

Proposition de stage de Master 2 Recherche **Année académique 2025 – 2026**

Responsable de stage : Johan RICHARD

@ : johan.richard@univ-lyon1.fr

☎ : 04 78 86 83 78

Adresse/Lieu du Stage ¹ : CRAL - site Charles André : 9 avenue C. André, St Genis Laval

Équipe de recherche d'accueil ¹ : GALPAC.

Autre membre de l'équipe d'encadrement : Floriane LECLERCQ, Jérémy BLAIZOT.

Intitulé du stage : Etude du CGM en émission avec BlueMUSE

Résumé du travail demandé :

Les galaxies se forment, grandissent et évoluent au sein des grandes structures de l'univers en échangeant du gaz avec leur l'environnement. L'étude de ces échanges en "carburant stellaire" constitue un enjeu prioritaire pour notre compréhension de la physique des galaxies. Les phénomènes d'accrétion et d'éjection de gaz ont lieu dans le milieu circum-galactique (CGM). Ainsi, comprendre comment les galaxies évoluent, et comment leur croissance est régulée par différents phénomènes physiques (supernovae, noyaux actifs de galaxie, rayonnement, etc) implique de bien comprendre le CGM.

Les observations récentes de galaxies dans des champs profonds avec le spectroimageur MUSE (pour Multi Unit Spectroscopic Explorer) ont permis de révéler pour la première fois ce CGM en émission grâce à des raies du gaz. MUSE couvre cependant un domaine de redshift qui limite sa sensibilité aux halos les plus étendus.

Le futur spectroimageur BlueMUSE sur le Very Large Telescope (<https://bluemuse.univ-lyon1.fr>), qui observera à partir de 2032 le domaine spectral bleu / ultraviolet sur un grand champ de vue, offre l'opportunité d'ouvrir l'espace en redshift et ainsi de sonder le CGM dans des galaxies de plus faible luminosité et/ou à plus grand rayon. En combinant BlueMUSE et MUSE, on peut également comparer plusieurs traceurs du CGM. Pour toutes ces raisons, l'étude du CGM en émission est un des cas scientifiques principaux proposés pour BlueMUSE.

L'objectif de ce stage est de développer ce cas scientifique en produisant des observations virtuelles du CGM avec BlueMUSE. L'étudiant(e) utilisera des simulations numériques existantes reproduisant les propriétés physiques des galaxies (taille, masse, formation stellaire, flux ionisant, etc...) et de leur CGM afin de prédire les flux attendus pour différentes raies. L'étudiant(e) produira des cubes observés incluant les effets instrumentaux de BlueMUSE (bruit, échantillonnage, résolution spatiale et spectrale) en variant les conditions d'observation. En comparant les spectres obtenus avec les simulations d'entrée, elle/il pourra tester les performances de BlueMUSE pour mesurer les propriétés du CGM.

Type de financement envisagé pour le stage : Crédits d'équipe Galpac ou BlueMUSE.

Indication éventuelle d'ouverture vers un sujet de thèse ¹ : Oui – sur une thématique liée au CGM (observations et/ou simulations)

Master 2 Research internship offer **Academic year 2025 – 2026**

Internship supervisor: Johan RICHARD

@ : johan.richard@univ-lyon1.fr

☎ : 04 78 86 83 78

Address/Workplace ¹: CRAL - site Charles André : 9 avenue C. André, St Genis Laval

Hosting research team ¹: GALPAC

Other member of supervising team: Floriane LECLERCQ, Jérémy BLAIZOT.

Internship title: Studying the CGM in emission with BlueMUSE

Summary of proposed work:

Galaxies form, grow, and evolve within the large-scale structures of the universe by exchanging gas with their environment. Studying these exchanges of “fuel” is a key priority for understanding the physics of galaxies. Gas accretion and ejection phenomena take place in the circumgalactic medium (CGM). Therefore, understanding how galaxies evolve and how their growth is regulated by different physical processes (supernovae, active galactic nuclei, radiation, etc.) requires a solid understanding of the CGM. Recent observations of galaxies in deep fields using the MUSE (Multi Unit Spectroscopic Explorer) spectro-imager have, for the first time, revealed this CGM in emission through gas lines. However, MUSE covers a redshift range that limits its sensitivity to the most extended halos.

The future BlueMUSE spectro-imager on the Very Large Telescope (<https://bluemuse.univ-lyon1.fr>) which will observe from 2032 in the blue/ultraviolet spectral range over a large field of view, offers the opportunity to extend the accessible redshift range and thus probe the CGM in galaxies of lower luminosity and/or at larger radii. By combining BlueMUSE and MUSE, it will also be possible to compare several tracers of the CGM. For all these reasons, the study of the CGM in emission is one of the main scientific cases proposed for BlueMUSE.

The objective of this internship is to develop this scientific case by producing virtual observations of the CGM with BlueMUSE. The student will use existing numerical simulations that reproduce the physical properties of galaxies (size, mass, star formation, ionizing flux, etc.) and their CGM in order to predict the expected fluxes for different emission lines. The student will generate simulated observation cubes that include the instrumental effects of BlueMUSE (noise, sampling, spatial and spectral resolution) under varying observing conditions. By comparing the resulting spectra with the input simulations, they will be able to test the performance of BlueMUSE in measuring the properties of the CGM.

Nature of the financial support for the internship: Galpac team or BlueMUSE project.

Potential for a follow-up as a PhD thesis ¹: Yes – topic related to the CGM (simulations and/or observations)