

# Recherche de la décroissance double bêta sans émission de neutrino avec l'expérience SuperNEMO afin d'étudier la nature et la masse du neutrino

Auteur : Granjon Mathis

Directrice de thèse : Marquet Christine

Co-encadrant : Chauveau Emmanuel

Collaboration SuperNEMO

Laboratoire de Physique des deux infinis, Bordeaux

Le neutrino est une des particules les plus abondantes de l'univers et reste pourtant l'une des moins bien connues. L'expérience SuperNEMO cherche à mieux caractériser cette particule en essayant d'observer une désintégration théoriquement impossible dans le cadre du modèle actuel de la physique des particules appelé Modèle Standard : la désintégration double bêta sans émission de neutrinos ( $2\beta 0\nu$ ). Son observation démontrerait que le neutrino est identique à l'anti-neutrino (particule dite de Majorana) et pourrait expliquer pourquoi il y a plus de matière que d'anti-matière actuellement dans notre univers. La désintégration  $2\beta 0\nu$  serait possible uniquement pour certains noyaux capables de faire une désintégration double bêta *avec* émission de neutrinos ( $2\beta 2\nu$ ). La désintégration  $2\beta 2\nu$  est un processus très rare (mais déjà observé et permis par le Modèle Standard) pendant lequel deux neutrons du noyau vont se désintégrer simultanément en deux protons, émettant deux électrons et deux anti-neutrinos. Pour la désintégration  $2\beta 0\nu$  aucun anti-neutrino n'est émis (dû à un processus complexe), laissant uniquement en sortie deux électrons comme dans l'équation 1 suivante :

$$(A, Z) \rightarrow (A, Z + 2) + 2e^- \quad (1)$$

Pour détecter ces désintégrations, il faut un détecteur capable d'identifier deux électrons qui se sont produits au même moment, au même endroit avec une énergie spécifique. Cette énergie est différente selon la désintégration  $2\beta 0\nu$  ou  $2\beta 2\nu$ , sa mesure permet donc de distinguer les deux processus. C'est l'objectif de l'expérience SuperNEMO. Pour observer une désintégration si rare, l'expérience doit être installée sous terre afin de limiter les bruits de fond créés par les particules cosmiques. SuperNEMO est la seule expérience au monde à ajouter la détection des traces des particules à la mesure de leurs énergies. Cette particularité permet de s'assurer du type de particules détectées (les électrons laissent une trace longue dans le détecteur) et ainsi de supprimer certains bruits de fond. La reconstruction des traces des électrons permet aussi de connaître leur énergie et donc de pouvoir étudier les mécanismes de nouvelle Physique mis en jeu dans la décroissance  $2\beta 0\nu$ . Le détecteur est divisé en trois parties : la feuille source qui émet les deux électrons, le trajectographe qui recherche leurs traces, et enfin le calorimètre qui mesure leur énergie. Mon travail de thèse s'inscrit dans le cadre des études sur ce calorimètre. Pour différencier la désintégration  $2\beta 2\nu$  de la  $2\beta 0\nu$ , l'énergie des électrons émis doit être mesurée avec la plus grande précision possible. Cela repose sur une connaissance précise et quotidienne de l'étalonnage en énergie du calorimètre et sur la détermination de la précision de mesure propre au détecteur appelée résolution en énergie. L'étude de ces paramètres est l'objectif de ma thèse.