

## **Proposition de Sujet de Thèse pour Contrat Doctoral UCA**

Adresse e-mail à utiliser pour toute correspondance :

bogaert@oca.eu

### **Titre de la thèse**

Etude et atténuation des Instabilités Paramétriques dans Advanced Virgo

### **Thesis Title**

Study and mitigation of Parametric Instabilities in Advanced Virgo

### **Directeur de Thèse (HDR ou assimilé)**

Nom : BOGAERT

Prénom : Gilles

Téléphone : 0492003199

Courriel : bogaert@oca.eu

### **Laboratoire d'accueil**

ARTEMIS

### **Co-directeur**

Nom : CHAIBI

Prénom : Oualid

HDR : Non

Unité de recherche : ARTEMIS

Téléphone : 0492003184

Courriel : oualid.chaibi@oca.eu

### **Domaine Scientifique**

DS3 - Sciences de la Terre et de l'Univers, Espace

## Description du sujet

Les premières détections d'ondes gravitationnelles ont eu lieu par Advanced LIGO en 2015 puis par le réseau formé par Advanced LIGO et Advanced Virgo en 2017. Ces détections ont fait faire un bond à nos connaissances des trous noirs, des sursauts gamma, des kilonovae, de la formation des éléments. Elles ont commencé à contraindre les théories relativistes, à améliorer nos connaissances du taux d'expansion de l'Univers et de la matière nucléaire.

L'enjeu des années à venir est une augmentation de la portée des antennes jusqu'ici limitée à l'Univers proche. Ceci requiert une augmentation de la puissance lumineuse dans les cavités Fabry-Pérot des bras des interféromètres. Mais on sait aujourd'hui qu'elle va s'accompagner d'« instabilités paramétriques », phénomène opto-mécanique non linéaire : au-delà d'une certaine puissance, la pression de radiation de modes optiques d'ordre élevés provoque la croissance exponentielle de la vibration des miroirs ce qui empêche l'interféromètre de fonctionner. Ce phénomène a été observé sur LIGO en 2015 et a limité la puissance dans les bras à 50 000 watts. Aucune instabilité n'a encore été observée sur Virgo à 70 000 watts. Mais pour atteindre la puissance nominale de 800 000 Watts un dispositif de contrôle de ces instabilités est crucial.

Le sujet de thèse proposé porte sur l'étude expérimentale de ces instabilités et sur la façon de les contrôler. Il s'agira de réaliser une cavité haute puissance, d'y détecter les instabilités avant leur apparition et les contrôler par un faisceau laser. Le but est de livrer à Virgo un système opérationnel de contrôle en 2020. La thèse sera effectuée dans le groupe Virgo du laboratoire Artemis (Observatoire de la Côte d'Azur). Elle nécessitera des voyages à Cascina (Toscane) où est située l'antenne Advanced Virgo.

Artemis est impliqué depuis sa fondation dans le développement de lasers de grande stabilité pour les antennes gravitationnelles. Il possède aussi l'expertise dans les cavités de haute puissance et les systèmes d'hyper-atténuation des mouvements sismiques.

Plus d'informations sur la collaboration Virgo sont disponibles sur le site d'Artemis : <https://artemis.oca.eu/fr/accueil-artemis>

## Description of the thesis

The first detections of gravitational waves took place by Advanced LIGO in 2015, and then by the Advanced LIGO - Advanced Virgo network in 2017. These detections have boosted our knowledge of black holes, neutron stars, gamma-ray bursts, kilonovae, and the formation of heavy elements. They have constrained relativistic theories, and improved our knowledge of the rate of expansion of the Universe and nuclear matter.

The challenge for the coming years is to increase the distance range of the antennas, so far limited to the near Universe. This requires an increase in the light power in the Fabry-Perot cavities of the arms of the interferometers. But we know today that this is accompanied by "parametric instabilities", a nonlinear opto-mechanical phenomenon; beyond a certain power, the radiation pressure of high order optical modes causes an exponential growth of the vibration of the mirrors which prevents the interferometer from running. This phenomenon was observed on LIGO in 2015 and limited the power in the

---

arms to 50,000 Watts. An instability has not yet been observed in Virgo at 70,000 Watts arm power. However, to reach the 800,000 Watts of nominal power a method for controlling these instabilities is crucial.

The thesis topic deals with the experimental study of these instabilities and how to control them in a high-power cavity. The idea is to detect the instabilities before their appearance and to control them with an auxiliary laser beam on the mirrors. The goal is to deliver to Virgo an operational control system that will be implemented in 2020. The thesis will be carried out in the Virgo group of the Artemis laboratory (Observatoire de la Côte d'Azur). It will require trips to Cascina (Tuscany) where the Advanced Virgo antenna is located.

Artemis has been involved since its founding in the development of high power and stabilized lasers for gravitational wave antennas. Artemis also has expertise in high power cavities and hyper-attenuation systems of seismic noise.

More information on the Virgo collaboration is available on the Artemis website:  
<https://artemis.oca.eu/en/home-artemis>

### **Informations complémentaires**