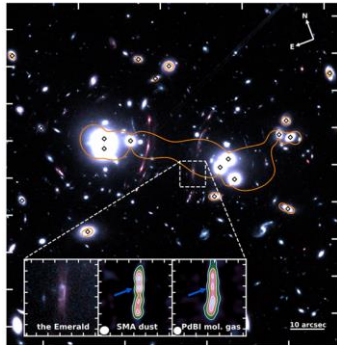


Orsay, le 29 novembre 2018

Les pouponnières d'étoiles interagissent avec leur environnement au cœur des galaxies massives



Vue d'ensemble de l'Emeraude
© Raoul Cañameras

Contact Presse :
Université Paris-Sud
Cécile Pérol
01 69 15 41 99
06 58 24 68 44
cecile.perol@u-psud.fr

Les régions de formation d'étoiles les plus intenses de l'Univers jeune interagissent fortement avec leur environnement en échangeant rapidement d'énormes quantités de gaz. Cette découverte, réalisée par une équipe internationale d'astronomes, notamment de l'Institut d'astrophysique spatiale (Université Paris-Sud/CNRS), du Laboratoire d'astrophysique de Marseille (Aix-Marseille Université/CNRS) et du laboratoire Astrophysique instrumentation modélisation (Université Paris Diderot/CEA/CNRS), apporte un nouvel indice pour comprendre comment ces galaxies massives ont pu croître si vite, il y a environ 11 milliards d'années.

Cette étude est publiée, à travers deux articles, dans la revue *Astronomy & Astrophysics* du 30 novembre 2018.

Les galaxies les plus massives ont connu leur phase de croissance la plus rapide lorsque l'Univers avait environ 20% de son âge actuel. Les immenses quantités de poussière et de gaz ont alors donné lieu à de véritables feux d'artifice de formation d'étoiles, environ cent fois plus rapides que dans la Voie Lactée. Les étoiles se sont principalement formées au sein de régions gazeuses, compactes et très massives, et dont les interactions avec les galaxies hôtes restent peu explorées.

En utilisant les deux radiotélescopes de l'IRAM, l'observatoire NOEMA situé dans les Alpes (France) et le télescope de 30 mètres de Pico Veleta (Espagne), les chercheurs ont constaté que ces pouponnières d'étoiles ne sont pas isolées, mais échangent constamment du gaz avec le milieu interstellaire environnant. "C'est la première fois que nous détectons du gaz moléculaire éjecté d'une de ces pouponnières, et produisant un vent galactique pouvant évacuer la majorité du gaz de cette région en seulement quelques millions d'années" explique Raoul Cañameras, auteur principal de la nouvelle étude débutée dans le cadre de sa thèse à l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS, Université Paris-Sud/CNRS). "Nous avons découvert ce vent dans une galaxie récemment identifiée et surnommée "l'Emeraude", environ 3 milliards d'années après le Big Bang, en analysant la raie d'émission du monoxyde de carbone."

Cette prouesse a été possible grâce à l'effet grossissant de « lentille gravitationnelle », dû à la présence d'un amas de galaxies situé entre la Terre et l'Emeraude. Les chercheurs ont ainsi pu étudier la formation des étoiles dans l'Emeraude sur des échelles de quelques centaines d'années-lumière, habituellement accessibles uniquement pour les galaxies proches.

Le monoxyde de carbone est une molécule couramment utilisée pour localiser le gaz moléculaire. La raie d'émission de ce gaz contient une composante spectrale dont le décalage témoigne d'une vitesse élevée, signature d'un vent important.

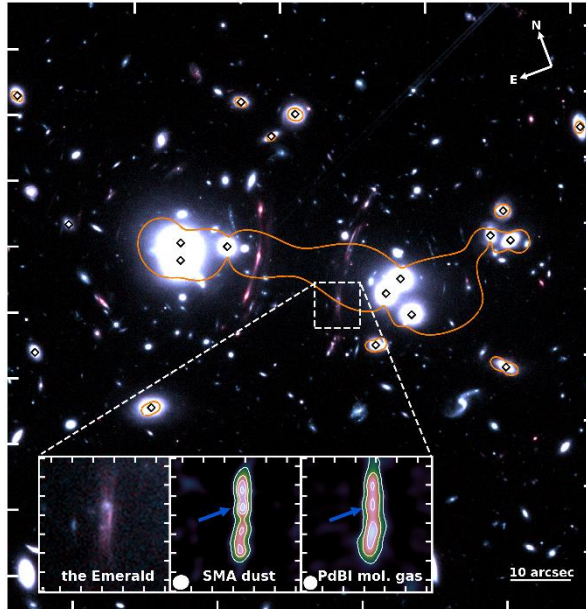
"Le gaz atteint des vitesses suffisamment élevées pour quitter cette région mais pas la galaxie elle-même, et va donc rester piégé", ajoute Nicole Nesvadba de l'IAS. "Cela signifie que le vent peut limiter la croissance de la région de formation d'étoiles, mais pas de la galaxie dans son ensemble". De plus, si cette région éjecte plus rapidement son gaz qu'elle

n'en accumule, elle pourra se dissoudre et libérer son contenu dans la galaxie hôte. Les zones denses de formation d'étoiles semblent donc être des structures transitoires qui évoluent rapidement au sein des galaxies.

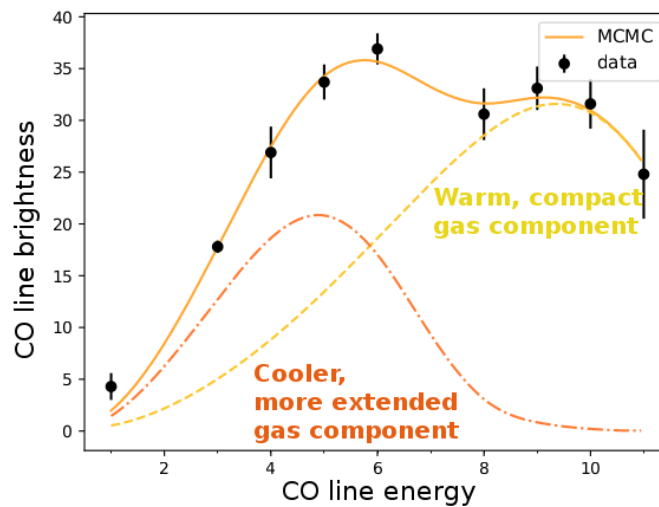
Les scientifiques ont également étudié les propriétés physiques des nuages moléculaires dans l'Émeraude et d'autres galaxies similaires, en observant plusieurs raies d'émission du monoxyde de carbone avec le télescope de 30 m de l'IRAM. "Ces transitions nécessitent différentes énergies pour être excitées. Ainsi, en mesurant leur intensité relative, nous pouvons déterminer la densité et la température du gaz, ainsi que l'intensité du rayonnement produit par les jeunes étoiles récemment formées", commente Chentao Yang de l'ESO, co-auteur de cette étude.

De précédentes observations ont montré que, dans les galaxies à bouffées de formation d'étoiles proches de la Voie Lactée, le gaz atteint les densités et températures les plus extrêmes au sein des nurseries d'étoiles et qu'il est plus diffus dans les régions environnantes. Cependant, l'émission du gaz moléculaire entre les pouponnières d'étoiles est beaucoup plus ténue, et donc très difficile à sonder dans les galaxies de l'Univers jeune. "Nous devons détecter un grand nombre de raies d'émission avec différentes énergies d'excitation pour comprendre si ces galaxies lointaines hébergent un ou plusieurs régimes de phases gazeuses", ajoute Raoul Cañameras. "En plus du gaz directement associé à la formation d'étoiles, les observations de l'IRAM ont révélé une deuxième composante moins dense et pouvant atteindre jusqu'à la moitié de la masse totale en gaz dans ces galaxies." Ses propriétés correspondent à des réservoirs de gaz répartis sur de grandes échelles et pouvant participer à la formation de nouvelles nurseries d'étoiles géantes.

Ces galaxies ont été découvertes grâce au relevé du satellite Planck de l'ESA dans le domaine submillimétrique. "Bien que Planck ait été principalement conçu pour étudier le rayonnement du fond diffus cosmologique, il s'est également révélé très utile pour identifier les galaxies les plus brillantes et les plus rares dans l'Univers jeune", déclare Hervé Dole de l'IAS, coordinateur de l'étude des sources extragalactiques au sein de la collaboration Planck. "L'utilisation combinée de Planck et de l'IRAM illustre à merveille le potentiel scientifique exceptionnel des observatoires terrestres et spatiaux européens pour approfondir notre compréhension de l'Univers", conclut Nicole Nesvadba, qui dirige la caractérisation de ces galaxies.



Vue d'ensemble de l'Emeraude, une galaxie abritant un vent de gaz moléculaire issu d'une région de formation stellaire intense (flèche bleue), et observée telle qu'elle était il y a 11 milliards d'années. Les encarts dans la figure montrent un zoom sur l'émission des étoiles (gauche), de la poussière (milieu) et du gaz moléculaire (droite) provenant de cette galaxie. L'image globale montre l'amas de galaxies situé entre l'observateur sur Terre et l'Emeraude, et jouant le rôle de lentille gravitationnelle. Cet amas agit comme une loupe cosmique sur les galaxies lointaines et permet d'étudier leurs propriétés en détail.
© Raoul Canameras



Intensité des raies d'émission du monoxyde de carbone détectées avec le télescope de 30 m de l'IRAM en fonction des niveaux d'énergie des raies, pour une galaxie à sursaut de formation d'étoiles dans l'Univers jeune. L'évolution des intensités indique que le gaz moléculaire présente plusieurs régimes au sein de cette galaxie, dont une composante plus chaude et compacte qui alimente directement la formation des nouvelles étoiles. © Raoul Canameras



L'observatoire NOEMA est situé sur le Plateau de Bure dans les Hautes-Alpes Françaises à plus de 2500 mètres d'altitude. NOEMA fait partie de la toute nouvelle génération de radiotélescopes: un ensemble de plusieurs télescopes mobiles placés sur des voies et combinés en un télescope géant virtuel. Dix antennes de 15 mètres constituent actuellement l'observatoire. ©IRAM, J.Boissier

Références :

- R. Cañameras, N. P. H. Nesvadba, M. Limousin et al., "Planck's dusty GEMS. V. Molecular wind and clump stability in a strongly lensed star-forming galaxy at $z = 2.2$ "; *Astronomy and Astrophysics*; DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833679>
- R. Cañameras, C. Yang, N. P. H. Nesvadba, et al., "Planck's dWusty GEMS. VI. Multi-J CO excitation and interstellar medium conditions in dusty starburst galaxies at $z = 2-4$ "; *Astronomy and Astrophysics*; DOI: <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833625>