



La lettre du Collège de France

38 | juin 2014
La Lettre n° 38

Un boson nommé Higgs

Gabriele Veneziano



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/lettre-cdf/1828>

DOI : [10.4000/lettre-cdf.1828](https://doi.org/10.4000/lettre-cdf.1828)

ISSN : 2109-9219

Traduction(s) :

A Boson Named Higgs - URL : <https://journals.openedition.org/lettre-cdf/2184> [en]

Éditeur

Collège de France

Édition imprimée

Date de publication : 1 juin 2014

Pagination : 34-35

ISSN : 1628-2329

Référence électronique

Gabriele Veneziano, « Un boson nommé Higgs », *La lettre du Collège de France* [En ligne], 38 | juin 2014, mis en ligne le 01 avril 2015, consulté le 17 août 2022. URL : <http://journals.openedition.org/lettre-cdf/1828> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/lettre-cdf.1828>

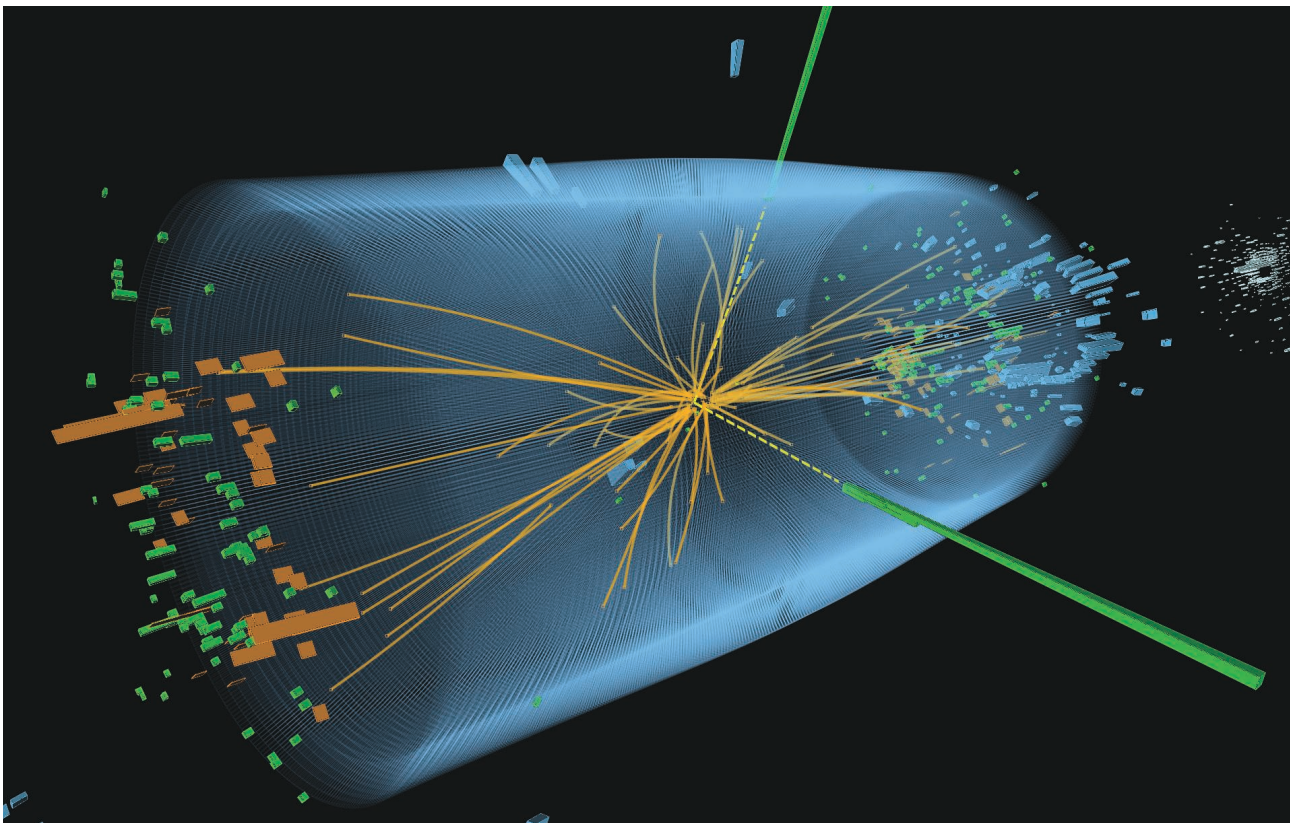
Tous droits réservés

Un boson nommé Higgs

Le 24 mai 2013 la chaire de Particules élémentaires, gravitation et cosmologie du Collège de France a organisé un colloque de clôture intitulé : « Un boson nommé Higgs ». La raison de cette initiative remonte à la leçon inaugurale de la chaire en février 2005, quand, dans l'exposition du plan d'enseignement, on avait planifié de présenter dans l'un des prochains cours annuels les futures découvertes du grand collisionneur de particules (le LHC) situé au CERN, près de Genève.

Malheureusement, en raison de plusieurs retards dans le démarrage de l'accélérateur, ces découvertes ont pris plus de temps que prévu. La découverte du « boson de Higgs » n'arriva qu'en juillet 2012, lorsque le dernier cours annuel de la chaire venait juste de s'achever. Pour combler cette « lacune » on a envisagé un colloque complètement dédié à cette découverte fondamentale récompensée, quelque mois plus tard, du prix Nobel de physique attribué à François Englert et Peter Higgs.

En effet l'existence du « boson de Higgs » représente la « cerise sur le gâteau » de ce que l'on désigne comme le Modèle Standard (MS), dont les différents aspects avaient été présentés pendant huit ans au cours de la chaire. Selon le MS, toute la matière que nous connaissons (sauf donc celle qu'on appelle la matière sombre) est faite à partir d'un petit nombre de particules dites élémentaires. Ces constituants de la matière sont tous des « fermions », particules dont la carac-



Un événement dans le détecteur CMS interprétable comme la désintégration d'un boson de Higgs en deux photons (traces en vert), © Guido Tonelli

téristique principale est de ne pas pouvoir cohabiter avec un deuxième fermion identique (le principe d'exclusion de Pauli). L'exemple le mieux connu d'un fermion est l'électron. Le principe d'exclusion implique que les électrons qui tournent autour du noyau d'un atome doivent être dans des états (ou orbites) différents et explique ainsi, d'une façon remarquable, la table périodique des éléments.

Par contre, les différentes interactions entre fermions découlent, dans le MS, d'un échange de « bosons » entre eux. Les bosons, au contraire des fermions, aiment cohabiter avec d'autres bosons du même genre. Lorsqu'un très grand nombre de bosons se met ainsi ensemble, on obtient un champ macroscopique. Cette fois, l'exemple le mieux connu est celui du photon. Le champ produit par un grand nombre de photons n'est autre que le champ électromagnétique bien connu.

Le boson de Higgs ne fait pas exception à cette règle : comme le photon, il peut lui aussi générer un champ, appelé le champ de Higgs. Mais, à la différence d'un champ électromagnétique, le champ de Higgs n'a pas une direction dans l'espace. Il s'agit d'un champ dit « scalaire » ressemblant plutôt à un champ de densité ou de température. L'originalité du champ de Higgs est que, selon le MS, il existe déjà dans le vide absolu, car, en choisissant bien sa valeur, on peut baisser l'énergie par rapport à celle que l'on aurait eue en son absence (tandis qu'un champ électromagnétique ne peut qu'augmenter l'énergie).

Or, la présence de ce champ a un effet spectaculaire sur (presque) toute autre particule qui s'y trouve : ladite particule, qui n'aurait aucune masse en l'absence du champ de Higgs, acquiert une masse proportionnelle à sa « charge » (l'analogue de la charge électrique mais pour le champ de Higgs). Essentiellement, seul le photon n'ayant pas cette charge, reste sans masse. Les autres particules élémentaires, en particulier les fermions qui forment toute la matière visible, ont une masse non nulle en accord avec les observations.

Tout cela était très beau du point de vue théorique, mais il n'existait pas, jusqu'à présent, de preuve expérimentale que les masses des particules élémentaires étaient liées à l'existence de ce champ dans le « vide » et donc, en fin de compte, à l'existence du boson qui le produit. Sa découverte au CERN confirme d'une façon spectaculaire ce à quoi les théoriciens s'attendaient depuis presque 50 ans ! L'événement méritait sans aucun doute une digne célébration au Collège de France.

Le colloque de clôture a essayé de couvrir la totalité des ingrédients qui ont contribué à la découverte du boson en question.

Après une brève introduction par le titulaire de la chaire, le théoricien Jean Iliopoulos (ENS Paris) a rappelé les idées qui, dans les années 1960, avaient conduit à proposer le mécanisme de BEH (Brout-Englert-Higgs) et l'existence d'un boson associé à lui.

Fabiola Gianotti (CERN) et Guido Tonelli (Pise) ont présenté les développements dans les détecteurs de particules de leurs collaborations expérimentales (ATLAS et CMS respectivement), qui ont permis d'extraire, dans des billions de collisions, la poignée d'entre eux contenant le précieux boson. En même temps, ils ont fait le point sur l'analyse des données.

Jorg Wenninger et Frédéric Hemmer (respectivement physicien et informaticien au CERN) ont discuté les défis technologiques (construction du LHC) et informatiques (traitement des données) qui ont joué un rôle essentiel dans le succès du LHC.

Ensuite, Riccardo Barbieri (ENS Pise) a discuté des possibles retombées théoriques de la découverte et, pour conclure, une table ronde, modérée par la chaire, s'est penchée sur les possibles scénarios de l'après-Higgs. ■

Pr Gabriele VENEZIANO

Programme

Introduction

Gabriele Veneziano, *Collège de France*

De la conception à la découverte

Jean Iliopoulos, *ENS Paris*

ATLAS

Fabiola Gianotti, *CERN*

CMS

Guido Tonelli, *INFN, Pise*

Le chemin vers la haute performance au LHC

Jorg Wenninger, *CERN*

La grille mondiale de calcul du LHC

Frédéric Hemmer, *CERN*

Implications et perspectives théoriques

Riccardo Barbieri, *SNS, Pise*

Et l'après Higgs ?

Gabriele Veneziano, *Collège de France*

Retrouvez les vidéos du colloque sur le site
www.college-de-france.fr, à la page du professeur.

Pr Gabriele VENEZIANO

Professeur honoraire, chaire de Particules
élémentaires, gravitation et cosmologie
de 2004 à 2013

