

GØ

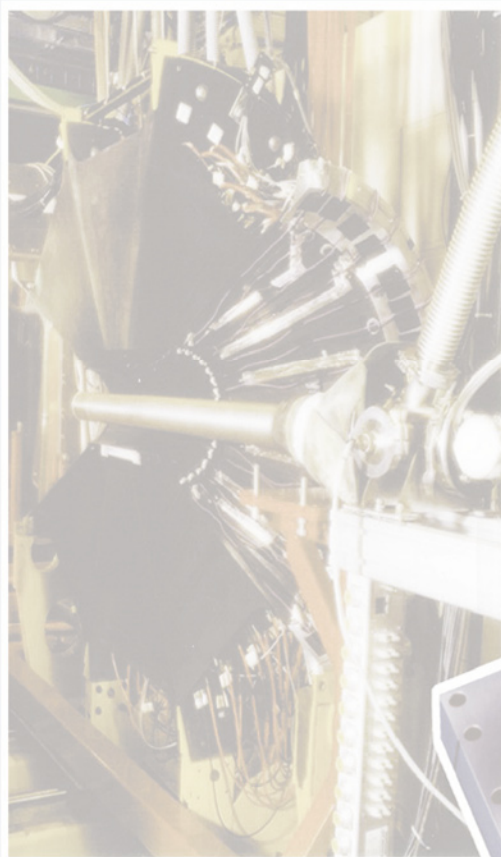
Hadrons et Noyaux

○ JLab

○ GRAAL

○ Spectroscopie

GRAAL



Structure nucléaire

Les hadrons sont des objets composites constitués de particules élémentaires, les quarks et les gluons. L'ensemble des hadrons inclut de nombreuses particules classées en baryons (proton et neutron entre autres) et mésons, les baryons étant composés de trois quarks et les mésons de paires quark-antiquark. Les interactions entre quarks et gluons au sein des hadrons sont décrites par la chromodynamique quantique (QCD) qui est la théorie de l'interaction forte.

Les propriétés des noyaux, constitués de protons et de neutrons, sont également régies par l'interaction forte. Cependant, il est difficile de décrire de tels systèmes complexes à partir des interactions entre les composants élémentaires des nucléons. Il est préférable de considérer des forces effectives pour prendre en compte l'influence du milieu nucléaire ambiant.

La physique hadronique

La physique hadronique a pour objectif la compréhension de la structure des nucléons et des noyaux légers en termes de quarks et gluons et l'étude de la nature du confinement de ces derniers au sein des hadrons.

Pour les études expérimentales, la diffusion d'électrons polarisés d'énergie supérieure au GeV est un outil privilégié car elle permet d'explorer la structure interne des nucléons et des noyaux légers avec des résolutions inférieures aux dimensions des nucléons. Un grand nombre d'observables, en particulier celles faisant intervenir la polarisation des particules impliquées, peut ainsi être mesuré en fonction de la valeur de la quadri-impulsion transférée, laquelle caractérise le pouvoir de résolution spatiale de la sonde.

Depuis près de 10 ans une équipe du LPSC travaille dans un programme de recherche en physique hadronique principalement auprès de l'accélérateur d'électrons du Thomas Jefferson National Laboratory en Virginie. Elle mesure des asymétries en diffusion élastique d'électrons polarisés sur des protons (Expériences SAMPLE et G0). Des mesures sur l'électrodésintégration de noyaux légers sont également menées dans le but d'étudier la structure nucléaire de ces systèmes et la dynamique des réactions ($e, e'p$).

Des faisceaux de photons polarisés sont également utilisés pour les études expérimentales de la structure interne du nucléon. L'ensemble expérimental GRAAL installé auprès de l'ESRF à Grenoble est destiné à l'étude des propriétés des états excités du nucléon (résonances baryoniques) par l'intermédiaire de la mesure d'observables associées à la photoproduction de mésons sur le nucléon. Des résultats nouveaux sur les sections efficaces et les observables de polarisation pour les réactions de photo-production π^0 , η , ω et K sur le proton ont été obtenus jusqu'à des énergies gamma de 1,5 GeV. Des résultats préliminaires ont aussi été obtenus pour la photoproduction de η sur le neutron.

La physique nucléaire

L'objectif de la physique nucléaire est la compréhension de la structure des noyaux à partir des interactions entre les nucléons. La thématique actuelle de la physique nucléaire est l'exploration d'états extrêmes du noyau que ce soit en asymétrie neutrons/protons (noyaux exotiques), en charge (noyaux super lourds), en vitesse de rotation (noyaux super déformés) ou en énergie d'excitation (noyaux chauds).

Pour explorer ces différents phénomènes nucléaires il faut disposer soit d'accélérateurs d'ions lourds, qui produisent des faisceaux d'énergie pouvant aller de quelques MeV à

quelques centaines de MeV par nucléon, de faisceaux de protons accélérés à des énergies de l'ordre du GeV ou de faisceaux de neutrons thermiques produits par réacteur. Les stations expérimentales sont composées de systèmes de détection de particules et/ou de rayonnements gamma très performants et/ou, plus rarement, d'électrons de conversion, les produits de réaction pouvant être sélectionnés avant détection à l'aide d'un spectromètre de masse ou d'un séparateur d'isotopes.

Une équipe du LPSC travaille sur l'étude des noyaux exotiques riches en neutrons proches du noyau doublement magique ^{132}Sn . De nouveaux isomères de durée de vie de l'ordre de la microseconde, ont été identifiés. Ces isomères ont été produits par fission induite par les neutrons thermiques du réacteur à haut flux de l'ILL de Grenoble. D'autres mesures à EUROGAM2 concernent les noyaux de la région de masse $A \sim 100$ où des coexistences de forme ont été observées. Par ailleurs dans le cadre de l'expérience COMPLIS à ISOLDE une méthode de séparation isomérique a été développée et appliquée aux noyaux d'étain riches en neutrons.