

ETUDE D'UN SPECTROMETRE IMAGEUR COMPACT SUBMILLIMETRIQUE POUR L'ASTROPHYSIQUE SPATIALE

DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

Herschel et Planck, les télescopes spatiaux de l'ESA lancés en 2009, ont contribué de façon décisive à l'avancée des connaissances en astrophysique et en cosmologie. Grâce à sa sensibilité jusque-là inégalée dans le domaine submillimétrique, Herschel a par exemple, complètement changé notre vision de certains processus de formation stellaire et révolutionné notre compréhension de la formation des galaxies. De même, Planck a permis d'obtenir la carte du fond diffus cosmologique (CMB) la plus précise à ce jour. Afin de poursuivre l'étude du ciel dans le domaine submillimétrique, et notamment tenter de répondre à certaines questions fondamentales (existence des ondes gravitationnelles par la mesure de la polarisation du CMB, formation des étoiles massives, étude des galaxies lointaines) les prochaines générations d'instruments spatiaux dans ce domaine de longueur d'onde devront non seulement être plus sensibles, mais également permettre la mesure de la polarisation du rayonnement, ainsi que celle de son spectre.

Le CEA (Service d'Astrophysique à Saclay et LETI à Grenoble) a conçu les matrices de détecteurs cryogéniques (bolomètres) qui ont équipé l'instrument PACS sur Herschel. Nous poursuivons les développements de ces détecteurs, dans le cadre d'un Labex (FOCUS) et d'une R&T CNES afin de pouvoir proposer des solutions de détection innovantes pour les prochaines missions spatiales du domaine. Ces bolomètres tout silicium, de type résistif fonctionnent à 100 mK et peuvent atteindre une sensibilité (NEP) de l'ordre de quelques $10E-18$ W/sqrt(Hz) (voire en dessous s'ils sont utilisés à plus basse température).

L'objet de cette thèse sera l'étude puis la validation expérimentale de l'aspect **spectroscopique** de ces détecteurs, de manière à obtenir un prototype d'**imageur hyperspectral submillimétrique**. Grâce à leur design spécifique (absorption du rayonnement via une cavité quart d'onde), ces bolomètres sont parfaitement prédisposés à la spectroscopie soit au sein même du pixel, soit de façon collective en considérant la matrice dans son

ensemble. Nous avons déjà testé avec succès un système utilisant une couche de silicium en face incidente qui permet de modifier la réponse spectrale des détecteurs pour l'adapter à une bande spectrale donnée. En partant de ce principe, et en le combinant avec le procédé découvert par Gabriel Lippmann il y a plus de 100 ans (procédé qui consiste à scanner la figure d'interférence qui se forme dans une cavité fermée par un réflecteur, le pixel dans notre cas), il est possible de remonter aux informations spectrales du rayonnement incident sur un très faible volume.

La thèse poursuivra ces travaux de manière à obtenir un spectromètre imageur submillimétrique ultra-compact, débarrassé des contraignantes parties mécaniques mobiles qui sont traditionnellement utilisées dans ce type d'instrument.

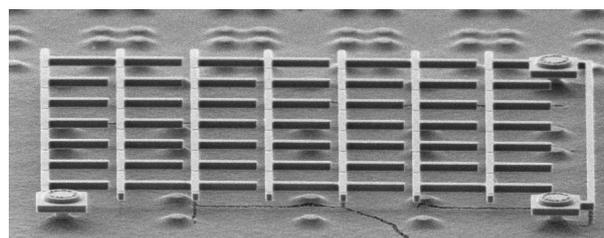


Figure 1 : Photographie au microscope électronique d'un pixel bolométrique nouvelle génération (100 microns de taille) développé par le LETI.

DESCRIPTION

GROUPE/LABO/ENCADREMENT

La thèse s'effectuera au sein du Service d'Astrophysique (SAp) du CEA Saclay, dans le laboratoire LSIS. Le groupe « bolométrie infrarouge » est composé de physiciens instrumentalistes, ingénieurs de recherche et techniciens. Dans le cadre de projets précédents (Herschel PACS, Artémis, PILOT) le groupe a déjà travaillé en étroite relation avec les laboratoires d'électronique et de qualité spatiale du SAp ainsi que les laboratoires d'étude des galaxies et de formation stellaire. La thèse sera encadrée par un

physicien du laboratoire, épaulé par le chef de groupe.

TRAVAIL PROPOSE

Le travail s'articulera **suivant trois axes** :

- modélisation des solutions envisagées (amélioration des simulations analytiques existantes et création de modèles 3D sur logiciels multiphysiques),
- caractérisation instrumentale des prototypes en laboratoire (utilisation d'un interféromètre à transformée de Fourier de type Martin Puplett),
- optimisation du traitement de données (en collaboration avec d'autres équipes du laboratoire).

FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Le candidat devra être titulaire d'un Master2 d'une des spécialités suivantes:

- Astronomie, Astrophysique et Ingénierie spatiale
- Optique

Le candidat peut avoir un parcours universitaire (physique, physique appliquée) ou venir d'une Grande Ecole (SupOptique, Supelec,...).

COMPETENCES ACQUISES

Durant cette thèse, le candidat aidé de membres du laboratoire, sera amené à développer des systèmes de caractérisation associant cryogénie, optique et électronique.

L'utilisation de bolomètres cryogéniques comme brique de base du projet donnera au candidat un socle de connaissance dans le domaine de l'observation astrophysique submillimétrique.

Enfin, dans le cadre du traitement de données, des connaissances en traitement du signal et en résolution de problèmes inverses seront acquises.

COLLABORATIONS/PARTENARIATS

Le projet est développé en collaboration avec le CEA LETI à Grenoble. Des collaborations seront possibles avec l'IAS à Orsay. En fonction des résultats obtenus, il pourrait être envisagé de tester un prototype sur le ciel sur le télescope submillimétrique APEX au Chili.

CONTACTS

Directeur de thèse :

Dr. Vincent REVERET vincent.reveret@cea.fr

Co-encadrant :

Dr. Louis Rodriguez louis.rodriguez@cea.fr