

L ' interaction forte : quelques éléments

(Site : <http://www2.ac-lille.fr/physiquechimie/lycee/premS/npp/interactionsfondamentales/interactions/forteinter.htm>)

L'interaction forte assure la cohésion des noyaux par des forces s'exerçant entre protons et neutrons. En réalité cette interaction se manifeste précisément entre les particules quarks ou entre particules composées de quarks (les hadrons : protons, neutrons, pions.....).

I. HISTORIQUE

Après la découverte du proton et du neutron, la cohésion du noyau ne pouvait s'expliquer par les deux seules interactions fondamentales (la gravitation et l'électromagnétisme).

En effet la gravitation est bien trop faible et l'interaction électromagnétique est incapable d'assurer la cohésion des particules neutres comme les neutrons ; par ailleurs la répulsion électrostatique entre protons ne pourrait que faire exploser le noyau !

En 1935, Hideki YUKAWA proposait une première théorie de la force nucléaire : les interactions nucléaires entre protons et neutrons y sont décrites par un échange de nouvelles particules (mésons appelés pions). Mais contre toute attente, de très nombreuses particules furent découvertes par la suite (rayonnement cosmique et surtout dans les accélérateurs) : la théorie de YUKAWA devenait alors insuffisante.

Vers 1960 on réalise que la conception de la structure de la matière basée sur les trois particules élémentaires, protons, neutrons et électrons ne permet plus d'expliquer les très nombreuses particules découvertes les dernières années.

En 1964, Murray GELL-MANN et George ZWEIG proposent **la théorie des quarks** : ils suggèrent que les protons, neutrons et de nombreuses autres particules découvertes sont des objets complexes constitués de particules plus petites : **les quarks**. Ce modèle est peu à peu accepté, même si aucun physicien n'a encore pu observer ou isoler ces nouvelles particules.

Ainsi vers 1970, une nouvelle théorie appelée **chromodynamique quantique (QCD)** donne une description cohérente de l'interaction forte qui permet de lier les quarks entre eux pour former des particules composites : **les hadrons** (protons, neutrons, pions,...). L'interaction forte entre deux quarks nécessite l'échange de particules de masse nulle : les **gluons**. La théorie des quarks et des gluons est depuis intégrée dans ce que l'on appelle le **Modèle Standard** qui a été confirmé de façon éclatante en **1995** par la découverte du sixième et dernier quark : **le quark top**.

II. QUELQUES CARACTERISTIQUES de l'INTERACTION FORTE

1. L'interaction forte est confinée à l'intérieur du noyau atomique : elle s'applique uniquement aux **quarks** ou entre **particules composées de quarks** (les hadrons : protons, neutrons, pions...).

Les électrons, neutrinos ou photons, qui ne sont pas des quarks, sont en effet insensibles à cette interaction .

2. Cette interaction agit entre particules possédant une **charge de "couleur"**, c'est-à-dire les quarks; chaque type de quark peut exister sous trois charges de "couleur".

Cette charge de "couleur" joue le rôle de la charge électrique dans le cas des interactions électromagnétiques.

3. L'interaction forte est **l'interaction fondamentale la plus intense**:

Elle permet ainsi de contrer facilement la répulsion électrostatique entre protons à l'intérieur du noyau .

Ses effets restent confinés dans des volumes très petits comme les noyaux : deux quarks situés dans deux hadrons différents sont suffisamment proches et peuvent alors voir leurs "couleurs" pour interagir.

4. **Les particules vecteurs (particules messagères) de l'interaction forte sont les gluons**

Lorsque 2 quarks interagissent par interaction forte, ils échangent leur "couleur" : cet échange est réalisé par un gluon qui est la particule vecteur de cette interaction.

Les quatre interactions fondamentales de la nature :

(Site : <http://www.ac-nice.fr/physique/NVP/intercassee.htm>)

Interaction	Portée	Intensité	effet	Champ d'action
Forte	10^{-15} m	1	Attire ou repousse	noyau des atomes
Electromagnétique	infinie	10^{-2}	Attire ou repousse	de l'atome à l'étoile
Faible	10^{-17} m	10^{-6}	transmute	noyaux d'atomes
Gravitationnelle	infinie	10^{-40}	attire	étoiles, galaxies, univers