

## Démonstration des performances d'un nouveau spectro-imageur X dur hautement pixelisé pour la physique des éruptions solaires.

**Spécialité** Instrumentation

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Ingenieur/Master

**Unité d'accueil** [Dap/LSIS](#)

**Candidature avant le** 20/04/2024

**Durée** 5 mois

**Poursuite possible en thèse** non

**Contact** [MEURIS Aline](#)

+33 1 69 08 12 73

[aline.meuris@cea.fr](mailto:aline.meuris@cea.fr)

### Résumé

A travers des mesures expérimentales en laboratoire, des analyses de données et des simulations, l'étudiant caractérisera les performances en spectroscopie et en imagerie d'un nouveau capteur à rayons X fabriqués avec un industriel et le CNES destinés aux télescopes spatiaux de future génération pour la physique solaire.

### Sujet détaillé

#### CONTEXTE

Solar Orbiter est une mission spatiale de l'agence spatiale européenne en opération depuis 2020. Parmi ses 10 instruments, le Spectrometer Telescope Imaging X-Rays (STIX), basé sur une technique d'imagerie indirecte par transformée de Fourier, observe les éruptions solaires dans la bande d'énergie [4-150 keV] pour caractériser les processus d'accélération des électrons et de conversion de l'énergie magnétique dans la zone radiative du Soleil. La future génération de télescopes (comme la mission SPARK proposée à l'ESA en 2022) implique une imagerie directe des événements par l'utilisation de miroirs X de quelques secondes d'arc de résolution angulaire. Cette imagerie directe permettrait d'augmenter la cadence des images (sensibilité de détection et dynamique de comptage améliorées d'un facteur 20 à 100) et d'éviter la confusion de sources en cas de points chauds multiples. Elle nécessite le développement de spectro-imageurs sensibles aux photons X jusqu'à 150 keV et avec des pixels plus petits que 300  $\mu\text{m}$ . Notre équipe de recherche a récemment développé un détecteur à base de semi-conducteur en CdTe de 32 x 32 pixels, avec des pixels de 250  $\mu\text{m}$  de côté, lus par deux circuits d'électronique intégrée conçus spécifiquement par notre institut et constituant le spectro-imageur appelé MC2. Dans le cadre d'une thèse, de premières performances spectrales à l'état de l'art ont été obtenues avec un échantillon et un modèle physique numérique de la réponse du capteur a été développé.

#### SUJET

Pour démontrer la performance de notre concept dans une future mission spatiale comme SPARK, le stage comporte deux volets :

- Volet expérimental : L'objectif du stage est la mise en œuvre et la caractérisation des détecteurs de génération

---

suivante de 32 x 32 pixels dans un banc de mesure existant. Cette nouvelle génération emploie des technologies d'intégration très innovantes, en préparation de la conception d'une caméra X entièrement numérique. Des images sont obtenues en éclairant le détecteur avec une source de photons X et sont analysées pour obtenir des spectres en énergie et des cartes de comptage de photons. L'étudiant aura pour objectif d'effectuer des mesures sur le banc de test et d'analyser les résultats obtenus au moyen de scripts Python développés ou à développer.

- Volet de modélisation : Un modèle numérique complet de chaîne de détection, développé dans notre laboratoire et combinant la physique du détecteur à la réponse de l'électronique de lecture sera utilisé pour simuler la réponse du détecteur en fonction des topologies et de la brillance des éruptions solaires observées. L'étudiant étudiera plusieurs scénarios d'observation à travers les différents modes de lecture du système. Les résultats permettront de définir une stratégie de lecture pour la prochaine génération de circuits intégrés de lecture en cours de conception.

L'étudiant sera intégré à une équipe de R&D dynamique de 6 personnes, regroupant technicien, doctorant, ingénieurs électroniciens, physiciens instrumentalistes du Département d'astrophysique (DAp) et Département d'électronique de détecteurs et d'informatique pour la physique (DEDIP) de l'Irfu.

L'ensemble de ces résultats pourra faire l'objet d'une publication scientifique.

### **Mots clés**

chaîne de détection, instrumentation spatiale, physique solaire

### **Compétences**

Spectroscopie X, analyse de données spectrales, modélisations physiques

### **Logiciels**

Python

---

## **Performance demonstration of a new hard X-ray highly pixelated spectroscopic imager for the observation of solar flares**

### **Summary**

Through experimental work in the lab, data analysis and simulations, the student will characterize the spectral and the imaging performance of a new sensor for X-rays designed and produced with an industrial partner and CNES, devoted to the next generation of space telescopes for solar physics

### **Full description**

### **Keywords**

detection chain, space instrumentation, solar physics

### **Skills**

X-ray spectroscopy, spectral data analysis, physical modeling

### **Softwares**

Python