



Thèse en physique nucléaire expérimentale

Étude de la fission de l'uranium-235 induite par des neutrons de 0,5 à 40 MeV à NFS-SPiRAL2 avec le spectromètre FALSTAFF et le code FIFRELIN

Description:

La recherche fondamentale en physique nucléaire demeure incontournable dans le cadre de la relance Française de l'énergie nucléaire. Le développement de modèles de fission et de désexcitation, tant phénoménologiques que microscopiques, a ainsi connu un renouveau ces dix dernières années. Cependant, la capacité de ces modèles à expliquer ou à prédire les observables de la fission (par exemple, les rendements en masses, charges et énergies cinétiques des fragments de fission (FF), les spectres et multiplicités des neutrons/gamma) doit encore progresser. Les modèles phénoménologiques utilisés pour l'évaluation des données et la production des bases de données nucléaires pour les simulations des réacteurs mettent en œuvre de plus en plus de modélisation microscopiques pour décrire, d'une part, les rendements en masse et charge nucléaire des fragments à la scission ou leur répartition en énergie d'excitation, et, d'autre part, les densités de niveaux ou encore la désexcitation des fragments par émission de photons. Ces paramètres de modélisation ne sont pas encore suffisamment connus et nécessitent d'être évalués via les données expérimentales. Ainsi des données plus complètes associant mesures des rendements de fission et reconstruction de la cinématique de la fission sur une plus grande gamme d'énergie d'excitation sont encore nécessaires. C'est dans ce contexte que le spectromètre FALSTAFF a été développé pour étudier la fission des actinides induite par neutrons dans la gamme en énergie allant de 0.5 à 40 MeV, cette gamme étant disponible à NFS (Neutrons For Science), une des aires expérimentales de SPiRAL2/GANIL.

Basé sur la technique du temps de vol et de l'énergie résiduelle, le dispositif FALSTAFF est composé de deux parties de détection identiques (bras) qui permettent la détermination simultanée des vitesses et des énergies des deux fragments de fission. Le premier bras a été utilisé dans deux expériences en 2022 & 2024 sur SPiRAL2-NFS et les résultats prometteurs ont motivé la construction du second bras qui sera achevée fin 2024. Une très bonne résolution temporelle est obtenue en utilisant deux détecteurs d'électrons secondaires (SED) pour la mesure du temps de vol. Une chambre d'ionisation axiale est placée derrière le second détecteur SED pour mesurer les énergies cinétiques des fragments. Les mesures combinées des vitesses et des énergies fournissent des informations sur la masse des fragments après l'émission de neutrons par le biais de la méthode EV (énergie-vitesse). La détection des deux fragments en coïncidence permet aussi la reconstruction des masses avant l'évaporation des neutrons via la méthode 2V (mesures des vitesses en coïncidence). La multiplicité des neutrons sera donc déduite et corrélée aux masses, ce qui constitue une observable de grande importance pour l'étude du partage de l'énergie d'excitation entre les fragments.



Le sujet de thèse proposé est composé de deux parties. La première concerne la réalisation et l'analyse d'une expérience pour l'étude de la fission de l'uranium-235 induite par neutron avec FALSTAFF à SPIRAL2/NFS. La seconde partie sera dédiée à l'évolution du code de désexcitation FIFRELIN, développé au CEA-Cadarache, en utilisant les résultats de l'expérience à NFS. Le code FIFRELIN simule la génération et la désexcitation des fragments de fission. Il inclut des modèles qui calculent le partage de l'énergie d'excitation du système fissionnant entre les fragments et génèrent les moments angulaires des fragments. Il est capable de produire des spectres d'énergie de neutrons et de rayons gamma. FIFRELIN est régulièrement comparé aux mesures et codes concurrents à basse énergie de neutrons (énergie thermique de quelques meV) et est utilisé dans le processus d'évaluation pour alimenter la base de données nucléaires européenne JEFF. Il a récemment été adapté pour traiter la fission jusqu'à 20 MeV d'énergie d'excitation mais les paramètres de modélisation nécessaires au code demeurent peu connus dans cette gamme d'énergie.

Compétences attendues :

Physique nucléaire, détection de particules, programmation orientée objet

Contact : Jean-Eric Ducret

Tél : +33 (0)2 31 45 44 51

mail : ducret@ganil.fr

GANIL, BP 55027, 14076 Caen France