



## Développement d'un algorithme basé sur l'intelligence artificielle pour l'inspection visuelle des modules à pixel du projet ATLAS-ITK

**Spécialité** Réseaux de neurones

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 1

**Unité d'accueil** [DEDIP/LILAS](#)

**Candidature avant le** 07/07/2025

**Durée** 6 mois

**Poursuite possible en thèse** non

**Contact** [Jonathan Kern](#)

[jonathan.kern@cea.fr](mailto:jonathan.kern@cea.fr)

### Résumé

L'objet de ce stage de césure, de 6 mois à 1 an, est de développer un algorithme basé sur des techniques d'intelligence artificielle pour automatiser l'inspection visuelle des modules à pixel à câbler dans le cadre du projet ATLAS ITK.

### Sujet détaillé

#### LE CADRE DE TRAVAIL

Le DEDIP (Département d'Electronique, des Détecteurs et d'Informatique pour la Physique) de l'IRFU (l'Institut de Recherche sur les lois Fondamentales de l'Univers) conçoit des systèmes d'acquisition de données pour les grandes expériences de physique fondamentale et d'astrophysique, du détecteur de particules à l'électronique d'acquisition des signaux.

Les personnels du DEDIP, physiciens et équipes de conception électronique et mécanique, imaginent et réalisent des détecteurs de particules et de rayonnements permettant une meilleure compréhension de l'infiniment petit.

L'objet de ce stage est de développer un algorithme basé sur des techniques d'intelligence artificielle pour automatiser l'inspection visuelle des modules à pixel à câbler dans le cadre du projet ATLAS ITK.

#### MISSION

Intégré(e) au sein du Laboratoire d'ingénierie logicielle pour les applications scientifiques (LILAS), le stagiaire sera en charge de :

- Se former sur la problématique générale de détection d'anomalies sur des images de textures, qui est un domaine en plein essor évoluant rapidement
- Comprendre le fonctionnement de l'algorithme existant (basé sur un travail de thèse de doctorat)
- Prendre en main les différents codes existants permettant de configurer, d'entraîner l'algorithme ainsi que sa plateforme de déploiement (basé sur une application web développée en interne et déployée dans un docker swarm)

- 
- Implémenter le plan de développement existant et l'étoffer avec des nouvelles idées pour améliorer les performances de l'algorithme
  - Rédiger une documentation utilisateur et l'intégrer à l'interface

## PROFIL RECHERCHE

-----  
Le candidat est en M1 (école d'ingénieur ou université) et recherche un stage de césure de 6 mois à 1 an.

Les compétences recherchées sont :

- Maîtrise de Linux et du langage Python
- Une expérience avec des packages spécialisés pour le développement d'algorithmes basés sur l'intelligence artificielle comme pytorch est fortement appréciée
- Une expérience avec l'analyse d'image en général est fortement appréciée
- Une expérience avec Docker et Swarm est un plus
- Une expérience avec les logiciels de versioning (GitLab, GitHub) est un plus

Moyens / Méthodes / Logiciels : Python, Docker, Swarm, Gitlab

Le candidat doit faire preuve de dynamisme et curiosité pour le domaine et avoir un goût prononcé pour la programmation et l'intelligence artificielle.

De plus, le candidat a le goût de l'innovation, un attrait pour les produits hors du commun et souhaite découvrir le monde de la recherche fondamentale et les métiers associés.

## CANDIDATURE

-----  
CV et lettre de motivation

Lien vers réalisations logicielles / projets passés apprécié

## Mots clés

## Compétences

- Maîtrise de Linux et du langage Python - Une expérience avec des packages spécialisés pour le développement d'algorithmes basés sur l'intelligence artificielle comme pytorch est fortement appréciée - Une expérience avec l'analyse d'image en général est fortement appréciée - Une expérience avec Docker et Swarm est un plus - Une expérience avec les logiciels de versioning (GitLab, GitHub) est un plus

## Logiciels

Python, Docker, Swarm, Gitlab

---

## **Summary**

## **Full description**

## **Keywords**

## **Skills**

## **Softwares**

Python, Docker, Swarm, Gitlab



## Localiser les photons gamma dans les 3 dimensions d'un détecteur semi-conducteur en CdZnTe : prédictions par simulations et études expérimentales

Spécialité PHYSIQUE

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil [DEDIP/LASYD](#)

Candidature avant le 16/04/2025

Durée 5 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [LE BRETON Rémy](#)

+33 1 69 08 67 57

[remy.le-breton@cea.fr](mailto:remy.le-breton@cea.fr)

### Résumé

### Sujet détaillé

Plusieurs groupes dans le monde, dont le nôtre au CEA-Saclay, ont développé des concepts de spectro-imageurs X dur à base de semi-conducteurs haute densité pixélisés pour l'astrophysique (CZT pour NuSTAR, CdTe pour Solar Orbiter) ou pour des applications industrielles (Hexitec, CdTe). Leur gamme d'énergie reste toutefois limitée à environ 200 keV en raison de la faible épaisseur des cristaux et de leurs limitations intrinsèques d'exploitation. Pour repousser la gamme en énergie au-delà du MeV, il faut des cristaux plus épais associés à des bonnes propriétés de transport des porteurs de charge. Cela est actuellement possible avec du CZT, mais nécessite néanmoins de relever plusieurs défis.

Dans un détecteur pixélisé où seules les coordonnées X et Y de l'interaction sont enregistrées, augmenter l'épaisseur du cristal dégrade les performances spectrales. Obtenir l'information de profondeur d'interaction Z dans un cristal monolithique permet théoriquement de lever le verrou associé. Cela nécessite le déploiement de méthodes expérimentales, de simulations physiques, de conception de circuits de microélectronique de lecture et de méthodes d'analyse de données originales.

L'objectif du stage est une étude de faisabilité de la méthode instrumentale envisagée se basant sur la mesure simultanée des signaux à la cathode et à l'anode du détecteur. Pour cela, il s'agira d'abord de réaliser une simulation du détecteur pour prédire la forme des signaux sur les électrodes en fonction de la position d'interaction (X, Y, Z) du photon. Puis il faudra reproduire ces signaux en laboratoire à l'entrée d'une nouvelle électronique de lecture (circuit intégré conçu par notre équipe) pour valider son intérêt pour le projet ou les besoins d'évolution de la conception.

Pour mener à bien ce projet, l'étudiant pourra s'appuyer sur un environnement de simulation développé en Python et en Julia pour des détecteurs CdTe minces, ainsi que des bancs de mesure existant pour des circuits de lecture

---

similaires. Il sera intégré dans une équipe d'ingénieurs-chercheurs avec des physiciens instrumentalistes, des concepteurs de circuits de lecture et des ingénieurs de test. Ce stage pourra se poursuivre en thèse dans l'objectif de concevoir un nouveau type de détecteur aux performances totalement inédites pour l'astrophysique gamma et pour l'industrie nucléaire.

### **Mots clés**

détecteur semi-conducteur, spectroscopie gamma, simulations physiques, instrumentation, électronique analogique, ASIC

### **Compétences**

simulations physiques, mesures physiques, électronique analogique

### **Logiciels**

python, julia

---

## Locating gamma photons in the 3 dimensions of a CdZnTe semiconductor detector: predictions by simulations and experimental studies

### Summary

### Full description

Several groups around the world, including our own at CEA-Saclay, have developed concepts for hard X-ray imaging spectrometer based on pixelated high-density semiconductors for astrophysics (CZT for NuSTAR, CdTe for Solar Orbiter) or for industrial applications (Hexitec, CdTe). However, their energy range remains limited to around 200 keV due to the thinness of the crystals and their intrinsic operating limitations. To extend the energy range beyond MeV, thicker crystals with good charge carrier transport properties are needed. This is currently possible with CZT, but a number of challenges need to be overcome.

In a pixelated detector where only the X and Y coordinates of the interaction are recorded, increasing the thickness of the crystal degrades spectral performance. Obtaining Z interaction depth information in a monolithic crystal theoretically makes it possible to overcome the associated problem. This requires the deployment of experimental methods, physical simulations, the design of readout microelectronics circuits and original data analysis methods.

The aim of the internship is to carry out a feasibility study on the proposed instrumental method based on the simultaneous measurement of signals at the detector's cathode and anode. To do this, we will first carry out a simulation of the detector to predict the shape of the signals on the electrodes as a function of the interaction position (X, Y, Z) of the photon. These signals will then have to be reproduced in the laboratory at the input of a new electronic readout (integrated circuit designed by our team) to validate its relevance for the project or the need for design changes.

To carry out this project, the student will be able to use a simulation environment developed in Python and Julia for thin CdTe detectors, as well as existing test benches for similar readout circuits. The student will be part of a team of research engineers including instrumental physicists, readout circuit designers and test engineers. This internship could be followed by a PhD with the aim of designing a new type of detector with completely new performance for gamma-ray astrophysics and the nuclear industry.

### Keywords

semiconductor detector, gamma spectroscopy, simulations, instrumentation, analog electronics, ASIC

### Skills

simulations, measurements, analog electronics

### Softwares

python, julia



## 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](mailto: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