

Proposition de stage de Master 2

Recherche d'une émission multi-messagère Fast Radio Bursts - Neutrinos

Contexte :

La collaboration KM3NeT construit et exploite un télescope à neutrinos situé dans les profondeurs de la Mer Méditerranée. Ce dernier est capable de détecter des produits d'interaction de neutrinos atmosphériques et astrophysiques, et de reconstruire les caractéristiques des particules comme leur énergie et leur direction de propagation. Les objectifs physiques sont d'étudier les propriétés des neutrinos, notamment leur oscillation avec le détecteur ORCA, mais aussi d'étudier les sources galactiques ou extragalactiques des neutrinos astrophysiques avec le détecteur ARCA. Dans le cadre de ce dernier objectif, l'astronomie multi-messagère, qui consiste à étudier une source distante à travers plusieurs de ses émissions de particules (que ce soit des rayons cosmiques, des photons, des neutrinos ou des ondes gravitationnelles), est une technique prometteuse d'observation des sources astrophysiques.

Les sursauts radios rapides (Fast Radio Bursts, FRBs) sont des émissions extragalactiques extrêmement énergétiques dans le domaine radio, dont les sources sont encore inconnues à ce jour, à l'exception d'une observation d'un FRB en provenance d'un magnétar (FRB 20200428A de SGR 1935+2154). Plusieurs caractéristiques observationnelles des FRBs poussent à l'hypothèse d'un milieu d'émission dense et turbulent, qui pourrait aussi produire un flux de neutrinos de haute énergie. La recherche de neutrinos provenant de ces sources est donc la recherche d'une émission multi-messagère FRB-neutrino.

Sujet de stage :

Le stage demandera à l'étudiant(e) de s'impliquer dans un algorithme d'analyse en langage Python développé par les membres de KM3NeT, et de l'adapter pour développer un code d'analyse spécifique aux FRBs. Cette analyse sera faite conjointement avec un doctorant du groupe de Nantes. Une extension de cette technique d'analyse pourrait être envisagée pour d'autres sources astrophysiques, comme les magnétars galactiques connus, ou les pulsars galactiques. Les contributions et développements devront être reportés au groupe de travail global de KM3NeT, le *Working Group Astro*, à travers des présentations fréquentes en distanciel. La partie d'analyse des données sera complétée d'une recherche bibliographique sur les modèles d'émissions de FRB et de neutrinos, dans le but de tirer des contraintes astrophysiques sur ces modèles à l'issue de l'analyse.

Compétences développées :

- Compréhension du fonctionnement d'un télescope à neutrinos;
- Compréhension du fonctionnement interne d'une collaboration comme KM3NeT;
- Compétences techniques en code (python), en développement collaboratif;
- Connaissances sur les modèles astrophysiques d'émissions multi-messagères.

Profil recherché :

- Étudiant de Master 2 en physique des particules, physique subatomique ou astrophysique;
- Connaissances en méthodes statistiques préférable;
- Connaissances en algorithmique, préférablement dans le langage Python, les autres langages (ROOT, C++, etc.) sont un plus;
- Maîtrise de l'anglais essentielle.

Ce stage pourrait être suivi d'une thèse dans le même groupe sur un sujet similaire.

Contacts du groupe KM3NeT de Subatech, Nantes :

Lilian Martin (lilian.martin@subatech.in2p3.fr), Richard Dallier (richard.dallier@subatech.in2p3.fr),

Valentin Decoene (valentin.decoene@subatech.in2p3.fr) et Félix Bretaudeau

(felix.bretaudeau@subatech.in2p3.fr)