



## Stage de recherche sur les Axions et la radiofréquence : caractérisation et développement sur FPGA

**Spécialité** Instrumentation

**Niveau d'étude** Bac+4

**Formation** Master 1

**Unité d'accueil** [DPhP](#)

**Candidature avant le** 29/09/2024

**Durée** 3 mois

**Poursuite possible en thèse** non

**Contact** [SAVALLE Etienne](#)

+33 1 69 08 82 74

[etienne.savalle@cea.fr](mailto:etienne.savalle@cea.fr)

### Résumé

Le stage se déroule dans l'équipe CEA de l'expérience G-LEAD, axée sur la recherche d'Axions, des particules proposées pour affiner la théorie de l'interaction forte et potentiellement constituer la matière noire. L'expérience utilise un champ magnétique pour convertir les Axions en photons conventionnels, capturés par un radiomètre équipé d'antennes, d'amplificateurs bas bruit, de mélangeurs de fréquence et de générateurs de fréquence. Le sujet du stage porte sur la caractérisation d'une PLL, l'implémentation de firmwares de FFTs sur FPGA, et la compréhension du contexte analogique radiofréquence de l'expérience. L'étudiant(e) utilisera des kits de développement et l'outil Vivado de Xilinx, ainsi qu'un environnement de test RF. Le stage, d'une durée de 4 à 6 mois, peut débuter à la mi/fin avril 2024.

### Sujet détaillé

Le stage se déroule dans l'équipe CEA de l'expérience G-LEAD, qui est une expérience de recherche d'Axions, qui sont des particules proposées pour affiner la théorie de l'interaction forte et sont des candidats possibles de matière noire.

Les Axions se convertissent en photons conventionnels dans un champ magnétique, et l'expérience comprend un miroir sphérique baigné dans un champ magnétique, qui contraint les photons à se diriger vers l'antenne réceptrice d'un radiomètre. La fréquence des photons recherchés est dans une bande radiofréquence de largeur 10 à 100kHz, située dans la bande 10 - 100 GHz, et le bruit de fond est prédominant.

Le radiomètre nécessaire à l'observation des photons comprend une antenne, des amplificateurs bas bruit(LNAs), des moyens de mélange de fréquence (hétérodynage) et de génération de fréquence, générateur ou boucle à verrouillage de phase (PLL). L'expérience traite le signal par analyse spectrale, par un analyseur de spectres high-end dans un premier temps, puis par des moyens de numérisation(ADC) et de transformation de Fourier rapide (FFT) sur FPGA.

---

Le sujet proposé consiste en la caractérisation d'une PLL en bruit et stabilité fréquentielle, l'implémentation et tests de firmwares de FFTs sur FPGA, et la connaissance/apprentissage du background analogique radiofréquence de l'expérience, théorique et expérimental principalement.

L'étudiant(e) utilisera des kits de développement PLL, ADC et FPGA, et l'outil de développement Xilinx Vivado, ainsi qu'un environnement de test RF (Générateur, Analyseurs de spectres, Oscilloscopes)

Le stage sera d'une durée de 4 à 6 mois, pouvant débuter à la mi/fin avril 2024

### **Mots clés**

### **Compétences**

### **Logiciels**

Vivado, Python

---

## **Research Internship on Axions and Radiofrequency: Characterization and FPGA Development**

### **Summary**

The internship takes place within the CEA team of the G-LEAD experiment, focusing on Axion research, proposed particles to refine the theory of strong interaction and potential candidates for dark matter. The experiment utilizes a magnetic field to convert Axions into conventional photons captured by a radiometer equipped with antennas, low-noise amplifiers, frequency mixers, and frequency generators. The internship focuses on characterizing a PLL, implementing FFT firmware on FPGA, and understanding the radiofrequency analog context of the experiment. The student will use development kits and Xilinx's Vivado tool, along with an RF test environment. The internship, lasting 4 to 6 months, can start in mid to late April 2024.

### **Full description**

The internship takes place within the CEA team of the G-LEAD experiment, which is a research experiment on Axions, proposed particles to refine the theory of strong interaction and potential candidates for dark matter. Axions convert into conventional photons in a magnetic field, and the experiment includes a spherical mirror immersed in a magnetic field, which directs photons towards the receiving antenna of a radiometer. The frequency of the sought-after photons is in a radiofrequency band with a width of 10 to 100 kHz, located in the 10 – 100 GHz band, and background noise is predominant.

The radiometer required for photon observation includes an antenna, low-noise amplifiers (LNAs), frequency mixing (heterodyning), and frequency generation means, either a generator or a phase-locked loop (PLL). The experiment processes the signal through spectral analysis, initially using a high-end spectrum analyzer, then through digitization means (ADC) and fast Fourier transform (FFT) on FPGA.

The proposed subject involves characterizing a PLL in terms of noise and frequency stability, implementing and testing FFT firmware on FPGA, and gaining knowledge/learning the radiofrequency analog background of the experiment, mainly theoretical and experimental.

The student will use PLL, ADC, and FPGA development kits, as well as the Xilinx Vivado development tool, and an RF test environment (Generator, Spectrum Analyzers, Oscilloscopes).

The internship will last for 4 to 6 months, starting in mid/late April 2024.

### **Keywords**

### **Skills**

### **Softwares**

Vivado, Python