

## Détection d'amas de galaxies par effet de lentille gravitationnelle faible pour CFIS et Euclid

**Spécialité** Astrophysique

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil**

**Candidature avant le** 28/02/2020

**Durée** 4 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [PIRES Sandrine](mailto:sandrine.pires@cea.fr)  
+33 1 69 08 92 63  
[sandrine.pires@cea.fr](mailto:sandrine.pires@cea.fr)

**Autre lien** <http://irfu.cea.fr/dap/>

### Résumé

Euclid est une mission de l'ESA de référence internationale en cosmologie qui doit être lancée en 2022. Le laboratoire AIM est fortement impliqué dans cette mission dont il est à l'origine. Il est aussi fortement impliqué dans le relevé CFIS (PI : Jean-Charles Cuillandre) qui est en cours et qui doit fournir une partie des données sol nécessaires à la mission Euclid.

Dans Euclid, le laboratoire AIM a la responsabilité de développer les méthodes pour la construction du catalogue d'amas de galaxies détectés par effet de lentille gravitationnelle faible. Dans ce contexte, un prototype dédié à la détection d'amas de galaxies à partir uniquement de ses effets de lentille gravitationnelle a été développé. Le but du stage est de mettre en oeuvre et d'évaluer la qualité de ce prototype et de l'appliquer au relevé CFIS.

### Sujet détaillé

Contexte scientifique:

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 sa nature. Les relevés grand champ dédiés à la mesure du cisaillement gravitationnel tels que CFIS et Euclid vont permettre pour la première fois de détecter des amas de galaxies directement sur 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.

Sujet:

Les objectifs du stage sont les suivants:

1- A partir de simulations d'amas de galaxies réalistes obtenues à partir de simulations cosmologique, le candidat(e)

---

utilisera le prototype de la méthode de détection pour construire un échantillon d'amas de galaxies et évaluera la qualité de la sélection en termes de pureté et complétude de l'échantillon.

2- Le candidat(e) appliquera ensuite le prototype aux données CFIS pour obtenir un échantillon d'amas de galaxies détectés par effet de lentille gravitationnelle.

3- Le candidat(e) pourra éventuellement proposer une nouvelle méthode de détection.

Le travail proposé permettra à l'étudiant de se familiariser avec les problèmes inverses, les méthodes de traitement du signal parcimonieuses et le domaine des amas de galaxies. Ce stage pourra éventuellement déboucher sur une thèse.

Candidat:

Le candidat est un étudiant en Master 2 (ou équivalent) en astrophysique ou traitement du signal/image. Une expérience de programmation en python est un plus.

Contexte d'accueil:

Le stage se déroulera au sein du département d'astrophysique (<http://irfu.cea.fr/Sap>) du CEA Saclay, à l'interface entre le groupe amas de galaxies et le groupe CosmoStat. Le groupe CosmoStat a une expertise reconnue en traitement du signal, il est composé d'une équipe pluri-disciplinaire dont les recherches incluent le développement de nouvelles méthodes statistiques et de traitement du signal et leurs applications à l'analyse des données pour la cosmologie et d'autres domaines. Le groupe Amas de Galaxies utilise des observations multi-longueur d'ondes (optique, X, mm) pour comprendre les propriétés des amas de galaxies. Ils possèdent une longue expérience dans les observations X et ont été les principaux acteurs dans la construction et l'exploitation du catalogue d'amas de galaxies obtenu à partir du relevé SZ Planck. L'encadrement sera mené conjointement entre Sandrine Pires (Astrostatisticienne et spécialiste du cisaillement gravitationnel) et Gabriel Pratt (spécialiste des amas de galaxies).

## **Mots clés**

## **Compétences**

## **Logiciels**

python

---

# Galaxy cluster detection with Weak Lensing for CFIS and Euclid

## Summary

The laboratory AIM initiator of the mission, is strongly involved in Euclid. AIM is also strongly involved in the ongoing CFIS survey (PI: Jean-Charles Cuillandre) that has to provide some of the ground-based data necessary for the Euclid mission.

In Euclid, AIM has the responsibility to provide the catalogue of galaxy clusters detected by weak lensing.

In this context, one prototype dedicated to the detection of galaxy clusters using exclusively the weak lensing signal has been developed. The internship aims to evaluate the quality of the prototype on simulated data and to apply it on CFIS data.

## Full description

### Scientific context

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.

Weak lensing surveys covering a large fraction of the sky such as CFIS and 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.

### Subject

The objectives of the internship are the following:

- 1- Based on realistic mock observations derived from cosmological numerical simulations, the candidate will use the prototype of the detection method to build a sample of galaxy clusters detected exclusively from their lensing signal and assess its associated completeness and purity.
- 2- The candidate will apply the prototype on CFIS data in order to build a real sample of galaxy clusters detected using only their weak lensing signal.
- 3- The candidate can potentially suggest a new methods of detection.

The proposed work will allow the student to learn about inverse problems, sparse image processing and galaxy clusters. This internship project can potentially be continued as a PhD.

### Candidate:

The candidate should be a Master 2 (or equivalent) in either physics, astrophysics or signal/image processing. Experience with python coding would be advantageous.

### Scientific environment:

The internship will take place in the Astrophysical Department of CEA Saclay (<http://irfu.cea.fr/dap/>), at the interface of the Galaxy Clusters group and the CosmoStat group (<http://www.cosmostat.org>). The CosmoStat group is recognised for its expertise in Signal processing, it hosts a multidisciplinary team whose research include statistical methods, signal processing, and cosmology. The Galaxy clusters group uses multi-wavelength (optical, X-ray, mm) data to probe the properties of galaxy clusters. They have extensive experience of X-ray observations, and were key members in the construction and exploitation of the cluster catalogue from the Planck SZ survey. Supervision will be jointly performed by Sandrine Pires (Astrostatistician and Weak Lensing expert) and Gabriel Pratt (Galaxy Cluster expert).

## Keywords

---

## **Skills**

## **Softwares**

python