

L'ÉVÉNEMENT

Le Monde
Vendredi 22 mars 2013

L'enfance de l'Univers dévoilée

Le satellite européen Planck livre des images inédites sur le cosmos, 380 000 ans après le Big Bang

Si une image vaut mille mots, celle rendue publique jeudi 21 mars par une équipe européenne d'astrophysiciens en vaut encore dix fois plus. Sous l'égide de l'Agence spatiale européenne, ces chercheurs viennent en effet de prendre une photo qui nous ramène 13,8 milliards d'années en arrière. Elle montre l'Univers le plus jeune qui soit possible d'observer, tel qu'il était à ses tout débuts, 380 000 ans seulement après sa création – elle dévoile un rayonnement qui a voyagé jusqu'à nous depuis la nuit des temps.

La qualité de l'image de ce bébé-Univers prise par le satellite Planck est dix fois plus grande que le dernier cliché disponible pris par la NASA en 2003. De quoi non seulement mieux décrire l'histoire qui conduit de l'enfance à l'adulte qu'il est devenu aujourd'hui. Mais aussi de quoi plonger pour la première fois de l'autre côté du miroir et saisir à quoi a ressemblé le Big Bang, moment-clé de nos origines. Avec à la clé quelques surprises.

« Une collègue, pour illustrer la qualité de ce travail, a réalisé trois photos de son enfant. L'une, très floue, correspondant à la précision d'il y a vingt ans. L'autre, plus nette, où l'on reconnaît le bébé, avec la précision d'il y a dix ans. Et enfin, la dernière, avec la qualité d'aujourd'hui, sur laquelle on distingue le nom sur le bracelet ! », explique Alain Riazuelo de l'Institut d'astrophysique de Paris et du CNRS.

Il faut cependant avoir l'œil du spécialiste pour reconnaître un Univers en formation sur l'image prise par la collaboration de Planck, forte de plus de deux cents personnes. A cette époque, l'Univers ne ressemble à rien de ce qu'il est aujourd'hui. Nulle étoile, nulle galaxie, pas le moindre caillou. La matière est chaude, à environ 3 000 °C et elle n'est faite que de particules microscopiques, des électrons et des protons qui, des millions d'années plus tard, s'assembleront en atomes lourds et molécules...

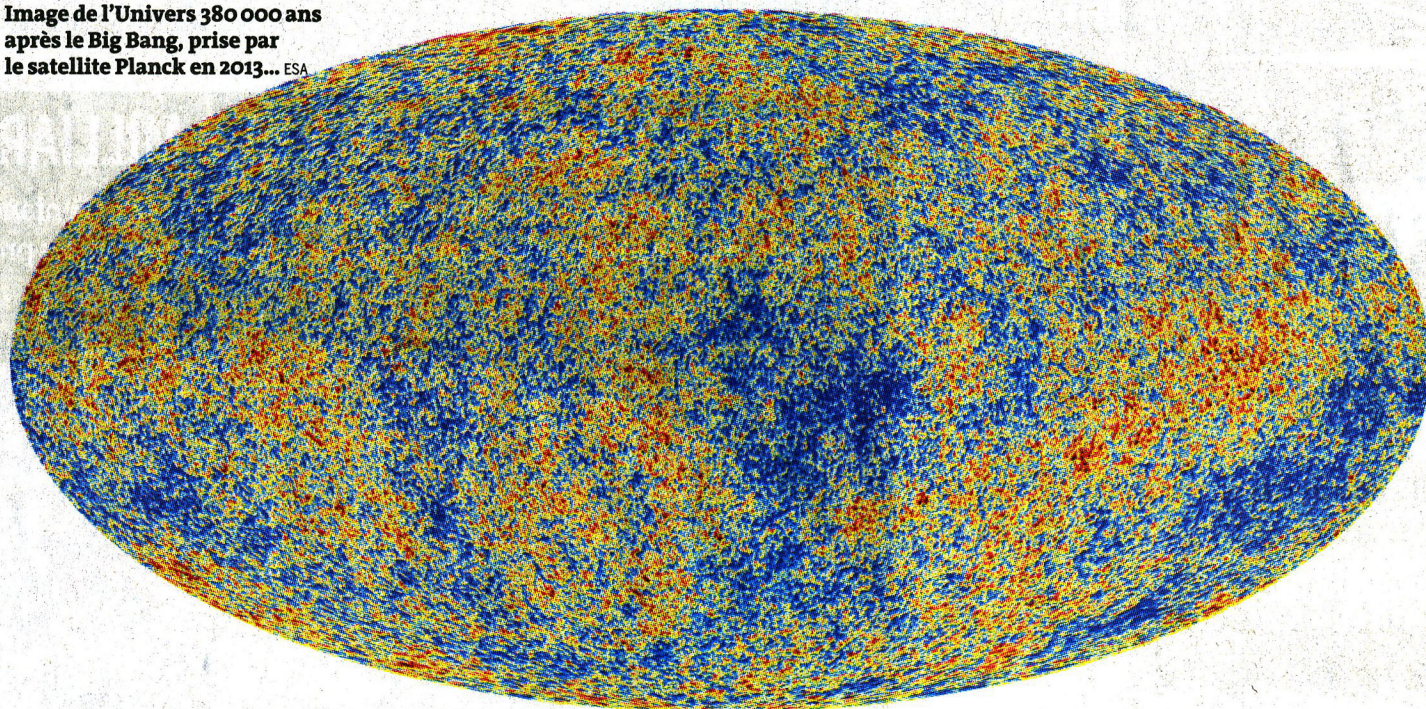
« Planck est capable de repérer des cailloux d'un millimètre au sommet d'une montagne de 1 000 m de haut »
Jean-Loup Puget
Institut d'astrophysique spatiale d'Orsay

Elle est même totalement opaque, car nul grain de lumière ou photon ne peut en sortir. Ceux-ci sautent d'électron en électron sans pouvoir s'extraire de la mélasse bouillonnante. Mais ces électrons jouent aussi avec les protons et finissent par se regrouper avec eux, privant les photons de leurs partenaires. La lumière jaillit. Les instruments du satellite Planck envoyé en 2009 à quelque 1,5 million de kilomètres de la Terre n'ont plus qu'à l'enregistrer.

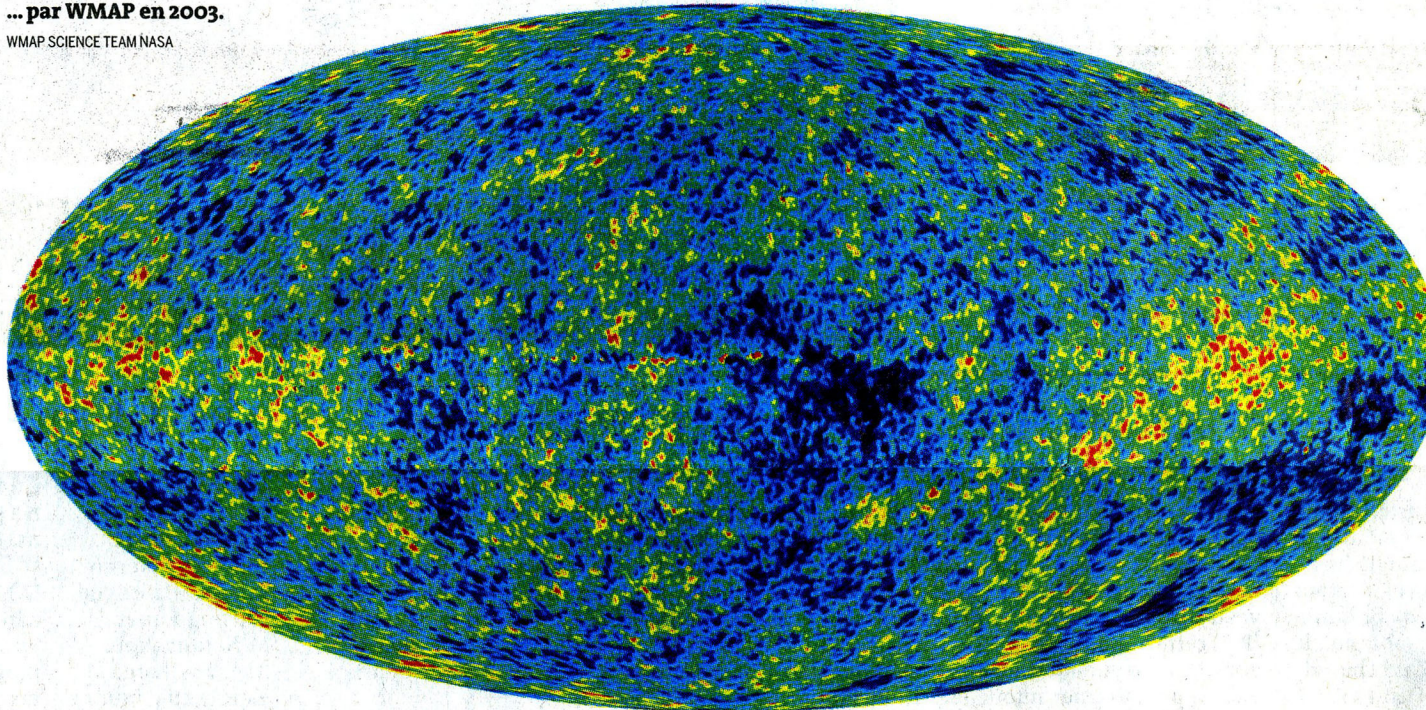
C'est finalement comme s'approcher d'une boîte de nuit bien insonorisée et ouvrir la porte : soudain un bruit assourdit les tympans. Reste à déduire de ce vacarme combien il y a de personnes, combien d'hommes et de femmes, ou l'heure qu'il est...

Dans le cas de Planck, en guise d'ondes sonores, les chercheurs ont affaire à du rayonnement micro-onde (à des fréquences 15 à 500 fois plus élevées que celles des téléphones mobiles en 3G), qu'ils convertissent en température. En outre ce « bruit » ne varie pratiquement pas : quel que soit l'endroit vers lequel pointent les détecteurs, la même température est mesurée, équivalente à quelque - 270 °C. D'où son nom de fond diffus cosmique ou rayonnement fossile.

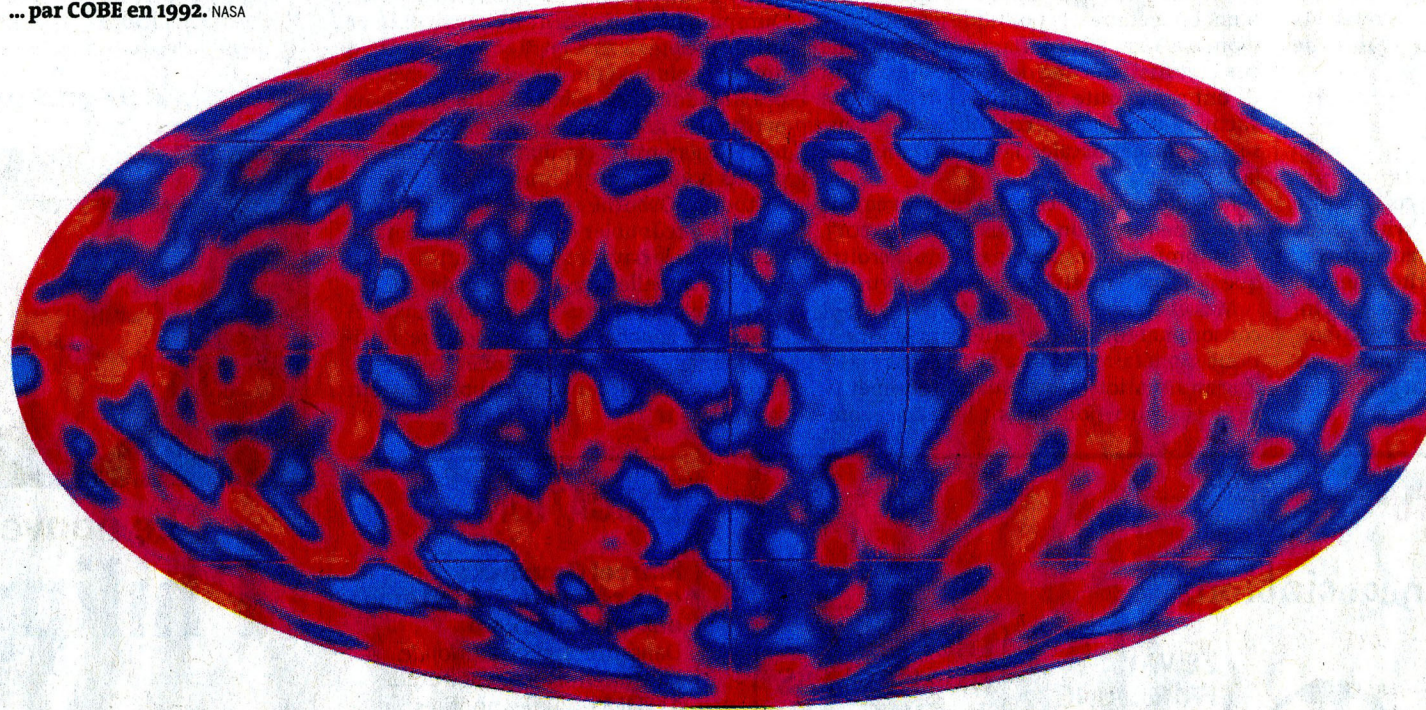
Image de l'Univers 380 000 ans après le Big Bang, prise par le satellite Planck en 2013... ESA



... par WMAP en 2003.
WMAP SCIENCE TEAM NASA



... par COBE en 1992. NASA



Ces trois images ont été prises par des instruments de résolutions différentes. Les taches colorées montrent des disparités de températures entre les points de l'Univers primordial. Entre le bleu (froid) et le rouge (chaud), il n'y a qu'un millionième de degré Celsius d'écart.

Mais tout est dans le « pratiquement ». En réalité, des murmures sont audibles, un million de fois plus faibles que le bruit dominant. « Planck est capable de repérer des cailloux d'un millimètre au sommet d'une montagne de 1 000 mètres de haut », compare Jean-Loup Puget, de l'Institut d'astrophysique spatiale d'Orsay et du CNRS, responsable d'un des instruments de Planck. D'où l'aspect granuleux du cliché, équivalent aux vagues à la surface d'un océan. Ces petites vagues deviendront grandes et donneront naissance aux étoiles, galaxies, amas de galaxies...
« Les quelque 5 millions de pixels

de l'image sont finalement transformés en six paramètres qui décrivent l'Univers et son évolution », explique François Bouchet, du CNRS, l'un des responsables de la mission. Le verdict décrit finalement la recette de la soupe cosmique. L'Univers est composé de 4,8 % de la matière ordinaire que sont nos atomes, de 25,8 % de matière dite noire, invisible aux télescopes (et de nature encore inconnue) et de 69,4 % d'énergie noire, qu'elle pousse à grossir. Cet Univers est également plat comme une gigantesque crêpe, alors que les estimations précédentes laissaient entrevoir la possibilité d'une légère courbure. Les cher-

cheurs estiment aussi la vitesse avec laquelle les galaxies s'éloignent les unes des autres à quelque 66 kilomètres par seconde.

A cette moisson déjà bien fournie, il faut ajouter quelques surprises. La première : les résultats sont légèrement différents de ceux obtenus par le satellite précédent de la NASA, WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe). « Le taux d'expansion de l'Univers que nous trouvons est plus faible et nous avons quelques pourcents de plus de matière noire et ordinaire, mais nous trouvons finalement le même âge pour l'Univers - 13,8 milliards d'années », constate Jean-Loup Puget. Cela pro-

met quelques discussions agitées.

Deuxième surprise, « le modèle standard simple qui décrit l'Univers et son évolution reproduit bien tout ce qu'on observe », ajoute François Bouchet. En particulier, ces analyses valident l'hypothèse qu'un phénomène incroyablement spectaculaire a bien eu lieu juste après le Big Bang et bien avant 380 000 ans : l'inflation.

Cette phase, aux détails encore flous, correspond à une fantastique dilatation de l'espace. Quelques milliardièmes de milliardièmes de milliardièmes de seconde après le Big Bang (le chiffre précis n'est pas encore connu !), l'Univers passe d'une

tête d'épingle à sa taille presque actuelle. Les mots en fait ne suffisent pas à décrire l'événement, car l'expansion correspond en réalité à une multiplication des distances par 10³, un « un » suivi de 25 zéros...

Ce faisant, les petites imperfections primordiales se retrouvent propulsées et imprimées dans l'image du fond diffus, formant les vagueslettes repérées par les instruments. Et de ces variations de densité de matière naîtront les grains de poussière, les étoiles...

Par définition, ces perturbations sont de nature quantique, l'adjectif idoine pour décrire l'infiniment petit. Si bien que nous sommes finalement aussi les enfants de fluctuations quantiques. « L'inflation, c'est un peu ce qui fait bang dans Big Bang », ironise Benjamin Wandelt, à l'Institut d'astrophysique de Paris. « Les détails du fond diffus permettent même de voir comment cette inflation s'est terminée », rappelle François Bouchet. C'est donc aussi une partie invisible de l'histoire que révèle ce cliché. « Nous avons aussi éliminé pas mal de modèles sans inflation », confirme Benjamin Wandelt, qui a testé bon nombre d'hypothèses alternatives.

Cet Univers est plat comme une crêpe ; les estimations précédentes laissaient entrevoir la possibilité d'une légère courbure

En outre, cerise sur le gâteau, les chercheurs ont découvert quels objets massifs les photons fossiles ont rencontré sur leur trajet jusqu'à nous. Des analyses subtiles ont tenu compte des déviations imposées par des structures gigantesques comme les amas de galaxies sur la trajectoire du rayonnement durant ces milliards d'années. « Le travail doit se poursuivre mais d'ores et déjà la coïncidence entre notre carte des grandes structures et celles obtenues par d'autres observations est remarquable », constate Alain Riazuelo.

Enfin, les chercheurs confirment qu'il existe bien une anomalie non encore expliquée par le modèle standard, ni même par aucun autre actuellement. « C'est comme si les amplitudes des vagues de notre image situées très loin l'une de l'autre étaient plus faibles qu'attendu », estime Jean-Loup Puget. « Dans les semaines à venir, des dizaines d'articles fleuriront pour tenter d'expliquer le phénomène », prévoit Alain Riazuelo.

L'histoire est donc loin d'être terminée. Planck ne se contente pas de rendre publics 29 articles d'analyses accompagnés de ces fameuses photos. Il fournit aussi les données pour que d'autres s'en emparent et les confrontent à des théories ou aux autres expériences. « Cette grosse dose d'informations va occuper la communauté pendant au moins dix ans », anticipe Jean-Philippe Uzan de l'Institut d'astrophysique de Paris et qui n'a pas participé à la mission.

L'équipe n'a pas non plus achevé l'analyse de ses propres données. Outre la température, elle a en effet aussi enregistré une propriété du rayonnement, appelée polarisation, qui pourrait encore améliorer nos connaissances sur l'inflation. Cette dernière, en déchirant l'espace avec une telle violence, a créé des ondes de matière qui s'impriment aussi dans le fond diffus. Personne n'a encore vu ces ondes dites gravitationnelles, mais la collaboration Planck dans un an espère soit les voir pour la première fois, soit mieux les cerner. Le bébé Univers n'a pas fini de crier. ■