

CARACTERISATION DES PERFORMANCES DU PLAN FOCAL DU TELESCOPE X A BORD DE LA MISSION D'ASTRONOMIE SPATIALE SVOM.

Cette thèse d'instrumentation spatiale consiste à caractériser expérimentalement le détecteur spectro-imageur pixelisé de type pnCCD placé au plan focal du télescope MXT à bord du satellite SVOM, pour prédire ses performances au cours de cette mission d'astronomie.

DESCRIPTION ET PROBLÉMATIQUE

SVOM est une mission franco-chinoise qui sera lancée en 2021 pour l'étude des sursauts gamma, événements explosifs d'étoiles les plus énergétiques existants dans l'Univers. Le CNES est responsable de la livraison d'un télescope gamma à grand champ de vue pour la détection des sursauts dans le ciel (instrument ECLAIRS, responsabilité scientifique à l'IRAP, Toulouse) et d'un télescope X à petit champ de vue, MXT, pour observer la contrepartie de l'explosion dans la bande X et pour affiner la précision de localisation de la source pour le réseau d'alerte de télescopes au sol (responsabilité scientifique au CEA-Irfu, Saclay). MXT comprend une optique à base de lentilles à microcanaux pour focaliser les rayons X dans la bande spectrale 0.2 à 10 keV et une caméra à une mètre de distance focale contenant un détecteur pixelisé en silicium de type pnCCD pour réaliser l'imagerie et la spectroscopie.

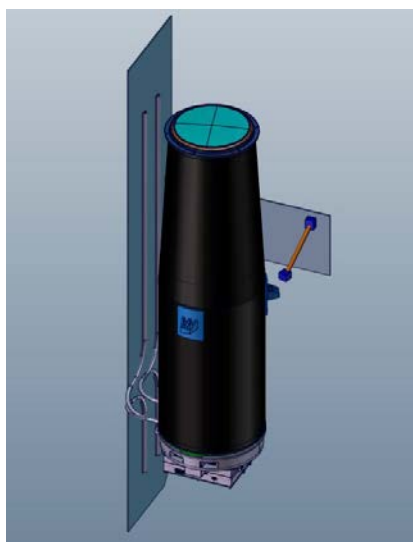


Figure 1 : Vue d'ensemble du télescope X à microcanaux (MXT) à bord de SVOM.

La caméra de MXT contient le pnCCD et de son électronique de proximité placés dans un blindage et refroidis par un module thermoélectrique. La matrice est lue séquentiellement et l'information des photons ayant interagi dans le détecteur est extraite à bord. Une variante de ce détecteur sera prochainement embarquée à bord de l'instrument eROSITA développé par l'institut Max-Planck de physique extraterrestre (MPE). La spécificité de la mise en œuvre de ce détecteur à bord de la mission SVOM concerne les conditions de température et l'environnement radiatif sévère de l'orbite choisie et l'utilisation exclusive de composants électroniques exportables pour l'électronique de lecture. Il est donc nécessaire de démontrer les performances du plan focal de MXT et d'anticiper la dégradation de ces performances au cours de la mission pour adapter la conception de la caméra complète (blindage, régulation thermique...). De plus, comme pour toute mission d'astronomie spatiale, une connaissance fine du détecteur de vol requiert un étalonnage au sol afin d'exploiter au mieux les données en orbite.

DESCRIPTION GROUPE, ENCADREMENT

Le travail de thèse s'effectuera au sein du Service d'Astrophysique (SAP) de l'Institut de recherche sur les lois fondamentales de l'univers (Irfu) du CEA, ayant la responsabilité scientifique de l'instrument MXT. Le doctorant sera intégré au Laboratoire de Spectro-Imageurs Spatiaux dirigé par Olivier Limousin et travaillera avec des techniciens, ingénieurs et physiciens du service. Il sera encadré par Aline Meuris, physicienne instrumentaliste spécialisée dans les spectro-imageurs semi-conducteurs pour l'astrophysique X et gamma et ingénieur système de la caméra MXT.

TRAVAIL PROPOSÉ

L'objectif de la thèse est de démontrer les performances du plan focal de MXT en phase de conception et en phase de réalisation. Pour cela, le doctorant mènera deux axes d'études principaux

nécessitant des développements expérimentaux associés à des travaux de simulation et de modélisation :

- **L'estimation de la dégradation des performances du détecteur en orbite.** Le candidat définira et conduira une campagne d'essais dans un accélérateur de particules avec un prototype du plan focal de MXT pour quantifier les effets de dose cumulés et les effets transitoires sur la réponse du détecteur dus aux radiations spatiales. La préparation de ces essais nécessitera en amont une étude expérimentale du détecteur en laboratoire et des simulations Monte Carlo d'interactions particules-matière.
- **La préparation de l'étalonnage des modèles de vol.** Le candidat définira la méthode de caractérisation des détecteurs et de la caméra et développera les moyens d'essais associés, des cartes de test jusqu'au traitement de données. Il pourra mettre en scène son plan de calibration sur le modèle de qualification du plan focal.

Au cours de ce travail de thèse, le candidat acquerra une connaissance du plan focal qui le conduira à proposer des scénarios optimisés d'utilisation du détecteur en orbite pour atteindre les objectifs scientifiques de la mission.

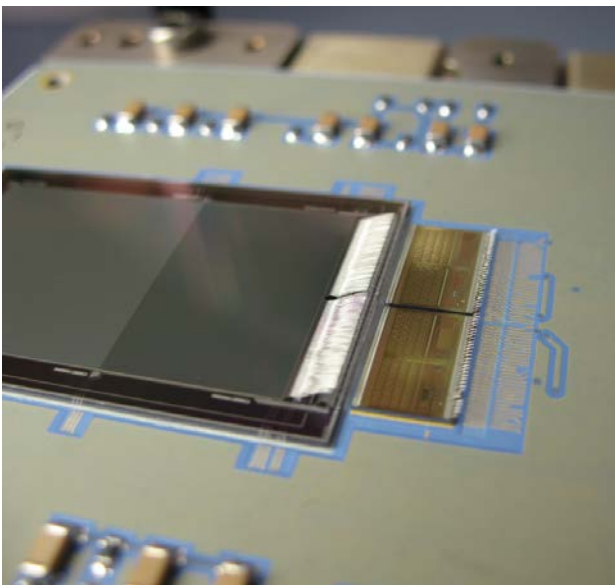


Figure 2 : Modèle de laboratoire du plan focal de MXT, avec le détecteur (pn-CCD) et l'électronique de lecture (2 ASICs) montés sur un circuit en céramique.

FORMATION ET COMPÉTENCES REQUISES

Le candidat devra être titulaire d'un master ou d'un diplôme d'ingénieur portant sur une ou plusieurs des thématiques suivantes : électronique, photonique, physique des détecteurs, interaction lumière-matière, astro-particules, mesures physiques, traitement du signal.

Des compétences relationnelles, rédactionnelles et de communication en anglais seront des atouts nécessaires pour le travail demandé au sein de la collaboration internationale.

Il lui faudra également un vif goût pour la réalisation expérimentale et pour le travail de groupe.

COMPÉTENCES ACQUISES

A travers des travaux d'expérimentation et de simulation et en s'appuyant des collaborations avec des organismes prestigieux, le doctorant acquerra une forte expertise dans l'instrumentation spatiale, et notamment sur la physique des détecteurs semi-conducteurs.

Pour atteindre ces objectifs scientifiques, il sera amené à concevoir des cartes de test, à définir des protocoles expérimentaux, à développer des programmes informatiques pour l'analyse des données et la modélisation physique, compétences techniques pouvant être valorisées dans l'industrie comme dans la recherche par la suite.

COLLABORATIONS/PARTENARIATS

Le doctorant sera en contact avec des experts des détecteurs de spectro-imagerie X du MPE, institut de renommée internationale dans le domaine de l'astronomie spatiale.

Il sera amené à présenter ses travaux au sein du consortium franco-chinois de la mission SVOM et dans des congrès internationaux.

CONTACTS

Aline Meuris :

aline.meuris@cea.fr, 01 69 08 12 73