

Repères

Des chiffres démesurés

Le « Grand collisionneur de hadrons » du Cern donne lieu à une avalanche de chiffres démesurés :

Quasiment à la vitesse de la lumière

Le collisionneur propulsera des protons (particules de la famille des hadrons) d'hydrogène à 99,9999% de la vitesse de la lumière dans un anneau de 27 km de diamètre enfoui à 100 mètres de profondeur sous la frontière franco-suisse.

A pleine vitesse, il génèrera près d'un milliard de collisions de protons par seconde. A la surface, 3 000 ordinateurs analyseront une centaine de collisions à la seconde, les plus susceptibles d'intéresser les chercheurs. Ces données seront communiquées instantanément aux centres de recherche partenaires dans le monde entier grâce à un réseau informatique dédié. Le Cern est déjà à l'origine de l'internet dans les années 1970.

Le plus grand frigo du monde

Le tunnel est le plus grand frigo du monde, avec des aimants supraconducteurs refroidis à $-271,3$ degrés, une température toute proche du zéro absolu ($-273,15$ degrés).

Les quatre collisionneurs répartis le long du tunnel sont gigantesques. Le plus gros, baptisé Atlas, est un cylindre de 25 mètres de diamètre pour 46 mètres de long, soit la moitié du volume de Notre-Dame de Paris. L'engin pèse 7 000 tonnes, presque autant que la Tour Eiffel, et s'enroule dans 3 000 km de câbles. Pour creuser la cavité dans laquelle il est installé, il a fallu dégager près de 300 000 tonnes de roche, puis couler 50 000 tonnes de béton. En un an, Atlas produira des données équivalentes à 160 fois les 3 milliards de livres réunis à la Bibliothèque du Congrès à Washington, la plus grande du monde.

Un aller-retour Terre-Neptune

En 10 heures de fonctionnement, le faisceau de protons traversera dans le tunnel l'équivalent de 10 milliards de km, soit la distance d'un aller-retour Terre-Neptune. A pleine intensité, chaque faisceau dégagera l'énergie d'une voiture roulant à 1 600 km/h. Le LHC grillera jusqu'à 120 mégawatts de courant, soit la consommation de tous les ménages de la région de Genève.

Les collisions produiront une énergie de 14 volts téraélectron (TeV), soit une forte concentration d'énergie, qui génèrera ponctuellement des températures 100.000 fois supérieures à celles du cœur du Soleil, mais à une échelle minuscule. Un TeV équivaut à l'énergie d'un moustique en vol.

Le budget atteint 6,03 milliards de francs suisses (3,9 mds d'euros), dont les deux-tiers pour les équipements et le reste pour payer les milliers d'ingénieurs et de physiciens embauchés sur le projet.

Physique / Le grand collisionneur de particules du Cern

REMONTER LE TEMPS

Le plus grand accélérateur de particules au monde va être mis en route aujourd'hui à la frontière franco-suisse, près de Genève, pour traquer les ultimes briques de la matière et recréer les conditions du début de l'univers, il y a 13,7 milliards d'années.

Le « Grand collisionneur de hadrons » (LHC) est le plus grand projet scientifique de ces dernières années : depuis plus de 10 ans, environ 5 000 physiciens et ingénieurs ont travaillé à réaliser cet outil qui doit commencer à fonctionner aujourd'hui.

D'importantes découvertes en perspective

Robert Aymar, le directeur général de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (Cern), se dit persuadé qu'il « permettra d'aboutir à des découvertes qui changeront notre vision du monde et en particulier de sa création ».

Depuis 1996, le Cern a construit à 100 mètres sous terre près de Genève un anneau de 27 km de circonférence refroidi durant deux ans pour atteindre $-271,3^{\circ}\text{C}$, soit juste $1,9^{\circ}\text{C}$ de plus que le zéro absolu.

Autour de l'anneau sont installés quatre grands détecteurs au sein desquels vont se produire des collisions de paquets de protons (particules de la famille des hadrons, d'où le nom du « Grand collisionneur de hadrons »).

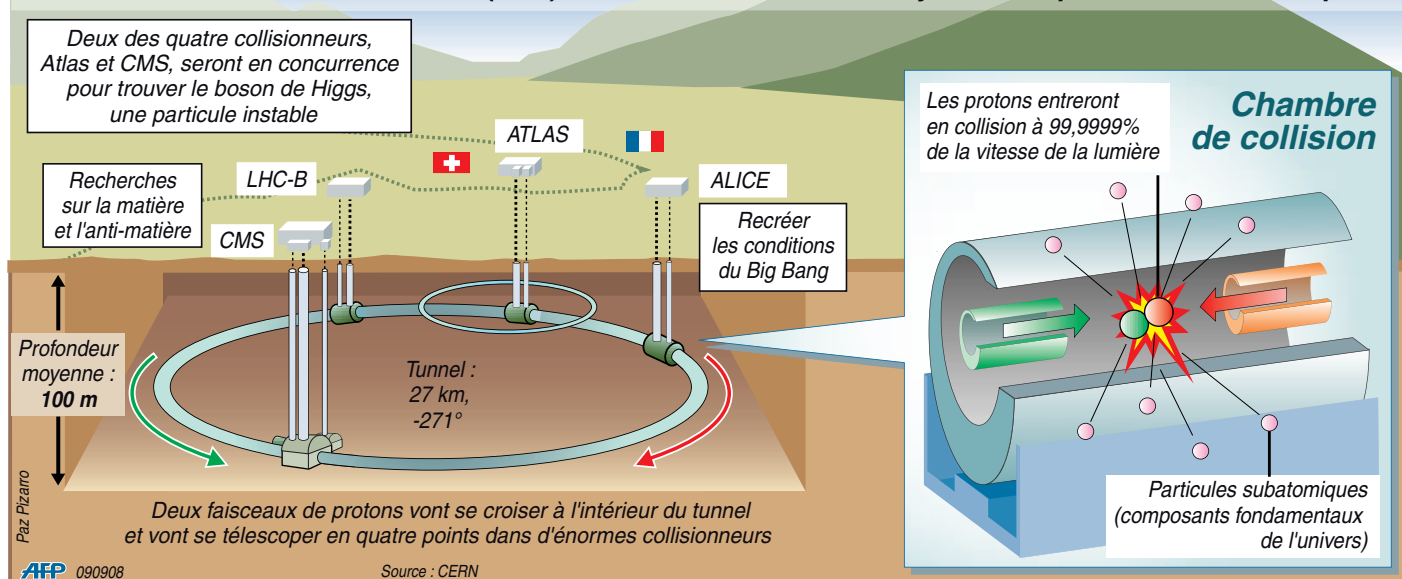
A pleine puissance, 600 millions de collisions par seconde génèreront une floraison de particules, dont certaines n'ont jamais encore pu être observées. Pour trier les 15 millions de gigaoctets de données recueillis chaque année, 11 grands centres répartiront l'information brute à 200 sites à travers le monde, qui la stockeront et l'analyseront.

Parmi les détecteurs, Atlas et CMS vont traquer le boson de Higgs, une particule élémentaire qui confèrerait une masse à certaines autres particules, et dont l'absence bouleverserait la physique théorique.

« Il y a une très forte probabilité pour que le boson de Higgs puisse être observé », estime toutefois Yves Sacquin, de l'Institut de recherche sur

A la recherche des secrets de la création de l'univers

Le Grand collisionneur de hadrons (LHC) devra aider à résoudre le mystère des particules subatomiques



les lois fondamentales de l'univers (Ifu) à Saclay, près de Paris.

Au-delà du Higgs, « nous sommes convaincus qu'il existe de très nombreuses particules beaucoup plus lourdes que celles que nous connaissons avec très peu d'interactions et qui sont présentes dans l'univers. C'est ce que nous appelons sans doute la matière noire », explique pour sa part Robert Aymar.

Identifier « la matière noire »

Pour lui, « il est certain que le LHC fournira l'identification et la compréhension de cette matière noire », qui compte pour 23% de l'univers, alors que la matière ordinaire ne compte que pour 4% (le restant étant constitué d'énergie sombre).

Un autre détecteur, le LHCb, tentera de trouver où est passée l'antimatière, présente au moment du big bang en quantité égale avec la matière.

Enfin, le détecteur Alice s'intéressera aux collisions d'ions plomb, pour recréer durant le temps d'un éclair la soupe primordiale de quarks et de gluons qui formait la matière durant les premières microsecondes de l'univers,

avant la formation des protons.

Au moment de la mise en route ce matin du premier faisceau, des paquets de 100 milliards de protons seront injectés dans l'accélérateur.

« Très probablement, ils ne vont pas faire un tour directement quand ils entrent dans la machine. Ça va prendre plusieurs heures », explique Lau-

rette Ponce, une des physiciennes qui sera aux commandes du LHC.

Un coût de 3,76 milliards d'euros

Après le démarrage du deuxième faisceau, qui tourne en sens inverse du premier, des collisions seront

provoquées à des énergies de plus en plus élevées, jusqu'à atteindre sept fois la puissance du Fermilab américain, qui était jusqu'à présent l'accélérateur le plus puissant.

Le projet, auquel ont contribué les pays européens, mais aussi notamment les États-Unis, l'Inde, la Russie et le Japon, a coûté 3,76 milliards d'euros.



Un outil à la réalisation duquel ont travaillé environ 5 000 physiciens et ingénieurs pendant plus de 10 ans. (Photo AFP)

ALSACIENS DANS LE BIG BANG

Parmi les milliers de chercheurs engagés dans l'aventure du plus grand accélérateur de particules, des Alsaciens : à Strasbourg ont été élaborées des pièces pour les monstrueux appareils de mesure destinés à exploiter la méga-machine genevoise.

A l'Institut pluridisciplinaire Hubert-Curien (IPHC) de Strasbourg aussi, le temps suspend son vol aujourd'hui, pour certains groupes de recherche. Alors que devrait être lancée à 60 m sous Terre la plus grande expérience scientifique jamais imaginée, on se souvient bien, en Alsace, du long chemin qui a mené à ces instants cruciaux.

Depuis des années déjà, comme dans des centaines d'instituts de recherche répartis dans le monde entier, des chercheurs strasbourg-



L'un des 334 pétales de détection conçus à Strasbourg. (Photo archives DNA)

geois n'ont eu de cesse de parvenir au but technologique qui leur avait été fixé. A savoir concevoir et fabriquer certaines pièces d'un mécano totalisant des millions de

composants ultra-sophistiqués.

Autour de Jean-Marie Brom d'une part et de Christian Kuhn d'autre part, ont été mobilisées des équipes pour

résoudre certains casse-tête et livrer des ensembles intégrés à deux des expérimentations, baptisées CMS et Alice. Des membres de l'université de Haute-Alsace avaient rejoint l'équipe aujourd'hui dirigée par Daniel Bloch.

Des mois de démontage

En gros, l'un de ces détecteurs, capable d'enregistrer un événement chaque 25 milliardième de seconde, devrait aider à comprendre pourquoi la masse existe. L'autre s'attachera à déterminer un nouvel état de matière, qui n'a existé que quelques secondes après le Big Bang.

Après pas mal de nuits blanches, de discussions budgétaires serrées et de voyages entre Strasbourg et Genève, les appareillages fabriqués ont été livrés et validés sur place. Pas question d'intégrer

des éléments potentiellement défaillants à un ensemble pouvant nécessiter des mois de démontage en cas de panne.

Au total, une vingtaine de physiciens, autant d'ingénieurs et de techniciens, ainsi qu'un nombre équivalent de doctorants ont participé à Strasbourg à une décennie de recherche-développement, plus trois ans de production proprement dite des pièces commandées.

Autant dire que Daniel Huss, directeur de l'IPHC, se félicite de l'engagement dans l'opération de l'ensemble de sa structure, en fait le plus grand labo du CNRS en Alsace et le deuxième de France dans le domaine de la physique subatomique, fonctionnant en collaboration avec l'université Louis-Pasteur.

Didier Rose