

Télescopes à Neutrinos : Astronomie Multi-Messagers avec ANTARES et KM3NET

Le stage proposée a pour cadre les collaborations européennes [ANTARES](#) et [KM3NET](#), qui utilisent des "télescopes à neutrinos" sous-marins, en Méditerranée, pour détecter des neutrinos atmosphériques ou cosmiques du GeV au PeV.

[ANTARES](#) a construit un télescope à neutrinos destiné à l'astronomie de haute énergie (TeV-PeV) en prise de données depuis 2008 en Méditerranée, par 2500m de profondeur, au large des côtes varoises. Ses 12 lignes de presque 400m chacune comportent au total près de 1000 photomultiplicateurs sensibles à la lumière Cherenkov produite par le passage d'un muon, résultant de l'interaction d'un neutrino d'origine cosmique. [ANTARES](#) sera en opération jusqu'à mi-2020. [ICECUBE a révélé en Mai 2013](#) la 1ère détection de neutrinos cosmiques à des énergies du TeV au PeV, et une possible connection de [l'origine de ces neutrinos avec des blazars](#) en Juillet 2018. Le but d'[ANTARES](#) est la détection et l'étude de ces neutrinos astrophysiques.

Entre 2020 et 2025, un télescope de taille kilométrique, successeur d'[ANTARES](#), commencera sa prise de données en Méditerranée. Avec environ 300 lignes sur 2 sites, [KM3NeT](#) permettra d'augmenter la sensibilité des recherches actuelles de sources de neutrinos de haute énergie de plusieurs ordres de grandeur. Le site français de Toulon sera dédié aux neutrinos de basses énergies (GeV) pour accéder pour la première fois à la détermination de la hiérarchie de masse des neutrinos, encore inconnue. [ORCA \(Oscillation Research with Cosmics in the Abyss\)](#) sera un télescope plus compact pour les basses énergies - plusieurs lignes sont déjà en opération. Il utilisera l'oscillation dans la Terre des neutrinos d'origine atmosphériques, mais il peut aussi étudier les neutrinos cosmiques entre 1 GeV et 1 TeV. Le site italien de [KM3NET](#) abrite [ARCA \(Astroparticle Research with Cosmics in the Abyss\)](#), dédié à l'astronomie neutrino du TeV au PeV.

Le stage pourra se dérouler, au choix, dans le cadre d'[ANTARES](#) ou de [KM3NET](#).

Dans [ANTARES](#), il s'agira de rechercher des émissions périodiques de neutrinos dans les données prises depuis 2008, une analyse encore inédite. L'étudiant pourra aussi se dédier à des études liées à l'étalonnage en charge ou en temps du télescope, toutes deux indispensables pour obtenir les résolutions angulaires visées, typiquement de l'ordre de 0.1° au-delà de 10 TeV. Une autre analyse possible consisterait en la recherche de neutrinos en provenance de *kilonovae* connues, ces objets étant supposés être associés à des coalescences d'étoiles à neutrons, copieuses émettrices d'ondes gravitationnelles.

De telles études plus instrumentales pourront être menées en utilisant les données délivrées par les lignes [ORCA/ARCA](#) en fonctionnement au moment du stage. Dans [ORCA](#), une analyse possible consisterait à évaluer les performances du télescope pour des sources potentielles d'émissions gravitationnelles, par exemple la fusion de 2 étoiles à neutrons, en combinant les données d'[ORCA](#) et d'[ARCA](#), pour être sensible aux énergies 1 GeV - 1 PeV.

Dans les 2 cas, une collaboration étroite avec la composante **Ondes Gravitationnelles** est envisagée.

Nom, prénom et grade du responsable de stage : **PRADIER Thierry, Mdc**

Téléphone : +33 (0)3 88 10 6620 - Email : thierry.pradier@iphc.cnrs.fr

Composition de l'équipe : **IPHC : T. Pradier (Mdc), F. Huang (Post-doctorant) ; UHA/GRPHE : A. Albert, D. Drouhin (Mdc)**