

Start van de Large Hadron Collider te CERN

“Zoektocht voor een Belgische Nobelprijs in de fysica”

Belgische Persmap

Korte samenvatting:

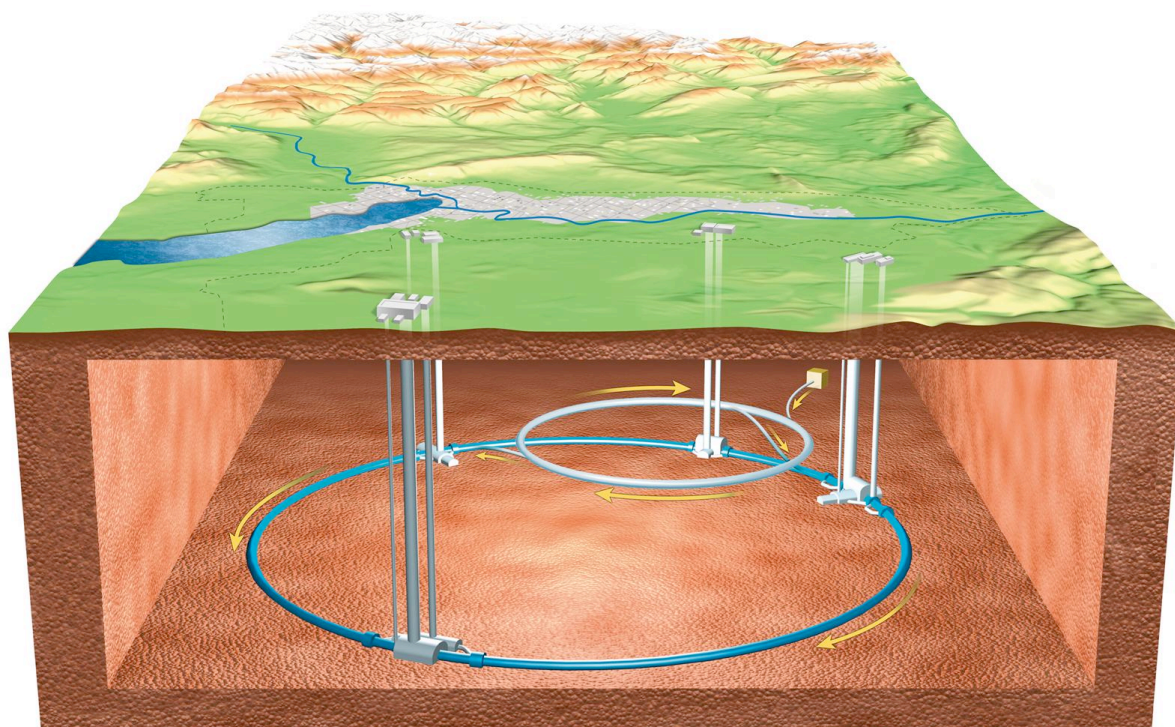
Wetenschappers en ingenieurs uit alle hoeken van de wereld leggen de laatste hand aan het grootste en meest complexe experiment ooit. De Large Hadron Collider te CERN gebruikt namelijk voor het eerst diverse nieuwe technologieën. Het is een cirkelvormige deeltjesversneller met een omtrek van 27 km die zich ongeveer 100 m onder de grond bevindt op de Frans-Zwitserse grens nabij Geneve. Na decennia lange voorbereiding gaat op 10 september het experiment van start en dit gaat gepaard met een belangrijk media evenement. De eerste deeltjesbundels worden dan geïnjecteerd en versneld tot bijna de lichtsnelheid. Later dit jaar zal deze unieke machine protonen laten botsen en hiermee de hoogste temperaturen ooit bereiken overeenkomend met deze in het universum een fractie van een seconde na de Big Bang. Onderzoekers aan verschillende Belgische universiteiten nemen deel aan de installatie van een gigantische detector die de fysische fenomenen in deze botsingen bestudeert. De gegevens die deze Compact Muon Solenoid detector verzamelt, zullen ons toelaten revolutionaire stappen te maken in het ontrafelen van de natuurwetten op zowel de kleinst mogelijke schaal van de elementaire deeltjes alsook de grootste schalen in ons universum. Met dit experiment kunnen we een finale conclusie formuleren over het bestaan van een deeltje waarvan wetenschappers voorspellen dat het verantwoordelijk is voor de massa van de deeltjes in het universum rondom ons, maar nog niet ontdekt werd. Een ontdekking van dit deeltje kan resulteren in een Nobelprijs voor zijn drie uitvinders, waarvan twee Belgen R.Brout en F.Englert. De gegevens zullen ons ook kennis verschaffen over 96% van de materie in het universum die we vandaag niet begrijpen, de zogenaamde donkere materie.

Contact to complete the document: Jorgen D'Hondt (+32-(0)496/704865; jodhondt@vub.ac.be)

Betrokken Belgische universiteiten:

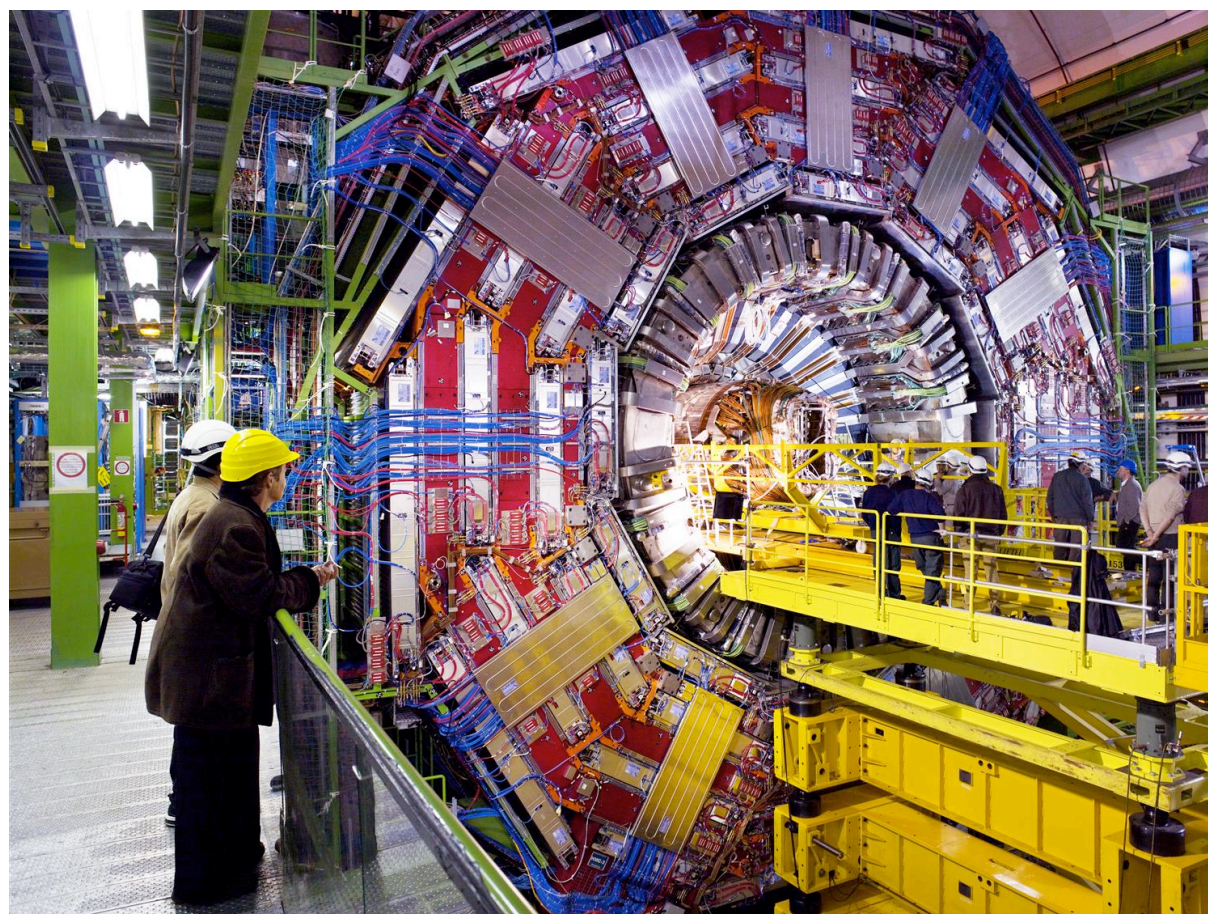
Université Catholique de Louvain – contact Prof. Vincent Lemaitre
Université de Mons-Hainaut – contact Prof. Evelyne Daubie
Université Libre de Bruxelles – contact Prof. Catherine Vander Velde
Universiteit Antwerpen – contact Prof. Pierre Van Mechelen
Universiteit Gent – contact Prof. Martin Grunewald
Vrije Universiteit Brussel – contact Prof. Jorgen D'Hondt

Schema van de Large Hadron Collider te CERN (Geneve)



© CERN

Foto van de installatie van de Compact Muon Solenoid detector



© CERN

1. Context van het onderzoeksproject binnen fysica

Deeltjesfysici zoeken antwoorden op vragen over de inhoud en oorsprong van ons universum. Experimenteel en theoretisch onderzoek gedurende de voorbije halve eeuw heeft geleid tot het opstellen van een Standaard Model van de elementaire deeltjes. Een lange reeks experimenten bevestigen de correctheid van dit theoretisch model dat bijgevolg een deel van de natuurwetten betreffende deze kleinste bouwstenen juist beschrijft. Niettegenstaande dit geweldig succes blijven er vele fundamentele vragen onbeantwoord. Theoretisch onderzoek gedurende de laatste decennia heeft geleid tot de ontwikkeling van nieuwe modellen als uitbreiding van het Standaard Model. Deze modellen omvatten nieuwe fenomenen om deze fundamentele vragen te beantwoorden. In de hoog energetische botsingen die fysici creëren in hun laboratoria kunnen de specifieke fenomenen, voorspeld door deze modellen, waargenomen worden. De start van de Large Hadron Collider is een nieuwe mijlpaal in ons onderzoek, omdat we voor eerst een energiedomein verkennen dat vele malen hoger is dan bij vorige experimenten. Hiermee zullen we de voorspelde effecten van de nieuwe modellen voor het eerst heel nauwkeurig testen. De waarnemingen bij deze hoogste energieën ooit door de mens gegenereerd, helpen de puzzel van de microkosmos te vervolledigen en zullen aanleiding geven tot een dieper inzicht in het ontstaan en de evolutie van het universum.

2. Presentatie van de Large Hadron Collider (LHC) te CERN

De Europese Organisatie voor Nucleair Onderzoek of het CERN werd in 1954 opgericht en heeft vandaag 20 lidstaten. België was er reeds bij vanaf het begin. Vandaag is het CERN uitgegroeid tot een uitstekend voorbeeld van internationale samenwerking en wordt beschouwd als het grootste deeltjesfysica laboratorium ter wereld. Het is gelegen op de Frans-Zwitserse grens nabij Geneve. CERN is een laboratorium waar wetenschappers samenkomen voor de studie van de kleinste bouwstenen van de natuur en de krachten die hen samenhouden. De nieuwe Large Hadron Collider te CERN zal protonen botsen bij een energie van 14 Tera-elektronvolt (equivalent met de temperatuur van het universum 10^{-12} seconden na de Big Bang of Oerknal) en dit met een frequentie van enkele miljarden botsingen per seconde. Het is een unieke machine die enkel realiseerbaar was door enorme vooruitgang te maken en de grenzen van de huidige technologie te verleggen. De versneller heeft een omtrek van ongeveer 27 km en is ongeveer 100 m onder de grond gelegen, ze maakt gebruik van supergeleidende magneten bij maximaal 1,9 graden boven het absolute nulpunt om de protonen op hun cirkelvormige baan te houden terwijl ze versneld worden. De totale hoeveelheid energie opgeslagen in deze bundels van kleine deeltjes is gelijk aan deze van een trein van 20 ton aan een snelheid van ongeveer 150 kilometer per uur.

CERN brochure: <http://cdsweb.cern.ch/record/1097379/files/CERN-Brochure-2008-002-Eng.pdf>

CERN's brochure van de LHC: <http://cdsweb.cern.ch/record/1106546/files/CERN-Brochure-2007-006-Eng.pdf>

3. Presentatie van de Compact Muon Solenoid detector (CMS)

De protonbotsingen worden waargenomen door 4 deeltjesdetectoren, waarvan 2 met algemene doelstellingen, ATLAS en CMS, en 2 met specifieke fysica doeleinden, ALICE en LHC-b. Deze detectoren zijn enorm groot ten opzichte van de elementaire deeltjes zelf. Hun complexiteit overstijgt deze van alle vorige detectoren en laat toe de deeltjesinteracties heel nauwkeurig in kaart te brengen. Duizenden fysici en ingenieurs in internationale samenwerking hebben gedurende 15 jaren gewerkt om van de origineel ontwerpen de onderdelen te bouwen en te assembleren tot finale detectoren. De Belgische universiteiten vermeld op de voorpagina nemen actief deel aan de constructie van de CMS detector en het ontwerpen van de technieken om de deeltjesbotsingen te analyseren. We nemen deel aan het CMS experiment sinds de start en hebben vandaag een team van ongeveer 75 wetenschappers. De volledige CMS detector is een grote liggende cilinder van 21 m lang, 15 m in diameter en weegt ongeveer 12500 ton. Een van de belangrijkste componenten van de CMS detector is 's werelds grootste magneet. Hij heeft een diameter van 6 m, is 13 m lang en produceert een uniform magnetisch veld van 3,8 Tesla, wat equivalent is met 100 000 keer het magnetisch veld van de Aarde.

Algemene publieke CMS website: <http://cms.cern.ch/>

CMS outreach pagina: <http://cmsinfo.cern.ch/outreach/>

CMS brochure: <http://doc.cern.ch/archive/electronic/cern/others/multimedia/brochure/brochure-2006-007-eng.pdf>

4. Verwachte resultaten van het project

Tot op vandaag hebben we geen experimenteel bevestigde beschrijving van hoe elementaire deeltjes een massa krijgen. Dit is echter een heel essentieel aspect van de natuur van de kleinste deeltjes waarvan de meeste effectief een massa hebben. Een mechanisme ontworpen door P.Higgs, R.Brout en F.Englert in de jaren '60 voorspelt het bestaan van een deeltje (het Brout-Englert-Higgs deeltje) dat interageert met de elementaire deeltjes en hun een massa geeft. De LHC is in eerste instantie gebouwd om een finale conclusie te formuleren over dit mechanisme, ofwel door het ontdekken van dit nieuwe deeltje ofwel door het uitsluiten van zijn bestaan. Het bestaan van dit deeltje is cruciaal in onze zoektocht om de natuurwetten verder te ontrafelen en ligt aan de basis van de meeste theoretische modellen. Belangrijk voor België is dat R.Brout en F.Englert hun werk hebben uitgevoerd aan de ULB. Bijgevolg kan een ontdekking van dit deeltje resulteren in een Nobelprijs voor Belgische fysici.

Een ander nieuw fenomeen dat men kan ontdekken met de LHC is de supersymmetrie van de natuurwetten. Indien de natuur supersymmetrisch is, kan dit helpen de donkere materie in ons universum te verklaren. Hiervoor moeten we in de protonbotsingen aan de LHC nieuwe deeltjes ontdekken die gerelateerd zijn met deze symmetrie. Deze nog niet ontdekte deeltjes kunnen de belangrijkste oorzaak zijn voor de grote hoeveelheid niet interagerende materie (donkere materie) in het universum en kunnen ons een dieper inzicht geven in het ontstaan en de evolutie van het universum waarin we leven.

Onderzoek naar andere fenomenen, zoals de waarneming van extra ruimte dimensies en zwarte gaten, zal ons dichterbij brengen bij een allesomvattende "Theory of Everything".

Indien bovenstaande fenomenen ontdekt worden bij de protonbotsingen bij de LHC, geeft dit een bevestiging van ons theoretisch denken over de laatste decennia. Indien we deze fenomenen niet waarnemen zou dit een geweldige revolutie betekenen in de deeltjesfysica. Onze denkwijze omtrent de microkosmos zou dramatisch veranderen. Bijgevolg zullen de resultaten van het LHC project de toekomst definiëren van het fundamenteel onderzoek in de deeltjesfysica.

5. Tijdslijn van het project (incl. belangrijke gebeurtenissen)

De eerste ideeën over het project werden reeds besproken op bijeenkomsten 25 jaar geleden, waarna grondig onderzoek plaatsvond om te komen tot het ontwerp van de versneller en de detectoren. Tijdens de zomer van 2008 hebben we alle onderdelen samen gebracht en zijn we klaar om met de LHC nieuwe energiedomeinen te verkennen. Ook de methoden om deze complexe botsingen te analyseren en de computerinfrastructuur hiervoor zijn gecreëerd en getest. Voor de start van het LHC experiment organiseert het CERN verschillende gebeurtenissen. De eerste protonen zullen op 10 september 2008 geïnjecteerd worden in de LHC machine bij kleinere energieën om de detectoren te testen, dit gaat gepaard met een media evenement. Op 21 oktober organiseert het CERN een media evenement voor de inhuldiging van de LHC. Na een eerste periode van tests, zal de machine volledig operationeel zijn in 2009. Het speuren naar nieuwe fenomenen start echter dit jaar reeds met grondige studies naar de werking van de versneller en detector, en wordt volgend jaar uitgebreid met zoektochten naar nieuwe natuurwetten.

CERN's website over de LHC start: <http://lhc2008.web.cern.ch/lhc2008/index.html>

Press release: <http://press.web.cern.ch/press/PressReleases/Releases2008/PR06.08E.html>

Nieuws over start-up: <http://lhc-first-beam.web.cern.ch>

Website LHC inhuldiging: <http://lhc2008.web.cern.ch/lhc2008/inauguration/index.html>

6. Concreet nieuws

De Belgische universiteiten vermeld op de eerste pagina van dit document zijn sterk betrokken bij het CMS experiment dat gegevens neemt nabij de Large Hadron Collider te CERN. Ze hebben belangrijke bijdragen geleverd in de opbouw van dit unieke laboratorium waarmee men later dit jaar de meest fundamentele natuurwetten zal onderzoeken bij de hoogste energieën ooit. In een wereldwijde samenwerking zullen onze wetenschappers de natuur ontrafelen op microscopische schaal en nieuwe fenomenen ontdekken. Deze waarnemingen helpen ons inzicht te vergroten omtrent de interacties tussen de fundamentele bouwstenen van de natuur, alsook over het ontstaan en de evolutie van het universum waarin we leven. Voor de media worden verschillende activiteiten georganiseerd met het doel dit uitzonderlijke nieuws naar het algemene publiek te brengen.

We zijn bereid om de Belgische pers uit te nodigen en te begeleiden in onze instituten of op CERN. Zowel tijdens het media evenement op 10 september als op andere tijdstippen.

CERN press releases en ander nieuws: <http://public.web.cern.ch/Public/Welcome.html>

7. Bijdragen van Belgische wetenschappers

De betreffende Belgische instituten nemen met ongeveer 75 fysici en ingenieurs deel aan het CMS experiment dat protonbotsingen zal onderzoeken nabij de LHC. Vanaf het begin zijn Belgische wetenschappers betrokken bij het ontwerp en de constructie van de centrale spoordetector van het CMS experiment. Belgische fysici hebben vandaag een vooraanstaande rol in het op punt stellen van de detector, het computersysteem om data te verzamelen en het zogenaamde trigger systeem van het CMS experiment. De Belgische groepen werken bovendien aan de voorbereidingen van de methoden om de botsingsgegevens te analyseren, in het bijzonder in de context van zoektochten naar het Brout-Englert-Higgs boson en exotische fenomenen, alsook de studie van top quarks en voorwaartse fenomenen. Recent hebben we, samen met onze studies over de werking van de spoordetector, onze activiteiten uitgebreid tot het ontwerp en de constructie van de voorwaartse muon detectoren en voorwaartse calorimeter detectoren. Om de geweldige hoeveelheid botsingsgegevens te analyseren hebben de Belgische groepen een speciaal computer centrum gebouwd dat deel uitmaakt van een internationaal GRID netwerk van computers. Dit centrum verbindt honderden computers en heeft honderden Terabytes harde schijfruimte.

8. Toepassingen

Onderzoek in de deeltjesfysica is een stuwende kracht voor de ontwikkeling van ingewikkelde instrumenten die technologieën gebruiken die veelal complexer zijn dan de gebruikelijke industriële kennis. Vele van de door ons ontworpen technieken hebben ons dagelijks leven efficiënter, praktischer en comfortabeler gemaakt. Denk maar het World Wide Web, de evolutie van PET scanners, het gebruik van supergeleidende materialen, computer netwerken, en zoveel meer.

CERN website: <http://technologytransfer.web.cern.ch/TechnologyTransfer/>

9. Relevante links

Website voor CERN activiteiten: <http://public.web.cern.ch/Public/Welcome.html>

Website voor de LHC start: <http://lhc2008.web.cern.ch/lhc2008/>

Website van CERN's press office: <http://press.web.cern.ch/press/>

Publieke website van het CMS experiment: <http://cms.cern.ch/>

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

Links naar LHC gerelateerde websites in andere landen:

- Verenigd Koninkrijk: <http://www.lhc.ac.uk/>
- Frankrijk: <http://www.lhc-france.fr/>
- Duitsland: <http://www.weltderphysik.de/de/351.php>
- VSA: <http://www.uslhc.us/>

Website over algemeen deeltjesfysica onderwerpen: <http://particleadventure.org/>

Voor foto materiaal (hoge resolutie):

Multimedia galerij CERN: <http://multimedia-gallery.web.cern.ch/multimedia-gallery>

10. Gedetailleerde contact informatie

Université Catholique de Louvain – contact Prof. Vincent Lemaitre

Chemin du Cyclotron 2, 1348 Louvain-la-Neuve

✉ Vincent.Lemaitre@cern.ch

☎ 010/473241

Université de Mons-Hainaut – contact Prof. Evelyne Daubie

Pleinlaan 2, 1050 Brussel

✉ 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

☎ 02/6293208

Universiteit Antwerpen – contact Prof. Pierre Van Mechelen

Groenenborglaan 171, 2020 Antwerpen

✉ Pierre.VanMechelen@ua.ac.be

☎ 03/2653573 & 0498/056879

Universiteit Gent – contact Prof. Martin Grunewald

Proeftuinstraat 86, 9000 Gent

✉ Martin.Grunewald@UGent.be

☎ 09/2646612

Vrije Universiteit Brussel – contact Prof. Jorgen D'Hondt

Pleinlaan 2, 1050 Brussel

✉ 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 β -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.