

Titre : Physique des neutrinos avec la nouvelle technologie de détection LiquidO et sa démonstration expérimentale.

Mots clés : Physique des Particules, Neutrinos, Détection, Scintillation opaque

Résumé : L'étude des neutrinos a été un important moteur de découverte depuis la première proposition de l'existence de cette particule par Pauli en 1930. Les détecteurs à milieu transparent liquide sont au premier plan de ce relativement nouveau champ de la Physique. Ces détecteurs utilisent l'émission de lumière causée par les particules-filles des interactions de neutrinos pour caractériser cette particule furtive ainsi que ses nombreuses possibles sources. Le taux d'interaction extrêmement faible du neutrino a encouragé les Physiciens à développer des détecteurs de plus en plus volumineux pour augmenter les statistiques, ce qui a également révélé les principales limitations de ce type de détecteur. La technologie LiquidO propose une méthode innovante de détection des particules basée sur l'utilisa-

tion de liquides opaques et le confinement de la lumière.

Dans cette thèse, nous discuterons des principales difficultés dans le développement de détecteur à milieu transparent et des solutions proposées par la technologie LiquidO. Le travail qui sera ensuite présenté concerne 3 principaux stages de développement de cette nouvelle technologie. Dans un premier temps, l'analyse des données d'un prototype LiquidO de ≈ 20 L et la caractérisation du confinement de la lumière en milieu opaque. Ensuite, l'instrumentation et le design d'un détecteur de ≈ 1000 L en construction. Enfin, nous explorerons les capacités de cette technologie par le biais de simulations phénoménologiques d'un détecteur de neutrino complet qui sera construit dans le futur.

Title : Neutrino physics with the new LiquidO detection technology and its experimental demonstration.

Keywords : Particle Physics, Neutrinos, Detection, Opaque scintillation

Abstract : The study of neutrinos has been a major driver of discovery ever since the proposition of the existence of this particle by Pauli in 1930. At the forefront of this relatively new field of Physics are transparent liquid-based particle detectors, that use the emission of light caused by daughter particles of neutrino interactions to characterize both this elusive particle and its multiple possible sources. The extremely low interaction probability of neutrinos has prompted physicists to move towards bigger and bigger experiments to increase statistics. This, in turn, has revealed the current limitations of this type of detector. The LiquidO technology proposes an innovative new method to detect particles using opaque liquids and confinement of light.

This thesis will discuss the current challenges of transparent medium detectors and how LiquidO tackles these issues. The work that will then be presented focuses on 3 stages of development of this technology. First, the analysis of the data of a ≈ 20 L LiquidO prototype and the characterization of the confinement of light with an opaque medium. Followed by the instrumentation and design discussions of a ~ 1000 L detector currently under construction, and its aim at identifying particles and exploring simple particle Physics. Finally, we will explore what this technology is truly capable of with phenomenological simulations of a fully-fledged neutrino detector to be built in the future.