COMMENT LA MASSE VIENT AUX PARTICULES

Vanina Ruhlmann-Kleider
ruhlmann@hep.saclay.cea.fr

CEA/DSM/Dapnia

La physique des particules étudie les constituants ultimes de la matière et les interactions auxquelles ils sont sensibles. Cette discipline a connu un essor considérable grâce aux accélérateurs développés à partir du milieu du vingtième siècle, dans le cadre notamment de grands centres expérimentaux de physique des particules, tels le CERN, centre européen pour la physique nucléaire fondé en 1954. De la moisson de résultats ainsi accumulés a émergé dans les années 70 une théorie cohérente des particules élémentaires et des trois interactions qui les gouvernent, les interactions électromagnétique, faible et forte. Dans ce cadre, les interactions électromagnétique et faible se retrouvent unifiées, dans le passé lointain de l'Univers, en une unique interaction dite électrofaible, et les particules sont sans masse. Lors de l'évolution ultérieure de l'Univers, l'interaction électrofaible s'est scindée en l'interaction électromagnétique, véhiculée par le photon de masse nulle, et l'interaction faible, propagée par des bosons de masses élevées, les $W^{\pm}$ et Z. C'est à cette brisure dite électrofaible que les $W^{\pm}$ et Z, et plus généralement toutes les particules élémentaires, doivent leurs masses.

Cette hypothèse a reçu une confirmation expérimentale éclatante, notamment grâce aux résultats engrangés auprès du LEP, anneau de collisions électrons-positrons du CERN en fonctionnement de 1989 à 2000. A l'issue d'un riche programme mené avec succès, le LEP a permis de tester avec une précision inégalée l'ensemble des prédictions de la théorie quantique et relativiste des interactions électromagnétique, faible et forte. C'est ainsi qu'il a été possible de valider expérimentalement cette théorie jusque dans ses aspects quantiques et, par là, de valider l'hypothèse de la brisure électrofaible. Mieux, en conjuguant mesures des effets quantiques et recherches directes, il a été possible d'affiner le profil du boson de Higgs, cette particule qui serait le témoin du mécanisme de la brisure électrofaible dans sa version la plus simple. Le LEP a ainsi ouvert la voie aux futurs collisionneurs, au premier rang desquels le LHC au CERN, puis un éventuel collisionneur électrons-positrons de haute énergie international, l'ILC. C'est à eux qu'il appartiendra de cerner plus précisément la physique de l'origine de la masse des particules.