

<https://lpnhe-d0.in2p3.fr/spip.php?article1643>

# Recherche de la diffusion élastique cohérente de neutrinos issus de supernovæ avec l'expérience XENONnT



- Thèses, Stages, Formation et Enseignement - Propositions de thèses 2022 -  
Publication date: jeudi 21 avril 2022

---

Copyright © LPNHE - UMR 7585 - Tous droits réservés

---

**Titre :** Recherche de la diffusion élastique cohérente de neutrinos issus de supernovæ avec l'expérience XENONnT

**Directeur de thèse :** Luca Scotto Lavina

**Équipe :** RCMN (rayons cosmiques et matière noire), groupe XENON

## **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 dans l'atmosphère et par certains types de supernovæ 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 des neutrinos issus d'une supernova à effondrement de coeur située n'importe où dans la Voie Lactée soient détectés avec une bonne significativité.

En l'absence d'une telle supernova suffisamment proche, l'expérience XENON1T (la phase précédente de XENONnT avec un volume actif de xénon environ trois fois moindre) n'a pas observé d'excès de neutrinos. 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 du xénon et d'analyse des données, permettra à XENONnT d'atteindre le seuil de détection du processus de  $CE\frac{1}{2}NS$  des neutrinos issus de supernovæ qui pourraient se produire dans le voisinage de la Terre.

Le travail de cette thèse sera tout d'abord de revisiter le mécanisme de production des neutrinos dans les supernovæ à effondrement de coeur puis l'effet de leur voyage vers 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 s'insérer dans l'effort « astronomie multimessenger » de la Collaboration XENON, à travers l'analyse des données de XENONnT pour rechercher un possible signal de  $CE\frac{1}{2}NS$  et/ou de matière noire, ainsi que la connexion de l'expérience aux réseaux d'alerte reliant différents observatoires à travers le monde. Un défi sera 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 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.

**Liens web :**

<http://xenonnt.org/>

**Lieu de travail :**

LPNHE, Paris

**Déplacements éventuels :**

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, +33 (0)1 44 27 41 79