
LA CO-ÉVOLUTION DES GALAXIES ET DU MILIEU INTER-GALACTIQUE PENDANT L'ÉPOQUE DE LA RÉIONISATION

DIRECTEUR DE THÈSE : PIERRE OCVRK, CO-DIRECTION PAR DR KATARINA KRALJIC.
OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE STRASBOURG, 11 RUE DE L'UNIVERSITÉ, 67000
STRASBOURG

TEL : 03 68 85 24 40 ; E-MAIL : pierre.ocvirk@astro.unistra.fr

RÉSUMÉ: Le projet de thèse vise à étudier la co-évolution des galaxies et du milieu intergalactique (MIG) pendant l'époque de la réionisation, à l'aide de la simulation géante de la réionisation Cosmic Dawn III (CoDaIII)[1][2], réalisée par P. Ocvirk. Il s'agira de caractériser les propriétés observables de i) la population de galaxies à cette époque, ii) le MIG, notamment à travers la forêt Lyman-alpha, et les confronter aux observations existantes. Ceci permettra ensuite d'examiner les corrélations entre l'opacité Lyman-alpha du MIG et la distribution des galaxies, qui sont aujourd'hui parcellaires et mal comprises[3][4]. Suivant la progression du projet, il sera également possible d'élargir la thèse à d'autres exploitations de Cosmic Dawn III, en particulier une caractérisation de l'état thermodynamique du MIG suivant sa topologie, dont K. Kraljic est une experte.

CONTEXTE: L'époque de la réionisation prend place au cours du 1er milliard d'années de l'Univers. On estime que les premières étoiles apparaissent environ 200 million d'années après le Big Bang, et marquent le début de l'aube cosmique, qui s'achève lorsque l'Univers tout entier est ionisé. De grands efforts instrumentaux sont entrepris pour mieux comprendre cette époque, (JWST, observatoires 21cm, SKA). L'interprétation de ces données (existantes et à venir) est ardue, et requiert des modèles suivant la co-évolution des galaxies et du MIG de façon cohérente, dont P. Ocvirk est un spécialiste reconnu. Un point dur est apparu dans la confrontation théorie-observations avec la relation $T(r)$ qui quantifie la transmission moyenne de l'IGM en fonction de la distance à une galaxie. Idéalement, cette corrélation encode l'impact radiatif des galaxies sur l'IGM dans un univers partiellement réionisé. Pour l'instant, il n'y a pas de convergence entre les simulations hydro-radiatives sur cet aspect [4], ni accord satisfaisant avec les observations [3]. C'est ce qui confère à l'étude proposée ici son caractère urgent, CoDaIII étant l'une des rares simulations adaptées à une telle analyse. Il est à noter que CoDaIII est la seule simulation de ce type à employer une vitesse de la lumière non-réduite, ce qui pourrait avoir un impact important sur ce type de corrélations.

OBJECTIFS: le résultat principal de la thèse sera l'obtention de la courbe de transmission $T(r)$ du MIG et, crucialement, de son évolution en redshift, et de sa dépendance à la luminosité des galaxies considérées. Ces résultats seront confrontés/discutés à la lumière des résultats observationnels existants et récemment publiés.

MÉTHODOLOGIE: nous utiliserons la simulation géante de l'époque de la réionisation Cosmic Dawn III [1][2]. Les propriétés du MIG de CoDaIII seront échantillonnées sur des lignes de visée pour produire des pseudo-spectres de quasar. Différents modes de production des catalogues de galaxies seront explorés: a) à base de catalogues de halos de matière noire, et b) un pseudo-relevé JWST qui consiste à synthétiser l'image de toute la simulation et à l'analyser avec les bibliothèques d'outils des observateurs (python photutils). L'impact de différents modèles d'évolution stellaire (dont l'émissivité module les raies d'émission et le continu nébulaire) et de poussières pourront également être explorés. Les deux jeux de données seront alors corrélés pour obtenir la courbe de transmission $T(r)$, et mis en relation avec la structure topologique de la distribution de matière.

[1] J. Lewis et al., *The short ionizing mean free path in Cosmic Dawn III*, MNRAS, 516, 3, 3389, 2022.

[2] <https://coda-simulation.github.io/>

[3] Kashino et al., *EIGER. I. A Large Sample of [O III]-emitting Galaxies at $5.3 < z < 6.9$ and Direct Evidence for Local Reionization by Galaxies*, ApJ, 950, 1, 66, 2023.

[4] Zhu et al., *On the Physical Nature of Ly-alpha Transmission Spikes in High Redshift Quasar Spectra*, arXiv:2401.04762