



Sujet de Stage 2020

**Élève-Ingénieur(e) ou Étudiant(e) en Master Optique, Photonique,
Optoélectronique, Télécommunications optiques**

Assemblage et validation du détecteur optique du système de stabilisation de puissance du laser de Virgo

Laboratoire ARTEMIS – Observatoire de la Côte d'Azur – Nice, France

Mots clefs : Interfaçage expérience (moteur pas à pas, carte ADC/DAC), stabilisation de puissance optique, simulation (matlab), montage d'expérience optique

Contexte du stage :

Virgo ⁱ est l'interféromètre de Michelson européen développé pour la détection des ondes de gravitation. Il est opérationnel sur le site de Pise (Italie) et a détecté plus de 40 évènements de type gravitationnel depuis sa seconde mise en service (2 avril 2019). Ces détections ont été faites conjointement avec les deux interféromètres homologues américains LIGO (la première détection réalisée par les interféromètres LIGO a valu le prix Nobel à leurs concepteurs ⁱⁱ). Le laboratoire ARTEMIS est responsable de la source laser de Virgo et de l'ensemble de ses stabilisations. La sensibilité nécessaire pour permettre de telles détections impose une stabilité de la puissance de la source laser qui éclaire l'interféromètre au niveau de $\delta P/P = 1,2 \cdot 10^{-9}/\sqrt{\text{Hz}}$ à 10Hz. A ce niveau de performances un des problèmes majeurs est le couplage entre la non-uniformité résiduelle de la sensibilité de la photodiode utilisée pour la « lecture » du bruit de puissance du laser et le bruit de pointé de faisceau dans le plan de la photodiode. Ce couplage « K » sera alors interprété par la photodiode comme un bruit de puissance et attribué, à tort, au laser.

L'enjeu, ici, est de caractériser un ensemble de photodiodes et de vérifier qu'elles présentent une homogénéité compatible avec les exigences de Virgo.

Une fois les photodiodes validées/sélectionnées elles seront intégrées dans le système optique qui permettra la mesure du bruit de puissance du laser. Le faisceau y sera réparti sur 4 de ces photodiodes et leur photo-courants sommés analogiquement pour augmenter le rapport signal à bruit de la mesure.

Objectifs du stage :

- Fiabiliser la mesure du facteur de couplage K (bruit de pointé <-> bruit de puissance).

Un setup existe au laboratoire, piloté par un programme sous labview. Il s'agira de reprendre ce setup, possiblement transcrire le logiciel de commande en python (à décider selon les compétences du stagiaire), caractériser la stabilité de setup de mesure afin de valider la procédure de mesure. Ici on sera confronté aux instabilités liées à l'optique (stabilité du faisceau en fréquence, puissance,

pointé) mais aussi à la problématique de la numérisation des signaux (bruits dans la carte ADC, dérive des signaux électriques)

- Réaliser les mesures du facteur de couplage « K » pour l'ensemble des photodiodes disponibles (quelques exemplaires)
- Interpréter les résultats de mesure, en déduire le facteur de couplage « K » (bruit de pointé <-> bruit de puissance)
- Assembler et tester le senseur optique du système de stabilisation de puissance du laser de Virgo. Il s'agit de réaliser l'intégration, l'alignement de l'ensemble des optiques et photodiodes (photodiode à cadrants et à élément unique). Une fois testé et validé il constituera le système « doublure » du senseur optique de la stabilisation de puissance du laser de Virgo actuellement utilisé sur site.

Laboratoire d'accueil : Observatoire de la Côte d'Azur, Equipe ARTEMIS, Boulevard de l'Observatoire, B.P. 4229, F-06304, NICE Cedex 4

Durée du stage : Stage de 3 à 6 mois selon la filière d'études.

Encadrement : Frédéric Cleva, Ingénieur de recherche, cleva at oca.eu . Tel. : 04 92 00 31 97

Connaissances et compétences abordées :

L'étudiant devra disposer d'une base solide en optique et être familier avec les problématiques d'interfaçage d'expérience, mais aussi être familier avec les expériences d'optiques (problèmes d'opto-mécaniques, propagation de faisceaux gaussiens...)

Techniques ou méthodes abordées : traitement/acquisition des signaux, programmation sous labview ou Python.

ⁱ <http://www.virgo-gw.eu/>

ⁱⁱ <https://www.pourlascience.fr/sd/physique/prix-nobel-de-physique-2017-les-ondes-gravitationnelles-a-lhonneur-12699.php>