

---

# Neutrinos de Haute Energie & Ondes Gravitationnelles O3 et au-delà

---

**Directeur de Thèse :** Thierry PRADIER (Maître de Conférences HDR)

**Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC), Département Recherches Subatomiques**

*Equipe « Ondes Gravitationnelles & Messagers pour l'Astronomie » (OGMA)*

Mail : [thierry.pradier@iphc.cnrs.fr](mailto:thierry.pradier@iphc.cnrs.fr) - Skype : [thierry.pradier](#) / [Salle de Réunion Zoom](#)

La thèse 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, et les collaborations [VIRGO/LIGO](#), des détecteurs dédiés à l'étude des ondes gravitationnelles.

[ANTARES](#) est un télescope à neutrinos destiné à l'astronomie de haute énergie (TeV-PeV), en opération depuis 2008. [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. Un télescope de taille kilométrique, [KM3NeT](#), successeur d'[ANTARES](#), est en cours de déploiement en Méditerranée, avec 2 détecteurs. [ORCA](#) (Oscillation Research with Cosmics in the Abyss) sera un télescope plus compact pour les basses énergies (GeV-TeV) - plusieurs lignes sont déjà en opération. [ARCA](#) (Astroparticle Research with Cosmics in the Abyss) sera dédié à l'astronomie neutrino du TeV au PeV. La construction de ces télescopes devrait être terminée vers 2025.

[VIRGO](#) (Italie) et [LIGO](#) (USA) sont deux interféromètres de Michelson kilométrique, qui ont pour la première fois détecté les ondes gravitationnelles produites après la fusion de 2 trous noirs ([GW150914](#)) et de deux étoiles à neutrons ([GW170817](#)). Ce dernier signal est particulièrement intéressant puisqu'il a été détecté en coïncidence avec des photons provenant d'un sursaut gammas, marquant l'avènement de l'astronomie multi-messagers.

La thèse proposée a pour thème centrale la corrélation entre signaux gravitationnels détectés avec [VIRGO/LIGO](#) et les neutrinos détectés avec [ANTARES](#) et [KM3NET](#), dans le cadre du programme [GWHEN](#) (Gravitational Waves & High Energy Neutrinos), initiée à l'IPHC en 2008. Le but principale de ces études est d'établir le lien entre l'émission de neutrinos (produits par interaction des rayons cosmiques hadroniques) dans les jets astrophysiques et les ondes gravitationnelles, signatures de processus de fusion et d'effondrement d'objets compacts et d'éjection de matière. Cette connection est une étape importante vers la compréhension de l'origine des rayons cosmiques.

En utilisant les neutrinos détectés par [ANTARES](#) jusqu'à la fin de la période de prise de données O3 de [VIRGO/LIGO](#) (2019-2020 et avant), il s'agira de rechercher d'éventuelles coïncidences GW-HEN, pour tous les signaux gravitationnels détectés autres que les fusions de trous noirs. Mais la thèse comportera aussi une partie dédiée à la préparation de la future période de prise de données O4 (prévue pour mi-2022), et de participer au suivi neutrino (avec les télescopes [KM3NET](#) déjà en fonctionnement à ce moment-là) et électromagnétique (via le réseau de télescopes [GRANDMA](#) par exemple) des alertes gravitationnelles envoyées dès leur détection par [VIRGO/LIGO](#).

---

**Composition de l'équipe OGMA - Responsable [T. Pradier \(MdC, Unistra\)](#) ; A. Albert (MdC, UHA), D. Drouhin (MdC, UHA), B. Mours (DR, CNRS), D. Estevez (Post-doc, CNRS), V. Juste (doctorant, Unistra)**