

Glossaire

Accélérateur

Machine qui accélère des faisceaux de particules et les porte à des énergies élevées. On utilise des champs électriques pour accélérer les particules et des aimants pour les guider et les focaliser. Les faisceaux peuvent entrer en collision entre eux ou avec une cible fixe.

- Un collisionneur est un accélérateur circulaire dans lequel deux faisceaux, accélérés en sens inverse, interagissent en des points de collision déterminés.
- Un accélérateur linéaire (linac) sert souvent de premier maillon dans la chaîne d'accélération.
- Un synchrotron est un accélérateur dans lequel le champ magnétique courbant les orbites des particules augmente avec l'énergie de ces dernières, ce qui permet d'obtenir des orbites circulaires.

AD (Décélérateur d'antiprotons)

Installation de recherche du CERN produisant des antiprotons de basse énergie pour les expériences AEGIS, ALPHA, ASACUSA, ATRAP, BASE et GBAR.

ALICE (A Large Ion Collider Experiment)

Une des quatre grandes expériences qui étudient les collisions au LHC.

Antimatière

À toute particule de matière correspond une antiparticule. Les antiparticules chargées portent une charge électrique opposée à celle de leur partenaire de matière. Bien que les antiparticules soient excessivement rares dans l'Univers aujourd'hui, on pense que matière et antimatière ont été créées en quantités égales lors du Big Bang.

ATLAS

Une des quatre grandes expériences qui étudient les collisions au LHC.

Boson

Nom générique donné aux particules qui véhiculent les forces entre les particules de matière. (Voir particules).

Boson de Higgs

La particule liée au mécanisme de Brout-Englert-Higgs qui donne aux particules élémentaires leur masse.

Calorimètre

Instrument servant à mesurer la quantité d'énergie que possède une particule. Le calorimètre électromagnétique mesure l'énergie des électrons et des photons, alors que le calorimètre hadronique détermine l'énergie des hadrons (particules telles que les protons, neutrons, pions et kaons).

Cavité accélératrice

Dispositif produisant le champ électrique qui sert à accélérer les particules dans un accélérateur. La fréquence d'oscillation du champ électrique correspondant à celle des ondes radio, ces dispositifs sont également appelés « cavités radiofréquence ».

Chambre à muons

Dispositif qui identifie les muons et qui, associé à un système magnétique, forme un spectromètre à muons pour mesurer leurs impulsions.

Chromodynamique quantique (QCD)

Théorie de l'interaction forte, similaire à l'électrodynamique quantique.

CLIC (Collisionneur linéaire compact)

Étude de faisabilité non limitée à un site ayant pour but de développer, à un prix abordable, une technologie réaliste pour construire un collisionneur linéaire électron-positon (de plusieurs TeV) pour la physique des hautes énergies.

CMS (Compact Muon Solenoid)

Une des quatre grandes expériences qui étudient les collisions au LHC.

Cryostat

Enceinte servant à maintenir des températures extrêmement basses.

Déclenchement

Dispositif électronique permettant de sélectionner les interactions susceptibles d'être intéressantes dans un détecteur de particules, puis d'activer le système de lecture du détecteur pour qu'il enregistre les données de la collision.

Détecteur

Dispositif servant à mesurer certaines propriétés des particules. Certains détecteurs mesurent les traces laissées par les particules, d'autres leur énergie. Le terme désigne aussi d'immenses installations composites formées de multiples éléments de détection plus petits. Dans les grands détecteurs du LHC, chaque couche d'instruments a une tâche propre.

Dipôle

Aimant possédant deux pôles, comme les pôles nord et sud d'un aimant en fer à cheval. Dans les accélérateurs de particules, les dipôles servent à maintenir celles-ci sur une orbite circulaire. Le LHC compte 1 232 dipôles de 15 m de longueur.

Électrodynamique quantique (QED)

Théorie de l'interaction électromagnétique.

Électronvolt (eV)

Unité d'énergie ou de masse utilisée en physique des particules. Un eV étant extrêmement petit, ses multiples, le MeV

(million d'électronvolts) et le GeV (milliard d'électronvolts), sont d'usage plus courant. Dans le LHC, l'énergie de collision atteint 13 millions de millions d'électronvolts (13 TeV). Un TeV représente à peu près l'énergie cinétique d'un moustique en vol.

Événement

Les collisions de particules produisent de nouvelles particules, observées par des détecteurs. Lorsqu'une collision est considérée comme potentiellement intéressante, les informations sur les particules qui en émergent sont enregistrées pour être étudiées. Les physiciens appellent « événement » ce type de collision.

Faisceau

Dans un accélérateur, les particules sont rassemblées en un faisceau. Les faisceaux peuvent contenir des milliards de particules et peuvent être divisés en paquets. Chaque paquet mesure ordinairement plusieurs centimètres de long, mais seulement quelques micromètres de large.

FCC (Étude sur un futur collisionneur circulaire)

L'étude FCC publiera d'ici à 2019 un rapport technique de conception pour un grand collisionneur de particules nouvelle génération à un horizon de 20 à 30 ans. L'étude examine la possibilité d'un collisionneur de hadrons de 100 TeV, avec éventuellement un collisionneur de leptons comme étape intermédiaire, ainsi qu'une option de collisionneur lepton-hadron. L'étude porte également sur un possible LHC à plus haute énergie dans le tunnel existant.

Forces

Quatre forces fondamentales agissent dans la nature. La plus connue, la gravitation, est aussi la plus faible. La force à laquelle nous devons les orages et qui véhicule l'électricité est la force électromagnétique. Les deux autres forces, la force forte et la force faible, sont confinées dans le noyau atomique. La force forte assure la cohésion du noyau, tandis que la force faible provoque la dissociation de certains noyaux. La force faible joue un rôle important dans la production d'énergie au cœur des étoiles, notamment le Soleil. Les physiciens cherchent une théorie unique pour expliquer toutes ces forces. Un grand pas a été fait dans les années 1960 avec la théorie unifiée des forces électromagnétique et faible, dite électrofaible. Celle-ci a par la suite été confirmée par une expérience au CERN récompensée par un prix Nobel.

GeV

Voir électronvolt.

Hadron

Particule subatomique contenant des quarks, des antiquarks et des gluons et qui est donc soumise à la force forte. (Voir particules).

LHC haute luminosité

Le LHC haute luminosité (HL-LHC), qui devrait entrer en service après 2025, va accroître le potentiel de découvertes du LHC en augmentant la luminosité d'un facteur 5 à 10. Pour cela, de nouveaux équipements seront installés sur 1,2 km de l'accélérateur actuel.

Injecteur

Système qui fournit des particules à un accélérateur. La chaîne d'injection du LHC est constituée de plusieurs accélérateurs successifs.

Ion

Atome auquel on a enlevé (ion positif) ou ajouté (ion négatif) un ou plusieurs électrons.

ISOLDE

Installation à faisceau d'ions radioactifs qui dirige un faisceau de protons du Booster du PS sur des cibles spéciales afin de produire plus de 1 000 isotopes différents pour un large éventail de recherches.

Isotope

Forme légèrement différente d'un même élément chimique. Les isotopes se distinguent les uns des autres par le nombre de neutrons contenus dans leur noyau, le nombre de protons étant identique.

Kelvin

Unité de température. Un kelvin est égal à un degré Celsius. L'échelle des kelvins commence au zéro absolu, la température la plus basse possible (-273,15° Celsius).

Lepton

Classe de particules élémentaires qui comprend l'électron. Particules de matière insensibles à la force forte. (Voir particules).

LHC (*Large Hadron Collider*)

Grand collisionneur de hadrons ; le plus grand accélérateur du CERN.

LHCb (*Large Hadron Collider beauty*)

Une des quatre grandes expériences qui étudient les collisions au LHC.

Ligne de transfert

Ligne transportant un faisceau de particules, par exemple de protons, d'un accélérateur à un autre en le guidant à l'aide d'aimants.

Linac

Voir accélérateur.

Luminosité

En physique des particules, la luminosité mesure combien de particules passent à travers une surface donnée en un temps donné. Plus la luminosité produite par le LHC est élevée, plus les expériences reçoivent de données. Une plus grande luminosité signifie donc des résultats plus précis et une possibilité accrue d'observer les phénomènes les plus rares.

Matière noire

Seuls 5 % environ de la matière de l'Univers

sont visibles. Le reste se trouve sous forme de matière noire (27 %) et d'énergie sombre (68 %). Découvrir la nature de la matière noire est l'un des grands objectifs de la science moderne.

Modèle standard

Ensemble de théories rassemblant les connaissances actuelles sur les propriétés des particules fondamentales.

Muon

Particule semblable à l'électron, mais de masse environ 200 fois supérieure. (Voir particules).

Neutrino

Particule neutre qui n'interagit que très faiblement. Les neutrinos, très courants, pourraient permettre de répondre à de nombreuses interrogations des physiciens. (Voir particules).

n_TOF

Installation qui utilise des protons du PS pour créer un faisceau de neutrons de haute intensité afin d'étudier les réactions induites par les neutrons sur une plage d'énergies très large.

Nucléon

Nom générique donné aux protons et aux neutrons.

Particules

Les particules élémentaires se répartissent en deux groupes : les quarks et les leptons. Les différents quarks sont les quarks u et d, les quarks c (charmés) et s (étranges), et les quarks t (top) et b (bottom). Les leptons regroupent l'électron et le neutrino électronique, le muon et le neutrino muonique, le tau et le neutrino tauique. Les quarks et les leptons, particules de matière, sont désignés sous le terme de « fermions ». Quatre forces, ou interactions, fondamentales assurent la cohésion des particules. Elles sont portées par des particules appelées bosons. La force électromagnétique est portée par le photon ; la force faible par les bosons W, chargés, et par le boson Z, neutre ; la force forte par le gluon ; la gravité est probablement portée par le graviton, qui n'a pas encore été découvert. Les hadrons sont des particules sensibles à la force forte. Ils comprennent les mésons, formés d'une paire quark-antiquark, et les baryons, formés de trois quarks. Le pion et le kaon sont deux types de mésons. Les neutrons et les protons (constituant la matière ordinaire) sont des baryons ; les neutrons contiennent un quark u et deux quarks d ; les protons deux quarks u et un quark d.

Plasma quark-gluon (QGP)

État de la matière dans lequel les protons et les neutrons se dissocient en leurs parties constitutives. Il aurait existé immédiatement après le Big Bang.

Positon

L'antiparticule de l'électron. (Voir antimatière).

PS (*Proton Synchrotron*)

Synchrotron à protons, clé de voûte du complexe d'accélérateurs du CERN.

Quark

Plus petite particule élémentaire connue sensible à l'interaction forte. (Voir particules).

Quadripôle

Aimant à quatre pôles servant à focaliser les faisceaux de particules, à l'instar d'une lentille en verre focalisant la lumière.

Rayon cosmique

Particule de haute énergie provenant de l'espace qui, lorsqu'elle frappe l'atmosphère terrestre, produit de nombreuses particules secondaires aussi appelées rayons cosmiques.

Sextupôle

Aimant à six pôles servant à corriger les faisceaux de particules. Au LHC, des aimants à huit et dix pôles sont aussi utilisés à cette fin.

Sigma

Représentation d'un écart type (marge d'erreur sur une mesure), 5 sigmas étant la probabilité que la mesure soit correcte à 99,99994 %.

Spectromètre

En physique des particules, système de détection contenant un champ magnétique et servant à mesurer l'impulsion de particules.

SPS (*Super Proton Synchrotron*)

Supersynchrotron à protons. Accélérateur fournissant les faisceaux pour les expériences du CERN, et préparant aussi ceux du LHC.

Supersymétrie

Théorie prédisant l'existence de « superpartenaires » lourds pour toutes les particules connues, dont la validité est vérifiée au LHC.

Supraconductivité

Propriété de certains matériaux, habituellement à très basse température, de conduire l'électricité sans résistance.

TeV

Voir électronvolt.

Vide

Espace qui ne contient sensiblement aucune matière et où la pression gazeuse est par conséquent très inférieure à la pression atmosphérique habituelle.

Violation de CP

Effet subtil observé lors de la désintégration de certaines particules, qui révèle la « préférence » de la nature pour la matière au détriment de l'antimatière.

WLCG (*Grille de calcul mondiale pour le LHC*)

Grille informatique dont le but est de mettre à disposition une infrastructure de stockage et d'analyse de données pour tous les chercheurs en physique des hautes énergies qui utilisent le LHC.