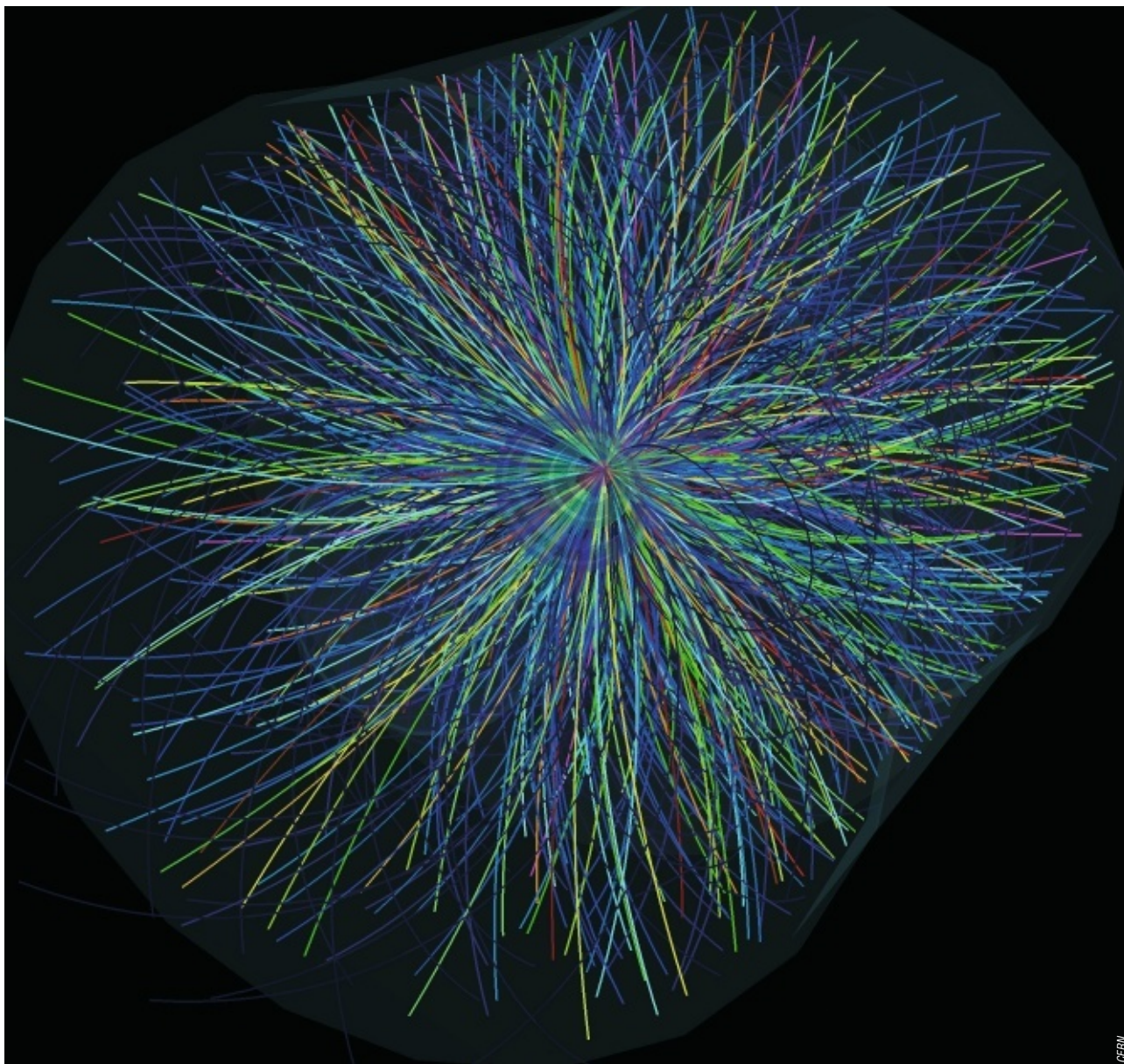




CERN

LES PARTICULES ÉLÉMENTAIRES. ALICE s'est mise en marche pour remonter le temps. Ces multiples filets colorés issus d'un même point représentent la reconstitution par ordinateur des trajectoires des diverses particules produites lors d'une violente collision entre deux ions de plomb. C'est l'un des innombrables événements enregistrés en novembre 2010 par le détecteur ALICE (*A Large Ion Collider Experiment*), au CERN à Genève.

ALICE est l'une des grandes « expériences » menées au LHC (*Large Hadron Collider*), le grand collisionneur de hadrons récemment mis en service, où les énergies de collision sont inédites. Le LHC accélère soit des protons, soit des ions de plomb. Six détecteurs, dont ALICE et trois autres de très grande taille, ATLAS, CMS et LHCb, ont été construits pour y mener diverses expériences. ATLAS et CMS traquent le boson de Higgs. Cette particule, qui n'a pas encore été mise en évidence,

est prédite par le modèle standard, la théorie actuelle des interactions électromagnétique, faible et forte.

En cette ère où la construction d'un accélérateur géant tel que le LHC dure autant que la carrière d'un physicien, la découverte de cette particule est un enjeu essentiel, car le boson de Higgs est l'un des ingrédients clés de la logique du modèle standard. S'il n'est pas découvert, la construction du collisionneur LHC aura-t-elle été inutile ? Sans doute pas : les physiciens seraient très étonnés que le LHC n'apporte pas de trouvailles conséquentes.

En effet, depuis plus de 25 ans, les théoriciens du monde subatomique attendent des résultats expérimentaux importants pour guider leurs spéculations. ATLAS et CMS révéleront peut-être des particules inattendues, que les théoriciens s'empresseront d'exploiter, soit pour départager les idées concurrentes, soit pour ouvrir des pistes originales.

Il est aussi possible que les autres expériences du LHC fournissent des découvertes inattendues. L'expérience LHCb sur la violation de la symétrie CP, liée à l'asymétrie matière-antimatière, en est une première source potentielle. ALICE en est une autre. Ce détecteur de 10 000 tonnes mesure les produits de collisions frontales entre ions de plomb. Ces expériences visent à étudier le changement d'état de la matière qui se produit lorsqu'on détruit les liaisons créées par l'interaction forte. Dans le plasma quarks-gluons ainsi créé, les constituants (quarks et gluons) des protons et des neutrons sont à peu près libres. Cet état n'existe que dans des conditions extrêmes, analogues à celles qui régnaient aux premiers instants de l'Univers. C'est pourquoi ALICE constitue une sorte de machine à remonter le temps. ALICE est-elle sur le point de nous ouvrir un nouveau pays de merveilles... scientifiques ?

LE RAYONNEMENT DE FOND COSMOLOGIQUE.

Sur cette image du ciel en micro-ondes, on distingue, en arrière-plan du disque de la Voie lactée et du milieu interstellaire, le motif granulaire du fond diffus cosmologique. C'est pour cartographier avec précision ce fossile de la première lumière émise dans l'Univers qu'a été lancé en 2009 le satellite *Planck*.

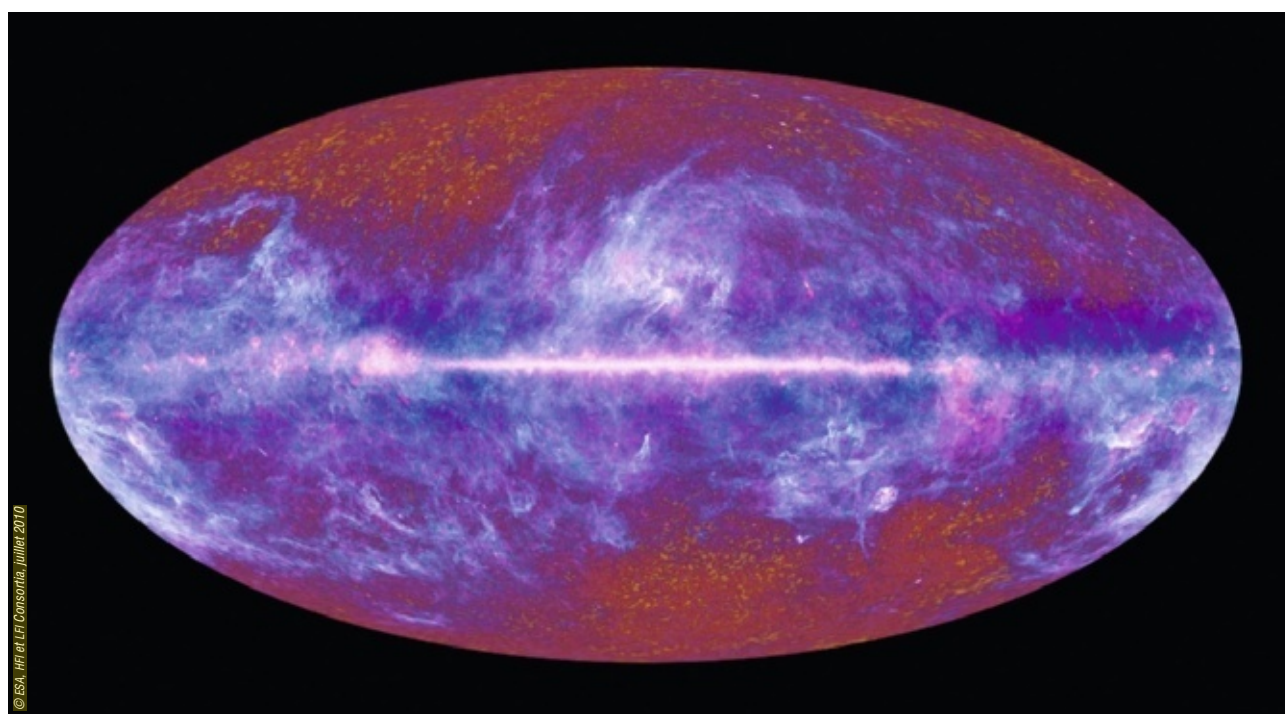
Le rayonnement du fond diffus a été émis 380 000 ans après le Big Bang, lorsque les électrons se sont recombinés aux noyaux pour former les atomes. C'est un élément clef du modèle standard de la cosmologie, qui décrit comment l'Univers a évolué en se dilatant et en se refroidissant à partir d'une phase chaude et dense.

Le tableau est aujourd'hui le suivant : la matière usuelle, ou baryonique, ne représente que quatre

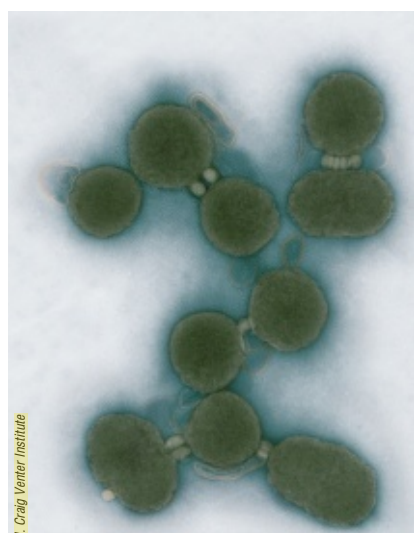
pour cent du contenu en énergie du cosmos. Le reste se partage entre la matière noire (24 pour cent), composée de particules massives sans interactions avec la matière ordinaire, et l'énergie sombre (72 pour cent), qui crée une répulsion gravitationnelle et provoquerait l'accélération de l'expansion cosmique. Dans les premières fractions de seconde, une brève phase d'expansion accélérée, l'inflation, a homogénéisé le contenu de l'Univers et engendré les infimes fluctuations de densité détectées dans l'image du fond diffus. Ces fluctuations de densité ont par la suite donné naissance, par l'action de la gravité, aux galaxies et amas de galaxies. Mais de nombreuses questions demeurent. Que sont la matière noire et l'énergie sombre ? Existe-t-il des modèles alternatifs qui s'en passent ? Quel est le moteur

de l'inflation ? Quelle est la bonne théorie physique pour décrire l'Univers primordial ?

En améliorant la résolution et la sensibilité de la carte des fluctuations du fond diffus, le satellite *Planck* apportera des éléments de réponse. Préciser les proportions de matière baryonique, de matière noire et d'énergie sombre permettra de mieux contraindre les hypothèses sur leur nature, de mieux tester les prédictions sur la nucléosynthèse ou de vérifier que la courbure de l'Univers est nulle. Par ailleurs, *Planck* livrera la première carte précise de la polarisation du fond diffus, qui pourrait révéler la trace d'ondes gravitationnelles primordiales. Tous ces résultats, et d'autres, telle la cartographie des grandes structures, permettront d'affiner les modèles d'évolution de l'Univers. □



© ESA, Irfi et Lef Consortium, juillet 2010



J. Craig Venter Institute

LA BIOLOGIE SYNTHÉTIQUE. Ces cellules, vues ici en microscopie électronique à transmission, ont fait parler d'elles en mai 2010. Elles ont été reprogrammées au moyen d'un génome synthétique : des chercheurs de l'Institut J. Craig Venter, aux États-Unis, ont synthétisé un génome presque identique à celui d'une bactérie connue et l'ont introduit dans une espèce bactérienne proche. Après la division cellulaire, les cellules filles qui en avaient hérité ont changé d'identité, se mettant à produire les protéines codées par le génome synthétique. Ces travaux ont inauguré l'ère de la biologie synthétique. La méthode, nouvelle étape du génie génétique, est simple en théorie : identifier des séquences génétiques qui remplissent des fonctions souhaitées, les combiner pour obtenir des fonctions plus complexes, et les insérer dans des cellules, qui exécuteront alors ces fonctions.

Les applications potentielles sont multiples : spécialiser des cellules dans la production de molécules utiles ou dans la capture du dioxyde de carbone, les rendre résistantes à des virus, voire, à plus long terme, faire revivre des bactéries anciennes ou créer de nouveaux organismes... Mais les obstacles sont nombreux. On est loin de connaître tous les gènes nécessaires à une tâche, le rôle des autres constituants cellulaires, l'impact de la réduction du génome sur l'adaptabilité d'une cellule, etc. Et il faut que les travaux s'accompagnent de toutes les précautions éthiques et expérimentales nécessaires. □