

Partout dans le monde, les scientifiques cherchent à éclaircir les mystères de l'Univers. Cette quête scientifique se traduit par la validation des théories décrivant la Nature. La recherche de la matière noire et l'étude de la désintégration double beta sans émission de neutrino (0vbb) sont aujourd'hui identifiées comme deux ingrédients incontournables pour expliquer notre Univers et son évolution à toutes les échelles. Ces premiers signaux sont activement recherchés. Leur détection nous a échappé jusqu'à présent, amenant l'Homme à construire des instruments de plus en plus sensibles.

Le xénon liquide est aujourd'hui unanimement reconnu pour sa capacité unique à lever les verrous de la physique des événements rares et permettre la détection directe de matière noire ou la première observation de la désintégration double beta sans neutrino. Ces deux thématiques regroupent les plus grandes questions en physique fondamentale : la matière noire aujourd'hui inconnue est 5 fois plus abondante que la matière ordinaire et la découverte de la désintégration 0vbb expliquerait le mystère de l'asymétrie matière antimatière de l'Univers. C'est autour de ses problématiques que se concentre mon travail depuis mon arrivée en tant que maître de conférences au Laboratoire Subatech à Nantes. Mon projet de recherche s'ancre donc dans la collaboration XENON dédiée à la recherche directe de matière noire (et dont les découvertes scientifiques touchent aujourd'hui également d'autres thématiques). Il se connecte également à d'autres projets internationaux de recherche pour la physique bas bruit de fond tels que DARWIN et nEXO. Il trouve sa continuité naturelle dans les enseignements que je dispense à l'Université de Nantes.

J'aborderais dans cette présentation l'expérience XENON1T et son fonctionnement ainsi que ses résultats scientifiques majeurs. En effet, les chambres à projection temporelle à double phase au xénon représentent la meilleure technologie actuelle pour couvrir l'espace des paramètres restant pour les WIMP. Ces expériences et leurs futures évolutions sont sensibles à de nombreux autres modèles alternatifs de matière noire, aux sources de neutrinos astrophysiques et à la recherche double beta sans neutrino.

L'expérience XENON1T a obtenu les meilleures limites mondiales pour la recherche directe de matière noire, avec interaction indépendante du spin en particulier. XENON1T a été le premier instrument à présenter plus d'une tonne aux interactions pour la matière noire. L'exposition complète est de 1 tonnes \times an et a permis également de publier des résultats importants comme la découverte de la double capture électronique du xénon-124 ou bien l'excès à basse énergie dont l'origine n'est pas encore élucidée.

Dans une seconde partie, je présenterais mon implication et mon travail en tant que responsable du groupe de travail « stockage et récupération » pour la collaboration XENONnT. Le design, la construction, l'installation, les tests de mise en service ainsi que l'utilisation sur site de l'instrument seront exposés. Le système ReStoX est un élément aujourd'hui central dans la vie de l'instrument et une attention particulière a été portée sur la sécurité mais aussi son intégration dans l'ensemble de l'expérience. J'exposerai également les perspectives d'un système comme ReStoX aux vues des compétences acquises après plus de 7 ans d'utilisation.

Dans une troisième partie, j'évoquerais l'importance de l'analyse des données de calibration au krypton-83m qui représente la première source interne à l'instrument. En effet, à cause de ses dimensions importantes, XENON1T n'est plus capable d'être calibré grâce à des sources externes : l'auto-blindage du xénon est tellement efficace que ces rayons ne sont pas suffisamment pénétrants et n'atteignent pas le centre de l'instrument qui représente le cœur de toutes les recherches. Les sélections d'analyse du krypton-83m et les résultats obtenus pour les corrections des données seront expliqués.

Enfin, je vais illustrer l'implication que j'ai eue autour de la reconstruction au MeV dans le programme XENON en vue de la recherche double beta sans neutrino. Ces événements, à haute énergie, sont saturés dans l'instrument et un nouveau type d'analyse a été développé conjointement par la collaboration. Son impact majeur porte sur la très bonne reconstruction en énergie obtenue ($<1\%$ à l'énergie du signal $0\nu\beta\beta$ attendu). Le potentiel de découverte des expériences y est ensuite présenté.