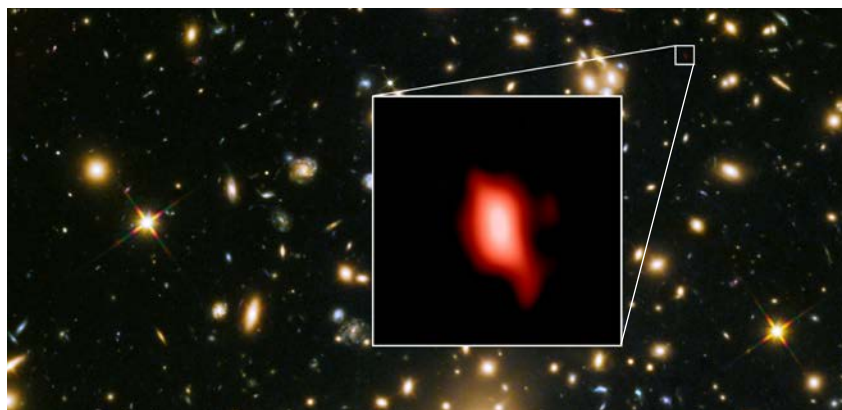


LES PREMIÈRES GALAXIES VERS 200 MILLIONS D'ANNÉES APRÈS LE BIG BANG



Grâce à l'amplification de la lumière par une lentille gravitationnelle, l'observatoire *Alma* a observé le contenu en oxygène (en rouge, dans le zoom) de la galaxie lointaine MACSJ1149-JD1.

Déterminer à quelle époque les premières galaxies se sont formées est un des défis de l'astronomie moderne.

Pour y parvenir, les chercheurs suivent deux stratégies. L'une consiste à simuler l'histoire de l'Univers au moyen d'ordinateurs très puissants, l'autre est de tenter de repousser toujours plus loin les frontières de l'Univers observable, grâce aux grands télescopes.

D'après les simulations numériques décrivant la formation des galaxies et des grandes structures dans l'Univers primordial, les galaxies se seraient formées au sein de grands nuages (ou halos) de matière noire assez massifs (d'environ 10^{12} fois la masse du Soleil) où des étoiles seraient nées à un rythme élevé. Or, du fait de la croissance progressive des halos, ces derniers n'ont atteint la taille nécessaire qu'à partir de 200 millions d'années après le Big Bang.

À partir de ce moment, les premières étoiles auraient émis surtout de la lumière ultraviolette. Mais, du fait de l'expansion de l'Univers, ce rayonnement a subi un décalage vers des longueurs d'onde plus grandes et nous parvient sur Terre dans l'infrarouge proche. Or actuellement, aucun instrument, au sol ou dans l'espace, ne permet d'étudier avec une bonne résolution ce domaine de longueurs d'onde. Il est donc difficile de confirmer quand les toutes premières galaxies se sont formées.

Les galaxies les plus lointaines connues à ce jour (UDFj-39546284 et GN-z11) ont été repérées avec le télescope spatial *Hubble* à une longueur d'onde

de 1,6 micromètre, ce qui correspondrait à une lumière émise environ 400 millions d'années après le Big Bang. Elles sont donc un peu plus anciennes que la galaxie SPT0615-JD évoquée par Dan Coe.

S'il est impossible, pour l'instant, d'observer directement la naissance des premières galaxies, on peut estimer la période à laquelle elles se sont formées. Pour ce faire, on détermine l'âge de l'Univers où l'on observe une galaxie lointaine, grâce au décalage vers le rouge de sa lumière, puis on estime l'âge des plus vieilles étoiles qu'elle contient. Les étoiles âgées émettent surtout de la lumière dans le domaine optique, qui

En analysant la lumière émise par les étoiles vieilles, nous avons estimé quand la galaxie est née

nous parvient dans l'infrarouge, du fait de l'expansion de l'Univers. Or l'atmosphère terrestre est opaque au rayonnement infrarouge, il est donc nécessaire d'aller dans l'espace. L'observatoire spatial *Spitzer* est le télescope le plus performant, à ce jour, pour étudier le rayonnement infrarouge. Cependant, sa sensibilité limite la détection aux galaxies les plus brillantes. Ainsi, cette technique ne s'applique qu'aux galaxies les plus massives ou à celles dont la lumière a été fortement amplifiée par l'effet de lentille gravitationnelle.

Grâce à cette approche, nous avons récemment découvert l'une des galaxies les plus lointaines connues à ce jour, MACSJ1149-JD1, que nous observons telle qu'elle était quand l'Univers était âgé de 550 millions d'années (près de 4% de son âge actuel). Cette galaxie repérée sur les images du télescope spatial *Hubble* comporte 1 000 fois moins d'étoiles que la Voie lactée. Elle est cependant dix fois plus brillante qu'elle n'est réellement, en raison de la présence de l'amas de galaxies MACSJ1149+2223 le long de la ligne de visée, qui agit comme une lentille gravitationnelle. Grâce, avec le *VLT* et *Alma*, à la mesure précise du décalage spectral de cette galaxie, et à celle de la quantité de lumière reçue en infrarouge, mes collègues et moi avons estimé quand la galaxie est née. Nous avons estimé que la formation de la galaxie remonte à environ 260 millions d'années après le Big Bang.

L'étude de MACSJ1149-JD1 constitue la première preuve observationnelle de l'existence des galaxies à une époque en accord avec celle prédite grâce aux simulations numériques.

Le futur télescope spatial *James-Webb Space Telescope*, qui sera lancé en mars 2021, repoussera les limites de nos observations. Grâce à la haute sensibilité des détecteurs infrarouges du télescope et la grande taille de son miroir (6,5 mètres de diamètre), nous mesurerons l'âge de galaxies encore plus lointaines et repérerons ces galaxies quelques millions d'années seulement après leur formation.

NICOLAS LAPORTE

University College, Londres, Royaume-Uni