

Sujet de Stage M1 – 2026- Groupe XENON, Subatech

Encadrants :

Layos Daniel (layosdaniel@gmail.com), Dominique Thers (thers@subatech.in2p3.fr)

Titre : Calcul du taux d'événements de neutrinos de SuperNovae à effondrement de cœur, attendu avec la diffusion inélastique $^{132}\text{Xe}(\nu_e, e^-)^{132}\text{Cs}^*$ dans les futurs systèmes d'imagerie médicale XEMIS.

Les SuperNovae à effondrement de cœur (CCSN en anglais) se caractérisent par l'émission d'un jet de neutrinos de toutes les saveurs en quelques secondes. La détection de ce jet par les détecteurs de particules peut se faire à travers des cibles de Xénon liquide (LXe) par différents canaux d'interaction, dont le dominant est la diffusion élastique cohérente, CevNS en anglais. Cependant, d'autres canaux sont aussi intéressants, caractérisés par un observable plus énergétique. C'est l'exemple de la diffusion inélastique du neutrino électronique ν_e , qui représente 1/6 du flux total CCSN, avec les électrons de l'isotope ^{132}Xe (26,4% d'abondance dans le LXe naturel): $^{132}\text{Xe}(\nu_e, e^-)^{132}\text{Cs}^*$ [1].

Deux processus sont en compétition pour la désexcitation du $^{132}\text{Cs}^*$, une transition de Fermi vers un état isobarique donnant lieu à l'émission d'un spectre continu de gammas (1-2 MeV) avec une énergie totale de 13,8 MeV, et des transitions de type Gamow-Teller accompagnés de l'émission d'un ou deux neutrons.

Le détecteur XEMIS2 [2] conçu pour l'imagerie médicale Compton contient 70 kg de LXe actif (imagerie du petit animal) ; la caméra est installée au CHU de Nantes et elle devrait être sensible à ce signal.

Le but du stage est d'étudier le taux d'événements des neutrinos CCSN par tonne de LXe, et ainsi de réaliser une première étude sur ce signal. Les résultats permettraient d'avoir une estimation dans le contexte des futures évolutions de ces caméras, qu'elles adressent l'imagerie clinique (où une exposition d'une tonne de xénon par caméra sera présente) ou la dissémination de cette technologie dans d'autres hôpitaux (ce qui pourrait également ouvrir la voie de l'interférométrie).

[1] <https://arxiv.org/abs/1001.103> / PhysRevD.106.043029

[2] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900217313761>