

# Bientôt les premiers protons circuleront dans le LHC au CERN, à Genève

## Communiqué de presse – Belgique

Le 10 septembre prochain aura lieu la première tentative de faire circuler des protons dans le LHC, le nouvel accélérateur du CERN. Cet événement marque une étape cruciale dans la réalisation de ce vaste projet scientifique européen, initié il y a près de 25 ans. Les médias sont invités à y assister et il sera retransmis par l'Eurovision. Une septantaine de scientifiques belges sont impliqués dans l'expérience CMS du LHC. Ils espèrent ainsi participer à la découverte du fameux boson de Brout-Englert-Higgs qui pourrait rapporter un prix Nobel à la Belgique.

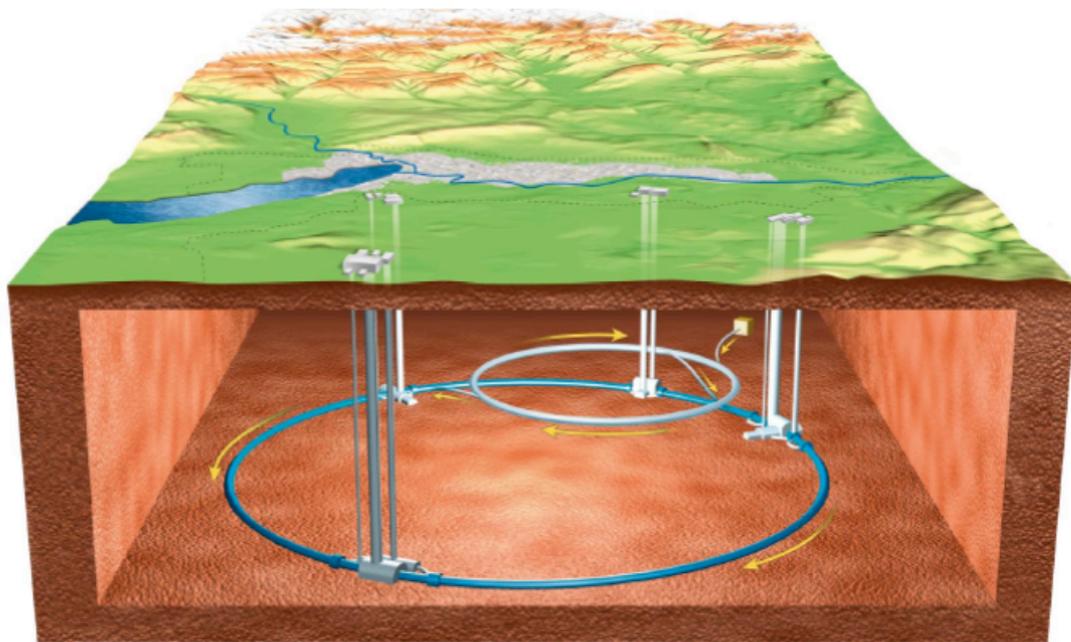
Université Catholique de Louvain  
Université de Mons-Hainaut  
Université Libre de Bruxelles  
Universiteit Antwerpen  
Universiteit Gent  
Vrije Universiteit Brussel



Vrije  
Universiteit  
Brussel

## Le grand collisionneur de hadrons (LHC)

Le grand collisionneur de hadrons (Large Hadron Collider) est l'instrument scientifique le plus grand et le plus complexe jamais construit. D'une circonférence de 27 km, le LHC est situé au CERN, près de Genève, à cheval sur la frontière franco-suisse, à environ 100 mètres sous terre, comme l'illustre le schéma ci-dessous. C'est aussi l'accélérateur de particules le plus puissant au monde. Deux faisceaux de particules subatomiques de la famille des "hadrons", des protons ou des ions de plomb, circuleront en sens inverse à l'intérieur de l'accélérateur circulaire, emmagasinant de l'énergie à chaque tour. En faisant entrer en collision frontale les deux faisceaux à une vitesse proche de celle de la lumière, une énergie colossale, extrêmement concentrée, jaillira (14 Téraélectronvolts), recréant ainsi les conditions qui existaient dans l'Univers, juste après le Big Bang. Des équipes de physiciens du monde entier analyseront les particules issues de ces collisions en utilisant des détecteurs de taille impressionnante. Ils vont ainsi étudier les plus petites particules connues, les composants élémentaires de la matière, ainsi que leurs interactions. Le LHC va sans doute révolutionner notre compréhension du monde, de l'infiniment petit, à l'intérieur des atomes, à l'infiniment grand de l'Univers.



© CERN

## Notre compréhension de l'Univers est sur le point de changer...

Il existe de nombreuses théories quant aux résultats de ces collisions. Laquelle d'entre elle sera-t-elle en accord avec les observations ? Les physiciens s'attendent en tous cas à une nouvelle ère de physique, apportant de nouvelles connaissances sur le fonctionnement de l'Univers. Pendant des décennies, les physiciens se sont appuyés sur le Modèle Standard de la physique des particules pour essayer de comprendre les lois fondamentales de la Nature. Mais ce modèle n'est certainement pas le fin mot de l'histoire. Les données expérimentales obtenues grâce aux énergies

très élevées du LHC permettront de repousser les frontières du savoir, mettant au défi ceux qui cherchent à confirmer les théories actuelles et ceux qui rêvent à de nouveaux paradigmes.

## **Le Modèle Standard (SM)**

Les théories et découvertes de milliers de physiciens au cours du siècle dernier ont permis une compréhension remarquable de la structure fondamentale de la matière. L'Univers est fait de douze constituants de base appelés particules élémentaires et gouverné par quatre forces fondamentales. C'est le Modèle Standard de la physique des particules qui nous aide le mieux à comprendre la façon dont ces douze particules et dont trois des quatre forces de la Nature sont reliées entre elles. Élaboré au début des années 1970, il a permis d'expliquer les résultats d'un grand nombre d'expériences et de prédire avec exactitude une grande variété de phénomènes. Avec le temps, et bien des expériences plus tard, le Modèle Standard s'est imposé comme une théorie ayant de solides fondements expérimentaux.

## **Que cherche-t-on donc au LHC ?**

Même si le Modèle Standard constitue actuellement la meilleure description que nous ayons du monde subatomique, il n'en brosse pas le tableau complet : la théorie ne comprend en effet que trois des quatre forces fondamentales, excluant la gravité. Il subsiste également d'importantes questions auxquelles ce modèle ne peut répondre. Entre autres, il ne peut spécifier la nature de la matière noire observée dans l'Univers, ni expliquer ce qui est advenu de l'antimatière qui a été créée en quantité égale à la matière au moment du Big-Bang. Plusieurs théories ont été proposées pour tenter de répondre à ces questions et prédisent différents phénomènes qu'on espère pouvoir observer au LHC: nouvelles particules supersymétriques ou exotiques, dimensions supplémentaires, voir même, mais cela irait à l'encontre de la théorie de la gravité bien établie d'Einstein, des trous noirs microscopiques. Précisons que ceux-ci seraient tout à fait inoffensifs car s'il en était autrement, il y a longtemps qu'ils auraient fait sentir leurs effets lors d'interactions semblables à celles qui auront lieu au LHC, qui se produisent de temps à autre lors des interactions de rayons cosmiques avec notre atmosphère.

Enfin et surtout, cette théorie repose en grande partie sur l'existence du boson de Brout-Englert-Higgs, une particule dont aucune expérience n'a encore permis l'observation. Ce boson a été introduit dans la théorie pour expliquer la masse non nulle observée pour la plupart des particules. Cette hypothèse a été introduite simultanément par les physiciens de l'Université Libre de Bruxelles (ULB), R. Brout et F. Englert et le physicien écossais P. Higgs. Si le boson de Brout-Englert-Higgs, recherché depuis plusieurs décennies, était finalement découvert au LHC, il pourrait rapporter un prix Nobel à la Belgique.

## **Le CERN**

Le CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire) est l'un des plus grands et des plus prestigieux laboratoires scientifiques du monde. Il a pour vocation la physique fondamentale, la découverte des constituants et des lois de l'Univers. Il utilise des instruments scientifiques très complexes pour sonder les constituants ultimes de la matière : les particules dites élémentaires. En étudiant les phénomènes résultant de la collision de ces particules, les physiciens appréhendent les lois de la Nature.

Les instruments qu'utilise le CERN sont des accélérateurs et des détecteurs de particules. Les accélérateurs portent des faisceaux de particules à des énergies élevées pour les faire entrer en collision avec d'autres faisceaux ou avec des cibles fixes. Les détecteurs, eux, observent et enregistrent le résultat de ces collisions.

Fondé en 1954, le CERN est situé de part et d'autre de la frontière franco-suisse, près de Genève. Il a été l'une des premières organisations à l'échelle européenne et compte aujourd'hui vingt États membres. La Belgique est l'un des États membres fondateurs.

## **Des défis technologiques**

Si les recherches réalisées au CERN visent avant tout la compréhension de l'Univers dans lequel nous vivons, les expériences qui y sont réalisées nécessitent le développement de technologies qui dépassent le savoir-faire des industries. Beaucoup de ces technologies ont contribué à rendre nos vies plus faciles et confortables ou ont permis à l'industrie de devenir plus performante. C'est pour les accélérateurs du CERN qui utilise les aimants supraconducteurs les plus puissants au monde que cette technologie, connue depuis longtemps, a pu être mise en pratique et utilisée dans d'autres domaines. Les techniques du vide ont aussi progressé sous l'impulsion des besoins du CERN. Les techniques de détection de particules, de plus en plus sensibles, connaissent diverses applications, notamment médicales, comme les caméras PET. Enfin, c'est au CERN que le World Wide Web a vu le jour et pour les expériences du LHC que se développe actuellement le GRID. C'est un réseau de moyens de calcul distribué dans le monde entier qui permet de disposer des capacités nécessaires au stockage et au traitement des données qui seront prises au LHC. En effet, les données enregistrées par chacune des grandes expériences du LHC pourraient remplir environ 100 000 DVD double couche par année.

## **La contribution belge au LHC**

Suivant une tradition bien établie en Belgique pour ce domaine de recherche qui demande un équipement lourd, les laboratoires de physique des hautes énergies belges ont unis leurs efforts pour contribuer ensemble à l'une des quatre expériences du LHC, l'expérience CMS. Les laboratoires concernés sont ceux d'Anvers (UA), Bruxelles (ULB et VUB), Gand (UG), Louvain-la-Neuve (UCL) et Mons (UMH). Ils totalisent quelque 75 physiciens et ingénieurs. L'essentiel du soutien financier de ce

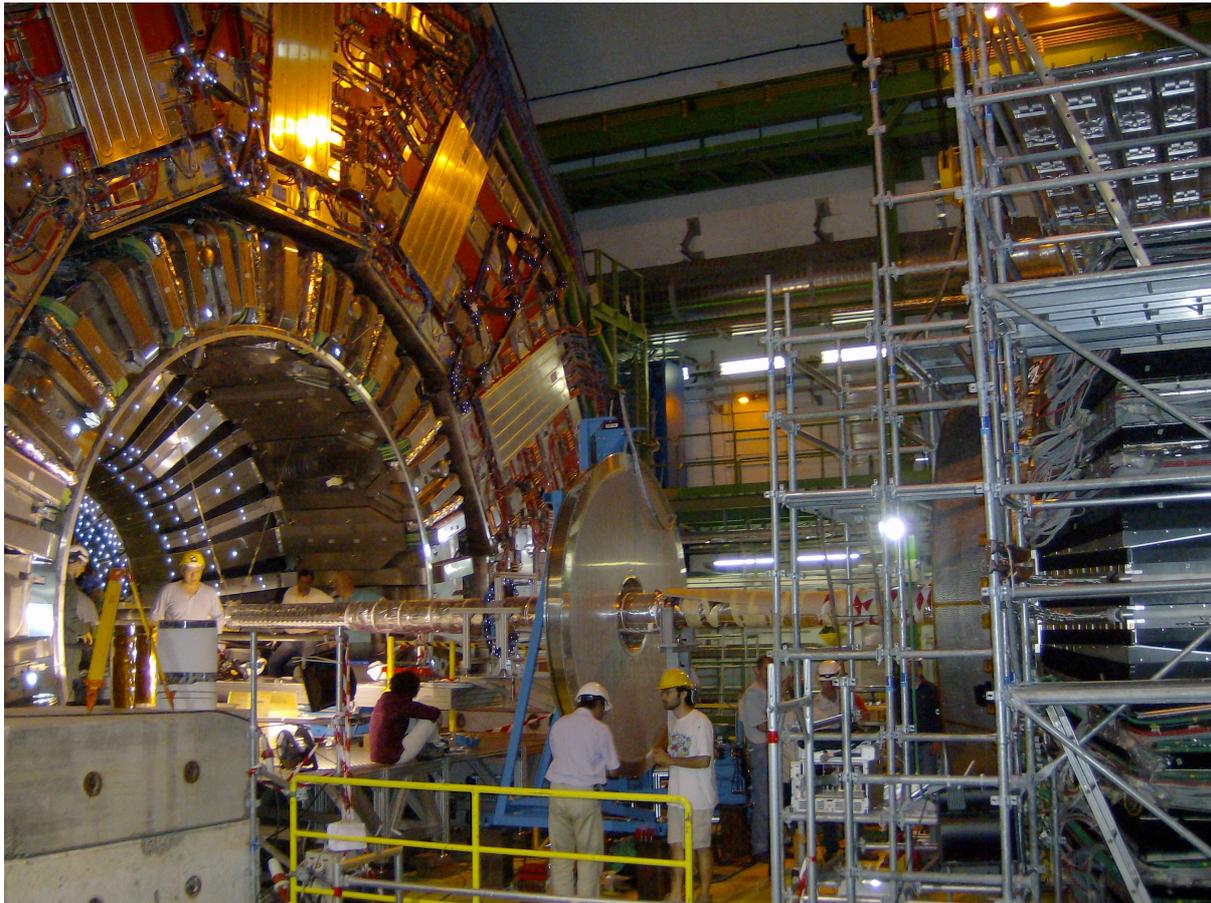
projet est assuré par le Fonds de la Recherche Scientifique (FRS-FNRS) et le Fonds Wetenschappelijk Onderzoek (FWO). Des chercheurs sont aussi subsidiés par les universités et par la politique scientifique fédérale, dans le cadre d'un Pôle d'Attraction Interuniversitaire (PAI) qui regroupe non seulement les expérimentateurs de la physique des hautes énergies mais aussi les théoriciens qui travaillent dans ce domaine.

Les scientifiques belges ont été impliqués, certains depuis 1993, dans la conception et la construction du détecteur de traces qui se trouve au coeur de CMS et ils participent à sa mise en service. Depuis plusieurs années déjà, ils préparent l'analyse des données qui pourront bientôt être prises. A cet égard, ils ont réussi à jouer un rôle clef dans divers domaines tels que la physique du quark top, la reconstruction des électrons et des photons ou encore, la physique vers l'avant. Ils sont bien sûr impliqués aussi dans la recherche du boson de Brout-Englert-Higgs et d'autres hypothétiques nouvelles particules. Certains travaillent déjà sur des améliorations futures du détecteur qui seront nécessaires lorsque les faisceaux du LHC auront atteint leur intensité maximale, entre autre, la construction de chambres à muons et de calorimètres vers l'avant. Enfin, ils ont installé et gèrent l'un des centres de calcul du réseau international GRID. Celui-ci comporte des centaines d'unités de calcul et de terabytes d'espace disque.

## **Le solénoïde compact à muons (CMS)**

L'expérience à laquelle participent les laboratoires belges est réalisée avec le détecteur appelé "solénoïde compact à muons" (Compact Muon Solenoid), l'un des quatre détecteurs installés au LHC. C'est un détecteur polyvalent qui devrait permettre d'explorer un large éventail de domaines de la physique, de la recherche du boson de Brout-Englert-Higgs à celle d'autres dimensions, en passant par la quête des particules qui pourraient constituer la matière noire.

Le détecteur CMS est construit autour d'un énorme aimant solénoïdal. Ce dernier se présente sous la forme d'une bobine cylindrique supraconductrice, ce qui a permis de maintenir ses dimensions, 13 mètres de long et 6 mètres de diamètre, relativement "compactes". Il génère un champ magnétique de près de 4 teslas – environ 100 000 fois le champ magnétique terrestre. Le champ magnétique est confiné par une culasse d'acier qui constitue la plus grande partie des 12 500 tonnes du détecteur. Comportant plusieurs types de détecteurs imbriqués les uns dans les autres afin d'apporter des informations complémentaires, CMS fait 21 mètres de long et 15 mètres de diamètre. Contrairement aux autres détecteurs géants du LHC, qui ont été construits sous terre, CMS a été construit de manière modulaire en surface. Ses 15 sections ont ensuite été descendues dans la caverne, 100 m sous terre, pour y être assemblées. Ci-après une photo des derniers préparatifs, quelques semaines avant l'arrivée des premiers protons.



Plus de 2000 scientifiques représentant quelque 160 instituts provenant d'une quarantaine de pays non seulement d'Europe mais aussi d'Asie et d'Amérique, collaborent à l'expérience CMS.

## Informations complémentaires (liens)

Le CERN et notamment le LHC pour le public :

<http://public.web.cern.ch/Public/Welcome-fr.html>

CMS pour le public : <http://cms.cern.ch/>

Le démarrage du LHC : <http://lh2008.web.cern.ch/lhc2008/index-fr.html>

Office de presse du CERN: <http://press.web.cern.ch/press/>

Press Kit: <http://press.web.cern.ch/press/Journalists/Welcome.html>

Pour des images : <http://multimedia-gallery.web.cern.ch/multimedia-gallery>

Physique des particules : <http://cpep.lal.in2p3.fr/adventure.html>

## Contacts

### **Université Catholique de Louvain – contact Prof. Vincent Lemaître**

Chemin du Cyclotron 2, 1348 Louvain-la-Neuve

✉ [Vincent.Lemaître@cern.ch](mailto:Vincent.Lemaître@cern.ch)

☎ 010/473241

### **Université de Mons-Hainaut – contact Dr. Evelyne Daubie**

Avenue Maistriau 19 B, 7000 Mons

✉ [evelyne.daubie@umh.ac.be](mailto:evelyne.daubie@umh.ac.be)

☎ 065/373390

### **Université Libre de Bruxelles – contact Prof. Catherine Vander Velde**

Boulevard du Triomphe, 1050 Bruxelles

✉ [Catherine.Vander.Velde@ulb.ac.be](mailto:Catherine.Vander.Velde@ulb.ac.be)

☎ 02/6293208

### **Universiteit Antwerpen – contact Prof. Pierre Van Mechelen**

Groenenborglaan 171, 2020 Antwerpen

✉ [Pierre.VanMechelen@ua.ac.be](mailto:Pierre.VanMechelen@ua.ac.be)

☎ 03/2653573 & 0498/056879

### **Universiteit Gent – contact Prof. Martin Grunewald & Prof. Dirk Ryckbosch**

Proeftuinstraat 86, 9000 Gent

✉ [Martin.Grunewald@UGent.be](mailto:Martin.Grunewald@UGent.be) & [Dirk.Ryckbosch@UGent.be](mailto:Dirk.Ryckbosch@UGent.be)

☎ 09/2646512 (M.Grunewald) & 09/2646543 (D.Ryckbosch)

### **Vrije Universiteit Brussel – contact Prof. Jorgen D'Hondt**

Pleinlaan 2, 1050 Brussel

✉ [jodhondt@vub.ac.be](mailto:jodhondt@vub.ac.be)

☎ 02/6293483 & 0496/704865

## Particle physics in Belgium

As a founding member state of CERN, Belgium has made numerous and important contributions to experimental particle physics projects over the last fifty years, thanks to the support of its universities, and of the National Fund for Scientific Research (FNRS/NFWO) and its associated Interuniversity Institute for Nuclear Science (IISN/IKW). Belgian teams have been involved in major experiments using all the accelerators and colliders which, over this period of time, have been made available at CERN. They have also been present on other fronts in foreign laboratories, such as DESY (Germany) and Fermilab (USA).

The Brussels contributions to the Gargamelle neutrino experiment at the CERN proton synchrotron, leading to the discovery of the neutral currents should be underlined. On the theoretical and mathematical physics side, various groups have been active during the same period in all the universities of the country, covering many subjects. If only one development is to be singled out, it is the mechanism of spontaneous symmetry breaking proposed by Brout and Englert in Brussels, and by Higgs in Edinburgh, leading to the prediction of a scalar boson.

More recently, the efforts of the experimentalists of Antwerp (UA), Brussels (IIHE, ULB-VUB), Gent (UGent), Louvain-la-Neuve (UCL) and Mons (UMH), have concentrated on the following lines of research:

- Experiments using neutrino beams: successively CHARM-II, CHORUS and, today, OPERA. Contributions to experiments like HARP and to the development of  $\beta$ -beams which should lead to the design of neutrino factories.
- Experiments at the electron-positron collider LEP: DELPHI and, to a lesser extent, ALEPH and OPAL whose analyses are still under way.
- Experiments on the deep-inelastic interaction of electrons or positrons on protons at the HERA collider: study of diffractive processes with H1, of the spin structure of the nucleon with HERMES and of W production with ZEUS.
- Preparation of the CMS experiment at the Large Hadron Collider at CERN, where the Belgian contributions range from the construction of the forward silicon tracker to the design of the trigger for the experiment and the

optimization of the analysis schemes.

- Observation of ultra high energy neutrinos at the South pole with the AMANDA and IceCube detectors.

Belgian physicists have contributed to all phases of these projects: the design of the experiment, the construction of the apparatus, the collection of the data and their analysis.

Since 2002, collaboration between most physicists, theoreticians as well as experimentalists, doing research in the physics of particles and fields has been enhanced within a network supported by the federal government and called the "Interuniversity Attraction Pole (IAP) in fundamental interactions". Training, information exchange and outreach are also among the objectives of this network, which should be soon extended to encompass all teams active the field.

The participation of Belgium in a world wide computing Grid is actively being prepared through various initiatives taken at regional and national levels.