Fermions, bosons, quarks : les particules de la matière

Publié le 05.02.14

Le modèle standard de la physique des particules est la théorie qui décrit les particules de la matière et les particules médiatrices des forces fondamentales qui s'exercent entre elles. Le tout à des échelles inférieures à 10^{-15} m. Certaines de ces particules ont été observées et étudiées depuis longtemps. D'autres commencent à l'être, comme le fameux boson de Higgs découvert en 2012 au LHC. Sa prédiction théorique en 1964 a d'ailleurs valu l'attribution du Prix Nobel de physique 2013 à François Englert et Peter Higgs, remis comme chaque année le 10 décembre.

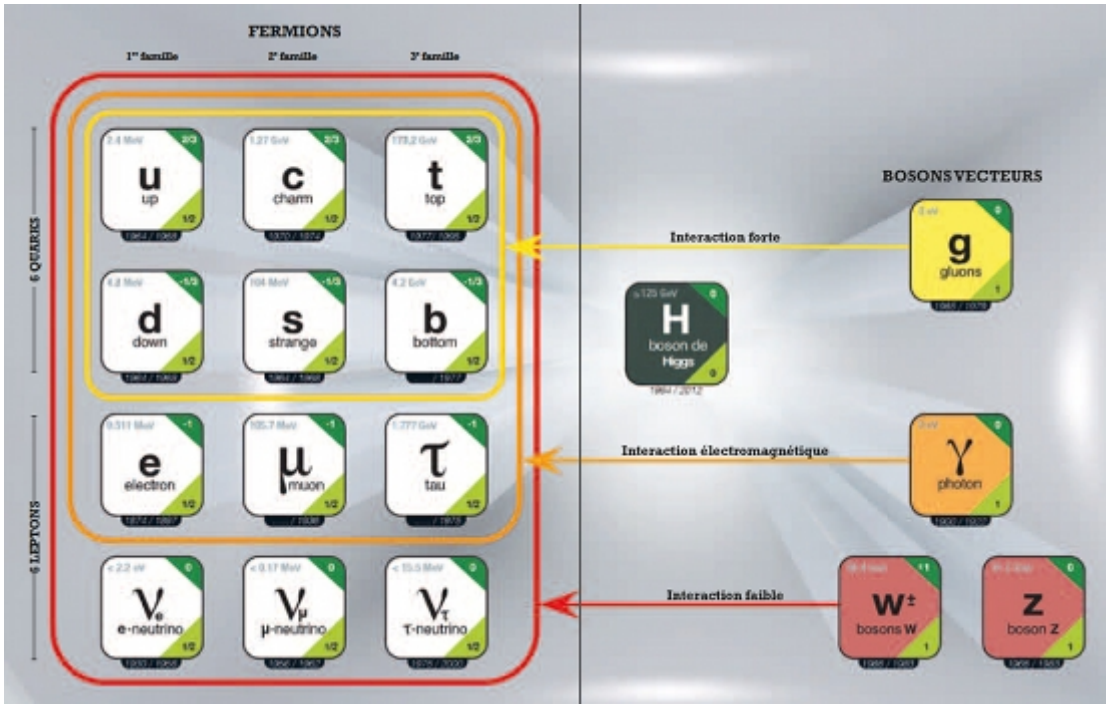
1. Les fermions

Les fermions sont les particules élémentaires de la matière. La 1ère famille rassemble les particules stables à l'origine de la matière ordinaire (la nôtre !).

Les 2ème et 3ème familles sont présentes dans les rayons cosmiques ou étaient présentes aux âges reculés de l'Univers (juste après le big bang).

Il existe deux types de fermions : les quarks et les leptons.

En se regroupant, les quarks forment des hadrons, particules composites qui se classent en baryons (3 quarks), comme les protons ou les neutrons, et en mésons (1 quark et 1 anti-quark), comme les pions et les kaons... Les leptons sont insensibles à l'interaction forte et ne peuvent former de particules composites.





Par exemple, un proton n'est pas une particule élémentaire. Il est composé de 3 autres particules : deux quarks **up** et un quark **down**.

2. Les bosons vecteurs

Les bosons vecteurs sont les particules qui véhiculent les interactions fondamentales.

En particulier, ils permettent d'assembler les particules de matière pour former des particules composites.

3. Interactions (ou forces) fondamentales

➤ **Interaction forte :** portée par les gluons, elle lie entre eux les quarks, et également les protons et les neutrons dans le noyau.

➤ **Interaction électromagnétique :** véhiculée par les photons, elle lie les électrons au noyau des atomes, et permet aux atomes de former des molécules.

➤ **Interaction faible :** portée par les bosons W et Z, elle est notamment responsable de la radioactivité bêta des noyaux atomiques. Ainsi, la désintégration bêta + permet à un quark « u » de se transformer en un quark « d » par échange d'un boson W+ : un proton formé de 3 quarks « uud » devient un neutron composé de 3 quarks « udd ».

À noter : le modèle standard ne considère pas l'interaction gravitationnelle (véhiculée par « l'hypothétique » graviton) négligeable à l'échelle des particules subatomiques.

CRÉDITS

MISE EN LIGNE

Nicolas Lévy

Professeur agrégé de chimie, responsable du Centre de Préparation à l'Agrégation externe de Chimie (École Normale Supérieure de Paris - Sorbonne Université - Université Paris-Saclay), responsable éditorial de CultureSciences-Chimie de 2008 à 2014.

PARTENAIRE(S)



Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) est un organisme divers d'administration centrale (ODAC) de recherche scientifique français dans les domaines de l'énergie, de la défense, des technologies de l'information et de la communication, des sciences de la matière, des sciences de la vie et de la santé.

CEA