



*English below*

## **Étude et Cartographie du gaz diffus autour des galaxies**

Laboratoire : Centre de Recherche Astrophysique de Lyon – UMR 5574 (<https://cral.osu-lyon.fr/>)

Directeur : Jean-François Gonzalez

Direction de thèse (HDR ou équivalent) : BOUCHÉ Nicolas, équipe GALPAC

Co-direction :

Adresse électronique et téléphone : nicolas.bouche@cnrs.fr

Contexte et Description du projet :

Les galaxies sont faites de milliards d'étoiles, de matière noire et de gaz d'hydrogène qui sert à former de nouvelles étoiles. Mais le gaz et les étoiles des galaxies ne contiennent que 10 à 15 % de la matière baryonique attendue. Il manque donc au moins 80 % de la matière baryonique, et qui se trouverait en dehors des galaxies. Les modèles prédisent que les galaxies perdent une partie importante du réservoir de gaz (via des vents super-galactiques) et c'est la balance entre ces flux de matière (entrante et sortante) qui détermine la croissance et l'évolution des galaxies.

Ce projet vise à étudier les halos de gaz difficilement visible (dit « gas sombre ») qui pourrait abriter ces baryons manquants et ceux-ci pourraient aussi ré-alimenter le milieu interstellaire. Il y aurait donc un halo de gaz très diffus et difficile à observer autour des galaxies. Ce gaz jouerait un rôle clé dans l'évolution et la formation des galaxies, et notamment sur la formation des spirales (c'est-à-dire sur le moment angulaire des galaxies).

Notre équipe est porteuse d'un large programme (MUSE Gas Flow and Wind [[MEGAFLOW](#)]) avec l'instrument MUSE du European Very Large Telescope dédié sur cette thématique et pour mieux comprendre la distribution du gaz diffus autour des galaxies, tant en émission, qu'avec l'aide d'absorptions le long de ligne de visée de quasars.

L'objectif de cette thèse est d'étudier et de caractériser l'émission (avec la raie MgII 2796,2803) diffuse du gaz autour de centaines de galaxies, d'étudier leurs propriétés (cinématique, étendue) en relation avec sur les propriétés globales des galaxies, telles que leur formation stellaire, leur moment angulaire, d'établir les relations d'échelles, de faire le lien avec les propriétés du halo de matière noire. Il s'agira également de faire le lien entre les propriétés du gaz en émission avec les propriétés en absorption. Dans un second temps, les observations seront comparées à des simulations/modèle de transfert radiatif idéalisé pour mie

Cette thèse introduira plusieurs nouveaux concepts sur une thématique émergente centrée sur la formation des galaxies, les baryons manquants, ainsi que sur la matière noire, à un moment où ce domaine subi des avancées rapides suites à plusieurs innovations technologiques.

Le CRAL développe (en PI ou coPI) plusieurs projets instrumentaux dans ce domaines tel que [BlueMUSE/VLT](#), [Harmoni/ELT](#), et [4MOST](#) qui permettront à l'étudiant(e) d'être bien positionnée sur ces projets internationaux.

Date de début de thèse : Oct 2026

Autres sources de financement envisagées que l'ED52 : non



*Français ci-dessus*

## **Mapping the diffuse [dark] gas surrounding galaxies**

Institute: Centre de Recherche Astrophysique de Lyon – UMR 5574 (<https://cral.osu-lyon.fr/>)

Director: Jean-François Gonzalez

PhD supervisor (HDR or equivalent): BOUCHÉ, Nicolas, GALPAC team

Co-supervisor:

Email address and phone number: nicolas.bouche@cnrs.fr

### Context and Project description:

Galaxies are composed of billions of stars, dark matter, and hydrogen gas used to form new stars. However, the gas and stars within galaxies contain only 10% to 15% of the expected **baryonic matter**. Consequently, at least 80% of this baryonic matter is missing and is believed to reside outside of galaxies. Models predict that galaxies lose a significant portion of their gas reservoir (via super-galactic winds), and it is the balance between these matter flows (inflow and outflow) that determines galactic growth and evolution.

This project aims to study the hard-to-see gas halos (known as "**dark gas**") which could harbor these missing baryons and potentially replenish the interstellar medium. There appears to be a very diffuse and difficult-to-observe gas halo surrounding galaxies. This gas likely plays a key role in the evolution and formation of galaxies, particularly regarding the formation of spirals.

Our team leads a large-scale program (**MUSE Gas Flow and Wind [MEGAFLOW]**) using the MUSE instrument on the European Very Large Telescope. This program is dedicated to this theme and to better understanding the distribution of diffuse gas around galaxies, both through emission and with the aid of absorption along quasar lines of sight.

The objective of this thesis is to study and characterize the diffuse gas emission (using the MgII 2796,2803 line) surrounding hundreds of galaxies. It seeks to analyze their properties (extent, kinematics) in relation to global galactic properties—such as star formation and angular momentum—to establish scaling relations and to draw links with the properties of the dark matter halo. Furthermore, the project will bridge the gap between the properties of gas in emission and those in absorption. In a second phase, observations will be compared to simulations and idealized radiative transfer models.

This thesis will introduce several new concepts within an emerging field centered on galaxy formation, missing baryons, and dark matter, at a time when this domain is undergoing rapid advancement following several technological innovations.

The **CRAL** is developing (as PI or co-PI) several instrumental projects in this field, such as BlueMUSE/VLT, Harmoni/ELT, and 4MOST, which will position the student well for these international projects.

Starting PhD date: Oct 2026

Other foreseen funding than ED52: