste après la naissance de l'Univers, les particules et les atomes étaient tellement agités que chaque photon émis par l'un d'eux était instantanément réabsorbé par un autre voisin : l'Univers était opaque. Et ce n'est qu'après 380 000 ans, à la faveur de la baisse de température accompagnant l'expansion, que la lumière s'est enfin libérée de la matière. Le cosmos a alors émis son premier "flash", qui constitue la

plus ancienne "photographie" de l'Univers. Un auto-portrait baptisé "fond diffus cosmologique" ou CMB (Cosmological Microwave Background). Un fabuleux cliché... qui réduit à néant l'espoir qu'une image du big bang, et a fortiori de ce qui l'a précédé, traverse un jour la lentille d'un télescope.

Mais heureusement, de la même manière que les clichés d'un ballon en vol laissent imaginer sa trajectoire antérieure, le CMB, si on sait l'interpréter, recèle des informations sur le big bang. Elles prennent la forme de minuscules variations de longueur d'onde selon la direction du ciel dans laquelle on l'observe. Variations que les cosmologistes interprètent comme l'empreinte de phénomènes physiques, pour certains aussi vieux

multipliés par 10^{30} . Aussi, le gros des fluctuations du fond diffus résulterait de l'étirement des fluctuations quantiques dont le bébé Univers aurait été le siège. Bonne pioche pour les tenants de l'inflation : les prédictions de leur scénario pour la forme des fluctuations du CMB concordent avec les données de *WMAP*. Si bien que pour Aurélien Barrau, au Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie, à Grenoble, "*Les principales prédictions du modèle d'inflation ont été vérifiées.*"

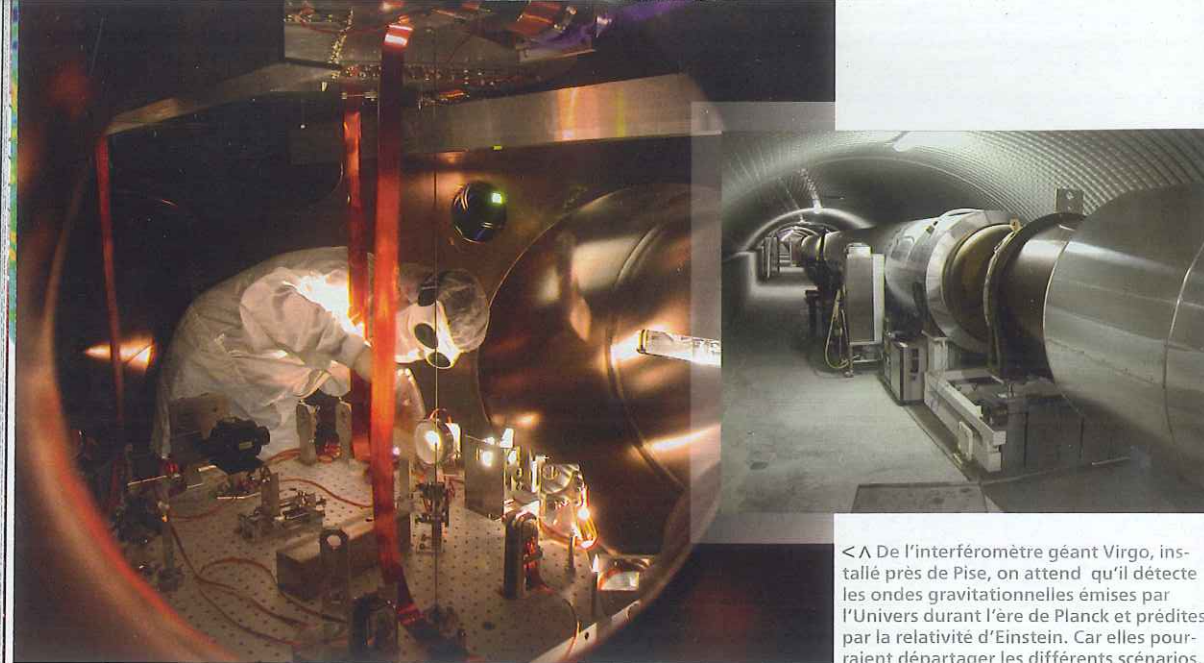
Mais est-il possible de remonter plus loin dans le temps, au plus près de "l'étincelle" ? A ce stade, disons que les analyses les plus récentes conduisent à ne pas rejeter d'emblée plusieurs des scénarios

Problème de taille : au début, l'Univers était opaque. Ce n'est qu'après 380 000 ans que la lumière s'est libérée de la matière

que l'Univers, et qui sait, plus anciens encore...

A ce jour, le cliché du CMB le plus précis jamais réalisé est l'œuvre du satellite *WMAP*, lancé en 2001 par la Nasa. S'il n'a pas permis de percer le mystère des origines, il a néanmoins mis au jour de précieuses informations sur les époques les plus reculées de l'histoire de l'Univers. D'après le modèle d'inflation proposé par Andrei Linde, à l'université de Stanford, au début des années 1980, peu après l'ère de Planck, plus précisément entre 10^{-38} et 10^{-35} seconde après le big bang, l'Univers aurait subi une phase d'expansion inouïe durant laquelle les distances ont été

proposés par les théoriciens pour la physique de l'Univers au-delà du mur de Planck. Non pas que ces analyses permettent d'explorer directement les traces d'une physique préplanckienne dans le CMB, mais que les prédictions de ces théories pour les époques postérieures (celles pour lesquelles on n'a pas réellement besoin d'elles) collent aux observations. C'est en particulier le cas des scénarios de pré-big bang tels qu'introduits par Gabriele Veneziano, du Collège de France, et Maurizio Gasperini, de l'université de Bari, ainsi que celui des collisions entre univers branaires de Neil Turok, de l'université de



< A De l'interféromètre géant Virgo, installé près de Pise, on attend qu'il détecte les ondes gravitationnelles émises par l'Univers durant l'ère de Planck et prédites par la relativité d'Einstein. Car elles pourraient départager les différents scénarios.

Cambridge, et Paul Steinhardt, de Princeton. De même, la théorie quantique à boucles, avec son modèle de l'Univers en rebond, prédit spontanément une inflation cosmique juste après l'ère de Planck. Pour autant, afin de réellement percer le mur de Planck, et de commencer à faire le tri entre ces différentes approches, il faudra au minimum attendre la publication, en 2012, de la carte du CMB actuellement réalisée par le satellite *Planck* de l'Agence spatiale européenne.

DES INFORMATIONS PRIMITIVES "LESSIVÉES"

Avec cette nouvelle moisson, les scientifiques accèderont enfin à la polarisation du CMB, soit une propriété des photons "originels", dont les spécialistes pensent qu'elle a été affectée par les ondes gravitationnelles émises par l'Univers durant l'ère de Planck. Et dont les conséquences diffèrent d'un scénario à l'autre. A moins qu'entre-temps, l'interféromètre géant Virgo, installé en 2003 en Italie, détecte directement ces ondes gravitationnelles issues du big bang.

Petit bémol, la non-confirmation par l'observation de ces différents modèles ne suffirait pas à les invalider. Tout simplement car le détail de leurs prédictions dépend de paramètres dont on n'a aucune idée de la valeur, et qui pour certaines d'entre elles conduisent à l'absence de traces visibles dans le CMB. Pour autant, comme l'indique Aurélien Barrau, enthousiaste: "Il est clair que l'on est à l'orée de pouvoir tester expérimentalement la physique de l'Univers de l'ère de Planck."

Mais sera-t-il un jour possible d'accéder à la singularité initiale? Ou plus exactement à l'enchaînement d'événements qui ont pu se produire dans son voisinage et avant, conformément à la majorité des scénarios envisagés par les cosmologistes? Thibault

Damour, à l'Institut des hautes études scientifiques de Bures-sur-Yvette, est dubitatif: "Tous les scénarios impliquent qu'aux abords de ce que nous appelons l'origine, l'ensemble des informations qui auraient pu subsister d'une époque antérieure sont comme lessivées par les fluctuations quantiques, ce qui laisse peu d'espoir qu'il en subsiste quelque chose dans l'Univers actuel." Les plus optimistes font valoir que certaines théories candidates à la quantification de la gravitation, condition nécessaire pour aborder l'origine de l'Univers, prédisent un certain nombre de violations de grands principes de la physique. Par exemple la symétrie de Lorentz, sur laquelle est fondée la relativité. Ou encore l'invariance de la vitesse de la lumière. Toute expérience qui en rendrait compte, très indirectement, serait un signe en faveur d'une idée de l'origine.

Mais il n'est pas impossible qu'aucune observation ne vienne jamais documenter ce que, faute de mieux, nous appelons l'origine de notre Univers. Il ne resterait plus aux théoriciens qu'à écrire "l'histoire" la plus cohérente possible. Si tant est qu'ils puissent se mettre d'accord entre eux sur ce qui a pu se produire...

PERSPECTIVES

Les cosmologistes contempleront-ils un jour l'avant-big bang? Rien n'est moins sûr. Mais cet état antérieur de l'Univers a pu laisser des traces observables dans un rayonnement qui baigne tout l'Univers: le fond diffus cosmologique. Si tel est le cas, ces minuscules fluctuations seront peut-être révélées par le satellite *Planck* qui, en 2012, en finira la carte la plus précise jamais réalisée. Les ondes gravitationnelles émises lors du big bang pourraient aussi être détectées par l'interféromètre Virgo.

ABONNEZ-VOUS À SCIENCE & VIE

1 AN - 16 NUMÉROS + LE CASQUE SANS FIL

12 Mensuels + 4 hors-série
(50,40€*) (19,60€*)

(Prix public 30€)

Le casque audio sans fil est un ensemble émetteur/casque qui est idéal pour une utilisation sur chaîne Hi-fi, téléviseur, ordinateur... sans risque de déranger son voisinage! Avec sa portée de 30 mètres*, il vous apporte une excellente écoute partout dans votre demeure! Il offre une radio FM directement intégrée dans les écouteurs du casque.



SEULEMENT

55€
Au lieu de 100€

UNE RÉDUCTION EXCEPTIONNELLE DE PLUS DE **45%**



L'émetteur peut-être raccordé à la prise casque de n'importe quelle source stéréo, que ce soit audio ou vidéo, tels que télévision, chaîne hifi, lecteur DVD, console de jeux, PC, lecteur Mp3/Mp4, Walkman ou toute source audio ayant une prise jack de 3,5 mm, etc.
*Distance de transmission: jusqu'à 30 mètres sans interférence. Nécessite 2 piles AAA (non fournies) pour casque et 2 piles AAA pour l'émetteur (non fournies)

BULLETIN D'ABONNEMENT

À compléter et à retourner accompagné de votre règlement dans une enveloppe affranchie à: SCIENCE & VIE - SERVICE ABONNEMENTS - TSA 10005 - 8 RUE FRANÇOIS ORY - 92543 MONTROUGE CEDEX

Oui, Je profite de votre offre exceptionnelle:
Je m'abonne à Science & Vie pour 1 an (12 n° + 4 HS) + le casque sans fil pour 55€ seulement au lieu de 100€* (prix public) soit 45% de réduction

Je préfère seulement m'abonner à Science & Vie pour 1 an (12 n° + 4 HS) pour 49 € au lieu de 70€* (prix kiosque) soit 30% de réduction

Je commande uniquement le casque sans fil au prix de 30€* et je joins à mon courrier le règlement total de ma commande.

régle par :

Chèque bancaire ou postal à l'ordre de Science & Vie Carte bancaire

de fin

de Crypto

Date et signature obligatoires

Les 3 chiffres au dos de votre CB

Voici mes coordonnées :

CHS256

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code Postal : _____

Ville : _____

Tél. : _____

Grâce à votre n° de téléphone (portable) nous pourrions vous contacter si besoin pour le suivi de votre abonnement

E-mail : _____

Je souhaite recevoir des newsletters du magazine et des offres promotionnelles des partenaires de Science & Vie (groupe Mondadori)

ABONNEZ-VOUS EN LIGNE SUR LE SITE

www.kiosquemag.com

C'EST RAPIDE, PRATIQUE, FACILE ET SÉCURISÉ

Prix de vente en kiosque. Offre valable pour un 1er abonnement livré en France métropolitaine jusqu'au 31/12/2011 et dans la limite des stocks disponibles. Je peux acquérir chacun des numéros mensuels de Science & Vie au prix de 4,20€ et chacun des hors-série au prix de 4,90€. Le casque sans fil vous sera adressé dans un délai de 4 à 6 semaines après réception de votre commande. Vous ne disposez pas du droit de rétractation pour l'abonnement au magazine. Vous disposez du droit de rétractation pour le casque. Conformément à la loi «informatique et libertés» du 6 janvier 1978, cette opération donne lieu à la collecte de données personnelles pour les besoins de l'opération ainsi qu'à des fins de marketing direct. Ces informations sont nécessaires pour le traitement de votre commande. Vous disposez d'un droit d'accès et de rectification des informations vous concernant ainsi que votre droit d'opposition, en écrivant à l'adresse ci-après. Vous êtes susceptible de recevoir des propositions commerciales de notre société pour des produits et services liés à ceux objet de l'opération. Si vous ne le souhaitez pas, veuillez cocher la case ci-contre Science & Vie - Service Abonnements - TSA10005-8, rue François Ory - 92543 Montrouge Cedex - Mondadori Magazines France SAS RCS 452 791 262 NANTERRE.