



Sujet de Stage 2020

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

Etude d'une source laser de 20 W pour les détecteurs interférométriques d'ondes gravitationnelles

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

Mots clefs : Amplificateur optique fibré, interféromètre de Mach-Zehnder fibré, modulation de phase, stabilisation de puissance, diffusion de Brillouin

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, en particulier de sa maintenance mais aussi de proposer et de mettre en œuvre de possibles améliorations.

Dans ce contexte nous proposons une nouvelle architecture du laser pour Virgo reposant sur l'emploi de composants à fibre optique active et à semi-conducteur qui pourra remplacer les deux premiers étages du système laser actuel par un ensemble compact, robuste, de plus grande facilité de maintenance, et permettant de délivrer un faisceau ultra-stable de 20 watts.

La validation de la source laser étudiée durant le projet représenterait une alternative possible pour l'étage de puissance intermédiaire du laser de Virgo.

Objectifs du stage :

Il s'agit de mettre en œuvre un amplificateur fibré de 20 W associé à un amplificateur à semi-conducteur de 200 mW et à un laser fibré de 10 mW. On caractérisera les performances de ce système en termes de bruit de pointé du faisceau, de bruit d'amplitude et de phase et de fréquence sur le court et long terme. Le contenu modal du faisceau sera aussi évalué. On investiguera les possibilités d'améliorations des caractéristiques du faisceau. Plus spécifiquement on s'attachera à :

- La mise en place de l'ensemble des systèmes optique et de contrôle et d'enregistrement des paramètres du systèmes laser (photodiodes à quadrant et acquisition des signaux)
- La mise en place d'un interféromètre fibré de type Mach-Zehnder pour permettre la mesure du bruit de phase apporté par la chaîne d'amplification.

- L'étude et la mise en œuvre de la stabilisation de puissance aux fréquences d'intérêt pour Virgo (~ 6 MHz) par l'utilisation de l'amplificateur à semiconducteur comme actuateur rapide et par une technique de compensation (« feed-forward ») plutôt que par l'utilisation d'un asservissement (qui serait difficile du fait de la bande passante requise trop élevée).
- On exacerbera la diffusion Brillouin ⁱⁱⁱ dans une fibre de grande longueur afin de l'étudier et de proposer un schéma permettant de s'en affranchir. On envisage un schéma où l'on met en forme la phase du faisceau avant son injection dans la fibre puis rétablissement de la phase en sortie de fibre. *Ce sujet ne concerne pas directement le laser fibré mais constitue un problème récurrent dans les applications mêlant propagation dans les fibres et puissance optique et pourrait être aussi abordé durant le stage selon le temps disponible.*

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, lasers et photonique.

Techniques ou méthodes abordées, selon le cours du stage: Interférométrie optique (homodyne, hétérodyne); Modulation/démodulation d'un laser ou d'un faisceau; Caractérisation spectrale (électrique et optique);

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>

ⁱⁱⁱ La diffusion de Brillouin est une des limitations du transport de puissance dans les fibres