

## **Proposition de contrat postdoctoral de 24 mois:**

Mesure de  $f\sigma_8$  via les champs de vitesses des distorsions de redshifts pour le télescope spatial Euclid.

**Responsable scientifique :** Prof. Hélène Courtois

**Nom du Laboratoire :** IP2I, 4 rue Enrico Fermi, 69622 Villeurbanne, France

**Groupe :** COSMOS

## **Résumé du travail demandé :**

Le projet international Euclid a pour objectif d'approfondir notre compréhension des processus de formation des grandes structures de l'univers, et de caractériser les propriétés de la masse manquante et de l'accélération de l'expansion.

Pour cela, la mise en place d'une cosmographie dynamique est nécessaire. En effet, les champs de vitesses et de densités sont d'excellents outils d'étude : en plus de mettre en évidence les attracteurs et zones de vides, ils permettent de remonter à la distribution de masse, aux spectres de puissances et ainsi de contraindre le taux de croissance des structures ( $f\sigma_8$ ) et les lois de la gravitation.

La présence de ces vitesses particulières au sein des amas et superamas induit des distorsions dans l'espace des redshifts (RSD). Ceux-ci provoquent l'effet Kaiser aux grandes échelles lors d'un effondrement cohérent (régime linéaire), et l'effet Finger-of-God aux petites échelles lorsque l'amas est virialisé, et que la cinématique des galaxies devient plus chaotique (régime non linéaire).

Avec le sondage de 40 millions de galaxies d'Euclid, nous observerons un décalage spectral, qui mixe les informations du redshift cosmologique dû à l'expansion (vitesses de récession) et du redshift dû à l'environnement gravitationnel (vitesses particulières).

L'étude des RSD, associée aux sondes des BAO et aux cartes de masses à 3 dimensions issues du weak-lensing, permettra donc de contraindre fortement les propriétés de la masse manquante et de l'accélération de l'expansion, plus particulièrement le taux de croissance  $f\sigma_8$ . De plus, cela permettra également d'étudier les cross -corrélations entre densité de masse et fluctuation du CMB, key project porté par l'IN2P3 au sein d'Euclid.

L'objectif de ce CDD chercheur post-doctoral est de développer une méthode numérique à l'aide des théories des perturbations non linéaires (type 2LPT), permettant de remonter aux champs de vitesses gravitationnels à partir des distorsions observables dans l'espace des redshifts. Cette démarche n'ayant jamais été tentée à cette échelle: en nombre de galaxies, en distribution en âge de l'univers ( $0,7 < z < 1,8$ ) et en couverture angulaire ( $15,000 \text{ deg}^2$ ), l'utilisation de ces effets peut potentiellement devenir une référence en matière de reconstruction des champs de vitesses, en particuliers aux petites échelles où les contributions non linéaires sont prépondérantes. L'autre objectif est l'étude des vides cosmiques par Euclid.

Ce travail serait effectué dans le cadre de GC-SWG et nécessitera une interaction avec d'autres groupes au sein d'Euclid.

Nous utiliserons pour cela des tests sur des ensembles de données observationnelles récemment obtenues par d'autres surveys (par exemple, DESI et eBOSS), et surtout les données issues de catalogues virtuels spécifiquement préparée pour et par le consortium Euclid (simulation Flagship) donc possédant les signatures caractéristiques de l'instrumentation du télescope.

Le consortium Euclid est composé de près de 900 chercheurs, issus de 200 laboratoires répartis dans 16 pays essentiellement en Europe. L'équipe COSMOS de par l'expertise mondiale d'Hélène Courtois dans ce domaine de l'étude des champs de vitesses, occupe une place toute particulière dans Euclid. Une collaboration avec d'autres scientifiques d'Euclid est fortement probable. Le lancement prévu en 2023 coïncide parfaitement avec le début du CDD, ce qui rend ce sujet opportun et critique pour l'Université Claude Bernard de Lyon et la place de la France dans l'exploitation scientifique de cette mission spatiale, pour laquelle l'investissement instrumental à l'IP2I a été très important depuis maintenant 10 ans.

### **Calendrier prévisionnel :**

- 1 ère année : développement du code, optimisation et étude de l'efficacité pour des millions de galaxies, basées sur la simulation Flagship, et les observations disponibles.
- 2 ème année : production scientifique d'estimations de contraintes de modèles cosmologiques pour l'année Y1 (1 an de prise de données d'Euclid) et prédictions pour Y6 (complétion du programme Euclid).

### **Salaire de l'université Claude Bernard Lyon 1:**

Chercheurs ancienneté jusqu'à 3 ans inclus 2 320 € brut, 1 864 € net  
Chercheurs de plus de 3 ans à 5 ans inclus 2 914 € brut, 2 341 € net  
Chercheurs de plus de 5 ans à 10 ans inclus 3 503 € brut, 2 815 € net

**Durée du contrat : 24 mois, début le plus tôt possible**

**Merci d'envoyer un CV + une lettre de motivations scientifiques (+ lettres de références facultatives) à :**

Prof. Helene Courtois  
Helene.courtois@univ-lyon1.fr

**Proposal for a 24-month postdoctoral contract:**

Measurement of  $f\sigma_8$  via velocity fields of redshift distortions for the Euclid space telescope.

**Scientific director :** Prof. Hélène Courtois

**Laboratory name:** IP2I, 4 rue Enrico Fermi, 69622 Villeurbanne, France

**Group:** COSMOS

**Summary of work requested:**

The international Euclid project aims to deepen our understanding of the formation processes of the large structures of the universe, and to characterize the properties of the missing mass and the acceleration of the expansion.

For this, the establishment of a dynamic cosmography is necessary. Indeed, the velocity and density fields are excellent study tools: in addition to highlighting the attractors and void zones, they make it possible to go back to the mass distribution, to the power spectra and thus to constrain the growth rate of structures ( $f\sigma_8$ ) and the laws of gravity.

The presence of these particular velocities within clusters and superclusters induces distortions in the redshift space (RSD). These cause the Kaiser effect at large scales during a coherent collapse (linear regime), and the Finger-of-God effect at small scales when the cluster is virialized, and the kinematics of the galaxies become more chaotic (nonlinear regime).

With Euclid's survey of 40 million galaxies, we will observe a spectral shift, which mixes the information of the cosmological redshift due to the expansion (recession speeds) and the redshift due to the gravitational environment (particular speeds).

The study of RSDs, associated with BAO probes and 3-dimensional mass maps from weak-lensing, will therefore make it possible to strongly constrain the properties of the missing mass and the acceleration of the expansion, more particularly the rate of growth  $f\sigma_8$ . In addition, this will also make it possible to study the cross-correlations between mass density and CMB fluctuation, a key project led by IN2P3 within Euclid.

The objective of this post-doctoral researcher contract is to develop a numerical method using nonlinear perturbation theories (type 2LPT), making it possible to trace gravitational velocity fields from observable distortions in the redshift space. This approach having never been attempted on this scale: in number of galaxies, in age distribution of the universe ( $0.7 < z < 1.8$ ) and in angular coverage ( $15,000 \text{ deg}^2$ ), the use of these effects can potentially become a reference for the reconstruction of velocity fields, in particular at small scales where nonlinear contributions are predominant.

The other objective is the study of cosmic voids by Euclid.

This work would be done as part of GC-SWG and will require interaction with other groups within Euclid. For this, we will use tests on sets of observational data recently obtained by other surveys (for example, DESI and eBOSS), and especially data from virtual catalogs specifically prepared for and by the Euclid consortium (Flagship simulation) therefore possessing characteristic signatures of the telescope's instrumentation.

The Euclid consortium is made up of nearly 900 researchers from 200 laboratories in 16 countries, mainly in Europe. The COSMOS team, thanks to the worldwide expertise of H el ene Courtois in this field of the study of velocity fields, occupies a very special place in Euclid. A collaboration with other Euclid scientists is highly likely. The launch scheduled for 2023 coincides perfectly with the start of the CDD, which makes this subject timely and critical for Lyon 1 University and for France's position in the scientific exploitation of this space mission, for which the instrumental investment at IP2I has been very important for 10 years now.

**Provisional timetable :**

- 1st year: development of the code, optimization and study of the efficiency for millions of galaxies, based on the Flagship simulation, and the available observations.
- 2nd year: scientific production of cosmological model constraints estimates for the year Y1 (1 year of Euclid data collection) and predictions for Y6 (completion of the Euclid program).

**Claude Bernard Lyon 1 University salary :**

Researchers up to 3 years inclusive after PhD : €2,320 gross, €1,864 net

Researchers over 3 to 5 years inclusive after PhD : €2,914 gross, €2,341 net

Researchers over 5 to 10 years inclusive after PhD : €3,503 gross, €2,815 net

**Duration of contract:** 24 months, start as soon as possible.

**Please send a CV + a scientific motivations letter (+ optional reference letters) to:**

Prof. Helene Courtois

helene.courtois@univ-lyon1.fr