



Université Claude Bernard



# DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **9 novembre 2017**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **LECLERCQ Floriane**

Titre de la thèse : «Les halos Lyman-alpha des galaxies distantes vus par MUSE : Etude du milieu circum-galactique»



## Résumé

Le milieu circum-galactique (CGM pour "Circum-Galactique Médium" en anglais) constitue l'interface entre les galaxies et les grandes structures au sein desquelles elles évoluent. Le milieu inter-galactique est principalement composé de gaz d'hydrogène froid, dit primordial, qui en s'accrétant sur les galaxies constitue le carburant de la formation stellaire. La formation stellaire apparaît alors régulée par les échanges de matière entre la galaxie et l'extérieur. En ce sens, l'étude de l'environnement des galaxies se révèle cruciale pour comprendre les mécanismes qui régissent leur formation et leur évolution.

L'observation directe du CGM est toutefois assez délicate en raison de la chute de brillance des galaxies dans leurs régions externes. Sa détection est d'autant plus difficile pour les galaxies de l'Univers lointain. Quelques techniques existent pour contrecarrer cette difficulté : l'observation du CGM en absorption dans le spectre d'un quasar brillant situé sur la ligne de visée de la galaxie, ou sa détection statistique en combinant de nombreuses images de galaxies. Ces techniques ont toutefois de sévères limitations car elles ne donnent que des informations parcellaires sur le CGM. Je rapporte dans cette thèse la détection de gaz d'hydrogène froid autour de 145 galaxies (soit 80% des galaxies testées) peu massives, peu lumineuses et très distantes, émettant de l'émission Ly $\alpha$ . Longtemps utilisée pour son pouvoir de détection des galaxies lointaines, l'émission Ly $\alpha$  est maintenant utilisée comme un traceur du gaz froid du CGM, alors observable sous forme de "halos" Ly $\alpha$ . Notre échantillon constitue le plus grand échantillon de halos Ly $\alpha$  détectés individuellement autour de galaxies de faible masse et ce, à une époque pendant laquelle l'Univers est en pleine construction. Ces avancées ont été rendues possible grâce à l'incomparable sensibilité de l'instrument MUSE installé sur le "Very Large Telescope" au Chili il y a bientôt 3 ans. Seule une centaine d'heures de télescope dans la région du champ ultra profond de Hubble ont été nécessaires pour permettre la détection de halos Ly $\alpha$ . Nos résultats confirment la présence de grande quantité de gaz froid dans l'environnement immédiat des galaxies distantes. Ces observations étaient en effet prédites par les modèles théoriques et les simulations numériques.

En plus d'être quasi-omniprésents autour des galaxies, les halos Ly $\alpha$  observés montrent une diversité (taille, flux, forme, profil de la raie d'émission, etc) particulièrement remarquable dans une région du ciel si restreinte (9'x9'). De plus, la possibilité d'analyser le CGM galaxie par galaxie et en trois dimensions permet

maintenant d'étudier de manière directe l'impact de l'environnement sur la galaxie mais aussi l'évolution des propriétés du CGM avec les époques cosmiques. Notre grand échantillon de galaxies nous a permis de réaliser un traitement statistique robuste et de mettre en évidence que les propriétés stellaires des galaxies étudiées ne sont pas systématiquement liées à celles de l'émission Ly $\alpha$ . Enfin, d'après les modèles théoriques, nos observations (spectroscopiques) indiquent la présence de matière en expansion dans et/ou autour des galaxies. La présence d'accrétion de matière est, quant à elle, moins bien contrainte par nos données.

Finalement, l'analyse décrite dans ce manuscrit rapporte des informations importantes et inédites sur les propriétés du CGM d'une population de galaxies relativement peu lumineuses et très abondantes dans l'Univers lointain.