

### Intitulé de stage :

Étude d'un système de filtrage optique de la lumière afin d'améliorer la sensibilité du détecteur d'ondes gravitationnelles Virgo

### Coordonnées du Responsable de stage

Responsable de stage	Romain Gouaty	Expérience	Virgo
Téléphone	04 50 09 55 19	E-mail	gouaty@lapp.in2p3.fr

### Sujet de stage / Travail demandé

#### Résumé du travail demandé :

La détection des ondes gravitationnelles a permis d'observer pour la première fois la coalescence de binaires composées de deux trous noirs et ainsi d'ouvrir le domaine de l'astronomie gravitationnelle. Par la suite, la première observation d'une coalescence de deux étoiles à neutrons en coïncidence avec l'observation de signaux électromagnétiques a permis d'ouvrir le domaine des observations multi-messagers. Depuis, une centaine d'évènements de ces types ont été observés et ont permis de tester la théorie de la gravitation d'Einstein tout en ouvrant de nouvelles questions sur ces objets si mystérieux que sont les trous noirs. La collaboration Virgo participe à ces recherches à travers le détecteur Virgo, un interféromètre de 3km de long situé en Italie proche de Pise. Le LAPP contribue à cette expérience depuis une trentaine d'années.

L'interféromètre Virgo est composé de plusieurs cavités optiques afin que les photons parcourent en moyenne 1000 km dans chacun des bras de l'interféromètre avant de former la figure d'interférence. De plus les photons étant recyclés, ils sont réfléchis sur les miroirs des dizaines de milliers de fois. Dans ces conditions, même si les miroirs sont proches de la perfection, une partie de la lumière est diffusée sur des modes d'ordre supérieur, ce qui rend l'interférence imparfaite et réduit le rapport signal sur bruit de l'instrument. Afin de réduire ces effets une cavité optique, dite «mode-cleaner», est utilisée en sortie de l'interféromètre pour filtrer le faisceau.

Le sujet de stage porte sur ce système de filtrage optique et il pourra se développer selon deux axes. Tout d'abord on envisage de changer le design de cette cavité en passant d'une cavité monolithique en verre à une cavité composée de plusieurs miroirs. Ce changement devrait permettre de réduire les effets thermiques dans cette cavité et de réduire ses pertes optiques. En parallèle on envisage d'ajouter d'autres cavités optiques sur les autres faisceaux issus de l'interféromètre afin d'améliorer la qualité des signaux qui en sont extraits et qui servent à contrôler l'interféromètre. L'étudiant participera à la conception et aux tests de ces systèmes. Une partie de ce travail se fera dans le laboratoire d'optique du groupe Virgo/LAPP.

#### Indication éventuelle d'ouverture vers un sujet de thèse :

Ce stage a vocation à se poursuivre par un travail de thèse. En effet ces travaux déboucheront sur l'amélioration du détecteur dont l'installation doit démarrer en 2025.

#### **Membres de l'équipe d'encadrement**

Romain Bonnard, Raffaele Flaminio, Victor Hui, Loic Rolland, Edwige Tournefier, Michal Was