

Sommaire des Annexes

- **Liberation** 5juil. 2012.
- **LeMonde** 05Juil. 2012.
- **LeMonde_supplémentScience&techno** 07Juil 2012. . .
- **Herault du jour du** 5Juil. 2012.
- **La Montagne** 5Juil 2012
- **DNA (Dern.Nouv.d'Alsace)** 5Juil 2012.
- **Dauphiné** 5Juil 2012.
- **EssorSavoyar** 5Juil 2012
- **Directe Matin** 5Juil 2012
- **Discour Geneviève Fioraso**
-
-

Libération



PAUL LOUIS, COLLECTION PRIVÉE

Les derniers feux des pharaons

Au musée Jacquemart - André, à Paris, une exposition passionnante s'attarde sur la période tardive de l'antiquité égyptienne, souvent oubliée.

PAGES 24-25

Suicides chez France Télécom : l'ancien patron mis en examen

Didier Lombard, qui dirigeait l'opérateur téléphonique lors de la vague de suicides ayant touché l'entreprise en 2008 et 2009, est visé par une enquête de la justice pour harcèlement moral

PAGE 14

A nos lecteurs

En raison d'un mouvement de grève dans les imprimeries, ce numéro de Libération n'est disponible que sous sa forme électronique. Toutes nos excuses à nos lecteurs.

Physique des particules La masse est dite

Le Cern a réussi à mettre en évidence le boson de Higgs qui résout une énigme fondamentale et ouvre une nouvelle étape scientifique. PAGES 2-5



ÉDITORIAL

Par FRANÇOIS SERGENT

Babel

Qui n'a pas rêvé d'inventer des noms comme le «grand collisionneur de hadrons», le «boson de Higgs», ou les «particules élémentaires»? Même si nous sommes nombreux à ne pas tout comprendre à ces expériences de physique fondamentale, reconnaissons que ces scientifiques savent faire rêver le profane. Il est vrai que l'enjeu est tout autant métaphysique que physique, puisqu'il s'agit de l'Univers et de la matière. Population prudente, déjà échaudée par des annonces prématurées, les physiciens des particules semblent bien avoir, cette fois-ci, découvert leur graal. Partant de l'intuition théorique de trois physiciens aujourd'hui octogénaires ou décédés, le Britannique Higgs, mais aussi les Belges Englert et Brout, le Cern a bien confirmé l'existence d'une nouvelle particule, peut-être un «Higgs», sinon un élément plus exotique et plus signifiant encore. Au-delà de cette découverte historique, les moyens pour y parvenir sont tout aussi symboliques. Cette invention planétaire est le fait de toute une communauté de scientifiques, d'écoles et de pays différents, faisant du collisionneur du Cern un vrai tunnel de Babel. Enfin, en plein europessimisme, cette exploration aux frontières de l'Univers, sans rival dans le monde, a été charpentée, organisée et financée par les Européens. Comme le disait Hölderlin: «Nous ne sommes rien. Ce que nous cherchons est tout.»

Les physiciens européens du Cern ont prouvé, hier, l'existence de ce boson recherché depuis les années 60. Un aboutissement crucial pour la science.

Une particule née sous Higgs

Par SYLVESTRE HUET

Les physiciens du monde entier ont sorti le champagne hier matin. Le signal de la fête a été donné depuis une salle de conférence bondée du Cern (Organisation européenne pour la recherche nucléaire), installé à la frontière franco-suisse, près de Genève. «Today is a special day», a lancé Rudolf Heuer, le directeur général du Cern. Un jour où ils peuvent fêter «un accomplissement, une étape historique et un début» dans leur quête des constituants élémentaires de l'Univers et des forces qui les relient.

Puis, il a passé la parole à deux chercheurs, un homme (Joe Incandela) et une femme (Fabiola Gianotti) qui ont présenté les analyses des gerbes de particules provoquées par des milliards de chocs entre protons, se dirigeant les uns contre les autres quasiment à la vitesse de la lumière, dans les détecteurs

géants du grand collisionneur de hadrons (LHC) dont l'anneau fait 27 kilomètres.

OVATION. Bilan des analyses de l'énorme masse de données tirée des détecteurs conduits par des milliers de physiciens : des bosons de Higgs, particule cruciale pour la compréhension de l'Univers, ont bien surgi de ces chocs. A l'annonce qu'il n'y avait plus de doute sur la découverte de cette nouvelle particule – le risque d'avoir été dupé par une fluctuation statistique du «bruit de fond» de l'expérience est inférieur à 1 sur 10 millions –, les orateurs reçoivent une ovation.

Les physiciens, dont les équipes du CNRS et du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) en France, peuvent à raison s'enthousiasmer. L'avancée majeure qu'ils viennent de réaliser pourrait bien, dans le futur, éclipser nombre d'événements politiques et sociaux qui captent l'attention aujourd'hui. Elle représente en effet

L'ESSENTIEL

LE CONTEXTE

Le Cern a annoncé hier la découverte du boson de Higgs.

L'ENJEU

Les scientifiques cherchaient ce graal de la physique des particules depuis près de cinquante ans.

rien moins que l'accomplissement d'une quête dont les débuts remontent aux années 60.

A l'époque, la physique commençait à explorer l'infiniment petit avec des accélérateurs de particules, en cognant les particules contre des cibles ou les unes contre les autres. Au début, une multitude de particules y sont produites, l'énergie s'y transformant en matière, un véritable maquis et un casse-tête théorique.

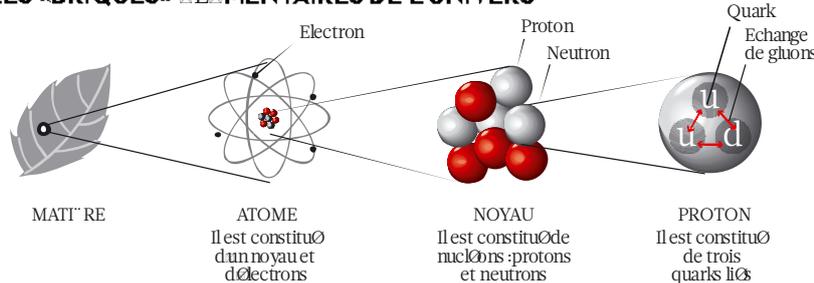
Mais ces particules sont pour la plupart composites et non élémentaires, comme l'électron que rien ne peut «couper». Puis, au fur et à mesure que la montée en énergie des machines permet une découpe de plus en plus fine de la matière, les physiciens parviennent aux particules élémentaires et à leurs relations. Ils élaborent alors une formidable construction intellectuelle qui explique de quelles briques de base l'Univers est constitué (voir ci-dessous) et comment ces particules interagissent pour former des atomes, faire briller les étoiles, rendre le ciel bleu...

Cette construction porte un bien vilain nom: «modèle standard». Cette appellation pour le moins dépréciative veut souligner qu'il ne s'agit pas vraiment d'une théorie – comme la relativité générale de Einstein ou la mécanique quantique. Car le modèle standard repose sur un grand nombre de paramètres (les masses des différentes particules, l'intensité de leurs interactions) qui sont issus de mesures physiques et non directement «produites» par la théorie fondamentale de l'infiniment petit, aujourd'hui appelée «théorie quantique des champs».

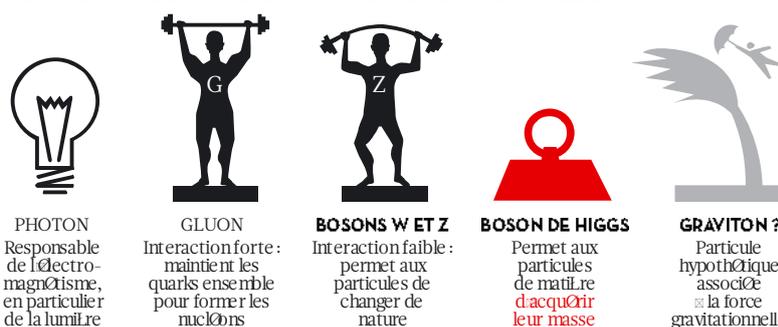
Ce modèle standard souffrait surtout d'un trou béant. Dans la théorie, la masse de ces particules de matière n'est pas une propriété intrinsèque. Elle résulte d'une interaction avec un champ répandu dans tout l'Univers, ce qui suppose l'existence d'une particule dédiée, un boson. Champ et boson sont proposés par trois théoriciens, Brout, Englert et Higgs, dont seul le dernier est popularisé.

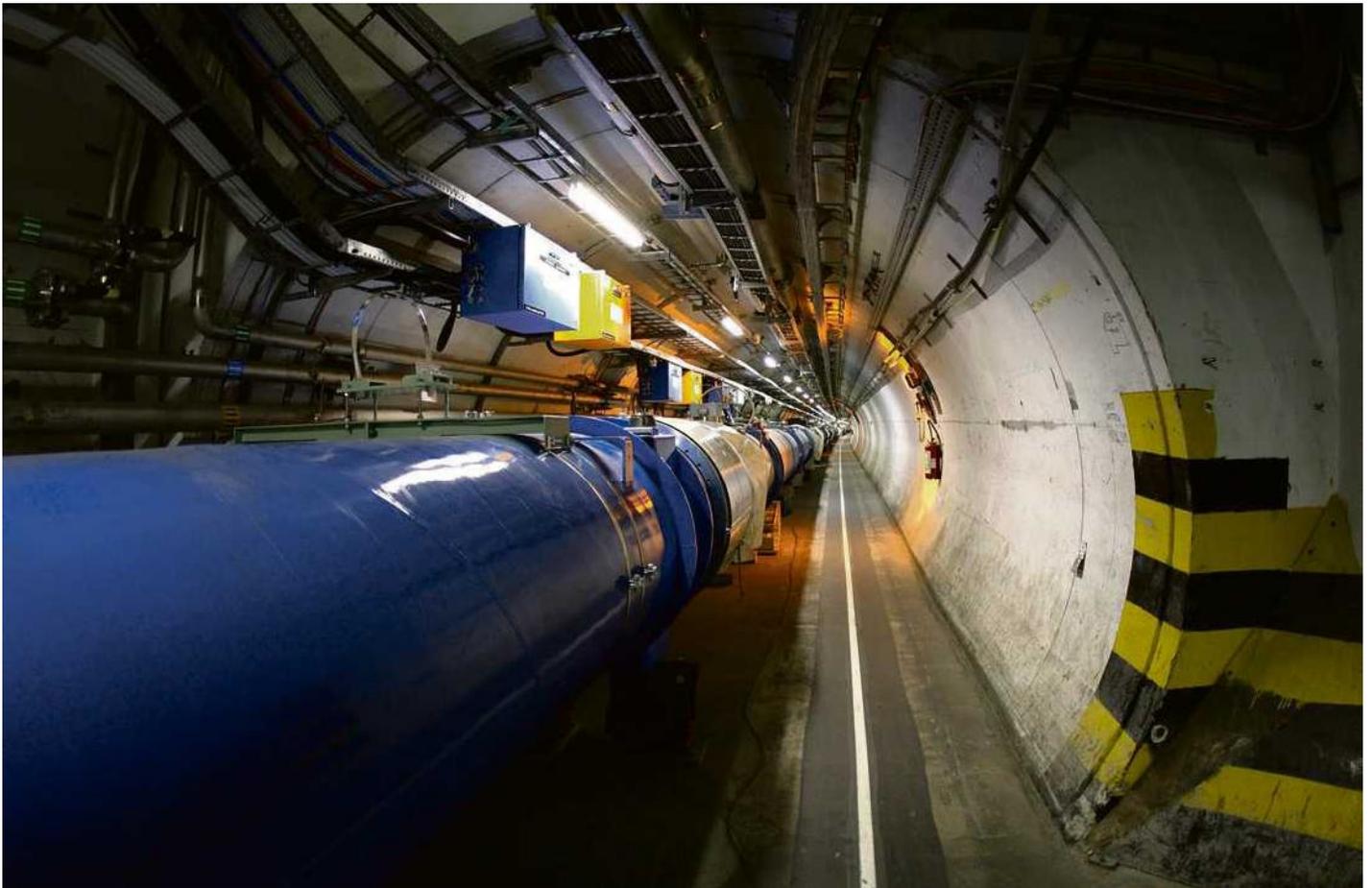
SEIGNEUR DES ANNEAUX. Dès le milieu des années 60, les physiciens savent donc que leur modèle standard ne sera prouvé que lorsque ce fameux boson sera trouvé. De 1980 aux années 2000, ils découvrent toutes les autres particules. Seul le boson de Higgs manque à l'appel. Pour le dénicher, une seule solution: construire le seigneur des anneaux, un accélérateur de particules, pour percer le mur des 100 GeV (milliard d'électronvolts) par parti-

LES «BRIQUES» ÉLÉMENTAIRES DE L'UNIVERS



LES BOSONS : LES INTERACTIONS FONDAMENTALES





Installé dans 27 km de galeries sous la France et la Suisse, le grand collisionneur de hadrons (un accélérateur de particules) a permis de détecter le boson manquant. PHOTO M. TREZZINI/AP

cule produite. Dès le milieu des années 80, physiciens et ingénieurs savent quel défi il faut relever. Dans un premier temps, Etats-Unis et Europe sont en compétition. Les Américains vont concevoir une machine qui suppose le doublement de leur budget... mais leur projet «De-sertron» (lire page 5) explosera en vol en 1993. Et le LHC restera sans concurrent.

MATIÈRE NOIRE. La découverte du boson de Higgs résout une énigme de près de cinquante ans et complète un édifice théorique et expérimental qui restera comme une étape décisive de l'histoire des sciences. Mais elle ouvre aussi l'espoir d'une «nouvelle compréhension de l'Univers», affirme le Cern. Les questions ouvertes sont nombreuses. Les physiciens savent déjà que leurs théories favorites – la relativité générale de Einstein et la théorie quantique – s'effondrent dès lors qu'on veut les appliquer aux tout premiers instants qui suivent le big-bang. Ils se demandent de quoi sont constituées ces mystérieuses matière et énergie noires qui, selon les astrophysiciens, représentent plus de 95% de la masse et de l'énergie de l'Univers. Ils espèrent bien que le LHC, en examinant en détail le boson de Higgs, et en recherchant d'autres particules, permettra d'attaquer ces énigmes. •

La quête du boson de Higgs a permis une révolution technologique, voire sociale.

Une physique avantageuse

A quoi sert la physique fondamentale s'interrogent certains devant les cris de joie des physiciens à l'annonce de la découverte du boson de Higgs ? A

ANALYSE

hissier haut «l'honneur de l'esprit humain» aurait répondu le mathématicien Jean Dieudonné. Et c'est vrai. La quête des constituants ultimes de l'Univers et des forces qui les organisent a commencé avec les spéculations métaphysiques des Grecs, dont l'hypothèse atomiste de Démocrite peut être considérée comme fondatrice d'une démarche désormais pluri-millénaire. Ne jamais renoncer à savoir ce qu'est l'Univers, le fouiller tant et plus, près et loin, des fins fonds du Cosmos à celui des atomes, voilà une caractéristique des civilisations qui refusent d'être mortelles.

Toutefois, la mise en œuvre de cette démarche, au XXI^e siècle, dépasse de très loin cette simple approche métaphysique et culturelle. Casser de la particule, à l'aide de machines gigantesques et coûteuses – le LHC aura exigé près

de 4 milliards d'euros d'investissement, le Cern a besoin d'un budget d'environ 700 millions d'euros par an – ne permet pas seulement de dresser la liste des constituants de l'Univers.

Cela permet aussi de passer l'ensemble des concepts de la physique au banc d'essai le plus exigeant que l'on puisse imaginer, une bonne manière de les affûter, de les renverser si nécessaire. Cela suppose de repousser très loin les limites de technologies de pointe. A l'époque où le LHC est décidé, presque aucun de ses composants n'est disponible sur étagère. La recherche va alors tisser des liens fructueux avec l'industrie. Ils produiront les aimants supraconducteurs de l'accélérateur, ses détecteurs géants, son système cryotechnique sans équivalent, son informatique distribuée dans toute l'Europe, à l'origine de l'explosion du grid computing et des réseaux à très haut débit... Il y a là une véritable locomotive technologique qu'il est précieux d'avoir chez soi.

Le gigantisme des expériences de physique nécessaires à l'exploration de la matière provoque également de l'invention sociale. A l'intérieur même des groupes de physiciens dont le souci de partage démocratique des informa-

Casser de la particule, à l'aide de machines gigantesques et coûteuses ne permet pas seulement de dresser la liste des constituants de l'Univers...

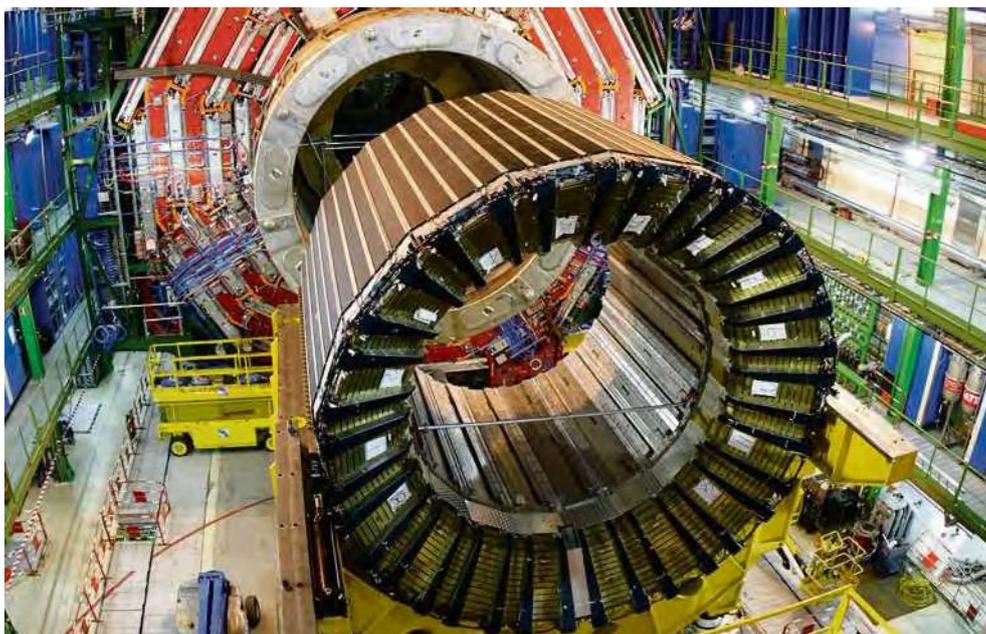
tions et des décisions sera à l'origine de l'invention du Web, au Cern, par Tim Berners-Lee et Robert Cailliau.

Le Cern lui-même, est une invention sociale remarquable. Fondé par quelques pays européens en 1952, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire a su réunir autour d'elle toutes les forces vives de la physique des particules du monde. Une capacité d'attraction permise, paradoxalement, par une position refusant la domination et proposant des coopérations véritables,

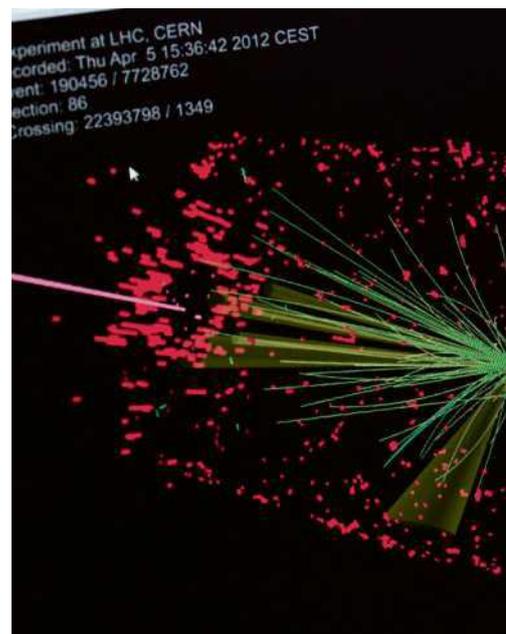
ce que le secteur spatial n'a jamais su faire. Depuis un siècle et la révolution quantique, la recherche de base constitue la poule aux œufs d'or de la technologie et donc de la puissance économique. C'est convaincus de cet axiome

que les gouvernements, après la Seconde Guerre mondiale, ont ouvert les robinets des fonds publics et embauché par dizaines de milliers de physiciens, chimistes, géoscientifiques et biologistes. Même si la crise des finances publiques interroge cet élan, l'engagement massif des pays émergents (Chine, Inde, Brésil) dans la recherche fondamentale donne un second souffle à cette course de fond. L'Europe pourrait donc commettre une grave erreur : ne pas exploiter à fond ses capacités, ne pas donner à ses scientifiques les moyens de poursuivre cette recherche fondamentale qui concerne aussi bien les constituants de la matière que le fonctionnement des écosystèmes.

S.H.



Le CMS, l'un des principaux détecteurs du grand collisionneur de hadrons, à Cessy (Ain). PHOTO MARTIAL TREZZIN/LAP



Une collision de particules étudiée sur un moniteur du CMS.

Michel Spiro, le président du Cern, revient sur les implications de la découverte du boson de Higgs :

«Le chaînon manquant du modèle qui permet de décrire le monde»

Michel Spiro, président du conseil du Cern, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire, commente l'annonce faite hier par les physiciens à Genève et Melbourne. Qu'est-ce que les physiciens du Cern ont trouvé ?

L'annonce faite en lever de rideau de la conférence mondiale de Melbourne signifie que nous avons bien trouvé le boson de Higgs – plus exactement la particule proposée dans les années 60 par trois physiciens, Robert Brout, François Englert et Peter Higgs. Le doute qui pourrait subsister est bien mince: il y a un risque sur dix millions qu'il puisse s'agir d'une fluctuation statistique! Il y a dix mois, nous avions un signal de l'apparition de cette particule dans les collisions entre protons du LHC [le Large Hadron Collider, ndlr] et nous l'avions rendu public. Mais ce signal, même si l'indication semblait intéressante et conforme à l'une des prédictions théoriques, était encore compatible avec une simple fluctuation statistique du «bruit de fond». Depuis, le nombre d'événements où apparaît le boson de Higgs a augmenté et, s'il demeure encore une toute petite incertitude par rapport à nos très sévères exigences de preuves, nous sommes vraiment au bord de la dé-

couverte. La présenter ou non comme une découverte me semble plus psychologique qu'une véritable incertitude scientifique.

Quelle est donc cette mystérieuse particule, ce boson de Higgs, et pourquoi était-ce si important de la découvrir ?

Cette particule affiche une masse, que nous exprimons en milliards d'électronvolts – car masse et énergie se confondent –, vers 125 gigaelectronvolts [GeV]. Nous avons mis longtemps à la découvrir, plus de quarante ans après son «invention théorique», parce qu'il fallait, pour y parvenir, construire une machine assez puissante. Et seul le LHC, un collisionneur de protons

de 27 kilomètres de circonférence, pouvait répondre à cette exigence. Le boson de Higgs constituait le chaînon manquant – la seule particule encore non détectée – du Modèle standard qui permet de décrire et comprendre le monde qui nous entoure, du moins en ce qui concerne les particules élémentaires. En outre, il y joue un rôle déterminant, puisque c'est le champ de Higgs et ce boson qui sont censés «donner» leur masse aux particules de matière, tandis que les photons, les particules de la «lumière» (l'ensemble du rayonnement électromagnétique), en sont dépourvues.

Comment s'effectue ce «don» d'une masse par le boson de Higgs aux particules de matière ?

Les physiciens conçoivent cette acquisition de la masse comme la conséquence d'une interaction entre les particules de matière et le champ de Higgs, dans tout l'espace-temps. Le vide quantique aurait donc une sorte de viscosité, et les particules une inertie liée à leur déplacement. Leur masse ne serait donc plus une propriété intrinsèque mais une propriété partagée entre les particules et le vide. Et cette interaction aurait une histoire.

Elle n'aurait donc pas toujours existé ?

Notre théorie, confortée par la découverte du boson de Higgs, dit en effet que, lorsque l'Univers tout entier était très dense et très chaud, quelques instants après le big-bang, cette viscosité n'existait pas... et toutes les particules étaient dénuées de masse et beaucoup plus semblables les unes aux autres. La température qui correspond à ce seuil est très élevée, chaque particule de l'Univers avait alors une énergie d'environ 1 000 GeV. Mais les conséquences cosmologiques de

la découverte d'un boson de Higgs à 125 GeV ne s'arrêtent pas là. Il pourrait être lié à ce qui s'est passé encore plus tôt dans l'histoire de l'Univers, lorsque son énergie par particule était de 10^{15} à 10^{19} GeV avec l'épisode baptisé «inflation» – la taille de l'Univers a alors augmenté à une vitesse prodigieuse. Un épisode énigmatique, qui fascine les cosmologistes et les physiciens.

L'intérêt de cette spéculation théorique est avivé par la découverte d'un boson de Higgs plutôt «léger», car cela pourrait correspondre à l'existence d'autres particules, dites supersymétriques, qui pourraient être produites dans l'avenir par le LHC. En outre, même s'il sera impossible d'expérimenter au niveau d'énergie de l'épisode inflationnaire, le télescope Planck de l'Agence spatiale européenne pourrait découvrir, dans le rayonnement cosmologique dont il fait la carte, une trace de cet épisode.

Quelles perspectives cette découverte ouvre-t-elle pour la physique des particules ?

La première est de consolider la stratégie européenne avec l'exploitation du LHC. En 2013, nous allons renforcer la machine – il nous faut refaire 10 000 soudures sur les aimants – afin de monter progressivement sa puissance des 4 TeV [4 000 milliards d'électronvolts] par proton au 7 TeV prévus au départ.

UN BOSON MAL NOMMÉ

C'est la faute de Steven Weinberg, prix Nobel de physique 1979, qui l'avouait ainsi dans la *New York Review of Books*, en mai 2012: «Dans un livre récent [...], Frank Close souligne qu'une erreur de ma part est partiellement responsable de l'expression «boson de Higgs». Dans mon papier de 1967 sur l'unification des forces faible et électromagnétique, j'ai cité le travail de 1964 de Peter Higgs et de deux autres groupes de théoriciens. [...] Quant à ma responsabilité dans le nom de «boson de Higgs», elle est due à une erreur dans ma lecture des dates de ces trois premiers papiers: j'ai cru que le plus ancien était celui de Peter Higgs, de sorte qu'en 1967 j'ai cité Higgs en premier lieu, et j'ai continué à le faire depuis. Apparemment, d'autres physiciens ont fait de même. Mais, comme le signale Frank Close, le premier papier des trois que je citais était en fait celui de Robert Brout et François Englert. Pour atténuer mon erreur, il faut néanmoins remarquer que Higgs, Brout et Englert ont travaillé indépendamment et à peu près en même temps, ce qui fut aussi le cas du groupe de Gerald Guralnik, C.R. Hagen et Tom Kibble. Mais le nom de «boson de Higgs» semble lui être resté.»



LAP

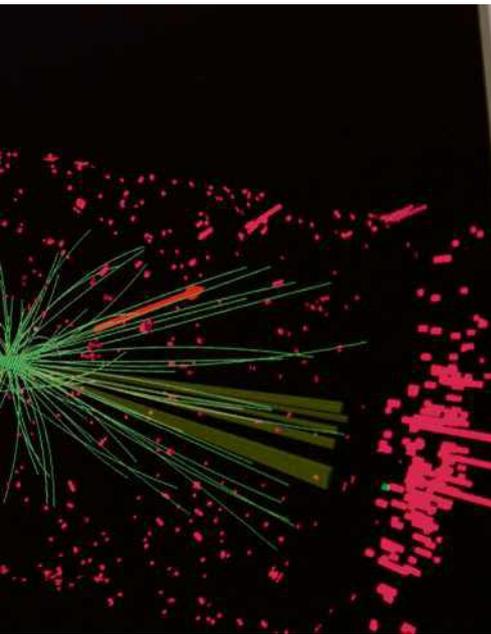
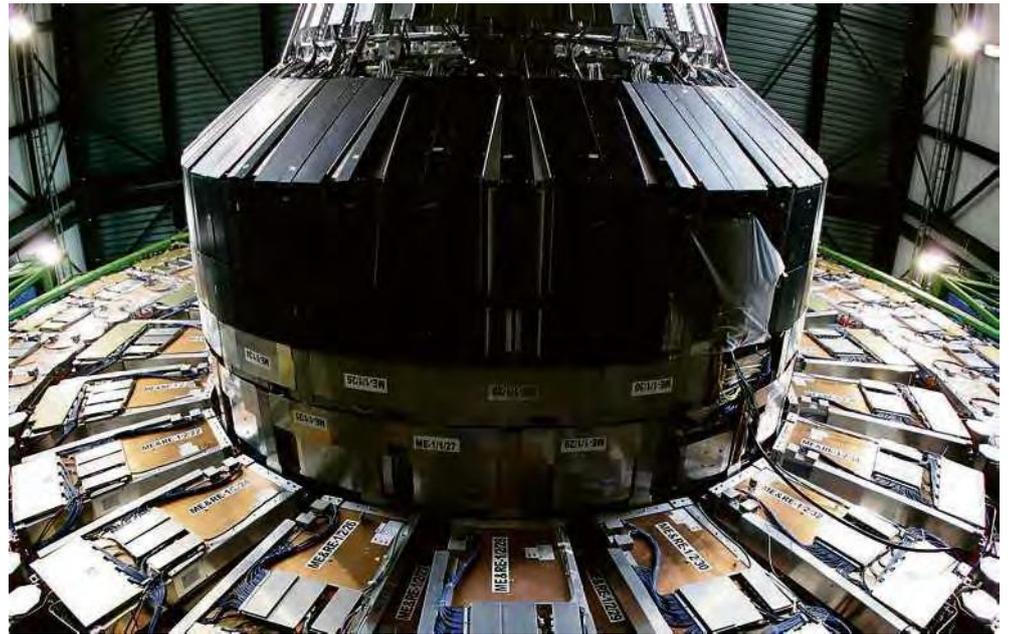


PHOTO DENIS BALIBOUSE REUTERS



L'existence du boson de Higgs a été révélée par le CMS et l'Atlas en suivant deux méthodes différentes. PHOTO MARTIAL TREZZINI/LAP

Nous espérons arriver aux 7 TeV avant 2015 et tourner ainsi jusqu'en 2020.

Puis, nous aurons encore probablement dix ans d'exploitation avec une intensité de collisions accrue du LHC pour étudier le boson de Higgs, et les particules supersymétriques qui pourraient apparaître. Le LHC a encore des marges de progrès. Nous envisageons de «pincer» ses faisceaux par des aimants supraconducteurs en niobium-étain pour multiplier par dix le nombre de collisions par seconde. Cela mettra à dure épreuve les détecteurs, soumis à des radiations puissantes. Ce programme nous mène jusqu'en 2030. Et ensuite, quel est l'avenir du Cern?

Le Cern va rester au moins pour les dix-huit années à venir le centre mondial de la physique des particules. Nous sommes les seuls à occuper la frontière de cette recherche fondamentale, et aujourd'hui 10000 physiciens de 60 pays utilisent le LHC. Cette frontière est coûteuse, il n'y a donc pas de machines équivalentes et concurrentes, or seuls l'Europe et le Cern sont capables d'attirer la planète entière dans une collaboration mondiale. De plus en plus de pays, en plus des Etats membres, sont en discussion pour acquiescer le statut d'associés: la Russie, la Chine, l'Inde, le Brésil... Quant aux Etats-Unis et au Japon, ils participent un peu «à la carte». Pour la suite, nous avons plusieurs idées. Construire une «usine à bosons de Higgs», les produisant en grand nombre et de manière plus propre, avec un collisionneur linéaire électrons contre électrons. Mais nous pourrions aussi multiplier par trois l'énergie du LHC en changeant tous les aimants supraconducteurs en niobium-titane par des niobium-étain.

Recueilli par SYLVESTRE HUET

Plus innovants, les physiciens européens ont damé le pion au rival américain.

Cern: 20 ans d'audaces couronnées

Audace technologique, organisation stricte, budgets serrés, attractivité mondiale... C'est en relevant ces défis que le Cern s'est positionné au poste avancé de la recherche expérimentale en physique fondamentale. Une situation qui fait de l'Europe le leader d'une composante cruciale de l'aventure scientifique. Pourtant, ce destin glorieux n'était pas écrit.

Tout s'est joué il y a plus de vingt ans, lorsqu'Américains et Européens ont décidé ce qu'ils devaient construire pour repousser les frontières de cette physique de pointe. A l'époque, l'Europe dispose d'un collisionneur d'électrons (le LEP) qui a étudié en détail la frontière énergétique des 100 GeV (milliards d'électronvolts) par particule. Malgré les espoirs, le boson de Higgs est demeuré hors de portée. Les physiciens doutent alors qu'il puisse être découvert au Tevatron, l'accélérateur de protons du Fermilab (Etats-Unis). La physique exige un saut en énergie. Donc en puissance de l'accélérateur.

Zéro absolu. Les Américains font alors une grossière erreur en lançant dans la construction du «Desertron», un accélérateur de plus

de 86 km. Un choix guidé par la crainte de recourir à des technologies trop audacieuses. Les physiciens européens, eux, ont compris que les gouvernements ne financeraient pas un second tunnel circulaire. Ils doivent donc caser leur machine dans celui creusé pour le LEP de 27 km. Pour compenser cette petite taille, il faut recourir à des aimants supraconducteurs d'une grande puissance, les refroidir près du zéro absolu, construire des détecteurs géants capables de résister à d'intenses radiations... et inventer une nouvelle informatique pour traiter de gigantesques masses de données.

Inversant les relations habituelles, c'est le Vieux Continent qui ose. Sous la férule de l'Italien Giorgio Brianti, on multiplie les choix audacieux pour concevoir la machine. La clé du succès provient des ingénieurs du Commissariat à l'énergie atomique (CEA), qui s'inspirent des aimants conçus pour le réacteur expérimental à fusion nucléaire de Cadarache, Tore Supra. Les laboratoires inventent des détecteurs «durcis». Et l'informatique distribuée – aujourd'hui qualifiée de grid computing – met en relations à très haut débit des «fermes» de PC à travers l'Europe.

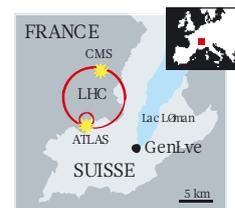
Devant les progrès européens, les Américains, qui ont déjà dépensé des milliards, abandonnent en 1993. Puis rejoignent un peu piteusement le projet du Cern. Petit à petit, tous les pays qui étudient cette physique s'y retrouvent. Ils payent leurs parts en nature, par des morceaux de détecteurs ou d'heures d'ingénieurs et de techniciens (Russes, Chinois, Indiens...), qui se croisent dans le tunnel dans un melting-pot mondial.

Pole. Au démarrage du Large Hadron Collider (LHC, ou grand collisionneur de hadrons), des soudures défectueuses provoquent un accident. Il faudra en renforcer 10 000, d'ici 2020, pour monter son énergie au niveau prévu au départ. Malgré ce défaut, cette machine pulvérise déjà les records et offre aux physiciens le gibier qu'ils traquent depuis quarante ans: le boson de Higgs. L'Europe est assurée de conserver cette pole position au moins vingt ans. La suite dépendra du coût des machines futures. S'il grimpe encore, seul l'acteur capable de fédérer l'effort mondial pourra prétendre héberger le collisionneur des années 2030. Et de ce point de vue, le Cern n'a pas de concurrent sérieux.

S.H.

LE LHC DU CERN

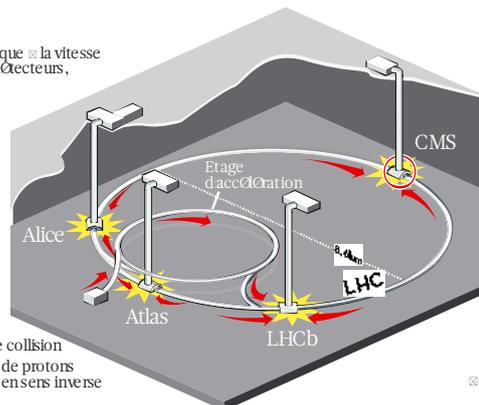
Des paquets de protons accélérés presque à la vitesse de la lumière se croisent au cœur des détecteurs, CMS, Atlas, Alice et LHCb.



Circonférence : 27 km

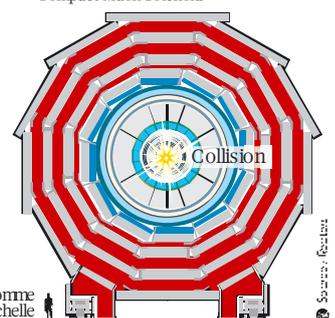
Profondeur : 50 - 175 km

☀ Points de collision
➔ Faisceau de protons circulant en sens inverse



COUPE DU CMS*, L'UN DES QUATRE DÉTECTEURS

*Compact Muon Solenoid



Homme
à l'échelle

Source: CERN



Les physiciens ont découvert

Cette particule qui explique pourquoi les choses ont une masse, théorisée

Genève
Envoyé special

In'y a plus de doutes. Les explorateurs de l'infiniment petit sont en train d'écrire une nouvelle page de l'histoire des sciences. Ils viennent enfin de mettre la main sur une nouvelle particule. Un petit bout de rien. Mais pas n'importe lequel. C'est très certainement LA particule.

Celle qu'ils cherchent depuis 1964. Celle pour laquelle ils ont notamment construit le plus gros des microscopes sur Terre, à la frontière franco-suisse, le LHC, au CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire), pour plus de 4 milliards d'euros. Celle pour laquelle ils ont érigé de véritables cathédrales d'acier, de silicium, de cuivre et de verre afin de saisir son apparition (pour 1 milliard d'euros supplémentaire). Celle qui explique pourquoi les choses ont une masse. Celle sans laquelle ils ne pourraient plus continuer leur quête des mystères de la nature. Bref, celle qui est la clé de voûte de leur système du monde.

Sa dénomination n'est pas simple : boson de Brout-Englert-Higgs (BEH), du nom de ses trois géniteurs qui ont conjecturé son existence sur le papier en 1964. Même si elle est plus souvent nommée boson de Higgs.

Ce mercredi 4 juillet, au CERN, près de Genève, l'excitation de l'immense communauté rassemblée pour recueillir les derniers résultats des deux principales expériences consacrées à cette recherche, CMS et Atlas, est palpable. « *Electrique* », « *sous haute tension* », « *survolée* », sont des mots entendus la veille pour décrire l'ambiance des derniers jours. L'amphithéâtre de 400 places réservé aux physiciens venus écouter leurs collègues est comble et à refuse du monde. Certains ont passé la nuit devant les portes qui ont ouvert deux heures avant les annonces.

Les journalistes se pressent dans une autre pièce pour suivre les révélations. Aucune information quantitative officielle n'a circulé. Seulement des rumeurs. Le Belge François Englert et l'Écossais Peter Higgs ont fait le déplacement. Tout comme Carl Hagen et Gerald Guralnik, les Américains

qui ont publié leurs idées quelques semaines après le trio pionnier d'anciens directeurs du CERN, Luciano Maiani et Robert Aymar, sont également présents.

Gregorio Bernardi, le porte-parole d'une expérience américaine sur un accélérateur concurrent, le Tevatron, arrête fin 2011, est la preuve de l'intérêt de la journée. Lui et ses collègues ont aussi trouvé dans leurs détecteurs un indice annonciateur (bien que trop faible pour clamer victoire).

Ce fameux boson de Higgs est aussi la première particule élémentaire découverte depuis dix-huit ans

À partir de 9 heures, Fabiola Gianotti et Joe Incandela, les porte-parole respectifs d'Atlas et CMS, sont intervenus. Peu après, ils se sont envolés vers l'Australie pour le congrès international ICHEP qui devait avoir la primeur de leurs annonces, avant que l'importance du résultat ne pousse le CERN à faire une communication anticipée. Les chiffres sont donc tombés. Ce boson BEH a du poids (125 GeV environ) dans les unités utilisées par les physiciens pour peser leurs bébés. C'est quelque 133 fois plus lourd qu'un proton ou un neutron, les briques élémentaires à partir desquelles tous les atomes sont bâtis.

« *C'est un moment magique. Beaucoup d'expérimentateurs ne*

Une paternité très disputée

En 1964, six physiciens ont publié à moins de trois mois d'intervalle un mécanisme donnant de la masse aux particules. Ils ont été récompensés en 2010 par le prix Sakurai. En 2004, le prix Wolf avait été attribué aux trois premiers, Robert Brout, François Englert et Peter Higgs. On doit à Steven Weinberg (Nobel de physique 1979) d'avoir popularisé ce concept. En mai 2012, il expliquait que l'expression « boson de Higgs » était restée parce qu'il s'était trompé dans les dates de publi-

croit pas qu'on pourrait la trouver, au début », témoigne Gregorio Bernardi, rattaché à l'université Pierre et Marie Curie. « *Cela représente l'achèvement magnifique du modèle standard [le modèle décrivant l'infiniment petit]* », complète Daniel Fournier (CNRS) qui participe à l'expérience Atlas. Pour Michel Spiro, le président du conseil du CERN, « *cette observation est excitante* ». Ce boson, c'est aussi la première particule élémentaire découverte depuis dix-huit ans.

L'histoire retiendra que c'est dans la nuit du 11 juin 2012 que les premiers indices ont sauté aux yeux des physiciens de l'une des expériences. Littéralement. Pour ne pas être influencés par les données, les chercheurs réglent en aveugle leurs programmes d'analyse. Puis ils « ouvrent » la boîte. C'est là qu'ils ont vu pour la première fois sur un écran jaillir une courbe hors de la normale. Il était 2 heures du matin. Yves Sirois (CNRS), de l'expérience CMS, montre avec joie la photo immortalisant cet instant. Le lendemain, chaque sous-groupe d'analyse présente son résultat. Nouvelle révélation, tout le monde a bien vu quelque chose de nouveau. La salle applaudit. « *J'avais presque les larmes aux yeux, témoin M Sirois. On ne pouvait plus arrêter le train* ».

Cependant, officiellement le CERN n'a pas parlé de « découverte » mais de « *particule compatible avec le boson de Higgs* ». « *Mais vous ne trouverez plus personne pour parler que le boson BEH n'existe pas* », explique Jean-Marie Frère, théoricien de l'université libre de Bruxelles,

gardant le nom de celui qu'il pensait être le premier. Les Belges Robert Brout et François Englert ont publié le 31 août 1964 (deux mois après avoir soumis leur article, le 26 juin). L'Écossais Peter Higgs a, lui, publié deux articles, le premier le 15 septembre (soumis le 22 juillet) et le second le 19 octobre (soumis le 31 août). Quant aux Américains Gerald Guralnik, Carl Hagen et Tom Kibble, ils publient le 16 novembre 1964 en citant les articles du duo belge et de Peter Higgs.

venu lui aussi au CERN avec son célèbre collègue François Englert.

Et de s'essayer à une métaphore : « *Imaginez que cette particule est un gros levier tapi au bord d'un champ de ble, immobile. Si les couleurs sont identiques, l'animal est invisible. Si le champ de ble se met à osciller sans que le lapin bouge, alors en observant suffisamment longtemps on pourra voir la bête* ».

Tout est dans le suffisamment longtemps et le fait que, la plupart du temps, les physiciens observent un champ sans lapin. La réalité est donc moins bucolique. Le champ de blé est créé par les violentes interactions entre des paquets de protons lancés l'un contre l'autre à des vitesses proches de la lumière. Pour multiplier les chocs, l'affrontement a lieu sur un anneau de 27 kilomètres de long, installé sous terre. Et les paquets se succèdent à raison de 600 millions de collisions par seconde. Vingt-quatre heures sur vingt-quatre, sept jours sur sept. À la fin décembre 2011, quelque 400 millions de millions de collisions avaient été enregistrées. Mi-juin 2012, le total atteint presque le double. Et dans tout cela, une centaine de lapins ont été repérés.

En outre lors d'annonces précédentes en décembre, les probabilités d'avoir cru voir un lapin et de se tromper étaient de quelques pourcent. Cette fois, on est plutôt à une chance sur un million. Soit tout de même 99,9999 % d'avoir raison.

Fin de l'histoire ? Pas du tout ! Certes il faut affiner encore la photo et continuer d'agiter les champs de blé. Mais, surtout, il faut s'assurer que ce qu'on a vu est bien le fameux boson BEH, tel que prévu par la théorie. Comme personne n'a jamais vu un tel monstre, son étude est excitante. D'ailleurs, les physiciens espèrent bien trouver des anomalies comportementales plutôt que des confirmations de la théorie. Peut-être que le lapin serait plutôt une assemblée de lapereaux marchant toujours groupés. Il faut aussi vérifier la charge électrique, les couleurs de cette particule.

Enfin, cette particule a des caractères uniques. Si c'était une balle de tennis, elle serait la seule à ne pas tourner, ni en lift ni en slice, par exemple. Une telle bizarrerie mérite donc de s'y attarder.

le boson de Higgs avec 99,9999 % de certitude

en 1964, vient d'être détectée grâce à des collisions phénoménales réalisées dans le grand accélérateur du CERN

Tout ce jeu se complique aussi, car les physiciens ne voient pas directement le boson BEH. Ils n'en voient en fait que les filles ou petites-filles, c'est-à-dire les particules produites lors de la désintégration du boson initial qui n'apparaît que brièvement après les collisions.

Et comme toutes ces filles peuvent aussi naître par d'autres processus, la recherche en paternité est compliquée. « *On a vingt ans de physique devant nous. Un âge d'or arrive... pourvu que les finances suivent* », souligne Daniel Fournier. « *Une découverte ne ferme jamais un chapitre. Elle ouvre au contraire un domaine* », complète Jean Iliopoulos, du laboratoire de physique théorique à l'École normale supérieure, en rappelant l'exemple des ondes électromagnétiques découvertes par Heinrich Hertz au XIX^e siècle et dont on ne peut plus se passer pour communiquer.

Cette percée dans l'infiniment petit ouvre une nouvelle page dans la

compréhension des mystères de l'Univers

Le monde de l'infiniment petit recèle bien des mystères. À l'origine du monde, tout n'était qu'énergie ou rayonnement. Point de particules, encore moins de lapins. Le calme plat dans un environnement très chaud. Puis l'Univers grandit et du coup la température baisse. Arrive alors ce qui se passe dans une casserole d'eau qu'on fait bouillir : le calme liquide s'agite, bouillonne et des bulles se créent.

Pour l'Univers, à ce moment-là, une partie de l'énergie devient matière, un peu comme une partie du liquide devient gaz. Ce qui était plat, identique dans toutes les directions, devient turbulent et asymétrique. Cette brisure de symétrie, comme les physiciens l'appellent, correspond au mécanisme BEH et s'accompagne du fameux boson. Plus précisément, une partie de ce qui n'était qu'énergie devient matière stable et pesante. Le boson BEH leur a donné leur masse. Mais qui a donné la masse au boson ?

Voilà l'une des questions suivantes



L'Écossais Peter Higgs (à droite) salue le Belge François Englert, mercredi 4 juillet au CERN : les deux hommes avaient prédit l'existence du boson en 1964. DENIS BALIBOUSE/REUTERS

tes pour les chercheurs qui aiment bien ce jeu de poupées gigognes. Et puis si grâce à ce boson ils ont pu remonter à une époque reculée de l'Univers chaud, qu'en était-il encore avant lorsqu'il faisait encore plus chaud ? Mystère.

Sauf que les théoriciens savent que les équations bâties avec l'actuel modèle ne marchent plus et se mettent à générer des quantités infinies incontrôlables. Ils savent aussi que le modèle standard ne décrit que la matière ordinaire et pas les objets exotiques comme la matière noire ou l'énergie noire qui remplit 95 % de l'Univers. Le

tableau ne décrit pas non plus la gravitation. « *Ce boson est un laboratoire pour étudier une nouvelle physique. Il peut ouvrir une porte au-delà de nos théories actuelles. La situation est excitante* », s'enthousiasme Guido Tonelli, ancien porte-parole de CMS.

Pour toutes ces questions, peut-être faudra-t-il construire une autre machine plus puissante, pour casser encore plus la matière. En septembre, en Pologne, les Européens essaieront de fixer leur feuille de route. Le salut pourrait cependant venir du ciel, sans considération religieuse.

Le cosmos, ses étoiles en explosion, ses trous noirs gloutons, ses galaxies se croquant l'une l'autre... abritent des accélérateurs de particules bien plus puissants que tous ceux construits sur Terre. Des particules ainsi éjectées peuvent taper notre atmosphère, puis éclater, déclenchant une douche de particules nouvelles susceptibles d'être captées. En Namibie, avec l'expérience HESS ou en Argentine avec l'observatoire Auger (et surtout avec leurs successeurs), cette récupération de pluie cosmique a commencé ■

DAVID LAROUSSE

Au CERN, la physique de tous les records

11245 tours d'anneau de 27 kilomètres sont effectués chaque seconde par les protons filant à 99,9 % de la vitesse de la lumière. L'objectif est de les frapper les uns contre les autres pour étudier les caractéristiques des particules produites.

1,9 degré Kelvin : c'est la température (environ - 271 degrés Celsius) des aimants permettant d'incliner et de contrôler la trajectoire des protons.

120 MW La puissance électrique à fournir pour le grand collisionneur de hadrons (LHC) est l'équivalent des besoins du canton de Genève.

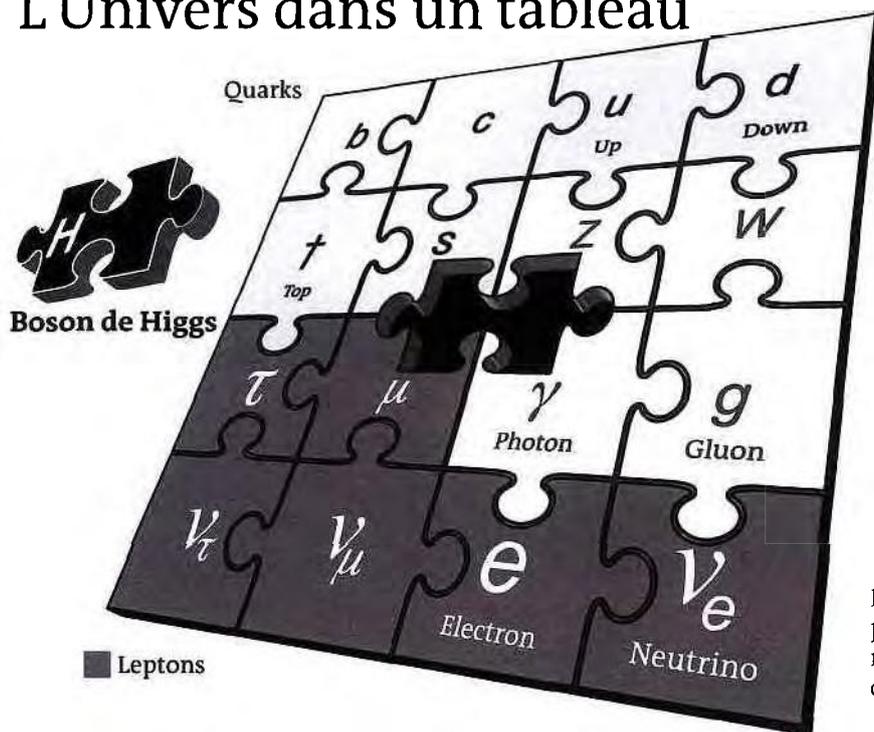
12500 tonnes Avec 21 mètres de long et 15 mètres de diamètre, CMS est le détecteur le plus lourd.

46 mètres Atlas, avec ses 25 mètres de diamètre pour 7000 tonnes, est quant à lui le détecteur le plus long.

300 Mo par seconde de données sont générées au sein de chaque détecteur, soit encore neuf kilomètres de DVD empilés les uns sur les autres par année.

4,98 milliards de francs suisses (plus de 4 milliards d'euros) : c'est le coût de construction de l'accélérateur LHC. Le budget annuel du CERN est de 935 millions de francs suisses (775 millions d'euros) pour 2400 personnels permanents. Les détecteurs CMS et Atlas ont coûté chacun moins de 600 millions de francs suisses (497 millions d'euros).

L'Univers dans un tableau



Echelle des constituants de la matière (en mètre)



Matière à l'œil nu
 10^{-2} m

Elle est constituée d'atomes
 10^{-10} m



L'atome :
— Electron
— Noyau
 10^{-14} m

Le noyau est fait de protons
 10^{-15} m



Les quarks forment les protons
 10^{-18} m

Bosons :
particules médiatrices de forces

L'infiniment petit se décrit en particules et en forces agissant sur elles. Ce modèle standard comprend trois forces, électromagnétique, faible et forte ; chacune « portée » par des particules, respectivement les photons, les bosons W et Z et les gluons. Les autres particules constituent la matière. Les quarks forment

les protons et neutrons des noyaux d'atomes. L'électron, gravitant autour des noyaux, est le lepton le plus connu. Le neutrino est une particule presque sans masse, que le Soleil nous envoie à la suite des réactions radioactives, manifestations de la force faible. Le boson dit de Higgs expliquerait la masse de ces particules.

INFOGRAPHIE LE MONDE

Pari, retards, accident... une aventure de plus de vingt ans

ILS PARTIRENT moins de 10 et arrivèrent plus de 6 000, vingt ans plus tard. Les chasseurs de particules ont su agréger leurs forces pour construire l'accélérateur et les détecteurs géants nécessaires à leur quête. C'est dans une euphorie comparable à celle d'aujourd'hui que naît l'idée d'un accélérateur géant, le grand collisionneur de hadrons (LHC). Nous sommes en 1984, un peu plus d'un an après la découverte de cousins du boson de Higgs : les bosons W et Z. Le plus gros accélérateur de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), le grand collisionneur électron-positron (LEP), est en construction pour affiner le portrait de ces nouveaux venus.

Mais déjà son successeur, le futur LHC, est évoqué pour occuper le même tunnel souterrain. L'un des héros de l'époque, l'Italien Carlo Rubbia, Prix Nobel de physique en 1984, croit en cette voie. « En 1989, Rubbia, devenu le directeur du CERN, me convoque avec deux autres collègues pour définir quoi faire dans le tunnel du LEP », se souvient Daniel Denegri, physicien au CERN, à propos de l'expérience CMS. « C'est lui qui a eu le courage de lancer ce projet aussi extrême, autour d'une technologie que personne n'avait jamais essayée. C'était un risque énorme », ajoute M. Denegri.

En outre, l'idée est lancée alors que les Etats-Unis, piqués au vif par les Européens qui leur ont volé la vedette avec les bosons W et Z, sont engagés dans un projet démesuré d'accélérateur, le Superconducting Super Collider (SSC), de près de 90 kilomètres de circonférence. Mais les coûts dérivent et le géant est abandonné en 1993 en pleine construction. Le concurrent européen a la place libre et promet des économies par la réutilisation du tunnel et par une énergie visée moins élevée notamment.

Phase diplomatique

« Ce fut alors aussi une entreprise diplomatique et scientifique », se remémore M. Denegri. Les Alle-

mands souhaitant par exemple réduire leur participation, et augmenter celle des Suisses et des Français qui bénéficient de plus de retombées socio-économiques. Le 16 décembre 1994, la construction du LHC est effectivement lancée par le CERN. Les Etats-Unis, l'Inde et le Japon, convaincus par des chercheurs envoyés comme des représentants de commerce, rejoignent l'aventure. Ni la participation allemande ni celle des Britanniques ne seront diminuées spécifiquement.

Les travaux s'accroissent. Jusqu'en 2000, les prototypes sont construits pour valider les technologies. Non sans mal, là aussi. Des huit expériences candidates au départ il n'en reste que quatre, certaines équipes étant obligées de s'allier à d'autres pour atteindre les objectifs. « Notre collaboration a failli voir le départ de certains membres lorsque nous avons décidé de changer un certain type de détecteurs. Mais nous avons tenu », rappelle M. Denegri. Fin 1999, des rumeurs de détection de boson de Higgs au LEP font hésiter sur la prolongation de l'exploitation, au détriment donc du LHC. Mais la direction du CERN tranche en faveur du grand successeur.

Les années 2000-2008 sont consacrées à l'assemblage de ces cathédrales de métal. « La descente de la partie centrale de CMS et ses 2500 tonnes a pris douze heures. C'était spectaculaire et stressant. Comme le lancement d'un navire », se souvient encore M. Denegri. Début septembre 2008, le bateau est fin prêt, avec deux-trois ans de retard. Hélas, une de ses parties explose dix jours plus tard, à la suite d'un violent court-circuit. Les travaux de réparation et de renforcement dureront un an et l'énergie des collisions sera réduite de moitié.

Depuis, tout tourne et, sur chacune des expériences Atlas et CMS, 3 000 physiciens scrutent l'infiniment petit. « C'était impensable de réaliser cette machine à l'époque. Il fallait concevoir des détecteurs capables d'enregistrer 10 000 fois plus d'événements que les précédents », rappelle M. Denegri, visiblement encore impressionné par cette « machine magnifique ». ■

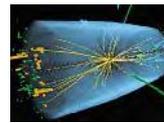
D. L.



La plus petite mouche du monde "Euryplatea nanaknihali", découverte en Thaïlande, ne mesure que 0,4 millimètre de long. Rattachée à la florissante famille des phoridae, elle est suspectée de pondre dans les fourmis, dont ses larves feraient tomber la tête. PAGE 7



Anticiper les crises d'épilepsie Des chercheurs français étudient l'activité électrique du cerveau d'un patient à l'échelle d'un seul neurone, grâce à des microélectrodes. Deux autres stratégies sont à l'étude en France pour prévoir la survenue de cette "décharge électrique". PAGE 2



Quelle physique après le boson ? Prédit en 1964, le fameux boson de Higgs a finalement été découvert par les immenses détecteurs du CERN. Michel Spiro, président du conseil du CERN, expose les implications de cette découverte. Entretien. PAGE 3

Le prochain numéro du cahier "Science & techno", qui marque une pause estivale, sera publié dans "Le Monde" daté du samedi 18 août.

Grotte Chauvet : l'émblouissement

Pendant deux courtes heures, notre envoi spécial a pu admirer les œuvres tracées il y a plus de trente millénaires dans cette caverne ardéchoise. Récit d'un parcours initiatique.

PAGES 4-5



Empreinte en négatif, à l'ocre rouge, de la main d'un des décorateurs de la grotte Chauvet-Pont-d'Arc (Ardèche). JEAN CLOTTES / MINISTÈRE DE LA CULTURE



carte blanche

Cedric Villani

Mathématicien, professeur à l'université Lyon 1, directeur de l'Institut Henri Poincaré (CNRS/UPMC), Médaille Fields 2010 (PHOTO: MARC CHAMEL)

Un joyeux centenaire pour Henri Poincaré

Dans dix jours, nous célébrons le centenaire de la disparition d'Henri Poincaré (1854-1912); au cours des mois qui viennent, plusieurs institutions, commencer, bien sûr, par l'Institut de recherche qui porte son nom, auront pour de rendre l'hommage qui convient à celui qui demeure l'un des plus extraordinaires mathématiciens qu'a connus la France, pourtant foncée en la matière. A la fois mathématicien, physicien, ingénieur et philosophe, Poincaré incarne un idéal d'unité scientifique; on dit volontiers de lui qu'il était le dernier mathématicien universel, le dernier à maîtriser et modéliser toutes les branches de la discipline. Nombreux sont ceux qui tiennent à rappeler que Poincaré est "avec Albert Einstein, Hendrik Antoon Lorentz et Hermann Minkowski l'un des pères fondateurs de la théorie de la relativité (restreinte!), dont il a établi les équations et trouvé le nom si évocateur. Mais il serait réducteur d'insister là-dessus, alors qu'il nous laisse un héritage scientifique incomparablement plus riche.

En 1887, le jeune Poincaré révolutionne la mécanique classique par son étude du problème des trois corps, modèle réduit de la complexité du système solaire, où les planètes et le Soleil sont en interaction gravitationnelle. Les "méthodes nouvelles" de Poincaré sont autant marquées par leur genèse mouvementée que par leurs conclusions, qui feront passer bien au-delà du cercle des scientifiques: malgré la mécanique parfaite des équations de Newton, le phénomène de sensibilité aux conditions initiales "l'effet papillon", simultanément mis au

jour par Jacques Hadamard avant sa redécouverte par Edward Lorenz, empêche toute prédiction fiable à long terme, si ce n'est en un sens statistique.

En 1904, le Poincaré de 50 ans n'est pas moins révolutionnaire quand il achève l'article fondateur de la topologie différentielle: l'étude de la forme des espaces à plusieurs dimensions, faisant abstraction des distances et des angles pour se concentrer sur l'agencement global. De ce travail naît la fameuse conjecture de Poincaré (y a-t-il une unique forme d'espace à trois dimensions "sans trou"?), qui éclairera toute la géométrie du XX^e siècle, suscitant pas moins de quatre médailles Fields jusqu'à sa spectaculaire résolution par Grigori Perelman en 2002.

"La pensée n'est qu'un éclair au milieu d'une longue nuit", disait Poincaré, mais c'est cet éclair qui est tout. Et de fait, ses travaux sur le problème des trois corps ou la topologie sont deux des nombreux éclairs de génie qui firent de lui le mathématicien le plus respecté et admiré de son temps. Même le grand public le connaissait bien, non seulement pour ses exploits de recherche, mais aussi pour son rôle de porte-parole intégré de la communauté des scientifiques quand on chercha à accabler le capitaine Dreyfus sous le poids de prétendues preuves mathématiques; et plus encore pour ses ouvrages populaires de réflexion sur la science et la démarche scientifique. Des ouvrages au style élégant qui font de Poincaré l'un des philosophes les plus clairs, profonds et accessibles du XX^e siècle, et que l'on lira encore avec plaisir pendant bien plus de cent ans.

Samedi 19.00
L'EMPIRE DES SCIENCES
L'collection "Socun" n°1

france5.fr

Après la découverte du boson de Higgs, "il y a d'autres énigmes résoudre"

physique | Michel Spiro, président du conseil du CERN, évoque l'avenir de la recherche sur les particules

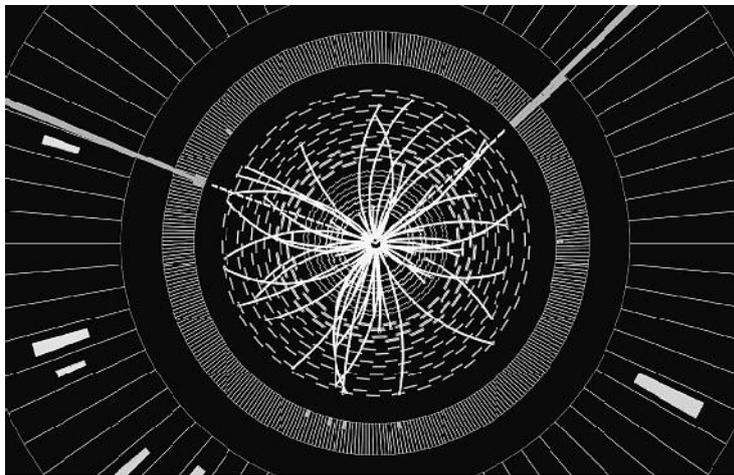
Propos recueillis par David Larousserie

Le 4 juillet, le CERN, Organisation européenne pour la recherche nucléaire, annonçait la découverte historique d'un nouveau type de particule, qui pourrait être le tant attendu boson de Higgs. Michel Spiro, président du conseil du CERN, revient les implications de cette découverte.

Que représente cette découverte ? C'est un moment historique pour le CERN, la communauté de la physique de particules et la science. C'est un grand pas dans la connaissance de la matière et de l'Univers. Cela faisait si longtemps qu'on l'attendait. C'est aussi un tournant, car nous allons être à l'affût de la moindre faille dans le modèle standard. Est-ce que cette nouvelle particule est bien le boson attendu ? A-t-elle des propriétés qui pourraient ouvrir des fenêtres vers l'inconnu, au-delà de ce que le modèle actuel explique ? Nous sommes devant vingt ans de recherche sur le grand accélérateur (LHC).

De nouveaux accélérateurs seront-ils nécessaires ? Nous préférons dire que le futur mais nous n'avons pas besoin, en Europe, de décider avant 2020 pour une mise en route vers 2035-2040, car nous avons le LHC jusqu'environ 2030. Néanmoins, de la recherche et développement est nécessaire avec deux grandes options. Soit un collisionneur linéaire d'électrons pour sonder la matière. Soit tripler l'énergie du LHC en restant dans le même tunnel et toujours avec des protons pour explorer de nouvelles régions plus haute énergie. En septembre, en Pologne, nous entamerons la révision de la feuille de route de la communauté pour les prochaines années.

Maintenant que le boson manquant a été découvert, comment convaincre de poursuivre ces recherches ? Si on ne trouve aucun indice qui existe quelque chose au-delà du modèle standard, justifier de nouveaux accélérateurs sera difficile. Cependant, nous avons d'autres grandes énigmes résoudre. De quoi est constituée la matière noire



Graphique du CERN montrant une collision de protons, en décembre 2011.

CERN/APP

qui structure l'Univers ? Qu'est-ce que l'énergie noire qui accélère l'expansion de l'Univers ? Pourquoi la matière et l'antimatière, a-t-elle disparu de notre environnement ? Les neutrinos posent aussi des questions non résolues sur leur nature exacte : sont-ils leur propre antiparticule, par exemple ?

Quelle sera la place du CERN ? Il faut d'abord souligner le rôle de cette organisation dans la réussite de la découverte de cette nouvelle particule. C'est parce que les Européens ont su agir avec constance et consensus que nous sommes parvenus à mener à bien ce projet. Les politiques multilatérales sont une habitude en Europe et ont permis de s'inscrire dans le long terme. À l'avenir, nous envisageons trois types d'extension pour l'organisation. Nous allons l'ouvrir à d'autres membres, en Europe (Serbie, Slovaquie, Roumanie...), mais aussi, comme associés, très certainement au Brésil, à l'Inde et à la Russie. Sur le plan scientifique, nous voulons également que le CERN s'intègre plus dans d'autres domaines voisins, comme l'étude des rayons cosmiques. Enfin, nous pourrions aussi devenir coordinateurs internationaux européens de projets n'étant pas localisés directement au CERN.

Je souligne enfin que cette organisation a un rôle socio-économique non négligeable à travers l'innovation partagée.

"C'est parce que les Européens ont su agir avec constance et consensus que nous sommes parvenus à mener à bien ce projet"

La recherche fondamentale a donc des retombées économiques ? Les entreprises avec lesquelles nous travaillons dans les techniques de refroidissement, du magnétisme ou de l'électronique rapide apprennent à notre contact, car nos ingénieurs poussent ces technologies aux limites. Elles gagnent des années de recherche et développement. Nous promovons de plus le modèle de l'innovation ouverte, c'est-à-dire des inventions qui ne

sont pas brevetées mais qui appartiennent à tous, permettant leur large diffusion. Ainsi, le Web est né au CERN. Les calculs sur des grilles distribuées partent dans le monde également. Le logiciel libre, voire l'électronique libre, sont aussi au cœur de nos manières de travailler. Nous espérons que le rapport que l'OCDE nous communiquera en septembre sur ce thème des apports socio-économiques montrera que le CERN joue un grand rôle pour dynamiser l'économie mondiale.

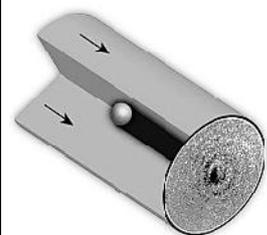
Quelle leçon tirer de l'affaire des neutrinos, qui n'étaient en fin de compte plus rapides que la lumière ? Il y a dix ou quinze ans, nous aurions gardé une telle annonce secrète afin de résoudre le problème. Les temps ont changé, et cela n'est plus possible : cause du nombre de personnes impliquées et des systèmes de communication. La situation a rendu un peu confuse l'image de la physique, certains confondant le boson de Higgs et les neutrinos. Je ne blâme pas les responsables de l'expérience. Ils ont été très transparents et ont appelé aux idées et aux contre-expertises. Et finalement l'histoire a pu vite se conclure. Il faut désormais naviguer entre deuxcueils : le manque de transparence ou les fuites incontrôlées.

telescope

Médecine
Une nouvelle piste pour prévenir la grippe
Des chercheurs américains ont réussi à protéger des souris d'une infection grippale simplement en les traitant dans les vingt-quatre heures après l'exposition virale avec un adjuvant, nommé EP67. Cette protéine synthétique agit en stimulant les fonctions immunitaires dans les deux heures suivant son administration. Les animaux traités ont évité complètement l'infection, ou en ont présenté une forme atténuée, avec des pertes de poids moindres que chez les animaux non traités. Les auteurs soulignent que les souris infectées avec une dose thérapeutique létale de virus ont survécu. Selon eux, l'adjuvant EP67 pourrait aussi être efficace contre d'autres infections respiratoires, y compris celles dues à des champignons. Une hypothèse à confirmer par des essais cliniques chez l'homme.
- Phillips J. et al., "PloS ONE", 6 juillet.

Addictions
Les premiers pas d'une thérapie génique pour l'arrêt du tabac
De nombreuses équipes se sont lancées sur la piste de vaccins antidrogues et, en particulier, anti-nicotine, mais jusqu'ici les résultats ont été plutôt décevants. Ronald Crystal (New York) et ses collègues ont opté pour une stratégie un peu différente. Ils ont conçu un anticorps avec une forte affinité pour la nicotine, et l'ont inséré dans un vecteur viral, un adjuvant. Administré à des souris, cette thérapie génique a induit une production permanente par le foie d'anticorps spécifiques, qui, en se liant à la nicotine circulante, l'empêchent de parvenir au cerveau. Le taux de nicotine circulante des animaux traités a ainsi été divisé par sept, ce qui a permis la suppression de plaisir à cette substance. Dans l'expérience, les effets ont persisté pendant dix-huit semaines. Reste à savoir si ce concept séduisant passera le cap des essais cliniques, et si une approche de thérapie génique est envisageable pour prévenir une addiction aussi fréquente.
- Crystal R. et al., "Science Translational Medicine", 27 juin.

Imagerie
L'ombre d'un atome capturé



Une équipe australienne de l'université Griffith de Brisbane a, pour la première fois, pris une photo de l'ombre d'un atome (de l'ytterbium). Une lumière est envoyée sur un atome piégé par des radiofréquences. L'onde est absorbée et, en aval, l'ombre, correspondant au déficit de lumière, est amplifiée par une lentille afin d'être enregistrée. Le principe ressemble à ce qui se passerait pour un vulgaire ballon, sauf qu'ici les distances sont bien plus petites que ce que les microscopes peuvent voir. Ce tour de force est surtout une manière de savoir combien de lumière un objet peut absorber, ce qui pourrait servir pour prédire les dangers possibles causés par des UV ou des rayons X sur des molécules biologiques par exemple.
(PHOTO-IMAGE COURTESY OF GRIFFITH UNIVERSITY)
- E. Streed et al., "Nature Communications", 3 juillet.

Mathématiques
La France particulièrement primée
L'écoulement de mathématiques continue d'engranger les succès. Lors de la dernière promotion des prix de la Société mathématique européenne, quatre Français (sur dix lauréats) ont récompensés. Ils s'agit d'Emmanuel Breuillard (université Paris Sud/CNRS), Mathieu Lewin (université Cergy-Pontoise/CNRS), Gregory Miermont (université Paris Sud/CNRS) et Sophie Morel (Harvard), Emmanuel Treil (université Pierre et Marie Curie) reçu, cette occasion, le prix Félix Klein, qui récompense des travaux en mathématiques appliquées.

Déjeuner sur l'arbre pour "Australopithecus sediba"

L'analyse des dents de cet hominidé révèle un comportement alimentaire inhabituel

Laurent Brasier

Fruits, noix et feuilles, herbes et plantes du genre carex telles que les papyrus, mais aussi de l'écorce ! Voilà l'attonnant menu dominant forestière d'Australopithecus sediba, révélé par une équipe pluridisciplinaire de neuf chercheurs. Cet australopithèque vivait il y a deux millions d'années sur le site de Malapa, en Afrique du Sud. Il a été décrit, en 2010, par Lee R. Berger, grâce aux restes de deux individus, un jeune mâle et une probable femelle adulte. Son régime alimentaire est composé de fruits, de noix, de feuilles, de herbes et de plantes du genre carex telles que les papyrus, mais aussi de l'écorce ! Voilà l'attonnant menu dominant forestière d'Australopithecus sediba, révélé par une équipe pluridisciplinaire de neuf chercheurs.

tut Max Planck d'anthropologie évolutionnaire), auteure principale et spécialiste des ressources végétales dans l'alimentation des hominidés (le genre Homo et les australopithèques). Une première qui doit beaucoup à l'état de conservation très inhabituel des deux sediba, tombés dans une caverne et enfouis rapidement. Une fine bouche L'analyse des microtraces sur leurs molaires en parfait état met en lumière de leur régime alimentaire, notamment pour le plus jeune specimen, qui s'est attaqué à des aliments coriaces. L'analyse isotopique du carbone contenu dans l'émail indique quant à elle que sediba se nourrissait copieusement de plantes en C3 un type de photosynthèse utilisé par la majorité des végétaux, dont les arbres. Une singularité par rapport aux 81 specimens d'australopithèques et d'Homo

déjà étudiés, volontiers clients de plantes en C4, dont font partie les graminées. L'alimentation de sediba ressemblait donc plus à celle de certains chimpanzés... ou à celle des girafes ! Mais la plus grande surprise vient de l'examen de 38 phytolithes, des microfossiles végétaux piégés dans le tartre dentaire. Alors que "les autres australopithèques mangeaient régulièrement des plantes en C4, issues des environnements plus ouverts et des prairies", indique Amanda Henry, aucune trace chez sediba ! A la place, un assortiment varié de plantes en C3, dont des tissus ligneux et de l'écorce, dont la consommation n'avait jamais été documentée. Les indices disponibles sur le paléoenvironnement de sediba signalent la présence d'un couvert boisé de type "forêt galeérie", jouxtant des prairies abondantes et paissantes de herbivores.

Compte tenu de la disponibilité de ces ressources, sediba paraît donc avoir eu une fine bouche, sélectionnant, au-dessus de ce que par nécessité, une grande diversité d'aliments différents. Et ce qui surprenant ? L'écorce est bien au menu de certains singes comme les orangs-outans, relevant les primatologues. Par ailleurs, cette particularité s'inscrit assez logiquement dans la grande palette d'adaptations des australopithèques, qui évoluaient sur le continent africain, à partir de 4 millions d'années, dans un environnement en mosaïque, aux ressources alimentaires très diversifiées. Ces résultats suggèrent donc "une variété encore plus grande que ce que l'on pensait", note Amanda Henry. Mais ils soulèvent aussi de nouvelles questions sur l'organisation sociale de ces australopithèques :

"Vivaient-ils en grands ou en petits groupes ? Devaient-ils parcourir de longues distances quotidiennement pour trouver suffisamment de nourriture ?" La scientifique n'a pas encore les réponses à ces questions, mais poursuivra sa collecte de phytolithes en Afrique du Sud, sur d'autres restes de sediba et sur de nouvelles espèces. Après avoir révélé des traits apparentant à la fois aux australopithèques et au genre Homo, sediba dévoile des habitudes alimentaires qui le rapprochent du chimpanzé. Décidément inclassable, cette espèce semble adresser un pied de nez aux paléontologues, qui le positionnent un peu rapidement sur notre arbre évolutif comme un pré-Homo. Empressément rallentés dans des sites anti-volutionnistes, j'ajoute qu'un ancêtre de l'homme putatif morde, non pas la poussière, mais l'écorce.

4

Languedoc-Roussillon

Sciences. Voilà près de cinquante ans que les chercheurs tentaient de trouver cette particule manquante du modèle standard de la physique. Il semblerait que c'est enfin chose faite.

Découverte historique du boson de Higgs

Si les équipes d'expérimentateurs n'ont pas osé l'annoncer en ces termes, le directeur de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire a lui franchi le pas. Il a annoncé hier à Genève la découverte du boson de Higgs.

Voilà près de 50 ans que l'existence de cette particule a été postulée par Peter Higgs, mais nulle trace de cet élément n'avait été détectée jusque-là. « C'est une journée historique car nous avons baigné dans cette hypothétique découverte depuis le début de nos études », confie Jean-Louis Kneur, chercheur au laboratoire Charles Coulomb de Montpellier (UM2). « Le temps entre la théorie de l'existence d'un phénomène et son observation n'a jamais été aussi long. Depuis 1964, tout le monde se disait que l'explication la plus simple de la masse des particules était l'existence du boson de Higgs et ce choix a été fait par la nature », éclaire Cyril Hugonie, chercheur au Laboratoire Univers et physique des particules de Montpellier (UM2).

Car si la communauté scientifique internationale est en état d'excitation fébrile, c'est parce qu'elle vient enfin de mettre la main sur une particule fondamentale au sens propre du terme. « Ce n'est pas juste la découverte d'une particule dans toute la zoologie des particules que nous venons de trouver, celle-ci est la dernière particule fondamentale du modèle standard et la

plus importante. Sans le boson de Higgs, les autres particules seraient de masse nulle et on ne serait pas là pour en parler », souligne Jean-Louis Kneur.

Si le boson a été si difficile à détecter, c'est d'une part parce qu'une fois produit, il se désintègre immédiatement pour donner d'autres particules connues, d'autre part parce qu'aucun accélérateur n'était capable jusque là de reproduire les conditions de sa création. « La masse du boson de Higgs n'est pas prédictible par la théorie, mais plus la masse est élevée, plus il faut d'énergie pour produire la particule, il fallait donc un accélérateur de particules assez puissant et il n'en existait aucun jusqu'à présent », explique Fabrice Feinstein, directeur du LUPM. Ainsi, c'est au cœur du grand collisionneur de hadrons du Cern, où se déroulent un milliard de collisions de protons à la seconde depuis 2008, que les chercheurs des équipes Atlas et CMS ont identifié le boson magique, qui se révèle être d'une importante masse de 125 GeV. Une découverte qui donne corps à la brique manquante du modèle standard de la physique et pourrait rapporter un prix Nobel à Monsieur Higgs.

HÉLÈNE GOSSELIN

L'annonce de la découverte a été faite à Montpellier lors de la conférence internationale sur la chromodynamique quantique qui se tient du 2 au 6 juillet au CNRS.

Pourvu qu'il diffère du modèle

À la construction du Large hadron collisionneur (LHC), le plus grand et le plus puissant accélérateur de particules au monde, installé à 100 mètres sous terre à Genève, les scientifiques ont déclaré : « L'enfer pour les expérimentateurs serait de ne rien trouver, l'enfer pour les théoriciens serait de trouver le boson de Higgs tel que prédit, le paradis pour tous serait de trouver un boson de Higgs différent du modèle », livre Cyril Hugonie.

Le boson de Higgs tel qu'il a été prévu par la théorie comporte effectivement quelques défauts, quelques questions auxquelles les physiciens ne savent pas encore répondre. Nous avons vu ses yeux, nous avons vu son nez, mais nous ne connaissons pas encore sa bouche et ses oreilles. On reste sur notre faim et on aimerait qu'il ait quelques déviations par rapport au boson standard »,

admet Gilbert Moutaka, physicien du LUPM. Surtout, « si le boson de Higgs correspond à la théorie, avec une masse de 125 GeV, il serait très instable. Il faut un mécanisme qui contrecarre ce phénomène, souligne le chercheur. La théorie de la supersymétrie tente justement de résoudre ce problème, mais rien n'a été trouvé dans ce sens pour l'instant ».

La tension monte pour les théoriciens qui espèrent voir leurs hypothèses confirmées. L'énergie déployée par le LHC aussi va monter. L'activité de l'accélérateur, qui tourne actuellement à 8 téraélectronvolts, va être stoppée fin 2012 pour deux ans, et redémarrer avec une puissance de 14 téraélectronvolts. Les chercheurs pensent ainsi pouvoir mettre à jour d'autres phénomènes tels que la matière noire, la supersymétrie ou des dimensions supplémentaires... toujours invisibles. HG



C'est à l'intérieur des tubes du LHC qu'ont été détectées les particules tant recherchées. © CERN/PH

Repères

Jean-Louis Kneur, physicien : « C'est la dernière particule fondamentale, la plus importante. Sans elle, les autres particules seraient de masse nulle et on ne serait pas là pour en parler ».

5.0

Sigma correspond au degré de signification du résultat obtenu. 5 sigma signifie qu'il existe une chance sur un million qu'il s'agisse d'un signal dû au bruit de fond. Les deux expérimentations qui travaillent à la recherche du boson de Higgs ont toutes deux détecté une particule de 125,3 GeV à plus ou moins 0,6 GeV, à 5,0 sigma.

LHC

L'accélérateur de particules Large hadron collider ou Grand collisionneur de hadrons est la machine la plus puissante au monde. Il comporte deux anneaux de 27 m de circonférence enterrés à 100 m à Genève. Les protons y sont projetés à des vitesses proches de la lumière et se percutent frontalement, se désintégrant en particules que les chercheurs analysent.



Le boson de Higgs sans doute identifié

DÉCOUVERTE. Un laboratoire de physique
clermontois impliqué.

DERNIÈRE PAGE



TENNIS

Jo-Wilfried
Tsonga défiera
Andy Murray
en demi-finales
à Wimbledon

PAGES SPORTS

lamontagne.fr

LA MONTAGNE

 Groupe Centre France

CLERMONT-VOLCANS

JEUDI 5 JUILLET 2012 - 1,00€

Direction et rédaction :

45, rue du Clos-Four

63056 Clermont-Ferrand Cedex 2

Tél. : 04.73.17.17.17 Fax : 04.73.17.18.19

Abonnements : 0810 61 00 63 (n° Azur, coût d'une communication locale)

LA MONTAGNE

PHYSIQUE ■ Une équipe auvergnate parmi les dix françaises du programme mondial Atlas

Ce boson qui réjouit Clermont

Une équipe de physiciens clermontois planche depuis 1975 sur un détecteur capable d'identifier le boson de Higgs. Du coup, hier, à l'annonce de la découverte, au laboratoire de physique corpusculaire, c'était l'effervescence...

Sophie Leclanché

sophie.leclanche@centrefrance.com

« **D**epuis 2009, nous étions tous comme des marins, à scruter l'horizon, 24 heures sur 24, chacun son quart... Et puis hier (ndlr : mardi) les résultats sont tombés ! ». Ces résultats - la découverte d'une particule qui pourrait bien être le fameux boson de Higgs - François Vazeille, l'un des vingt scientifiques du Laboratoire de physique corpusculaire (LPC) de Clermont-Ferrand, les attendait de pied ferme. À double titre. Comme chercheur bien sûr mais aussi parce que depuis près de trente ans, l'université Blaise-Pascal est partie prenante de la quête de ce saint Graal de l'histoire contemporaine de la physique.

Hier, l'amphi du LPC auvergnat, qui a participé à la conception de l'accélérateur de particules du CERN, avait lui-même des allures de collisionneur... d'interventions. Une poignée de ceux qui travaillent ou ont travaillé sur l'expérience Atlas ou ses prémisses sont là. Partagés entre une discrète excitation et les doutes liés aux premiers instants des moments qui changent le cours de l'Histoire. « C'est quand même un soulagement. Certains, dans la communauté scientifique, pensaient qu'il n'existait pas », se rassure Alain Falvard, directeur du LPC. « Est-ce que c'est bien lui ? Est-ce qu'il est comme on l'attend ? », poursuit François Vazeille. « Bon, évidemment, cela n'apportera aucun bonheur supplémentaire à l'humanité, sinon celui du savoir », renchérit le premier tandis que Jean-Claude Montret, le retraité de



EN DIRECT. Moment d'émotion hier pour l'équipe clermontoise qui aperçoit sur l'écran, en direct du CERN, Peter Higgs, celui qui, avec trois autres chercheurs, avait parié sur l'existence d'un boson manquant. PHOTO PASCAL CHAREYRON

service, insiste sur une découverte fondamentale, la plus importante depuis au moins trente ans ! ».

« Notre université est fière d'être la tutelle d'un laboratoire qui a participé à cette découverte capitale », se félicite Pierre Henrard, vice-président de Blaise-Pascal, manifestement ravi

de rappeler « l'importance pour les tutelles de soutenir la recherche sur le long terme ». Pas toujours facile, en effet, d'entretenir une équipe qui, tandis qu'elle invente un appareillage en forme de défis permanents, ne publie rien pendant vingt ans... Pourtant le Conseil régional, lui aussi, y a cru. Qui,

entre autres pour sa notoriété internationale, a attribué le label Pôle d'excellence au LPC et le dote annuellement d'une centaine de milliers d'euros. Pas en vain, manifestement.

Un jalon important

« On a travaillé durement mais pas pour rien ! », confirme Dominique Pallin, responsable du groupe Atlas à Clermont. « Cette découverte va permettre de relancer les choses, trouver des nouveaux financements pour renouveler le matériel, c'est un jalon important ».

Un jalon parce que pour les chercheurs clermontois, l'aventure continue. Ils pensent déjà à 2014, date à laquelle après une pause de plusieurs mois, le collisionneur de hadrons franco-suisse devra explorer de nouveaux champs de matières ; tester d'autres théories avec des particules prédites, comme le fut Higgs, et évoluer dans des fenêtres d'énergies jamais explorées. Tout un programme avant le Super Atlas attendu pour 2020. ■

■ Un signallement qui correspond au Higgs

Ce n'est pas encore sûr à 100 % mais, selon Dominique Pallin, responsable du groupe Atlas à l'université Blaise-Pascal, « tous les paramètres indiquent que cela peut être le boson de Higgs ». Considéré par les physiciens comme la clef de voûte de la structure fondamentale de la matière - soit la particule qui donne leur masse à d'autres particules élémentaires selon la théorie du « Modèle Standard » - le possible boson de Higgs aurait été cerné conjointement par les équipes de détection Atlas et CMS au CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire). Cette découverte, attendue depuis 1963, « ouvre la voie à des études plus poussées, exigeant d'avantage de statistiques, qui établiront les propriétés de cette nouvelle particule », selon Rolf Heuer, directeur général du CERN. L'aboutissement a été rendu par les travaux menés grâce au LHC (collisionneur de hadrons), une sorte de chaudron dans lequel sont recréées ce que l'on imagine être les conditions du Big Bang. Le physicien britannique Peter Higgs, 83 ans, avait suggéré l'existence de cette particule il y a 50 ans. Tout à sa joie, il a mis, hier, « le champagne au frais ! »

PHYSIQUE

DNA - 06/07/12

Le CNRS de Strasbourg sur la piste du boson de Higgs

Depuis 1995, le CNRS de Strasbourg fait partie des 180 instituts scientifiques qui prennent part à l'expérience CMS (Compact Muon Solenoid). Une vingtaine de physiciens, chercheurs et doctorants participent à ce vaste projet. Ils ont œuvré à la construction d'un détecteur au silicium, appelé TEC. « C'est grâce à ces plaques de silicium que l'on peut observer les traces des particules après la collision » explique Daniel Bloch, le représentant strasbourgeois de l'expérience. C'est lorsque les chercheurs voient ces trajectoires qu'ils peuvent comprendre de quelle nature est une particule.

« Le CNRS a également étudié les propriétés du quark top, une particule élémentaire » raconte Caroline Collard, chargée de recherche. Cela a per-

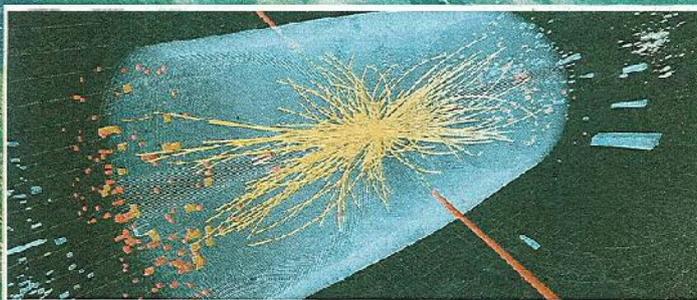
mis de réduire le champ d'exploration des physiciens pour se concentrer sur le boson de Higgs (voir DNA d'hier).

La traque du boson de Higgs est devenue le quotidien des scientifiques alsaciens. L'accélérateur de particules de Genève, le LHC (Large Hadron Collider) provoque chaque seconde 20 millions de collisions. Les données recueillies sont d'abord triées, puis une partie est envoyée au CNRS de Strasbourg, qui dispose d'un centre de calcul. « Au jour le jour, nous essayons de tirer un maximum d'informations fournies par le LHC », raconte Caroline Collard. Alors quand l'équipe approche si près du but, l'excitation est palpable. « Maintenant, on commence à sabler le champagne ! » se réjouit Daniel Bloch.

CORALIE LEMKE

BOSON DE HIGGS : LE GRAAL DE LA PHYSIQUE A ÉTÉ DÉBUSQUÉ

L'Univers livre enfin ses secrets



C'est une énorme découverte dans le monde de l'infiniment petit. La fin d'une traque de plusieurs décennies. Les chercheurs du CERN, à Genève, sont sûrs à 99,99995 %, d'avoir enfin mis la main sur une particule compatible avec le boson de Higgs. La pièce manquante pour comprendre la matière. Et expliquer ce qui s'est passé juste après le big bang... à l'origine de l'Univers. P. 26

Y

HEURES EN IMAGES



Une avancée mémorable révélée au Lapp

■ **MERCREDI, 9 HEURES.** Une conférence donnée au Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de Physique des Particules (Lapp) a porté à la connaissance des participants une découverte d'intérêt mondial, qui tend à confirmer une théorie vieille de 50 ans. Une nouvelle particule vient en effet d'être observée, qui semble compatible avec le Boson de Higgs. Ce dernier est une particule instable, qui n'existe que pendant une infime fraction de seconde. Il s'agit là d'un succès mondial dû à l'accélérateur LHC du Cern (Genève). Le Lapp participe au programme.

Pour enfin comprendre les origines de l'Univers

Une salve d'applaudissements a salué hier, au CERN à Genève, l'annonce de Rolf Heuer, directeur général de l'organisation européenne de la découverte d'une nouvelle particule qui pourrait être "compatible" avec le "boson de Higgs", fameuse et insaisissable particule considérée comme essentielle dans la formation de l'univers : sans elle, les particules qui le composent seraient restées éparpillées, et n'auraient pu s'agréger pour créer les planètes et les étoiles, juste après le Big Bang, il y a 13,7 milliards d'années.

Le champagne au frais

Pour le britannique Peter Higgs (83 ans), qui, il y a quarante ans, avait postulé (avec les Belges Robert Brout et François Englert) l'existence du boson qui porte son nom, l'affaire est bel et bien pliée, indiquant même qu'il "mettait le champagne au frais". La grande majorité de la communauté scientifique traquant le fameux boson depuis plus de vingt ans, partage complètement son optimisme, puisque les chances que ce soit le cas dépassent les 99,99 % !

Il reste pourtant deux autres options : il pourrait s'agir d'un autre... boson plus "exotique", ou d'une particule inconnue ouvrant un grand champ à une "autre physique des particules" !

C'est ce qu'ont rappelé hier matin depuis Grenoble, Serge Kox, directeur du LPSC, et Sabine Crépeau-Renaudin, chercheur dans le même laboratoire, qui ont assisté à l'annonce en visioconférence : "La signature de cette nouvelle particule a été repérée parmi les évé-



Atlas, l'un des deux détecteurs (avec CMS) de l'accélérateur LHC du CERN, a détecté la nouvelle particule. Atlas, à 100 m de profondeur, pèse autant que la Tour Eiffel : 7000 tonnes ! Photo : CERN

nements qui se sont produits dans les détecteurs Atlas et CMS du LHC, au CERN. On a constaté quelques centaines 'd'événements' avant cette signature, et se dégageant du 'bruit de fond'. Le LHC a la qualité de produire beaucoup d'énergie et de collisions. Il fonctionne à merveille, et le traitement des données s'effectue en direct depuis des grilles de calcul installées dans le monde entier, dont le nôtre, au LPSC à Grenoble. Nous continuerons donc à accumuler les données jusqu'à la fin de l'année, afin d'affiner encore les résultats actuels. Le LHC va s'arrêter ensuite durant un an et demi. Son énergie sera alors doublée de 8 TeV (Tera électrons-volt) à 13 TeV..."

Olivier PENTIER

"Je défends la recherche fondamentale"

Geneviève Fioraso, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, a "personnellement félicité" hier les chercheurs du CERN.

"C'est une reconnaissance pour la France car je sais que l'ensemble de la communauté française (CNRS, CEA, Universités) s'est impliqué depuis le tout début dans cette aventure. Et, également, de l'expertise du pôle grenoblois, à travers les physiciens, ingénieurs et techniciens du LPSC de Grenoble qui ont contribué directement à cette aventure extraordinaire [...]"

"Cela montre une nouvelle fois que la recherche nécessite du temps, une vision à long terme. Vous savez combien je



Geneviève Fioraso : "Cette découverte va susciter des vocations". Photo DR

suis attachée à défendre, dans un contexte budgétaire contraint, la recherche fondamentale qui participe à l'élévation de notre niveau de connaissance, au rayonne-

REPÈRES

■ Le boson de Higgs, insaisissable car extrêmement instable, est considéré par les scientifiques comme la clef de voûte de la théorie du "Modèle standard" définissant la structure fondamentale de la matière.

Dans leurs efforts pour isoler les plus petits composants de la matière, les physiciens ont découvert plusieurs séries de particules élémentaires : quarks, électron, neutrinos, etc. Autant de briques de la matière qui interagissent entre elles, par l'intermédiaire de messagers, les bosons.

C'est dans l'accélérateur LHC, le "Large Hadron Collider" du CERN, qui court sous la frontière suisse sur 27 km de circonférence, que les physiciens font s'entrechoquer des milliards de protons en espérant trouver la trace du boson dans les débris à l'aide de myriades de détecteurs.

ment de notre pays et à sa croissance économique. Par ailleurs, cette découverte va, sans aucun doute, susciter l'appétence pour les sciences et pour la physique des particules. Cette communication est primordiale pour que la société comprenne mieux les enjeux de la science et pour que nous puissions réussir à attirer de nombreux jeunes, en particulier les jeunes filles, vers des carrières scientifiques. Le LHC, et plus largement la Science, sont encore loin d'avoir donné tout leur potentiel de découverte car la démarche scientifique est, par essence toujours en mouvement et en évolution."

Propos recueillis par G. R.

Physique des particules : le LAPP au cœur de la découverte du boson de Higgs

Les physiciens du laboratoire d'Annecy-le-Vieux de physique des particules (LAPP) ont assisté en direct mercredi 4 juillet à l'annonce de la probable découverte du boson de Higgs. Le laboratoire participe en effet aux travaux qui mobilisent depuis près de 40 ans des équipes de chercheurs du monde entier.

Il y avait beaucoup d'émotion dans l'auditorium du LAPP mercredi 4 juillet lorsque sur l'écran, on a vu en direct du CERN Peter Higgs et François Englert féliciter les équipes ayant participé à la mise à jour de cette particule appelée "boson de Higgs", pièce manquante au bel échafaudage construit pour décrire le monde de l'infiniment petit. Les physiciens du CERN ont en effet annoncé avoir découvert une particule qui pourrait être celle qui avait été envisagée il y a 40 ans, mais jamais observée.

Une découverte fondamentale

Imaginée dans les années 60 par les belges Robert Brout,



Les physiciens du LAPP autour du directeur Yannis Karyotakis.

François Englert, et le britannique Peter Higgs, cette particule instable qui n'existe que pendant une infime fraction de seconde, est en quelque sorte le chaînon manquant pour éclairer la structure fondamentale de la matière et la formation de l'univers.

Les équipes du LAPP ont largement contribué à cette découverte à travers l'expérience ATLAS qui a été conçue pour étu-

dier les collisions entre faisceaux de protons et rechercher de nouveaux types de particules. Chercheurs et étudiants du site ancévien travaillent en permanence sur la détection et l'interprétation des événements issus des collisions, en liaison avec 177 laboratoires et plus de 3000 physiciens issus de 38 pays.

« Il faut être prudent, car nous ne pouvons pas encore af-

firmer que ce qui a été découvert est bien le boson de Higgs », explique Yannis Karyotakis, directeur du LAPP. « Il faut maintenant vérifier qu'il s'agit bien de lui, et savoir pourquoi cette particule est là ». Ce pourrait être en effet une variante, ou une particule complètement nouvelle qui obligerait à repenser totalement le modèle standard et l'explication de la formation de l'univers.

LAURENT VEYRAT

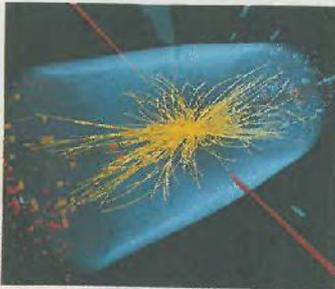
Direct Matin

GRATUIT - N° 1123 JEUDI 5 JUILLET 2012

Paris

DÉCOUVERTE DU BOSON DE HIGGS

LA PHYSIQUE A MIS LA MAIN SUR SON GRAAL



© CERN/AFP

Illustration du «boson de Higgs».

Debout, les scientifiques réunis hier à Genève ont réservé une ovation aux physiciens du Centre européen de recherche nucléaire (Cern). Ces derniers venaient d'annoncer avoir observé «avec 99,9999 %» de certitude le

fameux «boson de Higgs», après lequel les scientifiques du monde entier courraient depuis près d'un demi-siècle. Il s'agit du chaînon manquant de la théorie du «modèle standard» élaboré par les scientifiques au XX^e siècle, qui décrit les douze particules élémentaires et les trois forces qui les unissent pour former la matière ordinaire qui nous entoure. Concrètement, le «boson de Higgs» a pour rôle de donner une masse aux particules, en s'agrégeant sur elles. Il joue ainsi un rôle essentiel dans la nature, puisqu'il permet aux électrons de donner naissance aux atomes, aux molécules, et ainsi à toute la matière qui forme le monde que l'on connaît. Cette découverte est ainsi comparable à celle de l'ADN pour les biologistes. •