

MUNU

$\mu\nu$: Moment Magnétique du Neutrino

D.H. Koang, M. Avenier, G. Bagieu, J. Lamblin, D. Lebrun, A. Stutz

The MUNU experiment was carried out at the BUGEY nuclear reactor. The aim was the study of antineutrino-electron elastic scattering reaction at low energy. The recoil electrons were detected in a gas time projection chamber, immersed in an Anti-Compton liquid scintillator detector, which allows to reject background from cosmic and gamma rays. An upper limit on the neutrino magnetic moment of $10^{-10} \mu_B$ (90% C.L.) was obtained.

Dans le cadre de la collaboration MUNU (Grenoble, Neuchâtel, Padoue, Zurich), nous nous sommes intéressés à une propriété intrinsèque du neutrino, son moment magnétique. Dans le modèle électrofaible minimal standard, le neutrino uniquement gauche n'a ni masse ni moment magnétique. L'adjonction de neutrinos droits n'ayant pas d'interaction de jauge introduit un moment magnétique μ_ν proportionnel à la masse du neutrino m_ν . La valeur attendue est dans ce cas très faible soit $10^{-19} m_\nu$ exprimée en magnéton de Bohr (μ_B) avec m_ν en eV. Dans un modèle avec une symétrie gauche-droite, le terme prédominant est proportionnel à la masse du lepton chargé associé et à la proportion de mélange entre bosons droit et gauche, μ_ν peut prendre alors des valeurs plus grandes ($\sim 10^{-14} \mu_B$). Dans des modèles avec des secteurs de Higgs plus riches, la présence de symétries supplémentaires permet notamment d'annuler les termes contribuant à la masse des neutrinos sans réduire ceux contribuant au moment magnétique. Des valeurs beaucoup plus importantes sont alors possibles. C'est par exemple le cas de la symétrie dite horizontale dans laquelle les 2 familles de neutrinos électronique et muonique sont pratiquement dégénérées.

L'étude expérimentale a été faite à l'aide de la diffusion neutrino électron. La faible valeur de la section efficace de cette réaction permet une bonne sensibilité à une éventuelle composante électromagnétique. La contrepartie est un taux de comptage très faible nécessitant un détecteur très bas bruit de fond. L'expérience s'est effectuée à l'aide du flux très intense de neutrinos de basse énergie disponible auprès d'un réacteur nucléaire du Bugey. L'expérience MUNU utilise une TPC d'1 m³ remplie de CF₄ servant de cible d'électrons. La TPC (Figure 1) permet de mesurer l'énergie et la direction des particules chargées. Elle a des parois en acrylique transparent mince (5 mm) et est immergée à l'intérieur de l'enceinte du détecteur anti-Compton, constitué de 10 m³ de scintillateur liquide et équipé de photomultiplicateurs. Le détecteur extérieur joue un rôle actif de protection en permettant le rejet des rayons cosmiques et aussi des gammas internes comme externes. La collection de la lumière de scintillation du CF₄ produite à l'intérieur de la TPC complète et améliore la mesure de la charge au niveau du plan d'anode et permet

la localisation absolue des événements alpha et muon. L'ensemble peut supporter une pression de 5 bars. Une description détaillée du détecteur a été donnée précédemment [1] et les résultats de nos analyses ont été publiés [2-3]. La valeur limite supérieure obtenue est de $10^{-10} \mu_B$ (90 % C.L.). Elle constitue la meilleure limite actuelle pour le moment magnétique des antineutrinos électroniques. Une valeur très proche de $1,1 \cdot 10^{-10} \mu_B$ a été obtenue tout récemment par l'expérience Super-Kamiokande pour les neutrinos électroniques [4].

Une étude des possibilités de ce détecteur pour les neutrinos solaires de basse énergie a aussi été réalisée avec la TPC fonctionnant à 1 bar.

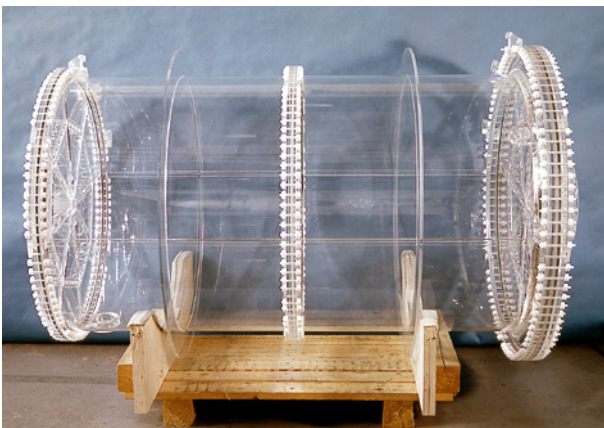


Figure 1 : Corps de la TPC en acrylique

- [1] *Sub MeV particles detection and identification in the MUNU detector*, Nucl. Instr. and Meth. 482 (2002) 408
- [2] *A new measurement of the neutrino electron elastic cross section at very low energy* - Phys. Lett. B 545 (2002) 57
- [3] *Limits on the neutrino magnetic moment from the MUNU experiment* - Phys. Lett. B 564 (2003) 190
- [4] *Limits on the magnetic moment using 1496 days of Super-Kamiokande-I Solar Neutrino data* hep-ex/0402015 v1 8 feb 2004