



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

LHC et physique des particules : derniers résultats et nouveaux enjeux

Conférence de presse

Lundi 25 juillet 2011, à Grenoble

DOSSIER DE PRESSE

Contacts

Presse CNRS | Priscilla Dacher | T 01 44 96 46 06 - 06 74 53 04 62 | priscilla.dacher@cnrs-dir.fr
Laure Mégas | T 01 44 96 46 42 | laure.megas@cnrs-dir.fr



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

SOMMAIRE

- Invitation presse
- Communiqué du Cern « Les expériences LHC présentent leurs derniers résultats lors de la conférence Europhysics sur la physique des hautes énergies » (21 juillet 2011)
- Les intervenants
- Lauréats de la division de physique des hautes énergies de la Société européenne de physique (EPS)
- Remise du Prix de physique des hautes énergies et de physique des particules de la Société européenne de physique (EPS) le 25 juillet 2011 à trois physiciens
- Le LHC en bref
- Communiqué du Cern « Le LHC atteint son objectif pour 2011 » (17 juin 2011)
- La stratégie européenne en physique des particules
- Astroparticules : on en a parlé en 2011
- HEP 2011
- Lexique
- Visuels et vidéos disponibles



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

INVITATION PRESSE | PARIS | 11 JUILLET 2011

Conférence de presse – LHC et physique des particules : derniers résultats et nouveaux enjeux

Le lundi 25 juillet, à 13H30

à Grenoble

Alpexpo / Espace Alpes Congrès

Accès en Tram A (station: Pôle Sud / Alpexpo)

Quels nouveaux secrets les neutrinos ont-ils révélés ? Matière noire, boson de Higgs, où en sont les découvertes ? Après plus d'un an de fonctionnement, c'est l'heure du premier bilan pour le LHC. Mi-juin, ses expériences ont atteint plus de 70 millions de collisions en 3 mois, soit l'objectif fixé pour l'ensemble de l'année 2011. Cette performance laisse espérer des avancées dans les mois qui viennent, alors que se discutent déjà l'avenir du LHC et le démarrage de nouveaux projets : quelle stratégie adopter en Europe aujourd'hui pour la physique des particules de demain ?

Ces thématiques seront explorées lors de la conférence « **Europhysics Conference on High Energy Physics** » - HEP 2011 - qui réunira plus de 700 physiciens du monde entier. Rendez-vous incontournable en physique des hautes énergies, cette conférence est organisée cette année par la Société européenne de physique, avec le soutien de la communauté scientifique française (CNRS et CEA). Venez découvrir, lors de la conférence de presse, les tout derniers résultats 2011 en physique des particules ainsi que les perspectives pour l'avenir.

- **Introduction par Fabio Zwirner**, président de la division physique des hautes énergies de la Société européenne de physique (EPS)
- **Présentation des derniers résultats du LHC par Rolf Heuer**, directeur général du Cern¹
- **Le LHC et autres projets : quelle stratégie européenne en physique des particules ?** par **Michel Spiro**, président du conseil du Cern et directeur scientifique référent du CNRS pour la région Alpes

¹ Le Cern (organisation européenne pour la recherche nucléaire), laboratoire de recherche en physique des particules, a son siège à Genève et son principal accélérateur est le LHC (Grand collisionneur de hadrons).



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

- **Astroparticules en Europe : les dernières avancées et les enjeux à venir** par **Stavros Katsanevas**, coordinateur adjoint d'ASPERA² et directeur adjoint scientifique de l'IN2P3³-CNRS pour les astroparticules et les neutrinos

La conférence de presse, en langue anglaise, fera l'objet d'une traduction simultanée en français et sera suivie d'une collation.

En direct en webcast :

La conférence de presse sera filmée et retransmise en direct en webcast (accessible sur Internet) : <http://webcast.in2p3.fr/live/HEP2011>. Des questions pourront être adressées aux intervenants *via* twitter (merci de nous contacter pour obtenir le nom d'utilisateur twitter).

Accréditation nécessaire : *si vous venez au colloque et/ou à la conférence de presse, merci de vous inscrire impérativement, avant le 22 juillet, auprès du bureau de presse du CNRS (cf. contacts ci-dessous).*

Pour en savoir plus sur le colloque HEP 2011 : <http://eps-hep2011.eu/>

(Les sessions scientifiques plénières du samedi 23, lundi 25, mardi 26 et mercredi 27 juillet seront retransmises en direct sur <http://webcast.in2p3.fr/live/HEP2011>).

Contacts

Presse CNRS | Priscilla Dacher | T 01 44 96 46 06- 06 74 53 04 62 | priscilla.dacher@cnrs-dir.fr
Laure Mégas | T 01 44 96 46 42 | laure.megas@cnrs-dir.fr

² ASPERA est le réseau européen des agences de financement de la recherche en astroparticules : www.aspera-eu.org

³ Institut national de physique nucléaire et de physique des particules du CNRS

Les expériences LHC présentent leurs derniers résultats lors de la conférence Europhysics sur la physique des hautes énergies

Genève, le 21 juillet 2011. La première des grandes conférences d'été sur la physique des particules ouvre ses portes aujourd'hui à Grenoble. Toutes les expériences LHC y présenteront leurs résultats et une conférence de presse se déroulera le lundi 25 juillet. Cette conférence fait suite à un début d'exploitation du LHC particulièrement réussi en 2011 et les résultats sont attendus avec impatience.

« La quantité de données recueillies à ce jour équivaut à ce qui était prévu pour toute l'année 2011 ; c'est déjà en soi une belle réussite pour le LHC », a estimé le Directeur général du CERN, Rolf Heuer. S'il est encore trop tôt pour les grandes découvertes, les expériences accumulent déjà des résultats intéressants. »

Les expériences LHC présenteront des mesures d'une précision accrue de processus connus du modèle actuel de la physique des particules, le Modèle standard. Elles présenteront également de nouvelles mesures et limites concernant des phénomènes et des particules recherchés depuis longtemps, comme le boson de Higgs.

« Nous nous rapprochons toujours plus de la découverte du boson de Higgs prédit par le Modèle standard ou de son exclusion », a indiqué Sergio Bertolucci, directeur de la recherche et de l'informatique du CERN. Dans un cas comme dans l'autre, il s'agira d'une grande nouvelle pour la physique. La découverte du boson de Higgs nous permettrait de commencer à étudier en détail cette particule ; quant à son exclusion, elle prouverait que le Modèle standard est incomplet et qu'il doit donc y avoir des phénomènes nouveaux à la portée du LHC. »

La rapidité avec laquelle les expériences ont pu analyser les données est sans précédent. La Grille de calcul mondiale pour le LHC, qui relie des centres de calcul du monde entier, s'est montrée à la hauteur de la tâche en réalisant régulièrement jusqu'à 200 000 opérations d'analyses de physique simultanément.

« Grâce aux données que nous avons déjà analysées et en nous fondant sur nos mesures détaillées des processus du Modèle standard, nous commençons à sonder une grande partie de la gamme de masses possibles pour le boson de Higgs et à étudier différents scénarios pour une nouvelle physique », a indiqué Fabiola Gianotti, porte-parole d'ATLAS.

« Nous faisons nos premiers pas dans ce nouveau paysage de la physique », a souligné Guido Tonelli, porte-parole de l'expérience CMS, et c'est formidable de voir avec quelle rapidité nous obtenons de nouveaux résultats. Je suis sûr que très rapidement le boson de Higgs prédit par le Modèle standard n'aura plus beaucoup d'endroits où se cacher. »

Parmi les annonces attendues lors de la conférence figurent des rapports des collaborations LHC sur les observations suggestives faites par les expériences CDF et D0 au Laboratoire Fermi (États-Unis). Ainsi, concernant les désintégrations du quark *b*, l'expérience D0 a observé une différence de comportement entre la matière et l'antimatière, tandis que CDF a annoncé il y a peu des mesures d'un processus rare qui semblent contredire le Modèle standard et pourraient annoncer une nouvelle physique.

*« Les expériences LHC n'ont jamais été aussi près d'établir s'il s'agit ou non de signaux réels », a déclaré Pierluigi Campana, porte-parole de LHCb. La sensibilité de LHCb notamment dépasse à présent celle des expériences précédentes pour certaines mesures essentielles de la physique du quark *b* et, pour d'autres mesures, elle s'en rapproche rapidement. »*

Ce ne sont là que les premiers résultats. De nombreux autres sont attendus. En physique des particules, une découverte est le résultat d'un exercice de longue haleine qui nécessite de passer au crible de très grandes quantités de données à la recherche de processus rares. L'objectif fixé pour la quantité de données du LHC en 2011 et 2012 doit permettre aux expériences d'explorer une nouvelle physique accessible avec l'énergie

d'exploitation actuelle du LHC, soit 3,5 TeV par faisceau. À ce jour, un dixième de cette quantité totale de données a été recueilli.

La conférence débute aujourd'hui avec des sessions parallèles qui se prolongeront tout au long du week-end, suivies lundi des sessions plénières. Lundi 25 juillet, à 13 h 30, une conférence de presse sera donnée au cours de laquelle Fabio Zwirner, président de la division physique des hautes énergies de la Société européenne de physique (EPS), annoncera les prix 2011 de physique des hautes énergies de la Société européenne de physique ; Rolf Heuer, directeur général du CERN, présentera les derniers résultats du LHC ; Michel Spiro, président du Conseil du CERN, évoquera la stratégie européenne pour la physique des particules et Stavros Katsanevas, directeur adjoint de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3) du CNRS présentera les dernières avancées de la physique des astroparticules en Europe.

Pour suivre la conférence de presse ou obtenir des informations complémentaires, veuillez consulter le site : <http://www2.cnrs.fr/presse/communiqu2225.htm>

Pour plus d'informations sur la conférence Europhysics sur la physique des hautes énergies, consultez : <http://eps-hep2011.eu/>

Pour suivre les retransmissions sur le web : <http://webcast.in2p3.fr/live/HEP2011>

Contact

Perrine Royole-Degieux – CNRS/IN2P3 communications:

Contact-press@eps-hep2011.eu

+33 (0)4 73 40 54 59

+33 (0)6 74 11 73 78

Priscilla Dacher - CNRS press office

+33 (0)1 44 96 46 06

+33 (0)6 74 53 04 62

CERN Press Office, press.office@cern.ch

+41 22 767 34 32

+41 22 767 21 41

Pour suivre le CERN:

www.cern.ch

<http://twitter.com/cern/>

<http://www.youtube.com/user/CERNTV>

<http://www.quantumdiaries.org/>

1. Le CERN, Organisation européenne pour la recherche nucléaire, est le plus éminent laboratoire de recherche en physique des particules du monde. Il a son siège à Genève. Ses États membres actuels sont les suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Italie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République slovaque, République tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse. La Roumanie est un candidat à l'adhésion. La Commission européenne, les États-Unis d'Amérique, la Fédération de Russie, l'Inde, Israël, le Japon, la Turquie et l'UNESCO ont le statut d'observateur.



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

Les intervenants



Le professeur **Fabio Zwirner** préside la division des hautes énergies et de la physique des particules de la Société européenne de physique depuis 2009. Il a obtenu son doctorat au SISSA, école internationale supérieure d'études avancées basée à Trieste, en 1987. Au cours de la décennie suivante, il a effectué des recherches au sein des groupes de physique théorique de l'Université de Californie à Berkeley, de l'Institut national italien de physique nucléaire (INFN) à Padoue, et du Cern. En 2000, il a obtenu une chaire à l'Université de Rome. En 2005, il a rejoint l'Université de Padoue dont il occupe actuellement une chaire. Ses travaux scientifiques ont porté sur la théorie et la phénoménologie des interactions fondamentales.

En particulier, il a exploré plusieurs modèles (dont certains sont basés sur la supersymétrie et/ou sur les dimensions supplémentaires) dans le but d'aller au-delà du modèle standard. Il a œuvré au sein de plusieurs comités scientifiques internationaux et de comités de rédaction, et il est l'actuel président du comité de politique scientifique du Cern.



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives



Le professeur **Rolf-Dieter Heuer** est directeur général du Cern depuis janvier 2009. Il a obtenu son doctorat à l'Université d'Heidelberg en 1977. L'essentiel de son travail scientifique a porté sur l'étude des réactions électron-positron, le développement des techniques expérimentales, ainsi que la construction et le fonctionnement d'importants systèmes de détection. De 1984 à 1998, le professeur Heuer a fait partie du personnel du Cern, où il a travaillé sur l'expérience OPAL réalisée à l'anneau de stockage du grand collisionneur électron-positron (LEP). Durant les 15 années passées au Cern, il a occupé des postes à haute responsabilité dans le cadre de cette expérience, dont il a été le porte-parole de 1994 à 1998. En 1998, il a obtenu une chaire à l'Université de Hambourg. Il a ensuite créé un groupe de travail destiné à préparer des expériences au niveau d'un collisionneur linéaire électron-positron (Linear Collider). Ce groupe n'a pas tardé à devenir une référence mondiale dans son domaine.

De 2004 à 2008, le professeur Heuer a été directeur de recherche en physique des particules et des astroparticules au sein du laboratoire DESY, membre de l'association Helmholtz. Le professeur Heuer a été membre de plusieurs comités scientifiques et d'organismes consultatifs auprès desquels il a acquis une solide expertise dans la supervision de projets, ainsi que dans l'évaluation et la promotion des personnes.



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives



Élu président du conseil du Cern en décembre 2009, **Michel Spiro**, 63 ans, est également directeur scientifique référent du CNRS pour la région Alpes. Il a été directeur de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3) du CNRS, délégué scientifique français au Conseil du Cern de 2003 à 2010 et président du comité des très grands équipements du CNRS de 2005 à mars 2011. Auparavant, il a été président du comité scientifique des expériences auprès du LEP⁴ de 1998 à 2001. Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Michel Spiro a passé sa thèse de doctorat ès sciences à Saclay, au CEA, où il entre en 1970. En 1991, il est promu chef du service de physique des particules (SPP) du Dapnia (devenu depuis l'Irfu⁵ du CEA) qu'il dirige jusqu'en 1999. Il devient chargé de mission au CEA et directeur adjoint scientifique à l'IN2P3/CNRS, pour l'astroparticule et les neutrinos.

En 2002, il est nommé chef du Dapnia. Ses premières recherches en physique des particules le conduisent à participer à la découverte des bosons intermédiaires W et Z (expérience UA1). Il se dirige ensuite vers l'étude des particules en provenance du cosmos, en participant à l'expérience Gallex de détection des neutrinos solaires et à l'expérience Naines brunes, devenue depuis l'expérience de recherche d'objets sombres (Eros). La qualité de ses recherches lui vaut de nombreux prix, notamment les prix Joliot-Curie de la Société française de physique en 1983, prix Félix Robin de la Société française de physique en 1999 et prix de l'Association française pour le rayonnement international en 2000.

⁴ grand collisionneur électron-positron du Cern

⁵ Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives



Stavros Katsanevas, 58 ans, professeur depuis 2004 à l'Université de Paris Diderot, est également directeur scientifique adjoint de l'Institut national de physique nucléaire et physique des particules du CNRS depuis 2002. Depuis cette date, il dirige au CNRS le programme interdisciplinaire « Astroparticule ». En 2006, il a été à l'initiative de la création du réseau européen des agences de financement de la recherche en astroparticules : ASPERA⁶. Ce réseau, qu'il a coordonné durant trois ans et dont il est désormais coordinateur adjoint, a permis l'élaboration de la première feuille de route européenne pour l'astroparticule en 2008. De plus, Stavros Katsanevas préside le conseil de l'Observatoire européen gravitationnel, tout en étant notamment membre du comité directeur d'ApPEC⁷ et du groupe de l'OECD Astroparticle Physics International Forum. Il est aussi l'un des « principal investigators » de l'Institut de la physique et des mathématiques de l'Université de Tokyo depuis 2007.

Né à Athènes où il a obtenu un doctorat en physique en 1985, il a enseigné à l'université d'Athènes avant d'être professeur à l'université Lyon 1 en 1996. Il a travaillé au sein des accélérateurs du Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab) aux Etats-Unis, où il a étudié la chromodynamique quantique. Puis, au Cern, il s'est intéressé à la physique du plasma quark-gluon ainsi qu'au modèle standard et à la recherche de la supersymétrie. Au LEP, il a occupé plusieurs postes à responsabilité dans le cadre de l'expérience DELPHI. Enfin, certains de ses travaux de recherche ont concerné la physique du neutrino (expériences sur le phénomène d'oscillation des neutrinos) et l'astroparticule (télescopes neutrino).

⁶ ASPERA (Astroparticle Physics European Research Area network) est le réseau européen des agences de financement de la recherche en astroparticules : www.aspera-eu.org

⁷ Astroparticle European Coordination

Lauréats de la division de physique des hautes énergies de la Société européenne de physique (EPS)

La Division de Physique des Hautes Énergies de la Société Européenne de Physique (EPS HEPP) annonce ses lauréats pour les prix 2011 qui seront décernés au cours de la conférence **EPS-HEP 2011** (Europhysics Conference on High-Energy Physics) à Grenoble (France) du 21-27 juillet 2011.

<http://eps-hep2011.eu/>

Le **Prix de Physique des Particules et des Hautes Energies 2011** pour une contribution exceptionnelle à la physique des hautes énergies dans un domaine expérimental, théorique ou technologique, est attribué à **Sheldon Lee Glashow, Jean Iliopoulos et Luciano Maiani** "Pour leur contribution essentielle à la théorie de la saveur, actuellement intégrée dans la théorie standard des interactions fortes et électrofaibles".

Le **Prix Giuseppe et Vanna Cocconi 2011** pour une contribution exceptionnelle dans un domaine expérimental ou théorique en astroparticules et cosmologie est attribué à **Paolo de Bernardis et Paul Richards** "Pour leur remarquable contribution à l'étude du rayonnement fossile avec les expériences de ballons stratosphériques BOOMERANG et MAXIMA".

La **Médaille Gribov 2011** pour un travail remarquable par un(e) physicien(ne) en début de carrière en physique théorique des particules ou théorie des champs est décernée à **Davide Gaiotto** "Pour la découverte de nouvelles facettes de la dynamique des théories de jauge supersymétriques en quatre dimensions, et en particulier pour la découverte d'une large classe de théories superconformes à quatre dimensions, ainsi que pour avoir établi avec d'autres des relations importantes et complexes entre les théories de la gravité à deux dimensions et les théories de jauge en quatre dimensions. "

Le **Prix Jeune Physicien(ne) 2011** pour des travaux remarquables effectués par un ou plusieurs physicien(ne)s en début de carrière dans le domaine de la physique des particules ou des astroparticules est décerné à **Paolo Creminelli** "Pour sa contribution au développement d'une approche solide de théorie des champs en cosmologie des débuts de l'univers, et pour ses études des fluctuations non-gaussiennes du fond cosmique de micro-ondes", et à **Andrea Rizzi** "Pour ses contributions aux logiciels de reconstruction et au programme de physique de l'expérience CMS au LHC".

Le **Prix 2011 de Sensibilisation à la Physique** pour des réalisations exceptionnelles liées à la physique des hautes énergies ou aux astroparticules est décerné à **Christine Kourkouvelis et Sofoklis Sotiriou** "Pour la construction des ressources pédagogiques permettant de familiariser les enseignants et étudiants au processus de recherche en physique des particules et à ses résultats, tant au niveau national qu'à travers l'Europe."

Des physiciens ayant montré comment un nouveau quark pouvait résoudre des énigmes de longue date recevront un prix prestigieux à Grenoble.

Le "Prix de Physique des Hautes Energies et de Physique des Particules" de la Société Européenne de Physique a été attribué pour 2011 à trois physiciens théoriciens: Sheldon Lee Glashow (Université de Boston, Etats-Unis), Jean Iliopoulos (Ecole Normale Supérieure, Paris, France) et Luciano Maiani (Université de Rome La Sapienza, Italie). En 1970, ils ont découvert un argument décisif pour l'existence d'une particule encore à découvrir - le quark "charme" – de façon à résoudre un certain nombre de problèmes auxquels les physiciens des particules étaient confrontés à l'époque. Leur proposition, désormais appelée « mécanisme de GIM », en fonction des initiales des trois auteurs, a été spectaculairement confirmée quatre ans plus tard, lorsque des particules contenant le quark charme ont finalement été découvertes.

La cérémonie de remise des prix aura lieu lors de la conférence EPS-HEP 2011 à Grenoble le 25 juillet (voir <http://eps-hep2011.eu/>).

En 1970, il était déjà entendu que les constituants microscopiques de la matière sont les quarks et les leptons (tel que l'électron et les neutrinos), mais il n'y avait de preuves que pour trois types de quarks. Il était aussi connu qu'alors que le type d'un quark, sa « saveur », pouvait changer au cours d'une interaction faible, tous les processus avec « changement de saveur » n'étaient pas observés. Les processus associés aux courants neutres n'étaient pas observés, comme s'ils étaient interdits, ou du moins fortement inhibés par un mécanisme inconnu.

Les trois physiciens ont montré que l'introduction d'un quatrième quark, le quark « charme », encore à découvrir à l'époque, permettait de généraliser la description unifiée des interactions faibles introduite précédemment par Nicola Cabibbo. Et ce, d'une façon qui ne permettrait les courants neutres avec changement de saveur qu'à travers de minuscules effets quantiques : pour expliquer la rareté de telles transitions, la masse du quark « charme » devait être jusqu'à deux fois celle du proton.

La suite appartient à l'histoire. Tout d'abord, les courants neutres faibles, sans changement de saveur, ont été découverts par la collaboration Gargamelle au milieu des années 70. Le mécanisme de GIM est devenu plus tard la pierre angulaire de la théorie standard des interactions fortes et électrofaibles (laquelle partie électrofaible permit à Sheldon Glashow de partager le prix Nobel 1979 avec Abdus Salam et Steven Weinberg) et demeure à l'oeuvre dans la version moderne avec trois familles de quarks et de leptons. De nos jours, la structure en saveur de la théorie standard dans le secteur des quarks est vérifiée avec une précision extraordinaire et sans cesse améliorée.

À l'heure actuelle la théorie standard est scrutée intensément auprès du grand collisionneur hadronique LHC au CERN, qui pourra bientôt confirmer la prédiction de l'existence du boson de Higgs, ou l'infirmer pour la remplacer par une nouvelle physique.

Il est un fait remarquable que la présence ou non d'un mécanisme de GIM intégré s'est avérée un critère essentiel pour discriminer les nombreux modèles de nouvelle physique proposés à ce jour et qui portent des noms évocateurs tels la technicologie, la supersymétrie ou les dimensions supplémentaires.

Le professeur Paris Sphicas, de l'université d'Athènes et du CERN, actuel secrétaire du Conseil pour la Physique des Hautes Energies et la Physique des Particules (« EPSHEPP Board »), a déclaré que « *Le mécanisme de GIM a été une démarche audacieuse, qui exige rien de moins que l'existence d'une nouvelle particule, un quatrième quark qui était inconnu à l'époque. Quarante ans après sa création, elle demeure un sujet essentiel et une inspiration pour tous les cours sur la physique des particules* ».

Le Docteur Yves Sirois, de l'Ecole Polytechnique à Palaiseau et Directeur de Recherche au CNRS, a ajouté: « *L'invention du mécanisme de GIM a été une percée décisive, permettant à un modèle pour les leptons en interaction avec les photons et les bosons faibles de devenir ce qui est connu aujourd'hui comme le « modèle*

standard», une théorie pour les interactions fondamentales des constituants ultimes de la matière, les leptons et les quarks ".

Source et contact:

Professeur Fabio Zwirner, président du Conseil de l' « EPS HEPP Board », fabio.zwirner@pd.infn.it

Pour en savoir plus:

http://www.scholarpedia.org/article/Glashow-Iliopoulos-Maiani_mechanism

Publication originale: S.L. Glashow, J. Iliopoulos and L. Maiani, "Weak Interactions with Lepton-Hadron Symmetry", Phys. Rev. D2 (1970) 1285.



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

Le LHC en bref

Avec des premières collisions en novembre 2009, le Grand Collisionneur de Hadrons (Large Hadron Collider ; LHC) est désormais le plus puissant des accélérateurs de particules au monde. Il est situé dans un anneau de 27 kilomètres et enterré à 100 m sous terre à la frontière franco-suisse, près de Genève. Son principe : des protons (ou des ions) de très haute énergie circulant dans deux faisceaux tournant à contre-sens se choquent les uns contre les autres, dans le but de rechercher des indices de la **supersymétrie**, de la nature de la **matière noire** et de l'origine de la **masse des particules élémentaires**.

Dans la majeure partie de l'anneau, les faisceaux voyagent dans deux lignes sous vide séparées, mais en quatre points d'interactions, ils se heurtent au sein des quatre expériences principales, appelées **Atlas**, **CMS**, **Alice** et **LHCb**. L'énergie des protons (ou des ions) est transformée au moment du choc en une myriade de particules, que les détecteurs très sophistiqués de ces quatre expériences observent avec attention. Les détecteurs pourront voir jusqu'à 600 millions de collisions par seconde pour y déceler les signes d'événements extrêmement rares. La technologie de grille de calcul permet à des centaines de centres de calcul dispersés dans le monde entier de mettre en commun leur puissance de calcul et leur capacité de stockage pour pouvoir traiter quelques 15 millions de milliards d'octets par an.

Les enjeux scientifiques du LHC

Le collisionneur LHC équipé de ses détecteurs de particules va permettre d'accroître notre connaissance de la nature dans l'infiniment grand et dans l'infiniment petit. C'est une formidable machine à remonter le temps pour essayer de comprendre les tout premiers instants de l'Univers.

Dans les années 1960-70, le modèle standard de la physique des particules est élaboré et propose la meilleure description que l'on connaisse des constituants élémentaires de la matière et des forces qui s'exercent entre eux. Dans ce modèle, les particules élémentaires se classent en particules de matière, aussi appelées **fermions** (comprenant les quarks et les leptons) et en particules médiatrices des forces, les bosons.

Selon l'état actuel des connaissances, la matière est décrite à l'aide de douze particules de matière élémentaires (6 quarks et 6 leptons), classées en trois familles. Chaque famille comprend deux quarks et deux leptons, l'un chargé (comme l'électron ou le muon) et son neutrino associé.

Les douze particules élémentaires, classées en trois familles de fermions :

	1	2	3
Quarks	up (u)	Charme ou charm (c)	top (t)
	down (d)	Etrange ou strange (s)	bottom ou beauty(b)
Leptons	neutrino électronique	neutrino muonique	neutrino tauique
	électron	muon	tau



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

Toutes les particules de matière ont également un équivalent en antimatière, une forme de matière en quelque sorte « inversée » ou matière « miroir », qui a des caractéristiques, comme la charge, inversées, ce qui donne un total de 24 particules.

Les quatre interactions fondamentales sont véhiculées par leurs bosons « intermédiaires » : le photon pour l'interaction électromagnétique, les bosons W et Z pour l'interaction nucléaire faible, les gluons pour l'interaction nucléaire forte. La gravitation est véhiculée par le graviton, mais ne peut être décrite dans le formalisme quantique actuel.

Le modèle standard fait également appel à un certain nombre de paramètres définissant les couplages entre ces différentes particules. Seuls les quarks ne sont jamais observés individuellement, mais toujours sous la forme d'un assemblage de trois quarks (les baryons, comme le proton ou le neutron), ou bien d'un quark et d'un antiquark (les mésons, comme le pion ou le kaon).

Les grandes questions en physique des particules

Depuis 1973, le modèle standard a été vérifié dans de nombreuses expériences, et n'a jamais été mis en défaut. Cependant les théoriciens le considèrent comme incomplet car il reste encore un grand nombre de questions dont certaines réponses sont peut-être au-delà de ce modèle :

Quelle est l'origine de la masse des particules ?

Le modèle standard possède un mécanisme dit de « brisure de symétrie » qui donne la masse aux particules élémentaires que nous connaissons. Ce mécanisme fait apparaître une particule appelée boson de Higgs, la « clé de voûte » du modèle standard. Le collisionneur LHC devrait permettre d'observer cette particule hypothétique et d'en mesurer la masse. Mais démontrer au LHC que ce Higgs standard n'existe pas aurait certainement un impact tout aussi grand entraînant une révolution de notre vision de l'infiniment petit.

Pourquoi l'antimatière est-elle si rare ?

Au début du Big Bang, matière et antimatière étaient en quantités égales mais aujourd'hui l'antimatière semble être très rare. C'est en étudiant des processus particuliers dans les collisions des particules du LHC que l'on aura une compréhension plus fine du processus par lequel ce déséquilibre a pu se produire. L'une des expériences du LHC est dédiée à cette recherche.

Peut-on comprendre la soupe primordiale de l'Univers ?

Aux premiers instants de l'Univers la température était très élevée et les densités très fortes, le LHC a été capable de recréer ces conditions où les particules élémentaires (quarks et gluons) ne sont pas confinées mais se propagent librement dans un nouvel état de la matière que l'on appelle un « plasma de quarks et gluons ».

Les particules supersymétriques existent-elles ?

À des énergies bien plus grandes que celle que pourra atteindre le collisionneur, les interactions fortes et les interactions électrofaibles pourraient ne constituer qu'une interaction unique... Actuellement les



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

théories supersymétriques, qui prévoient une symétrie entre les particules élémentaires constituant la matière et les médiateurs des interactions, appelée « supersymétrie », pourraient conduire à cette unification. Dans ce cas il devrait exister des particules « supersymétriques » partenaires des particules élémentaires actuellement connues, et les plus légères d'entre-elles devraient apparaître dans les collisions de protons du LHC.

Qu'est-ce que la matière noire ?

Les observations astrophysiques indiquent qu'une grande partie de l'Univers serait constituée d'un type de matière qui n'émet pas de rayonnement électromagnétique, appelé « matière noire ». Nous ne pouvons le percevoir qu'au moyen d'effets gravitationnels mais les physiciens des particules possèdent dans leurs théories supersymétriques une particule appelée « neutralino » qui pourrait expliquer l'origine de cette « matière noire ». Cette particule pourrait être produite dans les collisions de haute énergie.

Notre espace-temps a-t-il plus de quatre dimensions ?

Les grandes théories qui permettent d'aller jusqu'à l'unification de l'interaction gravitationnelle avec toutes les autres s'appuient principalement sur la théorie des « supercordes », mais celle-ci requiert un nombre de dimensions bien supérieur aux quatre de l'espace-temps considéré jusqu'alors : c'est un univers à dix dimensions.

Le CNRS, le CEA et les universités, acteurs français du LHC

Les chercheurs français du CNRS, du CEA et des universités ont contribué, dès l'origine, à la genèse et au développement des détecteurs du LHC. Ils participent significativement à l'acquisition et à l'interprétation des données. La France est également à la pointe dans l'émergence du concept de grille informatique et dans la définition et la mise en place de l'infrastructure d'analyse des données, comprenant notamment le Centre de calcul de l'IN2P3 du CNRS et la grille informatique LCG (LHC computing grid). Les physiciens et ingénieurs du CNRS et du CEA sont depuis longtemps aux avant-postes de la recherche en physique des particules, que ce soit au Cern ou auprès d'autres installations dans le monde.

210 physiciens et 230 ingénieurs et techniciens du CNRS et du CEA participent au programme du LHC. Ces expériences offrent aussi un cadre idéal et compétitif au niveau international à de nombreux étudiants pour une formation à la recherche.

Le CNRS participe aux programmes scientifiques des quatre grands détecteurs Atlas, CMS, Alice et LHCb ainsi qu'au développement de la grille de calcul du LHC. Les laboratoires et infrastructures de recherche impliqués du côté du CNRS sont :

- le Centre de calcul de l'IN2P3 du CNRS (CC-IN2P3) en partenariat avec le CEA
- le Centre de physique des particules de Marseille (CNRS/Université Aix-Marseille 2)
- l'Institut pluridisciplinaire Hubert Curien à Strasbourg (CNRS/Université Strasbourg 1)
- l'Institut de physique nucléaire de Lyon (CNRS/Université Lyon 1)
- l'Institut de physique nucléaire d'Orsay (CNRS/Université Paris-Sud 11)
- le Laboratoire de l'accélérateur linéaire à Orsay (CNRS/Université Paris-Sud 11)



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

- le Laboratoire d'Annecy le Vieux de physique des particules à Annecy (CNRS/Université Chambéry)
- le Laboratoire Leprince-Ringuet à Palaiseau (CNRS/Ecole Polytechnique)
- le Laboratoire de physique corpusculaire de Clermont-Ferrand (CNRS/Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand 2)
- le Laboratoire de physique nucléaire et de hautes énergies à Paris (CNRS/UPMC)
- le Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie à Grenoble (CNRS/Université Joseph Fourier /INPG Grenoble)
- le Laboratoire de physique subatomique et des technologies associées à Nantes (CNRS/Ecole des mines de Nantes/Université de Nantes)

Le CEA participe aux programmes scientifiques d'Atlas, CMS et Alice, trois des quatre grands détecteurs installés sur le LHC ainsi qu'au développement de la grille de calcul du LHC. Les laboratoires impliqués sont le CEA/Irfu et le Service des basses températures du CEA/Inac (Institut nanosciences & cryogénie, Grenoble).

Pour en savoir plus : <http://www.lhc-france.fr/>

Communiqué de presse du Cern, 17 juin 2011

Le LHC atteint son objectif pour 2011

Genève, le 17 juin 2011. Aujourd'hui, vers 10h50 CEST, la quantité de données accumulées par les expériences ATLAS et CMS du LHC, pour 2011, est passée de 0,999 fb⁻¹ à 1 fb⁻¹, étape importante dans la recherche d'une nouvelle physique. Ce chiffre correspond à une quantité que les physiciens appellent « luminosité intégrée », qui est une mesure du nombre total de collisions produites. Un femtobarn inverse (fb⁻¹) équivaut à environ 70 millions de collisions, et c'était l'objectif que s'était fixé le CERN en 2010 pour l'exploitation 2011. Le fait que ce chiffre ait été atteint tout juste trois mois après les premiers faisceaux de 2011 montre à quel point le LHC est performant. « C'est formidable d'avoir pu obtenir cette quantité de données à temps pour les principales conférences de cet été, indique Steve Myers, directeur des accélérateurs et de la technologie au CERN. Lorsque nous nous sommes fixés l'objectif d'un femtobarn inverse pour 2011, c'était pour une bonne raison : nous pensions qu'avec cette quantité de données nous aurions de grandes chances d'accéder à une nouvelle physique. »

À présent, les expériences LHC travaillent d'arrache-pied pour être en mesure de présenter des résultats à temps pour les principales conférences de physique de cet été, à savoir la conférence de physique des hautes énergies de la Société européenne de physique, qui se tiendra du 21 au 27 juillet à Grenoble, et la conférence Lepton-Photon, qui aura lieu cette année à l'Institut Tata, à Mumbai (Inde), du 22 au 27 août.

Parmi la nouvelle physique recherchée par les expériences LHC figurent en bonne place le mécanisme de Higgs et la supersymétrie. Le mécanisme de Higgs, et la particule qui y est associée, est le dernier élément manquant de ce qu'on appelle le Modèle standard de la physique des particules, modèle qui explique le comportement et les interactions des particules fondamentales qui constituent la matière ordinaire dont nous sommes faits et dont est fait le monde qui nous entoure. Le mécanisme de Higgs est à l'origine de la masse de certaines particules.

Par ailleurs, la matière ordinaire semble ne représenter que 4 % environ de l'ensemble de l'Univers. La supersymétrie est une théorie qui va au-delà du Modèle standard. Il s'agit d'une théorie plus élégante de la matière ordinaire, qui pourrait aussi expliquer la mystérieuse matière noire qui constitue environ un quart de l'Univers. Avec un femtobarn inverse, nous avons une vraie chance, si ces théories sont justes, de voir apparaître un début de confirmation dans les données. « Voilà une réussite magnifique, qui démontre la performance exceptionnelle de l'accélérateur et de l'équipe chargée de l'exploitation », a déclaré Fabiola Gianotti, porte-parole de l'expérience ATLAS. C'est vraiment formidable de disposer d'une telle quantité de données à temps pour les principales conférences d'été. Les physiciens d'ATLAS, en particulier les étudiants et les post-doctorants, font tous leurs efforts, avec beaucoup d'enthousiasme, pour obtenir des résultats intéressants, allant des mesures précises des particules connues à la recherche du boson de Higgs et d'autres phénomènes. Nous vivons vraiment un moment exceptionnel ! »

« Comme le LHC fonctionne à une intensité beaucoup plus élevée que prévu initialement, des indices signalant une nouvelle physique pourraient apparaître à tout moment dans nos données, a expliqué Guido Tonelli, porte-parole de CMS. Des centaines de jeunes chercheurs dans le monde entier recherchent activement de nouvelles particules, telles que le boson de Higgs, les particules supersymétriques ou de nouveaux états exotiques de la matière. Si la nature est bien disposée à notre égard, nous pourrions voir de grandes avancées même avant la fin de cette année décidément exceptionnelle. »

Quant à LHCb, une autre expérience LHC, qui requiert un moindre volume de données qu'ATLAS et CMS, ses attentes ont également été dépassées. « LHCb est en train d'acquérir des données pratiquement deux fois plus vite que prévu, grâce à la performance fantastique de la machine LHC, a déclaré Pierluigi Campana, porte-parole de LHCb. Nous recherchons les événements les plus rares et d'éventuelles nouvelles asymétries qui pourraient se manifester dans les désintégrations des quarks beauté. Avec la quantité de données que nous recueillons, toutes les conditions sont réunies pour que LHCb puisse dévoiler une nouvelle physique. C'est un moment captivant pour chacun d'entre nous, et en particulier pour les jeunes chercheurs, qui jouent un rôle majeur dans cette aventure scientifique. » Même si elle enregistre aussi les données issues des faisceaux de protons, ALICE,

la quatrième grande expérience LHC, est spécifiquement conçue pour une exploitation de la machine avec des faisceaux d'ions plomb ; celle-ci aura lieu durant les quatre dernières semaines de la campagne 2011 du LHC.

Contact

CERN Press Office, press.office@cern.ch

+41 22 767 34 32

+41 22 767 21 41

Pour suivre le Cern:

www.cern.ch

<http://twitter.com/cern/>

<http://www.youtube.com/user/CERNTV>

<http://www.quantumdiaries.org/>

1. 70 million million = 70×10^{12}

2. Le CERN, Organisation européenne pour la recherche nucléaire, est le plus éminent laboratoire de recherche en physique des particules du monde. Il a son siège à Genève. Ses États membres actuels sont les suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Italie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République slovaque, République tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse. La Roumanie est un candidat à l'adhésion. La Commission européenne, les États-Unis d'Amérique, la Fédération de Russie, l'Inde, Israël, le Japon, la Turquie et l'UNESCO ont le statut d'observateur.



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

La stratégie européenne en physique des particules

Lors d'une session spéciale samedi après-midi, la communauté de physique des particules a lancé la mise à jour de sa feuille de route pour la stratégie européenne. La précédente édition avait été adoptée à Lisbonne en 2006. La mise à jour est attendue pour l'automne 2012 et devrait être présentée à Bruxelles.

The European strategy for particle physics

Particle physics stands on the threshold of a new and exciting era of discovery. The next generation of experiments will explore new domains and probe the deep structure of space-time. They will measure the properties of the elementary constituents of matter and their interactions with unprecedented accuracy, and they will uncover new phenomena such as the Higgs boson or new forms of matter. Long-standing puzzles such as the origin of mass, the matter-antimatter asymmetry of the Universe and the mysterious dark matter and energy that permeate the cosmos will soon benefit from the insights that new measurements will bring. Together, the results will have a profound impact on the way we see our Universe; *European particle physics should thoroughly exploit its current exciting and diverse research programme. It should position itself to stand ready to address the challenges that will emerge from exploration of the new frontier, and it should participate fully in an increasingly global adventure.*

General issues

1. European particle physics is founded on strong national institutes, universities and laboratories and the CERN Organization; *Europe should maintain and strengthen its central position in particle physics.*
2. Increased globalization, concentration and scale of particle physics make a well coordinated strategy in Europe paramount; *this strategy will be defined and updated by CERN Council as outlined below.*
4. In order to be in the position to push the energy and luminosity frontier even further it is vital to strengthen the advanced accelerator R&D programme; *a coordinated programme should be intensified, to develop the CLIC technology and high performance magnets for future accelerators, and to play a significant role in the study and development of a high-intensity neutrino facility.*
5. It is fundamental to complement the results of the LHC with measurements at a linear collider. In the energy range of 0.5 to 1 TeV, the ILC, based on superconducting technology, will provide a unique scientific opportunity at the precision frontier; *there should be a strong well-coordinated European activity, including CERN, through the Global Design Effort, for its design and technical preparation towards the construction decision, to be ready for a new assessment by Council around 2010.*

Scientific activities

3. The LHC will be the energy frontier machine for the foreseeable future, maintaining European leadership in the field; *the highest priority is to fully exploit the physics potential of the LHC, resources for completion of the initial programme have to be secured such that machine and experiments can operate optimally at their design performance. A subsequent major luminosity upgrade (SLHC), motivated by physics results and operation experience, will be enabled by focussed R&D; to this end, R&D for machine and detectors has to be vigorously pursued now and centrally organized towards a luminosity upgrade by around 2015.*
6. Studies of the scientific case for future neutrino facilities and the R&D into associated technologies are required to be in a position to define the optimal neutrino programme based on the information available in around 2012; *Council will play an active role in promoting a coordinated European participation in a global neutrino programme.*
7. A range of very important non-accelerator experiments take place at the overlap between particle and astroparticle physics exploring otherwise inaccessible phenomena; *Council will seek to work with ApPEC to develop a coordinated strategy in these areas of mutual interest.*

8. Flavour physics and precision measurements at the high-luminosity frontier at lower energies complement our understanding of particle physics and allow for a more accurate interpretation of the results at the high-energy frontier; *these should be led by national or regional collaborations, and the participation of European laboratories and institutes should be promoted.*
9. A variety of important research lines are at the interface between particle and nuclear physics requiring dedicated experiments; *Council will seek to work with NuPECC in areas of mutual interest, and maintain the capability to perform fixed target experiments at CERN.*
10. European theoretical physics has played a crucial role in shaping and consolidating the Standard Model and in formulating possible scenarios for future discoveries. Strong theoretical research and close collaboration with experimentalists are essential to the advancement of particle physics and to take full advantage of experimental progress; *the forthcoming LHC results will open new opportunities for theoretical developments, and create new needs for theoretical calculations, which should be widely supported.*
14. Particle physicists in the non-Member States benefit from, and add to, the research programme funded by the CERN Member States; *Council will establish how the non-Member States should be involved in defining the strategy.*

Complementary issues

15. Fundamental physics impacts both scientific and philosophical thinking, influencing the way we perceive the universe and our role in it. It is an integral part of particle physics research to share the wonders of our discoveries with the public and the youth in particular. Outreach should be implemented with adequate resources from the start of any major project; *Council will establish a network of closely cooperating professional communication officers from each Member state, which would incorporate existing activities, propose, implement and monitor a European particle physics communication and education strategy, and report on a regular basis to Council.*
 16. Technology developed for nuclear and particle physics research has made and is making a lasting impact on society in areas such as material sciences and biology (e.g. synchrotron radiation facilities), communication and information technology (e.g. the web and grid computing), health (e.g. the PET scanner and hadron therapy facilities); *to further promote the impact of the spin-offs of particle physics research, the relevant technology transfer representatives at CERN and in Member states should create a technology transfer forum to analyse the keys to the success in technology transfer projects in general, make proposals for improving its effectiveness, promoting knowledge transfer through mobility of scientists and engineers between industry and research.*
 17. The technical advances necessary for particle physics both benefit from, and stimulate, the technological competences available in European industry; *Council will consolidate and reinforce this connection, by ensuring that future engagement with industry takes account of current best practices, and continuously profits from the accumulated experience.*
- ## Organizational issues
11. There is a fundamental need for an ongoing process to define and update the European strategy for particle physics; *Council, under Article II-2(b) of the CERN Convention, shall assume this responsibility, acting as a council for European particle physics, holding a special session at least once each year for this purpose. Council will define and update the strategy based on proposals and observations from a dedicated scientific body that it shall establish for this purpose.*
 12. Future major facilities in Europe and elsewhere require collaborations on a global scale; *Council, drawing on the European experience in the successful construction and operation of large-scale facilities, will prepare a framework for Europe to engage with the other regions of the world with the goal of optimizing the particle physics output through the best shared use of resources while maintaining European capabilities.*
 13. Through its programmes, the European Union establishes in a broad sense the European Research Area with European particle physics having its own established structures and organizations; *there is a need to strengthen this relationship for communicating issues related to the strategy.*

Unanimously approved by the CERN Council at the special Session held in Lisbon on 14 July 2006



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

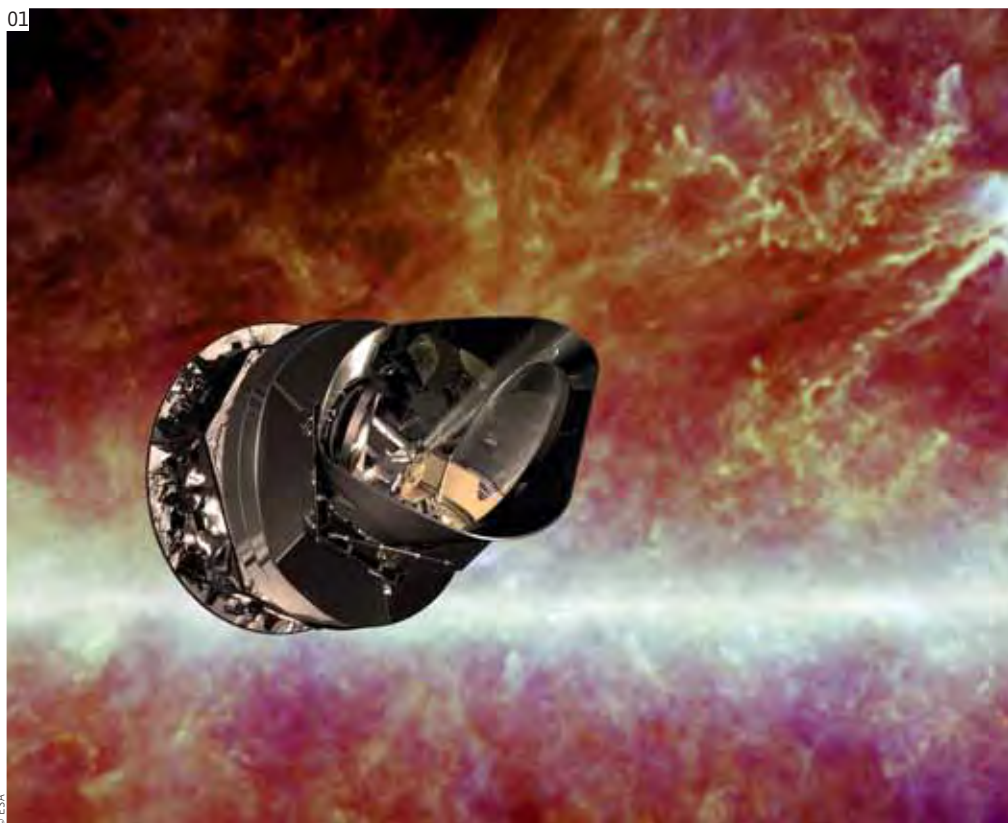
Astroparticules : on en a parlé en 2011

- CNRS le journal,
Mars 2011, « Planck offre une nouvelle vision de l'Univers »
- CNRS le journal,
Janvier-Février 2011, « Un détecteur géant dans les étoiles »
- Communiqué de presse,
15 juin 2011, « Des neutrinos en flagrant délit de métamorphose »

Astrophysique En janvier, des experts du monde entier, réunis à Paris, ont dévoilé les premiers résultats de l'exploration du ciel par le satellite *Planck*.

Planck offre une nouvelle vision de l'Univers

01



LE PROJET EN 5 DATES

1993	Naissance du projet, dénommé à l'origine <i>Samba</i>
2009	Lancement du satellite <i>Planck</i> à Kourou, en Guyane
2011	Présentation des premiers résultats
2012	Fin de la mission du satellite <i>Planck</i>
2013	Publication des résultats et de la cartographie du fonds diffus cosmologique

01 Derrière le satellite *Planck*, cette image révèle l'organisation en nuages filamenteux des régions les plus froides de notre galaxie (photomontage).

PAR MATHIEU GROUSSON

Le 11 janvier, les premiers résultats du télescope spatial *Planck* ont été dévoilés lors d'un colloque international à la Cité des sciences et de l'industrie, à Paris. Le bilan est sans appel : les astrophysiciens sont ravis. Ils ont découvert de nouveaux objets, aussi bien dans notre galaxie qu'aux confins du ciel. Avec des répercussions importantes : par exemple, la masse de notre galaxie pourrait être supérieure de 25 % à celle estimée jusqu'ici !

L'objectif de ce satellite d'environ 2 tonnes, positionné à 1,5 million de kilomètres de la Terre, est d'observer

MICRO-ONDE

Les ondes électromagnétiques du domaine micro-onde ont une longueur d'onde comprise entre quelques dixièmes et une dizaine de millimètres.

l'intégralité du ciel dans le domaine **micro-onde**. Avec pour principale mission de cartographier le fond diffus cosmologique, soit la lumière la plus ancienne observable, émise par la totalité du cosmos 380 000 ans après le big bang, daté d'il y a 13,7 milliards d'années.

CE N'EST QU'UN DÉBUT

Plus précisément, à la suite des satellites *Cobe*, en 1989, puis *WMAP*, en 2001, *Planck* doit produire une image à la précision inégalée des infimes fluctuations de ce rayonnement dit fossile. À la clé, le secret pour comprendre comment, partant d'une soupe presque totalement homogène, l'Univers n'a eu de cesse,

depuis sa naissance, de s'organiser et de se hiérarchiser. Au point de présenter aujourd'hui de vastes zones totalement vides, bordées de filaments ultraconcentrés renfermant étoiles et galaxies.

Cette carte du rayonnement fossile ne sera livrée qu'en janvier 2013. En effet, le satellite n'a observé que deux fois et demie l'intégralité du ciel et devra effectuer cette opération au moins encore deux fois avant la fin de sa mission, en janvier 2012. De plus, les informations recueillies doivent être expurgées des artefacts dus aux instruments, ainsi que des signaux provenant de sources astrophysiques autres que le rayonnement fossile. Or c'est justement pour cette raison que les scientifiques sont

aujourd'hui aux anges. Car, loin de n'être qu'une entreprise ingrate, ce travail de nettoyage a déjà révélé nombre d'informations nouvelles sur notre Univers et donné lieu à plusieurs dizaines de publications.

Premier domaine concerné : l'astrophysique de notre galaxie. *Planck* a mis en évidence une importante proportion de gaz sombre, certainement de l'hydrogène moléculaire, qui avait échappé jusqu'alors à l'observation, ce qui devrait entraîner une réévaluation de 25 % de la masse de notre galaxie. De plus, le satellite a confirmé l'existence de poussières nanométriques tournant probablement plusieurs dizaines de milliards de fois par seconde sur elles-mêmes. Enfin, dans les régions les plus froides, les astrophysiciens ont détecté ce qu'ils appellent des cœurs denses, c'est-à-dire des nuages de poussières en cours de contraction, alignés le long de grands filaments de matière, qui sont autant de futures pouponnières d'étoiles.

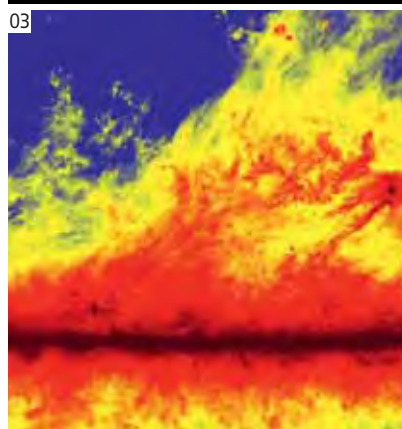
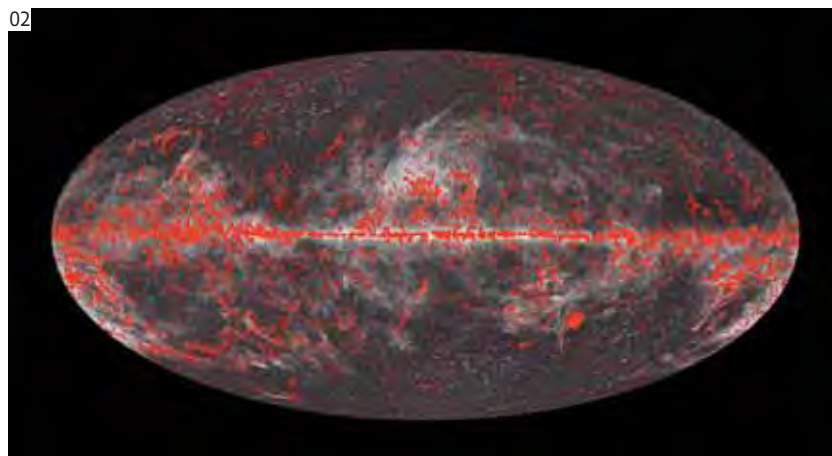
UN CATALOGUE DE 15 000 OBJETS

En dehors de notre galaxie, *Planck* a également fourni de magnifiques images des nuages de Magellan ou de la galaxie Messier 31. « *De quoi réévaluer la quantité de poussière et donc la masse de ces objets* », indique Jean-Michel Lamarre, du Laboratoire d'étude du rayonnement et de la matière en astrophysique¹, de Paris, un des scientifiques à l'origine du projet *Planck*. Ainsi que des images d'autres sources plus lointaines, telles que des quasars – des galaxies très lointaines et très énergétiques – ou des amas de galaxies – des structures renfermant plusieurs centaines de galaxies. « *En tout, nous avons observé 199 amas, dont 30 nouveaux, qui se sont révélés être des amas en formation* », poursuit l'astrophysicien. Désormais, c'est un catalogue de 15 000 objets galactiques et extragalactiques qui est à disposition de l'ensemble de la communauté scientifique. « *Dont la plupart n'avaient jamais été étudiés dans le domaine de longueurs d'onde exploré par Planck, complète François Bouchet, de l'Institut d'astrophysique de Paris², coordinateur scientifique du consortium Planck HFI³. C'est donc réellement le début d'une nouvelle ère pour l'astrophysique de ce type d'objets.* »

Et ce n'est pas tout. Car, encore plus loin dans le ciel, les spécialistes sont parvenus à extraire une image de ce qu'ils appellent le fond diffus infrarouge. « *Il s'agit de galaxies apparues entre 2 et 4 milliards d'années après le big bang, que l'on ne distingue pas individuellement* », explique Guilaine Lagache, de l'Institut d'astrophysique spatiale, à Orsay⁴. Des objets au sein

02 *Planck* a livré un catalogue de 15 000 sources dites compactes (les points rouges représentés sur cette carte du ciel). Celui-ci contient une large variété d'objets, tels des cœurs froids dans nos galaxies ou des amas et superamas de galaxies lointaines.

03 Poussières dans notre galaxie imagées par le détecteur hautes fréquences (HFI) de *Planck*, qui couvre un spectre de longueurs d'onde jamais observé.



desquels le taux de formation d'étoiles est 500 fois plus grand que dans notre galaxie, et qui témoignent de l'époque au cours de laquelle les grandes structures – amas, superamas, filaments galactiques – qui composent aujourd'hui l'Univers ont commencé à se former.

UNE PRÉCISION SANS ÉGAL

Et François Bouchet de savourer : « *Nous avons traité les données dans un temps très court. Cette première moisson de résultats est la preuve que notre préparation durant toutes ces années était bonne !* » De fait, comme l'indique Jean-Michel Lamarre, « *depuis son lancement, le télescope fonctionne comme une horloge suisse, ce qui ne cesse de nous remplir d'admiration pour le travail des uns et des autres* ». Il faut bien le dire, l'instrument est une petite merveille de technologie spatiale. Composé d'un détecteur hautes fréquences (HFI) et d'un détecteur basses fréquences, sa sensibilité est respectivement 1 000 et 30 fois supérieure à celle de *Cobe* et de *WMAP*.

Pour développer les technologies à l'origine de ces performances, quinze années de labeur auront été nécessaires, ainsi que l'implication de quelque

500 chercheurs d'une cinquantaine de laboratoires à travers le monde, dont neuf du CNRS⁵. En définitive, la précision du télescope n'est contrainte que par les limites physiques quantiques fondamentales, et non celles de ses instruments.

Et le meilleur reste incontestablement à venir. En janvier 2012, *Planck* aura certes épuisé ses réserves d'hélium et terminé l'essentiel de sa mission. Mais les spécialistes du cosmos n'en seront encore qu'au début de leurs analyses. « *Lancé en 1983, le satellite Iras a réalisé la première carte du ciel dans l'infrarouge. Or celle-ci est encore utilisée aujourd'hui et a alimenté des dizaines de milliers de publications* », raconte Jean-Michel Lamarre. *Je ne peux donc que souhaiter à Planck un destin similaire.* » Quoi qu'il en soit, une chose est sûre : c'est une nouvelle fenêtre qui vient de s'ouvrir sur l'Univers.

1. Unité CNRS/Observatoire de Paris/Université de Cergy-Pontoise/UPMC/ENS Paris.

2. Unité CNRS/UPMC.

3. Jean-Loup Puget, de l'Institut d'astrophysique spatiale, est le responsable scientifique de ce consortium.

4. Unité CNRS/Université Paris-Sud-XI.

5. Institut d'astrophysique spatiale (IAS), Institut d'astrophysique de Paris (IAP), Laboratoire de l'accélérateur linéaire (LAL), Astroparticule et cosmologie (APC), Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie (LPSC), Groupe ultra-basses températures (MCBT-Institut Néel), Centre d'étude spatiale des rayonnements (CESR), Service d'astrophysique (SAP), Laboratoire d'étude du rayonnement et de la matière en astrophysique (Lerma).

CONTACTS :

Institut d'astrophysique de Paris

François Bouchet

> bouchet@iap.fr

Institut d'astrophysique spatiale, Orsay

Guilaine Lagache

> guilaine.lagache@ias.u-psud.fr

Laboratoire d'étude du rayonnement

et de la matière en astrophysique, Paris

Jean-Michel Lamarre

> jean-michel.lamarre@obspm.fr

EN LIGNE

> <http://public.planck.fr/>

> « Big bang. Des origines de l'Univers aux origines de la vie », un dossier de la collection Sagascience du CNRS : www.cnrs.fr/bigbang

Astrophysique Le détecteur AMS est prêt à rejoindre la Station spatiale internationale. Son but : traquer les composantes les plus mystérieuses de la matière dans l'Univers.

Un détecteur géant dans les étoiles

LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE

Située à environ 360 kilomètres d'altitude, la Station spatiale internationale (ISS) est le fruit d'une collaboration entre différents pays, dont les États-Unis, la Russie, l'Europe et le Canada. Succédant à l'antique station soviétique MIR, son premier tronçon a été mis en orbite en 1998 par les Russes. Depuis, elle accueille en permanence une poignée d'astronautes, dont l'une des missions est la mise en œuvre d'expériences scientifiques bénéficiant d'une gravité réduite ou de l'absence d'atmosphère.

LE DÉTECTEUR AMS

Pour identifier les particules de haute énergie, présentes dans les rayons cosmiques, comme celui représenté ici, AMS dispose d'un attirail digne des plus puissants détecteurs de particules construits sur Terre. Jusqu'à la fin de l'expérience, entre 2020 et 2028, ce concentré de technologies aura pour tâche d'aider à élucider l'origine de ces particules qui, en provenance du cosmos, bombardent en permanence notre planète.

Les 4 objectifs :

1. PERCER LE SECRET DE L'ANTIMATIÈRE

Où qu'ils regardent dans le ciel, les astrophysiciens n'observent que de la matière. Or, d'après les cosmologistes, matière et antimatière ont été engendrées dans les mêmes proportions lors du big bang. Ainsi, pour de nombreux théoriciens, l'enjeu consiste à déterminer les mécanismes responsables de la disparition de l'antimatière, probablement dans l'Univers primordial. Pour d'autres, il est possible que l'Univers soit encore peuplé d'antimondes (antiétoiles, antigalaxies...). La détection d'un seul antinoyau atomique par AMS serait une preuve de leur existence.

2. DÉTECTER DE LA MATIÈRE NOIRE

C'est une certitude : la matière visible ne représente que 15% du contenu en matière de l'Univers. Le reste est non seulement invisible, mais de nature inconnue. Cette matière, dite noire, pourrait être composée de particules encore jamais observées, mais dont les physiciens ont postulé l'existence pour des raisons de cohérence de leurs théories. Parmi les candidats, on trouve une particule baptisée *neutralino*, dont la désintégration serait susceptible d'engendrer un excès de positrons (l'antiparticule de l'électron) détectable par AMS.

3. PISTER LES PARTICULES ÉTRANGES

Dans les conditions standard, la matière nucléaire, notamment les protons et les neutrons, est composée de deux quarks dits *up* et *down*. Mais plusieurs chercheurs imaginent que, dans les conditions très particulières qui règnent au sein de certains astres, telles les étoiles à neutrons, des particules pourraient contenir un troisième quark qualifié d'étrange. Si c'est effectivement le cas, AMS sera bien placé pour attraper quelques-uns de ces *strangelets*.

4. RÉVISER LA PHYSIQUE CLASSIQUE

Si AMS fait la joie des spécialistes de physique exotique, les astrophysiciens adeptes d'objets plus courants ne seront pas en reste. En effet, étoiles, galaxies, quasars et supernovae sont autant d'astres susceptibles de produire et d'accélérer quantité de particules chargées et de noyaux atomiques éjectés dans l'espace. Leur détection par AMS sera donc riche d'enseignements sur leurs propriétés et les mécanismes dont ils sont le siège.

PAR MATHIEU GROUSSON

C'est un monstre de 7,5 tonnes, haut de 4 mètres et large de 5, dont la valeur totale atteint 2 milliards de dollars. Un détecteur dont les performances annoncées n'ont rien à envier à celles de ses congénères tapis au fond des accélérateurs, tel le LHC à Genève, prêts à débusquer le moindre grain de matière engendré dans une collision entre particules. Une différence existe toutefois, et pas des moindres : celui-ci profitera du dernier vol de la navette spatiale américaine pour gagner la Station spatiale internationale (ISS). AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*), c'est son nom, deviendra le premier détecteur de particules géant en orbite. Objectif : traquer tous les signes possibles de l'existence des composantes les plus mystérieuses de la matière dans l'Univers, parmi lesquelles l'antimatière, la matière étrange ou encore la matière noire.

EN DIRECT DE L'ESPACE

D'après les théoriciens, ces signes sont à chercher dans les rayons cosmiques qui bombardent en permanence la Terre. Soit des particules – électrons, protons, noyaux atomiques en tout genre, positrons (l'antiparticule de l'électron) –, dont l'énergie est parfois bien supérieure à celle des particules observées dans les accélérateurs. En pénétrant dans l'atmosphère, ces particules produisent d'importantes gerbes de particules secondaires, à partir desquelles des observatoires tel celui d'Auger, en Argentine – une collaboration internationale à laquelle participent sept laboratoires de l'Institut de physique nucléaire et de physique des particules (IN2P3) du CNRS –, déduisent les caractéristiques des rayons cosmiques qui leur ont donné naissance.

Cependant, la détection n'est de ce fait qu'indirecte. Raison pour laquelle la meilleure façon d'établir précisément le bestiaire des rayons cosmiques est encore de mettre en orbite un puissant détecteur de particules. C'est exactement ce qu'est AMS. Plus précisément, un puissant aimant circulaire de 1,15 m de diamètre,

chargé de courber la trajectoire des particules qui y pénétreraient, afin de les orienter vers un empilement de détecteurs. AMS devrait permettre de repérer toutes les particules le traversant jusqu'à une énergie de l'ordre du téraélectronvolt (10^{12} électronvolts) et de reconnaître un positron noyé parmi un million de protons. Et donc de gagner un facteur de 100 à 1 000 en performance par rapport au satellite *Pamela*, mis en orbite en 2006.

UNE EXPÉRIENCE UNIQUE

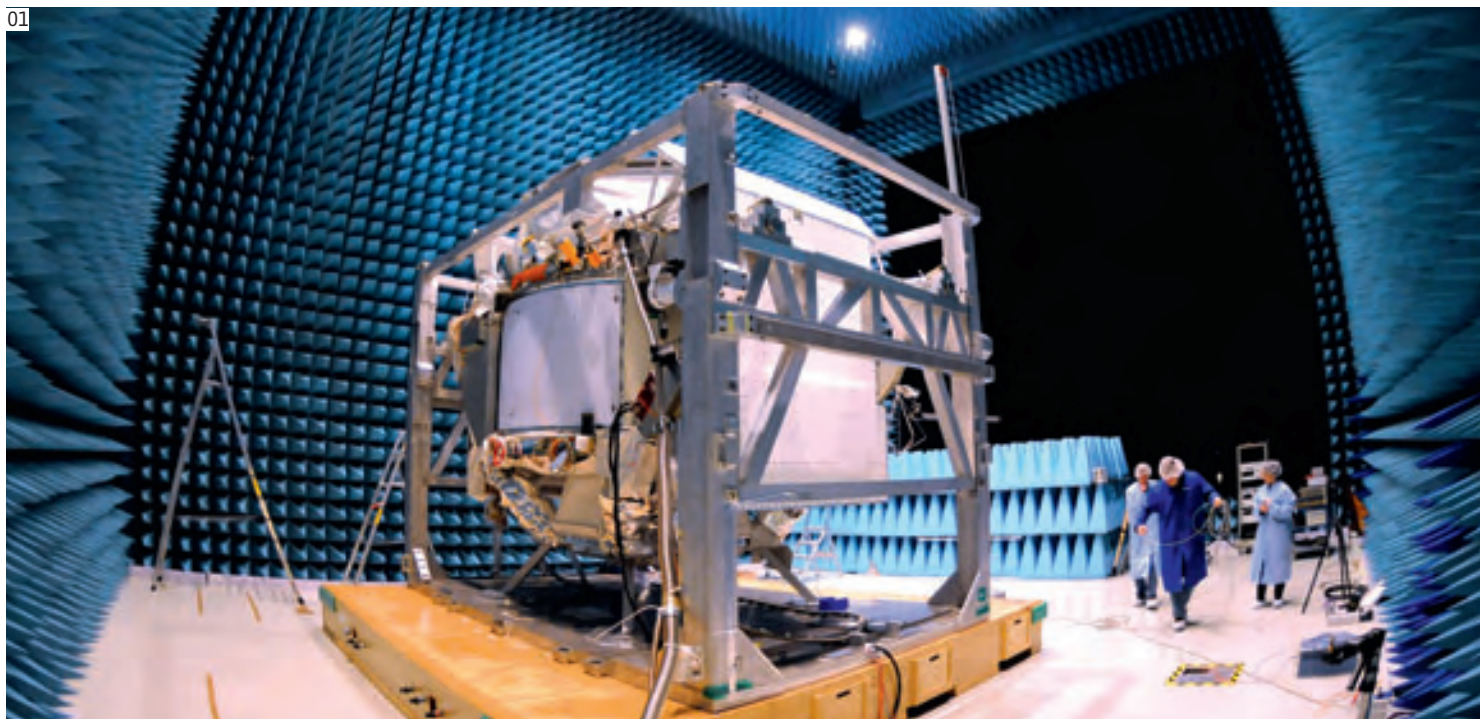
« Grâce à AMS, on pourra comparer les caractéristiques de toutes les particules chargées qui bombardent la Terre, s'enthousiasme Jean-Pierre Vialle, du Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique des particules. De quoi donner une indication franche de l'existence de la matière noire qui, bien qu'échappant à toute détection, compte pour 85 % de la totalité de la matière présente dans l'Univers ! De plus, si on ne détecte pas d'antinoyau, on pourra conclure que l'antimatière est absente de tout l'Univers observable. »

Si AMS fait la joie des spécialistes des astroparticules, s'apprêtant à devenir la seule expérience de physique à bord de l'ISS, et peut-être la seule d'envergure à bord d'une station parfois décriée pour sa faible rentabilité scientifique, il revient pourtant de loin. C'est en 1994 que le projet est lancé. Il donne naissance, en 1998, à un premier détecteur qui passera douze jours en orbite à bord de la navette spatiale *Discovery*, afin de démontrer le principe de l'expérience. « Ce fut un réel succès, se souvient l'astrophysicien. Alors qu'il ne s'agissait que d'une mission de tests, celle-ci

Trois unités du CNRS sont impliquées dans le projet :

le Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique des particules (CNRS/Université de Savoie), le Laboratoire de physique subatomique et de cosmologie de Grenoble (CNRS/Université Joseph-Fourier/Grenoble INP) et le Laboratoire Univers et Particules de Montpellier (CNRS/Université Montpellier-II).

01



a conduit à la publication de cinq articles scientifiques. » Si bien que débute, en 1999, la conception de l'actuelle version d'AMS.

Mais, en 2003, l'accident de *Columbia* remet en cause tout le programme navette américain. Et le projet AMS est mis à la trappe. « S'est ensuivie une redoutable bataille politique dont le succès doit beaucoup aux efforts déployés par Samuel Ting, Prix Nobel de physique et porte-parole de l'expérience », poursuit Jean-Pierre Vialle. Bataille qui se solde par un vote du Congrès états-unien, en 2008, en faveur de la mise en orbite du détecteur. Si AMS est évidemment tributaire de la politique spatiale américaine, il s'agit d'un projet international qui implique 600 chercheurs travaillant dans une cinquantaine d'instituts, répartis dans seize pays, dont trois laboratoires rattachés à l'IN2P3 du

01 Le détecteur AMS (dans la cage au centre de l'image) a subi une batterie de tests dans cette chambre. Celle-ci est équipée de murs qui absorbent les radiations pour faciliter l'interprétation des résultats. 02 Schéma des différents éléments qui composent le détecteur AMS.

CNRS. Et Jean-Pierre Vialle d'ajouter : « Officiellement, AMS est un projet piloté par le Département de l'énergie (DOE) états-unien. Mais 95 % de l'instrumentation a été réalisée en Europe et en Asie. » Au point que le centre de contrôle de l'expérience, qui recevra les données depuis le Centre de l'espace, à Houston, sera installé dans le temple européen de la physique des particules, le Cern, à Genève. Ce n'est pas un hasard. AMS est certes un observatoire astronomique, mais c'est aussi une expérience véritablement conçue « à la manière de la physique des particules ».

LA MISSION PROLONGÉE

Ainsi, alors que les données accumulées par un satellite scientifique d'observation tombent généralement dans le domaine public un an après acquisition, celles d'AMS resteront propriétés de la collaboration, comme il est de coutume avec les données obtenues par un accélérateur. De même, alors que la réalisation de la plupart des satellites scientifiques est confiée à l'industrie, AMS a été entièrement pensé et assemblé dans les laboratoires, tels les grands détecteurs terrestres de particules.

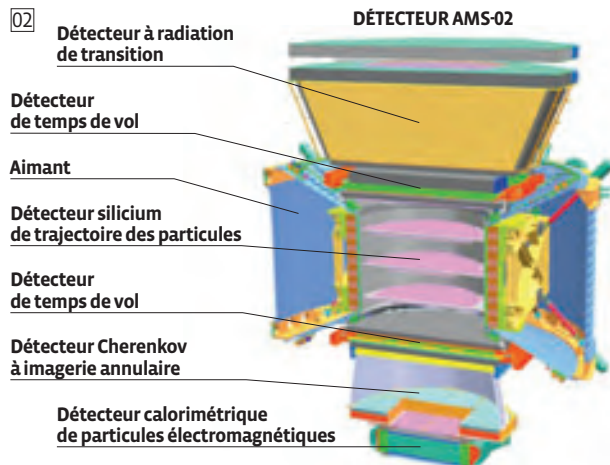
Une singularité à laquelle le détecteur doit peut-être une adaptation de dernière minute liée aux revirements de la politique américaine. Au printemps 2010, alors qu'AMS avait déjà passé tous les tests de validation à Genève et aux Pays-Bas, la mission de l'ISS a en effet

été prolongée jusqu'en 2020, voire en 2028. Or, comme l'explique Jean-Pierre Vialle, « l'aimant supraconducteur d'AMS, adapté à la longévité initialement programmée pour la station, était conçu pour fonctionner de deux à trois ans. Nous avons alors pris la décision de rapatrier le détecteur au Cern pour le démonter entièrement afin de remplacer l'aimant supra par l'aimant permanent du premier détecteur, d'une durée de vie beaucoup plus longue ».

DANS LES STARTING-BLOCKS

C'est ainsi qu'AMS a passé une dernière série de tests dans le faisceau de particules de l'accélérateur genevois, au cours de l'été dernier. Juste à temps pour embarquer, le 26 août 2010, à bord d'un avion C5 de l'armée américaine, de retour d'Afghanistan. Direction Cap Kennedy, en Floride, pour rejoindre la navette spatiale. Une fois en orbite, dans les semaines à venir, le mastodonte, après dix ans d'attente, n'aura plus qu'à se tourner vers le ciel. La pluie de particules qu'il recueillera révélera alors certains mystères du cosmos, tissant de nouveaux fils entre infiniment petit et infiniment grand.

02



© AMS-02 COLLABORATION

EN LIGNE

> www.ams02.org

CONTACT :

Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique des particules
Jean-Pierre Vialle
> jean-pierre.vialle@lapp.in2p3.fr



www.cnrs.fr



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 15 JUIN 2011

Des neutrinos en flagrant délit de métamorphose

Pour la première fois, les physiciens de l'expérience T2K au Japon, parmi lesquels ceux du CNRS¹ et du CEA/Irfu, annoncent avoir très probablement détecté une transformation de neutrinos muons en neutrinos électrons. L'observation – probable à plus de 99% – de ce phénomène constituerait une découverte majeure pour la compréhension de la physique des particules élémentaires et ouvrirait la voie à de nouvelles études sur l'asymétrie entre la matière et l'antimatière.

Les neutrinos existent sous trois formes ou « saveurs » : les neutrinos électrons, muons et tau. L'expérience T2K, située au Japon, étudie le mécanisme d'oscillation de ces particules, c'est-à-dire la faculté qu'elles ont à se transformer en une autre saveur dans leurs déplacements. Son principe est d'observer les oscillations des neutrinos sur une distance de 295 km, entre les sites de Tokai, où les neutrinos muons sont produits grâce à l'accélérateur de particules de JPARC² sur la côte est du Japon, et le détecteur Super-Kamiokande, une cuve d'eau cylindrique de 40 mètres de diamètre et 40 mètres de hauteur située à 1 000 mètres sous terre, près de la côte ouest (d'où son nom T2K, qui signifie « de Tokai à Kamiokande »).

Les analyses des données collectées entre la mise en service de l'expérience en janvier 2010 et mars 2011 (l'expérience a été arrêtée avec le séisme du 11 mars) montrent que durant cette période, le détecteur Super-Kamiokande a enregistré un total de 88 neutrinos, parmi lesquels 6 neutrinos électrons qui proviendraient de la métamorphose de neutrinos muons en neutrinos électrons. Les 82 neutrinos restants seraient essentiellement des neutrinos muons n'ayant subi aucune transformation entre leur point de production et leur détection. Des mesures utilisant un GPS certifient que les neutrinos identifiés par le détecteur Super-Kamiokande ont bel et bien été produits sur la côte est du Japon. Les physiciens estiment ainsi que les résultats obtenus correspondent à une probabilité de 99,3% de découverte de l'apparition des neutrinos électrons.

L'expérience T2K redémarrera dès la fin de cette année. Bien que situés dans une zone sismique proche de l'épicentre du tremblement de terre du 11 mars 2011, le laboratoire JPARC et les détecteurs proches de T2K n'ont subi heureusement que des dégâts minimes. Le prochain objectif de T2K est de confirmer avec davantage de données l'apparition des neutrinos électrons et, mieux encore, de mesurer le dernier « angle de mélange », un paramètre du modèle standard qui ouvrirait la voie aux études de l'asymétrie entre la matière et l'antimatière dans notre Univers.

La collaboration T2K regroupe plus de 500 physiciens de 62 institutions réparties dans 12 pays (Japon, pays européens et États-Unis). Les équipes du CNRS et du CEA/Irfu ont mis au point certains instruments

¹ Laboratoire de physique nucléaire et de hautes énergies (CNRS / Université Pierre et Marie Curie / Université Paris Diderot-Paris 7), Institut de physique nucléaire de Lyon (CNRS / Université Lyon 1), Laboratoire Leprince-Ringuet (CNRS / École Polytechnique).

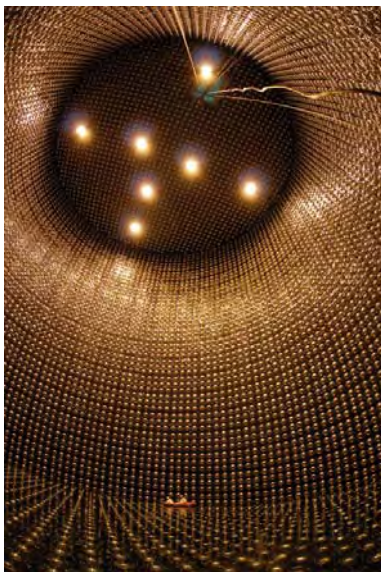
² Japan Proton Accelerator Research Complex



www.cnrs.fr

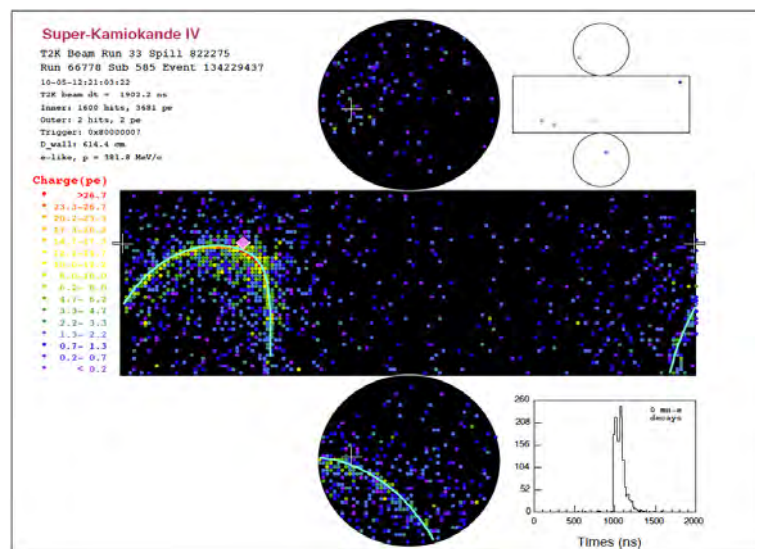


de mesure utilisés dans les détecteurs proches (situés à 280 mètres du point de production des neutrinos et nécessaires à contrôler l'expérience) et participé à la calibration du détecteur Super-Kamiokande. Elles ont également contribué à l'analyse des données.



Vue du détecteur géant Super-Kamiokande, qui avait déjà été utilisé pour étudier les neutrinos « naturels » provenant du soleil et ceux produits par les rayons cosmiques dans la haute atmosphère. En bas de l'image, une équipe inspecte le détecteur pendant qu'il est encore vide.

Crédit : Kamioka Observatory, ICRR, Université de Tokyo.



Vue d'un événement d'un neutrino électron de T2K apparu dans le détecteur lointain Super-Kamiokande. Les points correspondent à la détection de lumière Tcherenkov par des photomultiplicateurs localisés sur les parois de la cuve géante. Le cercle identifie la production d'un électron dû à l'interaction du neutrino électron incident avec l'eau de la cuve. Cet événement est parfaitement synchrone avec la production du neutrino (muon) à JPARC.

Crédit : collaboration T2K

Contacts

Chercheur | Michel Gonin | T 06 78 09 34 49 | mgonin@in2p3.fr

Marco Zito | T 06 84 61 09 51 | marco.zito@cea.fr

Presse CNRS | Priscilla Dacher | T 01 44 96 46 06 | priscilla.dacher@cnrs-dir.fr



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

HEP 2011

La conférence internationale « EuroPhysics Conference on High Energy Physics » - HEP 2011 - se tient à Grenoble du 21 au 27 juillet 2011. Initiée en 1971, c'est l'une des plus importantes conférences mondiales en physique des hautes énergies. Elle a lieu tous les deux ans, en alternance avec l'autre grande conférence internationale – ICHEP (organisée à Paris en 2010). La France a, une nouvelle fois depuis 1993, l'honneur d'organiser cette conférence sur son territoire.

L'objectif est de réunir les spécialistes mondiaux en physique des hautes énergies. HEP 2011 aborde tous les sujets liés de près ou de loin à l'étude des composants les plus élémentaires de notre Univers et de leurs interactions. Plus de 700 participants venus des quatre coins du monde sont attendus. De nombreuses personnalités, prix Nobel et directeurs de laboratoires internationaux, sont présents pour discuter des avancées les plus récentes en physique fondamentale et en technologie innovante.

De nombreuses personnalités présentes

Cette année, le prix de physique des hautes énergies de la division de l'EPS est décerné à Sheldon Lee Glashow, Jean Ilioupoulos et Luciano Maiani⁸ pour leur contribution à la théorie des saveurs des quarks. Au total, dix physiciens seront récompensés à Grenoble et tous viendront recevoir leur prix lors de la cérémonie prévue lundi 25 Juillet, à partir de 9H.

Trois prix Nobel seront présents pour l'occasion :

- **George Fitzgerald Smoot** : prix Nobel de physique 2006 conjointement avec John C. Mather pour leur découverte de la nature du corps noir et de l'anisotropie du fond diffus cosmologique, enseignant-chercheur à l'Université Paris Diderot au sein du laboratoire « Astroparticule et cosmologie » (CNRS/Université Paris Diderot/CEA/Observatoire de Paris),
- **David Jonathan Gross** : prix Nobel de physique 2004 avec ses deux anciens étudiants Frank Wilczek et David Politzer pour leur découverte commune de la liberté asymptotique dans la chromodynamique quantique (il travaille aujourd'hui principalement sur la théorie des cordes),
- **Sheldon Lee Glashow** : prix Nobel de physique 1979⁹, professeur de la chaire Arthur G.B. Metcalf de physique à l'Université de Boston, reconnu principalement pour ses importantes contributions à la théorie de l'interaction électrofaible.

⁸ Jean Ilioupoulos, ancien directeur de recherche au CNRS et Luciano Maiani ont reçu le prix Dirac 2007 : <http://www2.cnrs.fr/presse/communiqu/1159.htm>

⁹ colauréat avec Abdus Salam et Steven Weinberg



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

Des événements grand public (en accès libre et gratuit)

Organisés par le CNRS et l'université Joseph Fourier avec le soutien du CCSTI de Grenoble

Mardi 19 juillet : Concert des particules

Le groupe Mazalda présente Turbo Clap Station, spectacle musical festif, savant mélange de musiques traditionnelles électrifiées et de musiques actuelles populaires.

Mercredi 20 juillet : La nuit des particules

Sur le campus universitaire de Saint-Martin d'Hères, se tiendra une soirée particulière ouverte au grand public. Organisée sous la direction artistique de la compagnie chorégraphique Scalène, cette nuit des particules est une rencontre entre l'art et la science, entre des artistes et des scientifiques, entre des scientifiques et un public. C'est une invitation à assister à un dialogue étonnant : celui de la danse et de la science. Cette rencontre est le début d'un voyage qui vous amène dans un monde étrange. Vos guides sont des physiciens et des danseurs. Ensemble, ils vous racontent des histoires de particules.

Programme du mercredi soir :

19h30 - accueil et visite de "la foire aux particules" – plasticien Laurent Mulot, danse Compagnie Scalène

20h30 - conférences dansées – 3 physiciens : Aurélien Barrau, Lucia di Ciaccio et Richard Taillet, modérateur Laurent Chicoineau, directeur du CCSTI Grenoble, danse Compagnie Scalène

21h30 - spectacle "la danse des particules" - danse Compagnie Scalène et les Attrape-corps

Les principaux partenaires investis dans HEP 2011

Cette conférence, organisée par la Société européenne de physique, a bénéficié de nombreux soutiens notamment du CNRS, du CEA, de l'université Joseph Fourier à Grenoble, de l'université de Savoie et de l'université Claude Bernard de Lyon. Les acteurs locaux se sont également fortement impliqués dans cet événement, principalement la ville de Grenoble, la communauté d'agglomération Grenoble-Alpes Métropole (la Metro), la communauté d'agglomération d'Annecy et la région Rhône-Alpes.

Pour en savoir plus sur la conférence HEP 2011 : <http://eps-hep2011.eu/>



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

Lexique

- **Modèle standard**

Théorie qui décrit l'Univers comme étant constitué de particules élémentaires de matière, les fermions. Ils interagissent par l'échange de particules appelées « messagers », les bosons de jauge. Cette théorie est remarquablement précise dans son domaine d'application, mais on la sait incomplète et limitée.

- **Fermions**

Les fermions sont : 3 leptons chargés (électron, muon, tau), 3 leptons neutres (neutrinos associés aux leptons chargés) et 6 quarks (up, down, strange, charm, bottom et top)

- **Boson de Higgs**

Le modèle standard prévoit l'existence d'une autre particule, le boson de Higgs qui n'a jamais encore été observé. Son rôle serait fondamental pour comprendre pourquoi les particules ont une masse et pourquoi celle-ci est différente selon le type de particule.

- **Symétrie CP**

La symétrie CP correspond au produit de deux symétries : la conjugaison de charge C qui associe une particule à son antiparticule, de même masse mais de charge opposée, et la parité P qui transforme une particule en son image dans un miroir.

- **Violation de symétrie CP**

Lors du Big Bang, l'Univers contenait autant de matière que d'antimatière. Aujourd'hui, l'Univers n'est constitué que de matière. Des différences de comportement entre matière et antimatière – une violation de symétrie CP – pourrait être responsable de l'écart qui s'est établi, au cours de l'histoire de l'Univers, entre les proportions de matière et d'antimatière.

- **Matière et énergie noire**

Les observations astronomiques ont depuis longtemps montré l'existence d'une matière « noire », dont on voit l'influence mais pas le rayonnement. Des mesures cosmologiques récentes ont précisé que cette matière constitue 23% de l'énergie de l'Univers. La surprise a été que 72 % provient d'une « énergie noire », d'une forme totalement inconnue. La matière « ordinaire », décrite par le modèle standard, ne constituant que 5 % de l'énergie de l'Univers... Cette nouvelle énigme est probablement reliée aux autres questions de la physique des particules.

- **Au-delà du modèle standard**

De nombreuses théories sont proposées pour compléter le modèle standard et résoudre certains de ses problèmes, parmi lesquelles la supersymétrie ou les dimensions supplémentaires. La découverte d'une particule ou d'un effet confirmant l'une de ces théories ouvrirait une ère entièrement nouvelle pour la physique.



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

Visuels et vidéos disponibles

LHC – vidéos and animations (FR/EN)

©CERN

Cern HD Stockshots 2011 / Rushes du Cern en haute définition 2011

- 3D Animations / Animations en 3D : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1324096>
- ATLAS experiment / expériences Atlas : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1324131>
- ALICE experiment / expériences Alice : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1324129>
- CMS experiment / expérience CMS : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1324132>
- LHCb experiment / expérience LHCb : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1324133>
- The Grid / La Grille : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1324556>
- LHC Tunnel and CERN Control Centre / Tunnel du LHC et centre de contrôle : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1324843>

General Cern LHC stockshots / Rushes du Cern concernant le LHC

In Standard Definition <http://cdsweb.Cern.ch/record/1103799>

In High Definition <http://cdsweb.Cern.ch/record/1105930>

The script is here (le script est ici, en anglais) <http://cdsweb.Cern.ch/record/1105930/files/script.pdf>

LHC First Physics :

- 30 March 2010 - First proton collisions in the LHC experiments / Premières collisions proton-proton à une énergie de 7 TeV
 - ATLAS: <http://cdsweb.Cern.ch/record/1255875>
 - CMS: <http://cdsweb.Cern.ch/record/1256538>
 - LHCb: <http://cdsweb.Cern.ch/record/1258212>
- 8 Novembre 2010 - First lead collisions in the LHC experiments / Premières collisions plomb-plomb à une énergie de 287 TeV par faisceau.
 - ATLAS : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1309872>
 - CMS : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1305408?ln=fr> et <http://cdsweb.Cern.ch/record/1305409?ln=fr>

Autres animations (science)

- From Bottle to Bang <http://cdsweb.Cern.ch/record/1125472>

- De la bouteille d'hydrogène au LHC (sous-titré en français) <http://cdsweb.Cern.ch/record/1179452>

Journey to discover the nature of matter (Higgs field): <http://cdsweb.Cern.ch/record/1128122>

Journey to the unimaginably Small <http://cdsweb.Cern.ch/record/1128123>



www.cnrs.fr



énergie atomique • énergies alternatives

The Large Hadron collider in 10 minutes / le LHC en 10 minutes (EN/FR/IT/DE)

English: <http://cdsweb.Cern.ch/record/1129494> - Français : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1129499>

Italian: <http://cdsweb.Cern.ch/record/1134373> - German : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1129502>

Ressources « expliqué en 1 minute » « explained in one minute »

- Quarks et gluons

English <http://cdsweb.Cern.ch/record/1363350> – Français <http://cdsweb.Cern.ch/record/1363352>

- Luminosité du LHC / LHC luminosity

English <http://cdsweb.Cern.ch/record/1359220> – Français <http://cdsweb.Cern.ch/record/1359222>

- LHC particle speed – La vitesse de particules au LHC

English <http://cdsweb.Cern.ch/record/1340223> – Français <http://cdsweb.Cern.ch/record/1340225>

LHC : photos

CERN press office photo sélection : [http://cdsweb.Cern.ch/collection/Press Office Photo Selection](http://cdsweb.Cern.ch/collection/Press%20Office%20Photo%20Selection)

Future accelerator / International linear collider :

Animation : ILC en 1 minute / the ILC in one minute (silent)

<http://www.linearcollider.org/about/Press/Images-and-graphics/ILC-animation---The-ILC-in-1-minute>

Photos :

<http://www.linearcollider.org/about/Press/Images-and-graphics>

Astroparticle – Videos and animations (FR/EN)

http://astroparticle.aspera-eu.org/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=29&Itemid=102

AMS

Lancement : <http://cdsweb.Cern.ch/record/1351130>

Vidéo News en français : AMS sur l'ISS <http://cdsweb.Cern.ch/record/1352406?ln=fr>

Video News in English : AMS on ISS <http://cdsweb.Cern.ch/record/1352408>

Toutes les vidéos :

http://cdsweb.Cern.ch/search?ln=fr&cc=Videos&sc=1&p=AMS&f=&action_search=Recherche&rm=wrld

PLANCK

vidéos, photos : <http://public.planck.fr/multimedia.php>

Astroparticle – Photos

Galerie complète : http://astroparticle.aspera-eu.org/index.php?option=com_easygallery&Itemid=6