



English below

Le rôle des vents galactique sur les profils de matière noire

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

Directeur : Jean-François Gonzalez

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

Co-direction : J. Freundlich (Obs. Strasbourg), J. Blaizot (CRAL)

Adresse électronique et téléphone : nicolas.bouche@cnrs.fr +33 4 81 18 49 13

Contexte et Description du projet :

Contexte : La formation de cœurs (cores) ou de pics de densité (cusps) dans les régions centrales des galaxies reste une question centrale dans la théorie de la formation des galaxies, en particulier dans le cadre du modèle cosmologique Λ CDM. Les travaux théoriques ainsi que les simulations hydrodynamiques cosmologiques ont montré que les flux de matière éjectée par les supernovæ ont un impact majeur sur les profils de densité interne des halos de matière noire, en particulier en permettant la formation de profils plats (cored) au lieu des profils cuspés attendus.

Objectifs : Nous proposons d'étudier l'interaction entre les processus de rétroaction baryonique (baryonic feedback) et la structuration de la matière noire au sein des galaxies, en utilisant des simulations numériques. L'objectif est de quantifier quels modèles de rétroaction, et dans quelles conditions physiques, sont capables de redistribuer la matière noire et de transformer un profil initialement cuspy de type Navarro-Frenk-White (NFW) en un profil cored. Cette approche permettra de contraindre les conditions physiques et les échelles de temps nécessaires à la formation de cœurs dans un large éventail de masses galactiques.

Ce projet de thèse propose d'exploiter les simulations de dernière génération réalisées avec le code RAMSES au CRAL, afin de conduire une analyse comparative de la formation de cores/cusps en fonction de l'efficacité de la rétroaction, de l'histoire de formation stellaire, et des cycles d'entrée/sortie de gaz. L'objectif est d'identifier des signatures observationnelles robustes — telles que l'intermittence de la formation stellaire (burstiness) ou les gradients de métallicité — qui seraient corrélées aux processus de formation des cœurs. Le projet explorera également la dépendance de cette formation de cores à l'histoire d'assemblage des galaxies, afin de déterminer si des épisodes répétés et intenses de formation stellaire sont nécessaires pour développer un core significatif, ou si une rétroaction plus continue peut produire des effets similaires.

En définitive, ce travail vise à établir un lien entre la physique baryonique aux petites échelles et la structure des galaxies aux grandes échelles, apportant ainsi un éclairage crucial sur l'une des tensions majeures entre les prédictions du modèle Λ CDM et les propriétés observées des galaxies.

Le CRAL est fortement impliqué dans le développement de plusieurs instruments de spectroscopie à champ intégral de nouvelle génération, tels que [BlueMUSE/VLT](#), [Harmoni/ELT](#), et ce projet inclura également la production de simulations d'observations (mock observations) pour les observations actuelles et futures avec MUSE, JWST ou HARMONI à l'ELT, en utilisant des outils dédiés tels que [RASCAS](#).

Date de début de thèse : Sep/Oct 2025

Autres sources de financement envisagées que l'ED52 : N/A



Français ci-dessus

The role of feedback on dark matter density profiles

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

Director: Jean-François Gonzalez

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

Co-supervisor: J. Freundlich (Obs. Strasbourg), J. Blaizot (CRAL)

Email address and phone number: nicolas.bouche@cnrs.fr +33 4 81 18 49 13

Context and Project description:

Context: The formation of cores and cusps in the central regions of galaxies remains a central question in galaxy formation theory, particularly in the context of Λ CDM cosmology. Theoretical considerations and cosmological hydrodynamical simulations have shown that supernova-driven outflows have a profound impact on the inner density profiles of dark matter halos, i.e. in forming flat (cored) dark-matter profiles.

Objectives: We propose to investigate the interplay between baryonic feedback processes and the shape of dark matter structures using numerical simulations. The aim is to quantify which feedback model and under which conditions feedback is able to redistribute dark matter and transform an initially cuspy Navarro-Frenk-White (NFW) profile into a cored one. This approach allows us to constrain the physical conditions and timescales necessary for core formation across a range of galaxy masses.

This thesis project proposes to use the latest generation of *RAMSES* simulations led at CRAL to perform a comparative analysis of core/cusp formation as a function of feedback efficiency, star formation history, and gas inflow/outflow cycles. The goal is to identify robust observational signatures — such as burstiness or metallicity gradients — that correlate with core formation processes. The study will also investigate the dependence of core creation on the mass assembly history of galaxies, examining whether repeated, bursty star formation episodes are necessary for significant core development, or whether more continuous feedback can achieve similar results. Ultimately, this work aims to connect small-scale baryonic physics to the large-scale structure of galaxies, providing critical insight into one of the key tensions between Λ CDM predictions and observed galaxy properties.

CRAL is leading or co-leading several next generation of Integral Field Units such as [BlueMUSE/VLT](#), [Harmoni/ELT](#), and this project will also produce mock observations for current and future observations with MUSE, JWST or HARMONI at the ELT using specific tools such as [RASCAS](#).

Starting PhD date: Sep/Oct 2025

Other foreseen funding than ED52: N/A