



Euclid : Estimation de la masse des amas de galaxies par effet de lentille gravitationnelle faible en s'appuyant sur la distribution de matière projetée (4-6 mois)

Spécialité Astrophysique

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DEDIP/LILAS](#)

Candidature avant le 28/02/2025

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse non

Contact [PIRES Sandrine](#)
+33 1 69 08 80 72
sandrine.pires@cea.fr

Résumé

Le but du projet est de développer une méthode qui permet de mesurer la masse des amas de galaxies en s'appuyant sur les cartes de convergence et de comparer les résultats avec les méthodes existantes qui s'appuient sur les données de cisaillement gravitationnel.

Sujet détaillé

Les amas de galaxies sont les plus grandes structures de l'Univers liées par la gravité. Leur contenu est le reflet de celui de l'Univers: 85% de matière noire et seulement 15% de matière ordinaire. Les amas sont une précieuse source d'information pour la Cosmologie et sont particulièrement importants pour l'étude de la matière noire. La deflexion des rayons lumineux par les amas de galaxies par effet de lentille gravitationnelle permet de cartographier la masse des amas indépendamment de leur nature. Les futurs relevés optiques grand champ dédiés à la mesure du cisaillement gravitationnel tels que Euclid vont permettre pour la première fois de détecter des amas de galaxies en s'appuyant sur l'observation du cisaillement gravitationnel due à leur masse totale. Cela va nous permettre de construire un catalogue d'amas représentant la vraie population d'amas qui va ainsi nous permettre de mieux contraindre les abondances d'amas de galaxies dans l'Univers.

L'objectif du stage consiste à mettre au point un nouvel estimateur non biaisé de la masse des amas de galaxies à partir des effets de lentilles gravitationnelles, pour l'échantillon d'amas détectés précédemment.

La méthode standard consiste à réaliser une simple dé-projection du signal de cisaillement en utilisant le modèle sphérique Navarro-Frenk-White (NFW) standard de densité d'un amas. Cette méthode donne une estimation de la masse au premier ordre mais il a été montré récemment par Giocoli et al. 2024 que la triaxialité des amas introduit un biais important dans l'estimation de la masse. L'utilisation de la convergence (e.g. Pires et al. 2020) qui est directement reliée à la distribution de masse projetée peut permettre de réduire cet effet.

Dans un premier temps, le candidat(e) devra produire des simulations de cartes du signal attendu pour un amas de

galaxies par effet de lentille gravitationnelle en s'appuyant sur les caractéristiques du relevé Euclid (bruit, distribution de redshift des sources,...). Il devra alors développer une nouvelle méthode non paramétrique pour estimer la masse des amas de galaxies à partir de la convergence. Les résultats seront comparés à ceux obtenus avec les méthodes traditionnelles qui s'appuient sur le cisaillement.

Ce stage qui sera co-encadré à la fois par S. Pires (Astrostatisticienne et experte en effet de lentille gravitationnelle faible) et Loris Chappuis (Expert en amas de galaxies) se déroulera dans un contexte très stimulant avec l'arrivée des premières données de la mission Euclid prévue en Mars 2025

Durée : 4 à 6 mois

Mots clés

Traitement du signal

Compétences

Astrophysique, Traitement du signal

Logiciels

python 3

Euclid : Estimation of the mass of the clusters of galaxies using weak lensing convergence maps (4-6 months)

Summary

The aim of the project is to develop a method to estimate the mass of galaxy clusters using convergence maps and to compare the results with existing methods that rely on shear data.

Full description

Clusters of galaxies are the largest and most massive collapsed structures in the Universe. Their content reflects that of the Universe : 85% of dark matter and only 15% of ordinary matter in the galaxies and the inter-galactic gas. Clusters contain valuable information on cosmology, and are particularly important for dark matter studies. Weak Lensing is the process in which light from background galaxies is bent by foreground objects (i.e cluster of galaxies) as it travels toward us. The resulting distortions in the shape of background galaxies provides a direct way to probe the total mass distribution of galaxy clusters. Upcoming full-sky weak lensing surveys such as Euclid will offer for the first time the possibility to detect galaxy clusters based on their lensing signal i.e. directly on their total mass. This will allow us to build a galaxy cluster catalogue representative of the true cluster population, providing new constraints on galaxy cluster abundances in the Universe.

The goal of the project is to develop a new (unbiased) estimator of the mass of the clusters of galaxies selected by weak lensing.

While a simple deprojection of a standard spherical Navarro-Frenk-White (NFW) density model will give a first-order mass estimate, the triaxiality of the clusters introduces an important scatter in the mass estimate, as has been recently demonstrated by Giocoli et al. 2024. The use of the convergence helps mitigate this issue because it gives a direct access to the projected mass distribution (e.g. Pires et al 2020).

In a first part, the student will produce semi-analytical simulations of the expected weak Lensing signal from a cluster of galaxies based on the characteristics of the Euclid survey (noise, redshift distribution of the sources,...). Then, he will develop a new model-independent method to estimate the mass of the cluster from the convergence. The results will be compared to those obtained with traditional methods based on the shear signal.

The supervision of the thesis will be jointly performed by S. Pires (Astrostatistician and Weak Lensing expert) and Loris Chappuis (Cluster of galaxies expert). The student will be in a very stimulating context with the first quick release of Euclid Survey data currently planned for March 2025

Duration : 4 - 6 months

Keywords

Amas de galaxie, Lentilles gravitationnelles faibles

Skills

Astrophysics, Signal processing

Softwares

python 3