

*Abhishek Maniyar*

*« \_Du CMB au CIB: Formation des étoiles, énergie noire et kSZ\_ . »*

*Jeudi 19 septembre 2019 à 10h*

*Amphithéâtre du LAM.*

Les membres du jury seront :

- Prof. Dr. Guilaine LAGACHE (LAM, Marseille),  
Directeur de thèse
- Dr. Matthieu BÉTHERMIN (LAM, Marseille),  
Co-directeur de thèse et Examineur
- Prof. Dr. Jean-Loup PUGET (Université Paris Sud, Paris),  
Rapporteur
- Prof. Dr. David SPERGEL (Princeton University,  
Princeton), Rapporteur
- Prof. Dr. Mathieu LANGER (Université Paris-Sud, Paris  
) , Examineur
- Dr. Philip BULL (Queen Mary University  
of London, London), Examineur
- Prof. Dr. Hélène COURTOIS (Université Lyon 1, Lyon),  
Président du jury

La soutenance en anglais, sera suivie du traditionnel pot.

**Résumé :**

Le fond diffus infrarouge (CIB) provient de l'émission cumulée des galaxies sur toute l'histoire de l'Univers, dans le domaine de longueur d'onde 1-1000  $\mu\text{m}$ . Ainsi, le CIB sonde la formation et l'évolution des galaxies sur une grande gamme de décalage vers le rouge. Ces dernières années, les anisotropies du CIB sont devenues un outil cosmologique important, comme traceur des grandes structures. Les anisotropies ont été utilisées pour i) sonder la cosmologie, avec par exemple, la première détection des modes B du fond diffus cosmologique (CMB) et ii) obtenir des informations sur les processus physiques régissant la formation des étoiles et l'évolution des galaxies.

Dans cette thèse, nous utilisons les anisotropies du CIB pour:

i) Mesurer l'histoire de la formation des étoiles de l'Univers et le biais effectif des halos de matière noire hébergeant les galaxies formant le CIB jusqu'à un décalage rouge élevé. En utilisant la

mesure de ce biais effectif, nous calculons la masse typique des halos de matière noire, hôtes des galaxies formant des étoiles, sur une grande gamme de décalage vers le rouge. Nous montrons également que les paramètres de notre modèle CIB ne changent pas de manière significative avec le modèle cosmologique. Pour la première fois, nous utilisons la corrélation croisée CIBxlentillage du CMB pour améliorer les contraintes sur les paramètres du modèle CIB.

ii) Prédire l'effet Sachs-Wolfe intégré (ISW) grâce à la corrélation croisée entre le CIB et le CMB. En utilisant le CIB comme traceur de la structure à grande échelle, la corrélation croisée avec le CMB fournit une sonde alternative de l'énergie noire. Nous montrons que le CIB, extrait sur une grande fraction du ciel, peut fournir la meilleure mesure de l'effet ISW (en terme de rapport S/B). En utilisant un formalisme matriciel de Fisher, nous prédisons l'amélioration des contraintes sur les paramètres cosmologiques en utilisant l'ISW mesuré avec le CIB. Enfin, nous mesurons cet effet grâce aux données Planck et montrons que les résidus de poussière galactique dans les cartes du CIB sont trop importants pour pouvoir détecter l'ISW.

iii) Mesurer le spectre de puissance de l'effet Sunyaev-Zel'dovich cinétique (kSZ) caché dans les données du spectre de puissance du CMB. Nous améliorons les analyses existantes en combinant les mesures du CIB (de Planck/HFI et Herschel/SPIRE) et les observations de Planck, SPT et ACT pour étendre la gamme des échelles spatiales et des fréquences afin de faciliter la mesure du kSZ. Nous développons un nouveau modèle pour le CIB (pour pouvoir tenir compte des petites échelles spatiales), et modélisons de façon cohérente l'effet SZ thermique (tSZ) et la corrélation CIBxtSZ. Ceci est absolument nécessaire pour pouvoir séparer avec précision ces différentes composantes dans le spectre de puissance. Les études antérieures ont utilisé une approche fondée sur des patrons pour les spectres de puissance du CIB, tSZ et CIBxtSZ, et certains des patrons utilisés n'étaient pas motivés physiquement (p. ex. loi de puissance pour le CIB utilisée dans les analyses SPT et ACT). C'est la première fois que ces trois composantes varient explicitement avec la cosmologie dans ce type d'analyse et qu'elles sont modélisées de manière cohérente. Notre objectif est de mesurer précisément le spectre de puissance du kSZ à partir des données CMB en incluant ces modèles dans la vraisemblance, fonction mathématique qui permet d'estimer l'adéquation entre le modèle et son jeu de paramètres, et les données. Le spectre de puissance kSZ détecté sera utilisé pour fournir des contraintes sur l'époque de réionisation. En effet, l'évolution du degré d'ionisation peut-être obtenu en combinant l'amplitude du kSZ

déecté, à la profondeur optique mesurée en polarisation par Planck.

---

« From the CMB to  
CIB: dusty star formation, dark energy and kSZ.

The jury committee will be:

- Prof. Dr. Guilaine LAGACHE (LAM, Marseille),  
Directeur de thèse
- Dr. Matthieu BÉTHÉRMIN (LAM, Marseille),  
Co-directeur de thèse et Examineur
- Prof. Dr. Jean-Loup PUGET (Université Paris Sud, Paris),  
Rapporteur
- Prof. Dr. David SPERGEL (Princeton University,  
Princeton), Rapporteur
- Prof. Dr. Mathieu LANGER (Université Paris-Sud, Paris  
) , Examineur
- Dr. Philip BULL (Queen Mary University  
of London, London), Examineur
- Prof. Dr. Hélène COURTOIS (Université Lyon 1, Lyon),  
Président du jury

The presentation, in English, will be followed by the traditional buffet.

**Abstract:**

The CIB is the cumulative infrared emission from all the galaxies throughout cosmic history. Its distinct frequency-redshift dependence allows to probe a large span of redshifts. In the last few years, anisotropies of the CIB have become an important cosmological tool as a tracer of the large-scale structures. The CIB anisotropies have been used to i) probe the cosmology (e.g. the first detection of the CMB B-modes) and ii) derive information on the physical processes governing the star formation, and galaxy evolution.

In this thesis, we utilise the CIB anisotropies detected by the Planck satellite to:

- i) Measure the star formation history of the Universe and the effective bias of the dark matter halos hosting the CIB type galaxies up to a high redshift. Using the measurement of this effective bias, we calculate the

typical mass of the host dark matter halos for the CIB galaxies at different times. We also show that the parameters of our CIB model do not change significantly with cosmology. We use the CIB-CMB lensing cross-correlation in our likelihood to improve the constraints upon the CIB model parameters, which has been done for the first time.

ii) Predict the Integrated Sachs Wolf effect by cross-correlating the CIB and CMB. Using the CIB as a tracer of the large scale structure, the cross-correlation with the CMB provides with an alternative probe of the dark energy. Theoretical work by Ilic et al. (2011) and our team showed that the CIB, extracted on a large fraction of the sky, may provide the best Integrated Sachs Wolf measurement (in terms of S/N ratio). Using a Fisher matrix formalism, we also predict the improvement on the constraints on the cosmological parameters using the ISW measured with this technique. We cross-correlate the best available maps of the CIB and the CMB and find that the dust residuals in the CIB maps are too high to detect the ISW through this cross-correlation method. We conclude that better cleaned maps of the CIB (in terms of dust residuals) extracted over a large portion of the sky are required to be able to use the CIB to detect the ISW.

iii) Measure the kinetic Sunyaev-Zel'dovich (kSZ) power spectrum hidden in the CMB power spectrum data. In this project, we improve upon the existing analysis by combining the CIB measurements (from Planck/HFI and Herschel/SPIRE) and multi-frequency sub-millimeter and millimeter observations by Planck, SPT and ACT to extend the range of scales and frequencies to facilitate the kSZ measurement. We develop a power spectrum analysis based on physically motivated but simplistic and consistent models of foreground components (CIB, tSZ, tSZxCIB) to accurately separate the kSZ from the CMB. Previous studies used a template based approach to model the CIB, tSZ, and CIB-tSZ power spectra where some of the templates used were not physically motivated (e.g. power law template for the CIB used in SPT and ACT analysis). We replace the template models for the CIB, tSZ, and CIB-tSZ in the Planck HiLLiPOP likelihood with our models. It is for the first time that these three foregrounds are explicitly varied with cosmology in this type of analysis. As mentioned above, our aim is to detect the kSZ power spectra from the CMB data using this approach. The detected kSZ power spectrum will be used to provide constraints on the reionization signal encoded in the patchy part of the kSZ measurement. This will help us constrain the duration of reionization. A sufficiently accurate history of the reionization can be obtained by combining different tools like the detected kSZ amplitude, optical depth to reionization measurements by the polarized CMB data, UV luminosity functions at high redshifts etc.