

<https://lpnhe.in2p3.fr/spip.php?article1612>

Recherche de la diffusion élastique cohérente des neutrinos solaires par l'expérience de matière noire



XENONnT Date de mise en ligne : mardi 9 novembre 2021

- Thèses, Stages, Formation et Enseignement - Propositions de thèses 2022 -

Copyright © LPNHE - UMR 7585 - Tous droits réservés

Titre : Recherche de la diffusion élastique cohérente des neutrinos solaires par l'expérience de matière noire XENONnT

Directeur de thèse : [Luca Scotto Lavina](#)

Equipe : Rayonnement Cosmique et Matière Noire ; expériences XENON et DARWIN

Description :

L'expérience XENONnT, basée sur une TPC (Time Projection Chamber = chambre à projection temporelle) ayant du xénon liquide comme cible active, est une des plus sensibles au monde pour la recherche directe de matière noire. Le premier run scientifique est déjà en cours et l'expérience prévoit de prendre des données pour une durée de 4-5 ans.

Les neutrinos produits par le soleil, par les rayons cosmiques atmosphériques et par les supernovae peuvent produire des signaux de recul nucléaire par diffusion élastique cohérente sur les noyaux de xénon liquide des détecteurs conçus pour chercher la matière noire. Le processus de diffusion élastique cohérente des neutrinos ($CE\frac{1}{2}NS$) produit ainsi la même signature que celle attendue lors de l'interaction d'une particule de matière noire avec un noyau. Le seul moyen pour distinguer les deux processus passe par l'étude du spectre en énergie. Dans une TPC basée sur le xénon liquide, comme celle de XENONnT, on s'attend à ce que ce soient les neutrinos solaires issus de la chaîne de désintégration du Bore8 qui apportent la contribution la plus importante aux processus de $CE\frac{1}{2}NS$.

L'expérience XENON1T (la phase précédente de XENONnT avec un volume actif de xénon environ trois fois moindre) a enregistré 0.6 tonnes*an de données et, comme prévu, n'a pas observé un excès significatif de neutrinos. XENON1T a, par contre, utilisé la non-détection des neutrinos pour mieux contraindre la recherche de matière noire dans l'intervalle de masse entre 3 et 11 GeV, ce qui a permis d'améliorer sa sensibilité par un ordre de grandeur.

XENONnT prévoit d'enregistrer 20 tonnes*an de données, soit environ 30 fois plus que XENON1T. Cette augmentation, conjuguée à l'amélioration des techniques de purification et d'analyse des données, permettra à XENONnT d'atteindre le seuil de détection du processus de $CE\frac{1}{2}NS$ des neutrinos solaires.

Le travail de cette thèse sera tout d'abord de revisiter le mécanisme de production des neutrinos dans le soleil puis l'effet de leur voyage sur la terre, afin de faire une estimation la plus précise possible du flux de neutrinos attendu par l'expérience XENONnT et par le futur projet DARWIN (200 tonnes*an après 4 ans). Il consistera ensuite à analyser les données de XENONnT pour rechercher un possible signal de $CE\frac{1}{2}NS$ et/ou de matière noire. Le défi sera alors de développer de nouvelles techniques d'analyse pour réduire certains bruits de fond, comme les coïncidences accidentelles qui simulent des signaux réels, en profitant du fait que XENONnT acquiert les données en modalité triggerless (prise de données en continu), ce qui constitue la condition idéale pour améliorer l'analyse de XENON1T. Le but de la thèse sera donc à la fois de chercher un signal de $CE\frac{1}{2}NS$ et de mieux contraindre la recherche de matière noire.

Enfin la thèse pourra éventuellement donner lieu à une étude de prospective sur les potentialités de DARWIN sur le même sujet, grâce à des simulations Monte Carlo.

Il sera demandé à l'étudiant d'être familier avec le langage de programmation python et avec les techniques d'analyse d'une expérience à bas bruit de fond. Un intérêt dans les activités de traitement et de distribution des

données de l'expérience sera aussi bienvenu.

Stage : Un stage avant le début du doctorat est prévu.

Lieu de travail : LPNHE, Paris

Déplacements Eventuels : Déplacements réguliers au Laboratoire souterrain du Gran Sasso (LNGS), Italie, pour la prise de données et les réunions des Collaborations XENON et DARWIN. Présentation à une conférence internationale et participation à une école d'été.

Contact : [Luca Scotto Lavina](mailto:Luca.Scotto.Lavina@lpnhe.in2p3.fr), 33 (0)1 44 27 41 79

Documentation : <http://xenonnt.org/>