



Université Claude Bernard Lyon 1



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL - PARIS - 18 MARS 2021

Les premières images de la toile cosmique révèlent une myriade de galaxies naines insoupçonnées

- Dans l'Univers, les galaxies sont réparties le long de filaments de gaz très ténus, longs de millions d'années-lumière, entre lesquels règnent des vides, et qui forment la toile cosmique.
- L'instrument MUSE du *Very Large Telescope* a capté l'image de plusieurs filaments dans l'Univers jeune...
- ... révélant la présence inattendue de milliards de galaxies naines dans ces filaments.

Les filaments de gaz dans lesquels naissent les galaxies sont prédits depuis longtemps par les modèles cosmologiques mais nous n'avions pas encore de véritables images de ces objets. Pour la première fois, plusieurs filaments de cette « toile cosmique » ont été observés directement, grâce à l'instrument MUSE¹ du *Very Large Telescope* de l'ESO, au Chili. Ces observations de l'Univers jeune, 1 à 2 milliards d'années après le Big Bang, suggèrent l'existence de très nombreuses galaxies naines, jusqu'alors insoupçonnées. Issue d'une collaboration internationale dirigée par le Centre de recherche astrophysique de Lyon (CNRS/Université Lyon 1/ENS de Lyon) et associant le laboratoire Lagrange (CNRS/Université Côte d'Azur/Observatoire de la Côte d'Azur)², cette étude paraît dans la revue *Astronomy & Astrophysics* le 18 mars 2021.

La structure filamentaire du gaz d'hydrogène dans lequel se forment les galaxies, appelée toile cosmique, est l'une des grandes prédictions du modèle du Big Bang et de la formation des galaxies [figure 1]. Jusqu'à présent, la connaissance que nous en avons était limitée à quelques zones particulières, notamment en direction de quasars : ceux-ci agissent comme des phares de voiture, leur puissant rayonnement révélant les nuages de gaz le long de la ligne de visée. Cependant, ces régions sont peu représentatives de l'ensemble des filaments où sont nées la plupart des galaxies, dont la nôtre. Observer directement la faible lueur du gaz formant ces filaments était un Graal, auquel vient d'accéder une équipe internationale dirigée par Roland Bacon, chercheur CNRS au Centre de recherche astrophysique de Lyon (CNRS/Université Lyon 1/ENS de Lyon).

L'équipe a fait le pari de pointer, sur une unique région du ciel pendant plus de 140 heures, le *Very Large Telescope* de l'ESO, équipé de l'instrument MUSE couplé au système d'optique adaptative du télescope : ensemble, ces instruments forment l'un des systèmes les plus performants au monde³. La région choisie fait partie du champ ultra profond de Hubble, qui était jusqu'à présent l'image la plus profonde du cosmos jamais obtenue. Mais Hubble vient d'être détrôné puisque 40 % des galaxies découvertes grâce à MUSE n'ont pas de contrepartie dans les images de Hubble.

Il a fallu huit mois, après une planification minutieuse, pour conduire cette campagne d'observation hors norme. Puis une année d'un long processus de traitement et d'analyse des données, qui a permis de révéler pour la première fois la lueur des filaments d'hydrogène, et d'obtenir les images de plusieurs filaments tels qu'ils étaient 1 à 2 milliards d'années après le Big Bang, une époque clé pour comprendre comment les galaxies se forment à partir du gaz de la toile cosmique [figures 2 et 3]. Mais la plus grande surprise est venue lorsque l'équipe a réalisé, grâce à des simulations, que la lueur du gaz provenait d'une population jusqu'alors invisible de milliards de galaxies naines donnant naissance à de nombreuses



étoiles⁴ [figure 4]. Ces galaxies sont trop faiblement lumineuses pour être détectées individuellement avec les moyens actuels, mais leur existence aura d'importantes conséquences pour les modèles de formation de galaxies, conséquences que les scientifiques commencent tout juste à explorer.

Notes

¹ MUSE, pour *Multi Unit Spectroscopic Explorer*, est un spectrographe 3D conçu pour explorer l'Univers lointain. Le Centre de recherche astrophysique de Lyon (CNRS/Université Claude Bernard-Lyon 1/ENS de Lyon) a été pilote dans sa construction.

² Autres laboratoires français impliqués : Laboratoire d'astrophysique de Marseille (CNRS/Aix-Marseille Université/CNES), Institut de recherche en astrophysique et planétologie (CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier/CNES).

³ Lire cette actualité du 1^{er} août 2017 : [Grâce à un nouveau dispositif, Muse devient un des instruments les plus puissants jamais construits pour l'astronomie au sol.](#)

⁴ La théorie en vigueur jusqu'à présent prédisait que c'était le fond diffus ultraviolet cosmique (un fond lumineux très faible produit par l'ensemble des galaxies et des étoiles) qui, en chauffant le gaz des filaments, les faisait briller.

Pour en savoir plus sur l'instrument MUSE :

- consultez [ce diaporama](#) sur le site de *CNRS le Journal* ;
- visionnez le film [MUSE, la machine à explorer le temps](#) sur la plateforme de CNRS Images.

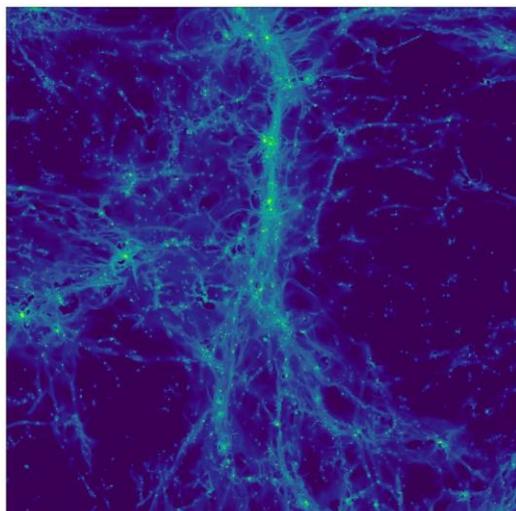


Figure 1 : simulation cosmologique de l'Univers lointain. Cette image illustre la lumière émise par les atomes d'hydrogène de la toile cosmique dans une région d'environ 15 millions d'années-lumière de côté. Outre l'émission très faible du gaz inter-galactique, on devine de multiple sources ponctuelles qui sont des galaxies formant leurs premières étoiles.

© Jeremy Blaizot / [projet SPHINX](#)

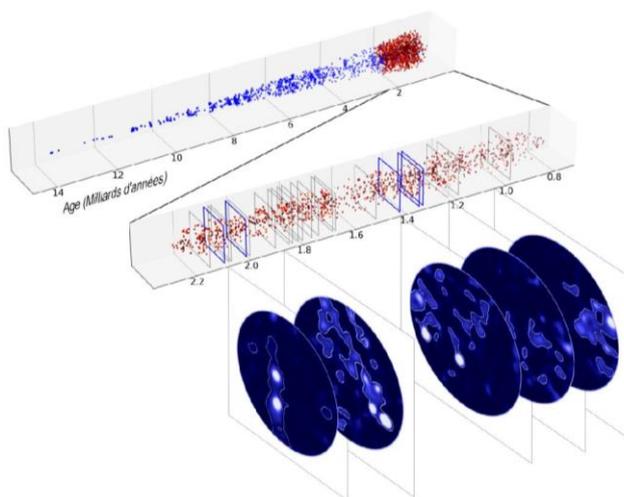


Figure 2 : les 2250 galaxies du « cône » d'Univers observé par MUSE sont représentées ici en fonction de l'âge de l'Univers (en milliards d'années). La période de l'Univers jeune (de 0,8 à 2,2 milliards d'années après le Big Bang), explorée dans cette étude, est représentée en rouge. Les 22 régions de sur-densité de galaxies sont marquées par des rectangles gris. Les 5 régions où des filaments ont été identifiés de manière la plus significative sont identifiées en bleu.

© Roland Bacon / David Mary



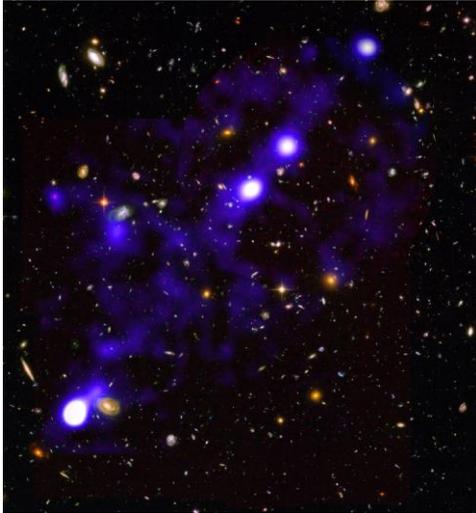


Figure 3 : un des filaments d'hydrogène (en bleu) découverts par MUSE dans le champ ultra-profond de Hubble. Il est situé dans la constellation du Fourneau, à 11,5 milliards d'années-lumière et s'étend sur plus de 15 millions d'années-lumière. L'image en arrière-plan est celle de Hubble.

© Roland Bacon, David Mary, ESO et NASA

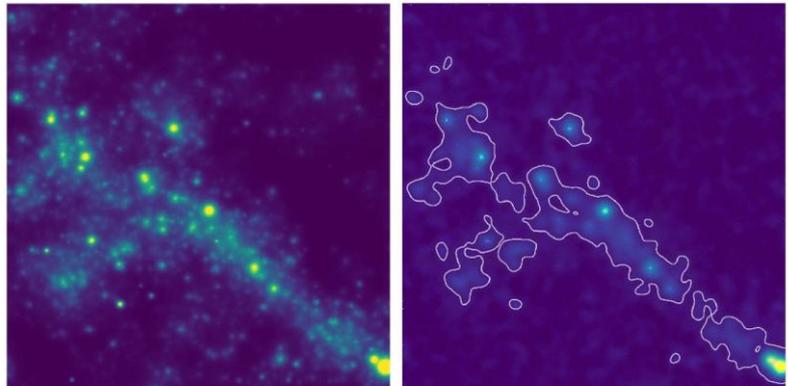


Figure 4 : simulation cosmologique d'un filament composé de centaines de milliers de petites galaxies. L'image de gauche est celle du rayonnement produit par toutes les galaxies tel qu'il pourrait être observé *in situ*. L'image de droite montre le filament telle qu'il serait observé par MUSE. Même avec un très grand temps d'exposition, l'immense majorité des galaxies ne sont pas détectables individuellement, mais la lumière de toute ces petites galaxies est détectée comme un fond diffus, un peu comme la voie lactée quand on l'observe à l'œil nu.

© Thibault Garel et Roland Bacon

Bibliographie

The MUSE Extremely Deep Field: the Cosmic Web in Emission at High Redshift, Roland Bacon, David Mary, Thibault Garel, Jeremy Blaizot, Michael Maseda, Joop Schaye, Lutz Wisotzki, Simon Conseil, Jarle Brinchmann, Floriane Leclercq, Valentina Abril-Melgarejo, Leindert Boogaard, Nicolas Bouché, Thierry Contini, Anna Feltre, Bruno Guiderdoni, Christian Herenz, Wolfram Kollatschny, Haruka Kusakabe, Jorryt Matthee, Léo Michel-Dansac, Themiya Nanayakkara, Johan Richard, Martin Roth, Kasper B. Schmidt, Matthias Steinmetz, Laurence Tresse, Tanya Urrutia, Anne Verhamme, Peter M. Weilbacher, Johannes Zabl, et Sebastiaan L. Zoutendijk. *Astronomy & Astrophysics*, 18 mars 2021. DOI : [10.1051/0004-6361/202039887](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202039887)

Contacts

Chercheur CNRS | Roland Bacon | roland.bacon@univ-lyon1.fr
Presse CNRS | Véronique Etienne | T +33 1 44 96 51 37 | veronique.etienne@cnrs.fr

