



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL - PARIS - 27 OCTOBRE 2020

Des galaxies étonnamment matures dans le jeune Univers

Alors que l'Univers n'avait qu'un dixième de son âge actuel, ses galaxies ont connu une poussée de croissance. C'est sur cette période que se sont penchés les scientifiques du projet Alpine¹, en réalisant le premier grand relevé de galaxies lointaines à l'aide du télescope Alma² de l'ESO. Avec une surprise à la clé : ces galaxies observées au début de leur vie sont bien plus évoluées qu'attendu. Ces travaux font l'objet d'une série d'articles dans la revue *Astronomy & Astrophysics* le 27 octobre 2020, signés notamment par des membres du CNRS et d'Aix-Marseille Université³.

Les galaxies ont commencé à se former très tôt dans l'histoire de l'Univers. Pour étudier leur enfance, il faut donc remonter à l'aube du temps, autrement dit observer des galaxies très lointaines. Le projet Alpine s'est penché sur la période entre 1 et 1,5 milliard d'années après le Big bang, quand les premières galaxies ont connu une poussée de croissance. Si des galaxies aussi lointaines avaient déjà été observées, c'est la première fois qu'un si grand nombre est étudié de manière systématique. Des images de 118 galaxies massives⁴, obtenues avec les télescopes spatiaux Hubble (en lumière visible) et Spitzer (dans le proche infrarouge), ainsi que des spectres acquis avec les télescopes terrestres VLT et Keck ont été complétés par 70 heures d'observation avec Alma, dans le domaine des ondes submillimétriques (entre l'infrarouge et les ondes radio).

Ce dernier instrument permet en effet de quantifier la poussière, signe de maturité pour les galaxies, et le gaz froid, qui informe sur leur vitesse de croissance et le nombre d'étoiles qu'elles peuvent former, ainsi que le mouvement de ce gaz, autrement dit la dynamique des galaxies. Et c'est de là que sont venues les surprises. Pour commencer, les galaxies observées se sont révélées très riches en gaz froid, carburant de la formation d'étoiles... mais aussi en poussières, pourtant considérées comme des sous-produits des étoiles en fin de vie. Malgré leur jeune âge, ces galaxies auraient donc déjà formé et vu mourir une première génération d'étoiles ! Les galaxies étudiées présentent aussi des formes étonnamment variées : certaines sont désordonnées, d'autres ont déjà un disque en rotation qui conduira peut-être à une structure en spirale comme dans la Voie lactée, d'autres enfin ont été surprises en train de fusionner. Autre élément surprenant : il semblerait que certaines galaxies éjectent du gaz, formant autour d'elles de mystérieux halos. Ce relevé soulève donc un certain nombre de nouvelles questions sur l'évolution précoce des galaxies.

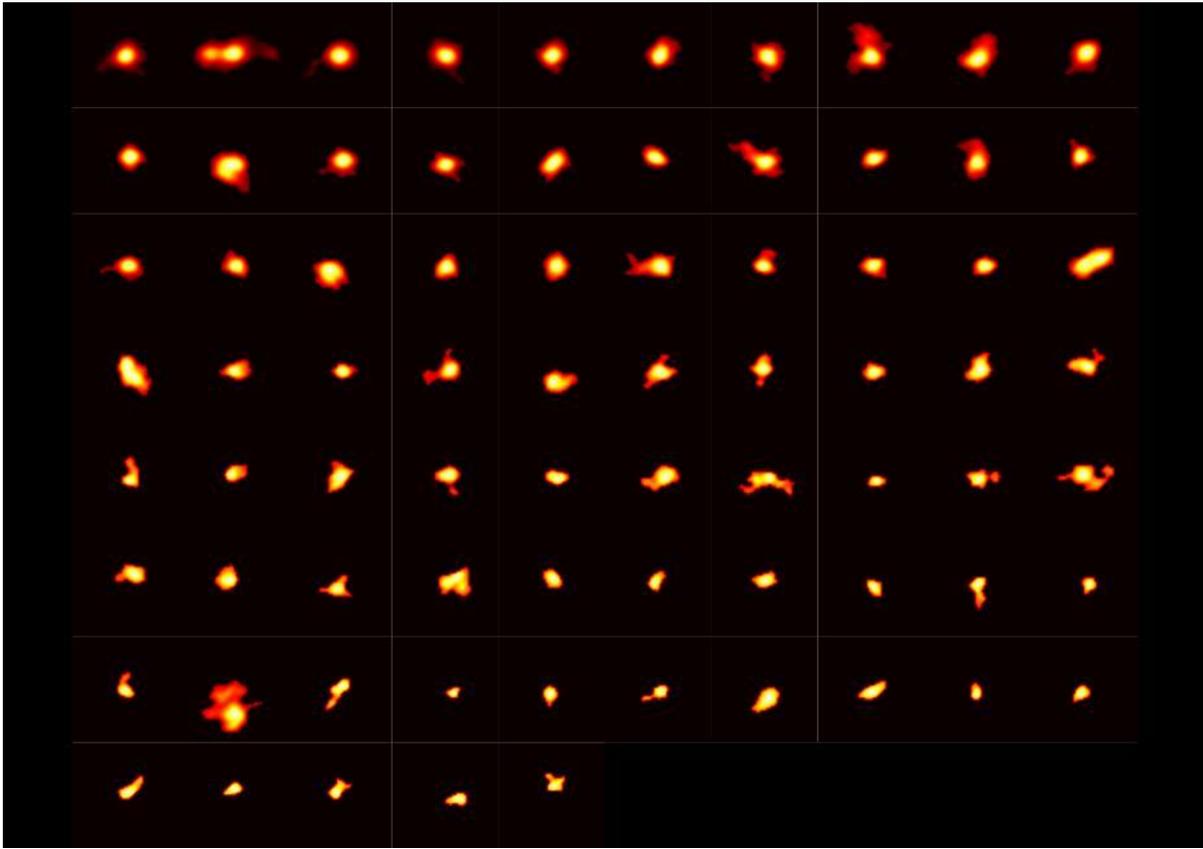
Notes

¹ Acronyme signifiant *the ALMA Large Program to INvestigate C+ at Early times*.

² Alma (*Atacama Large Millimeter/submillimeter Array* ou grand réseau millimétrique/submillimétrique de l'Atacama) est un télescope dédié à l'étude du rayonnement provenant des objets les plus froids de l'Univers, composé de 66 antennes installées dans le désert de l'Atacama, dans les Andes chiliennes.

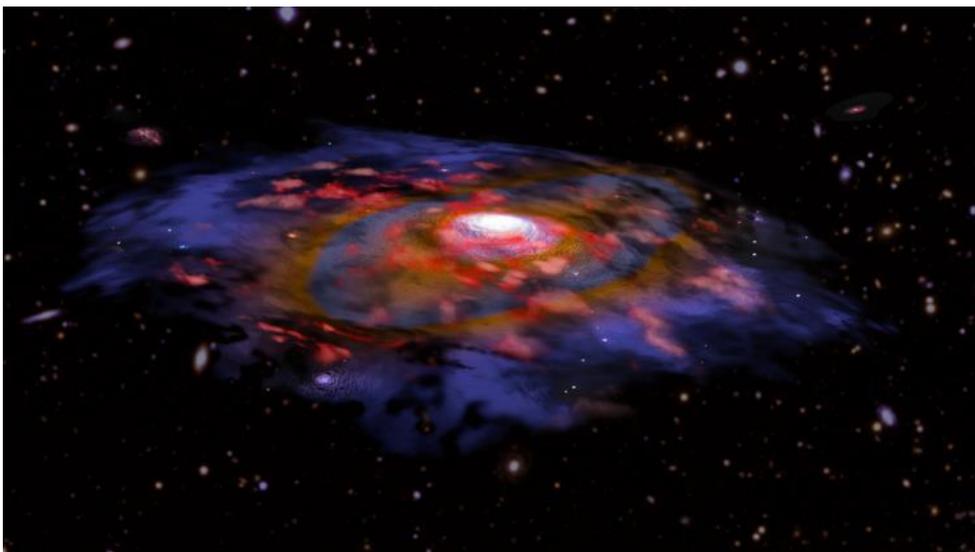
³ du Laboratoire d'astrophysique de Marseille (CNRS/Aix-Marseille Université/CNES) et de l'Institut de recherche en astrophysique et planétologie (CNRS/Université Toulouse III – Paul Sabatier/ CNES).

⁴ Elles ont déjà atteint une masse proche de celle de la Voie lactée aujourd'hui.



Mosaïque montrant une partie des galaxies observées avec Alma. Les régions en jaune intense sont celles qui forment le plus d'étoiles (c'est la raie du carbone ionisé, C+, qui permet de tracer la formation d'étoiles enfouies dans la poussière). La deuxième source en haut à gauche est une triple fusion.

© Michele Ginolfi / collaboration Alpine



Vue d'artiste d'une galaxie distante, riche en poussières et en rotation. Version animée : vimeo.com/467391159/ef7ec0f163. La couleur rouge représente le gaz, le bleu et le brun la poussière telle qu'observée en ondes radio avec Alma. De nombreuses autres galaxies sont visibles en arrière-plan, d'après les données optiques du VLT et de Subaru.

© B. Saxton NRAO/AUI/NSF, ESO, NASA/STScI; NAOJ/Subaru

Bibliographie

Ces résultats font l'objet de 8 articles dans *Astronomy & Astrophysics* le 27 octobre 2020. Ils sont dédiés à la mémoire d'Olivier Le Fèvre, responsable du projet Alpine et chercheur au Laboratoire d'astrophysique de Marseille, décédé en juin 2020.

- Olivier Le Fèvre et al. - The ALPINE-ALMA [CII] survey. Survey strategy, observations, and sample properties of 118 star-forming galaxies at $4 < z < 6$ <https://arxiv.org/abs/1910.09517>
- Matthieu Béthermin et al. - The ALPINE-ALMA [CII] survey. Data processing, catalogs, and statistical source properties <https://arxiv.org/abs/2002.00962>
- Daniel Schaerer et al. - The ALPINE-ALMA [Cii] survey. Little to no evolution in the [C ii]–SFR relation over the last 13 Gyr <https://arxiv.org/abs/2004.10760>
- Yoshinobu Fudamoto et al. - The ALPINE-ALMA [CII] Survey: Dust attenuation properties and obscured star-formation at $z \sim 4.4\text{--}5.8$ <https://arxiv.org/abs/2004.10760>
- Miroslava Dessauges-Zavadsky et al. - The ALPINE-ALMA [CII] survey. Molecular gas budget in the early Universe as traced by [CII] <https://arxiv.org/abs/2004.10771>
- Paolo Cassata et al. - The ALPINE-ALMA [CII] survey. Small Ly α -[CII] velocity offsets in main-sequence galaxies at $4.4 < z < 6$ <https://arxiv.org/abs/2002.00967>
- Michele Ginolfi et al. - The ALPINE-ALMA [CII] Survey: CGM pollution and gas mixing by tidal stripping in a merging system at $z \sim 4.57$ <https://arxiv.org/abs/2004.13737>
- Carlotta Gruppioni et al. - The ALPINE-ALMA [CII] Survey: nature, luminosity function, and star formation history of continuum non-target galaxies up to $z \sim 6$ <https://arxiv.org/abs/2006.04974>

Contacts

Astronome Aix-Marseille Université | Matthieu Béthermin | matthieu.bethermin@lam.fr
Chercheur CNRS / Université de Genève | Daniel Schaerer | daniel.schaerer@unige.ch
Astronome Aix-Marseille Université | Guilaine Lagache | guilaine.lagache@lam.fr
Pressé CNRS | Véronique Etienne | T +33 1 44 96 51 37 | veronique.etienne@cnsr.fr

