

## **Télescopes à Neutrinos : (Astro)Physique des Neutrinos avec ANTARES et KM3NET**

Le stage et la thèse proposées ont 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 fin 2018. [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.

*Circa* 2020, 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 ainsi un télescope plus compact permettant d'accéder aux basses énergies - son déploiement a commencé : plusieurs lignes devraient être actives en 2019. Il utilisera l'oscillation dans la Terre des neutrinos d'origine atmosphériques pour apporter des contraintes sur cet élément encore manquant à la compréhension de la nature du neutrino. Le site italien de [KM3NET](#) abritera [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 d'[ORCA](#).

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 consacrer 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  $0.1^\circ$  au-delà de 10 TeV.

De telles études plus instrumentales pourront être menées en utilisant les données délivrées par les lignes [ORCA](#) en fonctionnement au moment du stage. Dans [ORCA](#), une analyse possible consisterait à évaluer les performances pour la mesure de la hiérarchie de masse des configurations intermédiaires du télescope, avec un nombre réduit de lignes, entre le début et l'achèvement du déploiement, ou encore l'étude de la synergie entre [ORCA](#) et l'expérience [JUNO](#), qui a aussi pour but de déterminer la hiérarchie de masse des neutrinos, mais en utilisant les anti-neutrinos émis par des réacteurs nucléaires.

---

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

Téléphone : **+33 (0)3 88 10 6620**

Email : [thierry.pradier@iphc.cnrs.fr](mailto:thierry.pradier@iphc.cnrs.fr)

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