

TITRE: Détecteurs multi-fréquences pour l'observation de la polarisation du rayonnement fossile

SUJET:

L'étude des fluctuations polarisées du rayonnement fossile à 3K (Cosmic Microwave Background, CMB) apparaît aujourd'hui comme une voie incontournable pour progresser dans notre compréhension de l'Univers. Après Planck, la communauté européenne étudie actuellement deux options dans le cadre d'une mission spatiale dédiée à la caractérisation de la polarisation du ciel sub-millimétrique et millimétrique: une participation à la mission spatial japonaise LiteBird d'une part et l'optimisation du concept d'instrument spatial CORe+ d'autre part en vue de l'appel d'offre ESA M6 ou d'une collaboration avec l'Inde.

Dans ces deux cas, l'optimisation des performances optiques de l'instrument serait grandement simplifiée si l'on pouvait réduire les dimensions physiques du plan focal. Une solution pour atteindre cela serait de réaliser des détecteurs cryogéniques multi-fréquences, c'est à dire intégrant de nouvelles fonctionnalités s'approchant de la spectroscopie. En pratique, une telle architecture de détection se base sur l'utilisation d'une antenne large bande connectée à un circuit planaire puis aux détecteurs (bolomètres ou détecteurs à inductance cinétique du type KIDs), tout cela aux températures cryogéniques ( $T < 0.3K$ ). Plusieurs options sont envisagées pour le circuit planaire, la plus simple étant une banque de filtres venant alimenter plusieurs détecteurs. Une première version bi-fréquence est en cours d'étude dans le cadre d'un contrat avec l'ESA entre les universités de Manchester, Maynooth, Chalmers, Rome et l'APC.

Nous proposons de partir des premiers résultats et d'aboutir à un prototype fonctionnel avec quelques pixels et une faible résolution spectrale ( $R=10$ ) fonctionnant autour de 150GHz. Pour atteindre cela, on utilisera des détecteurs du type KIDs couplés à une antenne large bande et une banque de filtres millimétriques réalisés en technologie planaire. L'étude portera dans un premier temps sur l'optimisation de l'antenne large bande puis sur le choix du type de filtre ainsi que l'amélioration du couplage avec le détecteur. Ces études se feront avec les moyens de modélisation et de caractérisation électromagnétique disponibles à l'APC (CST MWS, Sonnet, cryostat à dilution, cryostat à désaimantation adiabatique, analyseur vectoriel millimétrique). Les échantillons seront réalisés à l'observatoire de Paris ainsi qu'à la plateforme technologique du C2N (Orsay). Ces travaux seront réalisés en collaboration avec l'observatoire de Paris, l'institut Néel et le LPSC à Grenoble ainsi que le Centro Atómico à Bariloche et le CNEA à Buenos Aires (Argentine).

Selon le profil de l'étudiant, le travail de thèse pourra se concentrer sur différentes activités: a) modélisation et design, b) caractérisations à basse température, c) micro-fabrication. Le candidat devra avoir des compétences dans au moins l'un des domaines suivants: design radiofréquence, instrumentation pour l'astronomie, technologies de micro-fabrication.

Encadrants: M. Piat (HDR, APC-Paris)  
piat@apc.univ-paris7.fr

TITLE: Multichroic detectors for Cosmic Microwave Background polarisation observation

DESCRIPTION:

To optimise the optical performances of a future space instrument dedicated to CMB polarisation observations, it will be very interesting to reduce the physical size of the focal plane without decreasing the number of detectors. An elegant way to reach such architecture would be to use multichroic detectors that are sensitive to multiple frequency bands. A large bandwidth antenna could be used to feed multiple detectors (TESs or KIDs) through different bandpass filters. A first architecture has been defined within an ESA contract between some European partners (universities of Manchester, Maynooth, Chalmers, Roma la Sapienza and APC).

The goal will be to optimise and realize a first prototype working at 150GHz with few bands and relatively low spectral resolution ( $R \sim 10$ ). The antenna, the filter bank and the KIDs detectors will be integrated on a planar structure. The study will concentrate on the optimisation of large bandwidth antenna together with the filter bank and the coupling with the detector. The optimisation will be done using the modeling softwares and facilities available at APC (CST-MWS, Sonnet, dilution fridge, adiabatic demagnetization fridge, 70GHz-250GHz vector network analyser). Samples will be realized in the clean room facility of Observatoire de Paris as well as in C2N-MINERVE (Orsay).

According to the exact competences and preferences of the student, we could focus her/his activity on one or two of the key aspects: a) modeling and design; b) characterizations at cryogenic temperatures; c) micro-fabrication. The candidate should have competences in at least one of the following domains: RF (radio-frequency) design, instrumentation for astronomy, microfab technologies.

PhD Director: M. Piat (HDR, APC-Paris)  
piat@apc.univ-paris7.fr