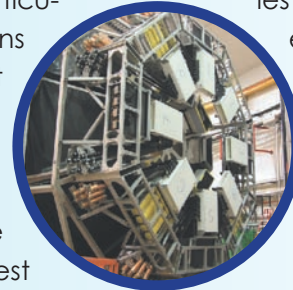


Hadrons et Noyaux

Les hadrons sont des objets composites constitués de particules élémentaires, les quarks et les gluons. L'ensemble des hadrons inclut de nombreuses particules baryons (proton et neutron entre autres) et mésons, les baryons composés de trois quarks de valence et les mésons d'un quark et quark de valence. 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.

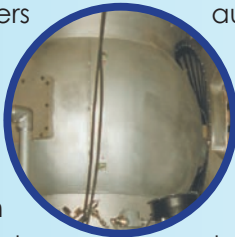


les classées en étant com-d'un anti-sein des (Q C D)

neutrons, difficile de composants

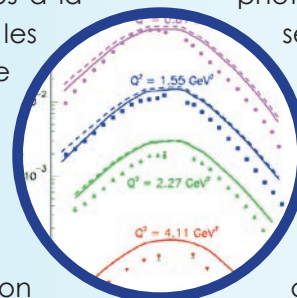
La physique hadronique

La physique hadronique a pour objectif la compréhension de la structure des nucléons et des noyaux légers en termes de quarks et de 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 GØ). 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).

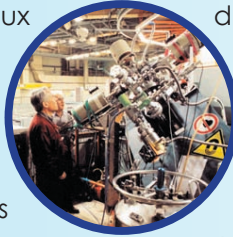
Des faisceaux de photons polarisés sont aussi utilisés pour les études expérimentales de la structure interne du nucléon. L'ensemble expérimental GRAAL installé auprès de l'ESRF à Grenoble est destiné à l'étude des propriétés des états excités du nucléon (résonances baryoniques) par l'intermédiaire de 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 énergiques gamma obtenus pour la π^0 , η , ω et K sur le proton ont été obtenus jusqu'à des énergies gamma obtenus pour la 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

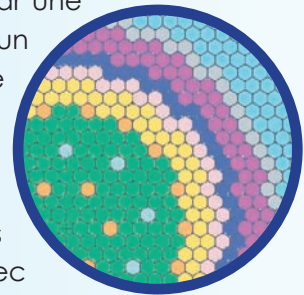
différents phénomènes nucléaires il faut disposer d'accélérateurs d'ions lourds, qui produisent des faisceaux de quelques centaines de MeV à des énergies de l'ordre de produits par réacteur. Les systèmes de détection de très performants et/ou, plus produits de réaction pouvant être sélectionnés avant 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 EUROGAM 2 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.

Applications à l'énergétique

À la suite de la loi de 1991 sur les déchets nucléaires qui appelait à un large effort de recherche sur les différentes voies envisagées pour la gestion de ces déchets, le monde académique (CNRS et universités) a repris place progressivement dans le domaine de la physique des réacteurs nucléaires de fission et des problématiques associées. Pour les physiciens nucléaires, le concept du réacteur hybride, où un réacteur de fission sous-critique est piloté par une source externe de neutrons alimentée par un accélérateur, présentait un vrai défi de recherche et ouvrait des perspectives nouvelles en matière de sûreté. Les premiers besoins concernaient de nouvelles mesures de sections efficaces, soit pour améliorer les capacités prédictives des modèles nucléaires, soit pour permettre d'utiliser de nouveaux matériaux, car ces nouveaux réacteurs mettent en jeu des réactions nucléaires peu utilisées jusqu'à maintenant. Mais piloter un réacteur avec un accélérateur a vite demandé de mettre au point des méthodes originales



de mesure de réactivité dans les réacteurs sous-critiques et donc de se confronter avec les méthodes existantes pour les réacteurs critiques. La transmutation des déchets radio-toxiques à vie longue serait trop coûteuse à mettre en œuvre, si le besoin nécessaire un jour. Ainsi, de nouvelles filières produisant beaucoup moins de déchets seraient indispensables. La filière thorium à sels fondus est étudiée en détails car elle est particulièrement prometteuse de ce point de vue. Cette filière couplant très étroitement la neutronique avec la chimie des sels fondus, la plateforme PEREN a été développée afin de réaliser une partie de ces études. Comme les autres sources d'énergie, l'énergie nucléaire de fission doit prendre en compte les problèmes de matières premières, de capacités de déploiement et de gestion des déchets. Ces problèmes devant être gérés au niveau mondial, de nombreux calculs de scénarios sont menés en parallèle avec le développement de nouveaux types de réacteurs dont plusieurs exemples seront présentés. ▀

