

R&D pour la détection directe de WIMPs : MIMAC-He3

D. Santos, V. Comparat, J. Macías-Pérez, F. Mayet, E. Moulin (th).

The existence and the nature of the non-baryonic dark matter are one of the most exciting topics in astroparticle research. The direct detection of WIMPs is one way to confirm the existence of such dark matter. The ^3He is proposed to be used as a target for detecting fermionic WIMPs by spin-spin interaction. The ^3He has very interesting properties showing a complementarity with the running projects. The team tries to validate a design of a detector using a micro-tpc matrix of gas chambers (MIMAC-He3).

En parallèle aux activités liées à l'étude du CMB, l'équipe est concernée par un problème complémentaire de la cosmologie observationnelle tel que l'existence et la nature de la matière sombre non baryonique. La méthode choisie pour contribuer à l'étude de ce problème est la détection directe de particules supersymétriques, plus généralement appelées WIMPs (Weakly Interactive Massive Particles) en utilisant l' ^3He comme cible.

L' ^3He a des propriétés très intéressantes pour ce type de détection : une signature claire de la capture de neutrons thermiques, une très faible section efficace Compton dans le domaine d'énergie de la radioactivité naturelle et un spin un demi qui ouvre le canal d'interaction spin-spin avec les WIMPs fermioniques comme le neutralino.

Depuis septembre 1999, le groupe a voulu développer un détecteur de WIMPs de nouvelle génération basé sur des cellules type Lancaster, d' ^3He superfluide à ultra basse température (100 microKelvin). Ce développement a été fait en collaboration avec le groupe de Henri Godfrin et Yuriy Bunkov du CRTBT. Ce travail nous a permis de valider les estimations préliminaires concernant l'intérêt d'utiliser ce système comme élément sensible dans la détection des particules interagissant faiblement avec la matière, puis de développer une méthode d'analyse des signaux provenant de la cellule. En 2004 nous avons mesuré la réponse d'un prototype multicellulaire à 3 cellules avec une source d'électrons de conversion interne de ^{57}Co produite au LPSC. Pour cela nous avons développé toute une stratégie de dépouillement des données avec une différenciation des événements près du seuil par ondelettes et construction d'un filtre optimal. Les résultats de cette expérience ont été publiés dans NIM.

À la lumière des résultats obtenus avec le prototype multicellulaire, nous avons décidé de faire évoluer l'idée du détecteur à l' ^3He vers une technique de détection qui nous permette d'avoir une discrimination électron-recoil. La nouvelle voie de développement consiste à utiliser une chambre de type micromegas ou GEM afin de collecter les charges primaires produites par ionisation par le noyau de recoil de l'interaction d'un WIMP, puis de les différencier des traces de longueur différente laissées par les électrons de même énergie. En effet, les électrons ont des parcours qui sont un ordre de grandeur supérieur à ceux des noyaux de recoil. Nous menons cette nouvelle ligne de R&D en collaboration avec l'ILL, Saclay et l'APC. Une des étapes importantes de validation de cette idée concerne la mesure du facteur de « quenching » dans l'hélium 3 aux énergies de recoil inférieures ou égales à 5,6 keV. Afin de réaliser cette mesure, le service de source d'ions du LPSC a conçu et construit une source de type ECR, pour accélérer des ions d' ^3He qui devront traverser une fine feuille de polypropylène avant d'entrer dans notre prototype où la mesure de l'énergie d'ionisation laissée par les ions sera faite. Le premier

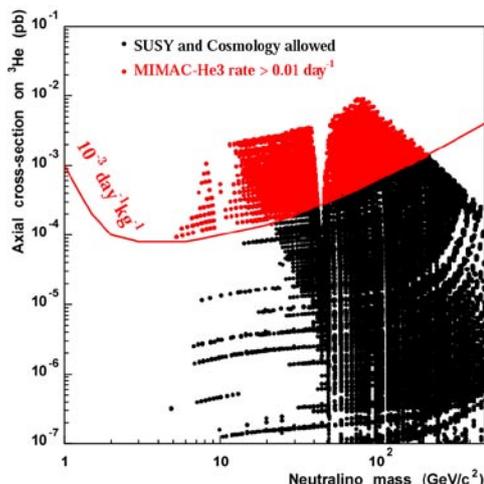


Figure 1: Les modèles supersymétriques accessibles à MIMAC-He3 (10 kg).

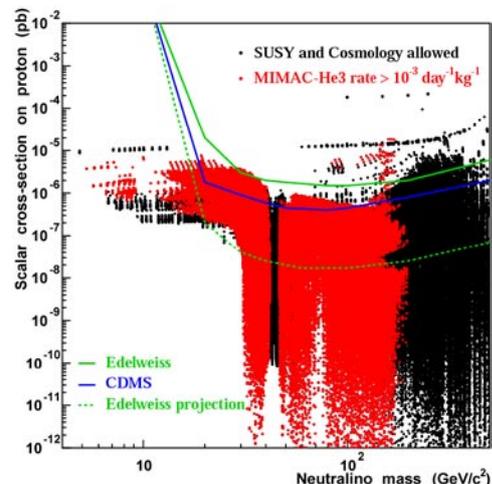


Figure 2: La distribution de ces modèles comparée aux courbes d'exclusion des projections d'expériences en cours. Ceci montre la complémentarité entre les détections axiale et scalaire.

faisceau a été fourni en septembre 2005 et la mesure de temps de vol afin de caractériser les énergies des ions sortants de la source a commencé fin 2005. La mesure du facteur de quenching est prévue pour mars 2006 et une mesure du bruit de fond dans notre prototype avec une électronique développée par le LPSC au laboratoire souterrain bas bruit de Rustrel est prévue pour juin 2006.

Nous avons publié, en 2005, un papier qui montre la complémentarité de notre projet MIMAC-He3 explorant la voie axiale (spin-spin) avec les autres projets existants qui explorent la voie scalaire de l'interaction faible. Les figures 1 et 2 illustrent cette complémentarité en montrant les modèles supersymétriques accessibles à MIMAC-He3.

