

Dans l'arène du Large Hadron Collider (LHC), des milliards de particules vont entrer en collision sous l'œil de milliers de physiciens de tous pays. À la clé, de précieuses informations sur la matière. Retour sur le parcours d'un proton dans cet accélérateur de particules.

Le LHC

LE PRINCIPE

Deux faisceaux de protons sont propulsés en sens contraire dans un anneau rempli de cavités accélératrices, d'aimants et de détecteurs. À une vitesse très proche de celle de la lumière, ils se croisent et entrent en collision. Ces chocs à de très hautes énergies provoquent la création de nouvelles particules.

Chaque faisceau est constitué de 2 800 paquets qui comptent chacun 100 milliards de protons. Dans l'anneau de 27 km de circonférence, ils tournent à la vitesse de 11 000 tours par seconde pendant 10 heures, au cours desquelles se produiront 600 millions de collisions par seconde.

3 FOCALISATION

Les faisceaux de protons lancés à de telles vitesses ont tendance à diverger comme le ferait un faisceau lumineux. Pour éviter cela, 392 aimants quadripolaires contrôlent leur focalisation horizontale et verticale. Les milliards de protons doivent en effet être comprimés dans une section de 15 microns. Car plus les protons sont concentrés au centre du tube, plus grande est la probabilité de collision.

2 COURBURE

Les protons se déplaçant en ligne droite, il faudrait installer des milliers de cavités accélératrices pour qu'ils atteignent des énergies et des vitesses vertigineuses. La solution : les accélérer dans un anneau qui en compte 16, installées par 4 dans 4 enceintes. Pour suivre la courbure du cercle, la trajectoire des protons est guidée par les champs magnétiques de 1 232 aimants dipolaires (le champ de 8,4 Tesla est le plus élevé jamais utilisé dans un accélérateur). Chaque aimant contient deux dipôles pour guider les deux faisceaux de protons.

1 ACCÉLÉRATION

Les protons sont accélérés dans des cavités qui envoient des impulsions électriques (6 millions de volts par mètre) en alternant les champs électriques positifs et négatifs. L'énergie maximale est atteinte après quelques centaines de milliers de passages dans ces cavités accélératrices.

4 COLLISION

Les faisceaux de protons se croisent à l'endroit où sont installés les détecteurs des expériences Atlas, CMS, Alice et LHCb. L'énergie dégagée par ces collisions produit des dizaines de particules dont les caractéristiques (nature, trajectoire, énergie) sont mesurées par les détecteurs. Les physiciens attendent 600 millions de collisions par seconde engendrant chacune des milliers de particules qui seront analysées dans un réseau mondial d'ordinateurs par de très puissants logiciels.

AU CEA

De nombreuses équipes du CEA ont été mobilisées pour l'instrumentation du LHC : conception et réalisation des aimants quadripolaires de l'accélérateur, des aimants géants équipant les expériences et d'une partie importante des détecteurs. Elles seront autant à scruter les collisions pour espérer entrevoir le boson de Higgs ou des indices pour de nouvelles théories de la matière.

© INFOGRAPHIE : IDÉ, TEXTE : AUDE GANIER