

La Tarentule livre ses secrets

30 Doradus, la nébuleuse de la Tarentule

Basé sur un communiqué ESO

Les astronomes de l'ESO ont dévoilé une nouvelle image (cf. couverture) détaillée de la région de formation d'étoiles 30 Doradus, également connue sous le nom de nébuleuse de la Tarentule, grâce à des observations réalisées au moyen du réseau ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array). L'image haute résolution montre la nébuleuse sous un jour nouveau, avec des nuages de gaz qui donnent un aperçu de la manière dont les étoiles massives façonnent cette région.

Ces fragments pourraient être les restes de grands nuages qui ont été déchiquetés par l'énorme énergie libérée par des étoiles jeunes et massives, dans un processus dit de « double rétroaction ». À l'origine, les astronomes pensaient que la turbulence empêcherait la gravité de rassembler ce gaz et de former de nouvelles étoiles. Les nouvelles données révèlent des filaments beaucoup plus denses où le rôle de la gravité est encore significatif. Ces résultats impliquent que, même en présence d'une très forte rétroaction, la gravité peut exercer une forte influence

Image radio de la Tarentule prise dans les longueurs d'onde radio par l'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array. (ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/Wong et al.)

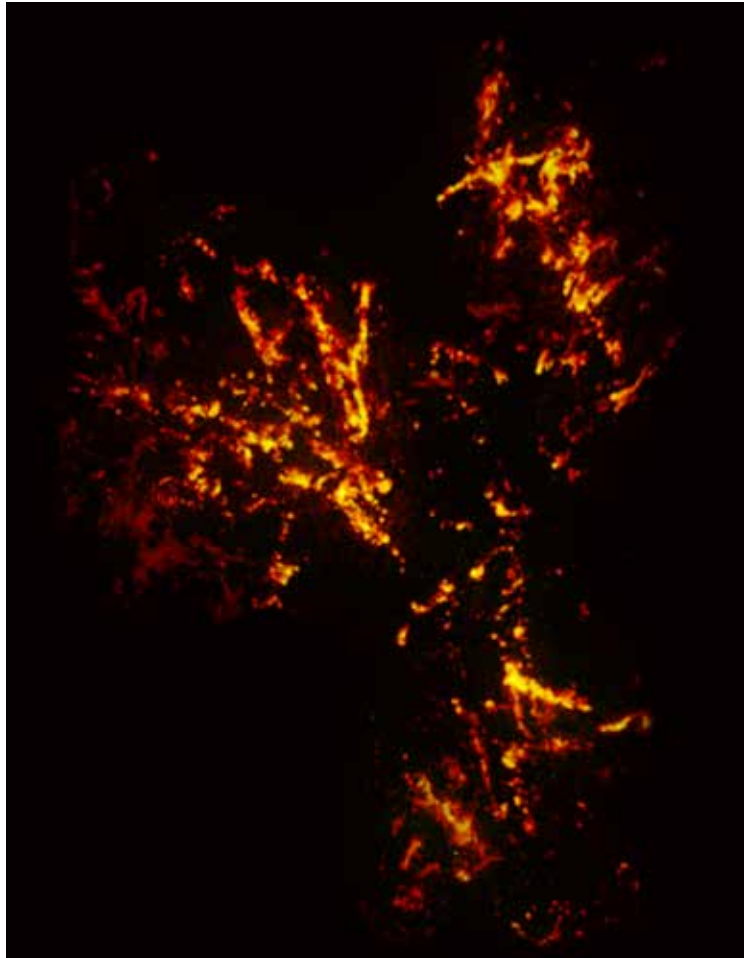


Image infrarouge composite de la Tarentule capturée par les instruments HAWK-I sur le Very Large Telescope (VLT) et le Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy (VISTA) de l'ESO. (ESO, M.-R. Cioni/VISTA Magellanic Cloud survey. Cambridge Astronomical Survey Unit)



et conduire à la poursuite de la formation d'étoiles.

Située dans le Grand Nuage de Magellan, une galaxie satellite de la Voie lactée, la nébuleuse de la Tarentule est l'une des régions de formation d'étoiles les plus brillantes et les plus actives de notre voisinage galactique. En son cœur se trouvent quelques-unes des étoiles les plus massives connues, dont certaines ont une masse plus de 150 fois supérieure à celle du Soleil (cf. R136a1, rubrique suivante). La région est donc idéale pour étudier comment les nuages de gaz s'effondrent sous l'effet de la gravité pour former de nouvelles étoiles.

Ce qui rend 30 Doradus unique, c'est qu'elle est suffisamment proche pour que nous puissions étudier en détail la façon dont

les étoiles se forment, et ses propriétés sont semblables à celles que l'on trouve dans des galaxies très lointaines, lorsque l'Univers était jeune. Grâce à 30 Doradus, nous pouvons étudier comment les étoiles se formaient il y a 10 milliards d'années, lorsque la plupart des étoiles sont nées.

Si la majorité des études antérieures de la nébuleuse de la Tarentule se sont concentrées sur son centre, les astronomes savent depuis longtemps que la formation massive d'étoiles se produit également ailleurs. Pour

mieux comprendre ce processus, l'équipe a effectué des observations à haute résolution couvrant une grande région de la nébuleuse. À l'aide d'ALMA, ils ont mesuré l'émission du monoxyde de carbone. Cela leur a permis de cartographier les grands nuages de gaz froid de la nébuleuse qui s'effondrent pour donner naissance à de nouvelles étoiles et de montrer comment ils changent lorsque d'énormes quantités d'énergie sont libérées par celles-ci.

Les astronomes s'attendaient à ce que les parties du nuage les plus proches des étoiles massives montrent les signes les plus clairs d'une gravité vaincue par la rétroaction. En fait ils ont constaté que la gravité est encore importante dans les régions denses exposées à la rétroaction.

Dans l'image publiée aujourd'hui par l'ESO, on voit les nouvelles données ALMA superposées à une image infrarouge précédente de la même région, prise avec le VLT et le télescope VISTA de l'ESO, qui montre des étoiles brillantes et des nuages de gaz chauds de couleur rose. La composition montre la forme distincte des nuages de gaz de la nébuleuse de la Tarentule. Les nouvelles données d'ALMA comprennent les bandes rouge-jaune brillantes de l'image : du gaz très froid et dense qui pourrait un jour s'effondrer et former des étoiles.

R136a1

Basé sur un communiqué NOIRLab

Au cœur de la nébuleuse de la Tarentule trône l'amas NGC 2070, et au centre de celui-ci, R136, une extrême concentration d'étoiles massives qui entretiennent l'éclat de la nébuleuse.

Parmi les membres de R136 figure l'étoile la plus massive connue de l'Univers, R136a1. Le télescope Gemini South de 8,1 mètres au Chili en a obtenu l'image la plus nette à ce jour.

Les astronomes n'ont pas encore totalement compris comment se forment les étoiles les plus massives – celles dont la masse est plus de 100 fois supérieure à celle du Soleil.

Une pièce particulièrement difficile de ce puzzle est l'obtention d'observations de ces géantes, qui résident généralement dans les cœurs densément peuplés des amas d'étoiles enveloppés de poussière. Les étoiles géantes vivent rapidement et meurent jeunes, épuisant leurs réserves de combustible en quelques millions d'années seulement. En comparaison, le Soleil est à peine à la moitié de sa vie de 10 milliards d'années.

En poussant à ses limites les capacités de l'instrument Zorro de Gemini South, les astronomes ont pu isoler l'étoile colossale R136a1 parmi les membres de l'amas R136, qui se trouve à environ 160 000 années-lumière de la Terre, au centre de la nébuleuse de la Tarentule dans le Grand Nuage de Magellan.

Les observations précédentes suggéraient que R136a1 avait une masse comprise entre 250 et 320 fois celle du Soleil. Les nouvelles observations de Zorro indiquent toutefois que cette étoile géante pourrait n'avoir qu'une masse de 170 à 230 fois celle du Soleil. Même avec cette estimation inférieure, R136a1 reste l'étoile la plus massive connue.

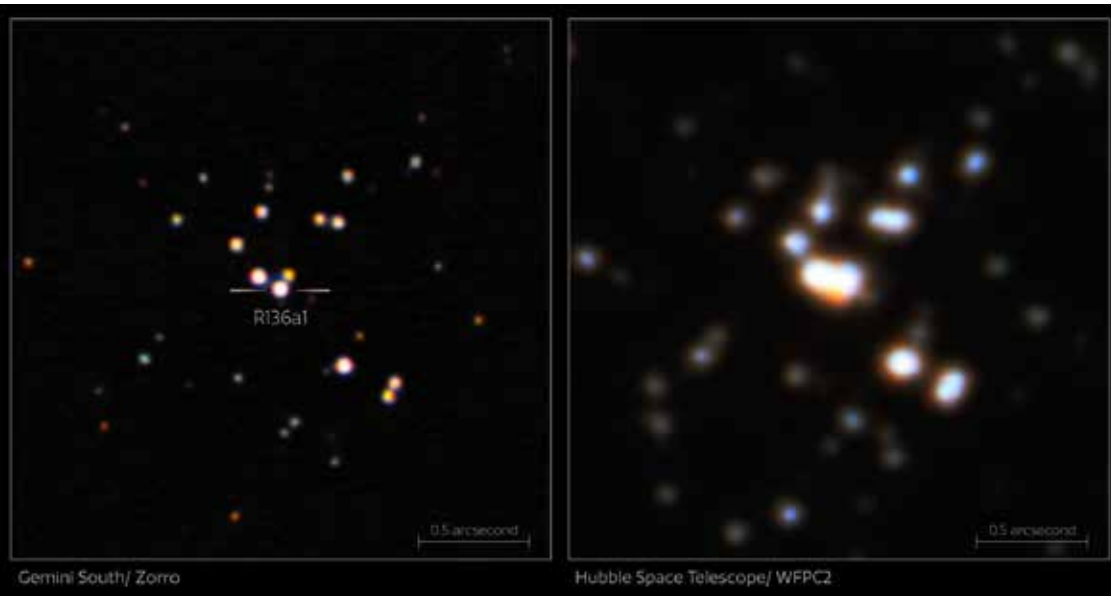
Les astronomes sont capables d'estimer la masse d'une étoile en comparant sa luminosité et sa température observées avec les prédictions théoriques. L'image Zorro, plus nette, a permis de séparer plus précisément la luminosité de R136a1 de ses compagnes stellaires proches, ce qui a conduit à une estimation plus faible de sa luminosité et donc de sa masse.

Cela suggère que la limite supérieure des masses stellaires pourrait également être plus basse qu'on ne le pensait.

Ce résultat a également des implications sur l'origine des éléments plus lourds que l'hélium dans l'Univers. Ces éléments sont créés lors de la mort explosive cataclysmique d'étoiles dont la masse est plus de 150 fois supérieure à celle du Soleil, dans des événements que les astronomes appellent supernovæ à instabilité de couple. Si R136a1 est moins massive qu'on ne le pensait, il pourrait en être de même pour d'autres étoiles massives et, par conséquent, les supernovæ à instabilité de paires pourraient être plus rares que prévu.



*R136 est la condensation centrale dans l'amas d'étoiles bleues, NGC 2010. L'image a été prise par la caméra Wide Field Camera 3 du télescope spatial Hubble.
(NASA, ESA, F. Paresce/INAF-IASF, Bologna, R. O'Connell/University of Virginia, Charlottesville)*



L'amas d'étoiles abritant R136a1 a déjà été observé par des astronomes à l'aide du télescope spatial Hubble de la NASA/ESA et de divers télescopes terrestres, mais aucun de ces télescopes n'a pu obtenir d'images suffisamment nettes pour distinguer tous les membres individuels.

L'instrument Zorro a pu surpasser la résolution des observations précédentes en utilisant la technique d'imagerie speckle (parfois dénommée « des tavelures » en français), qui permet aux télescopes terrestres de surmonter en grande partie l'effet de flou de l'atmosphère terrestre. En prenant plusieurs milliers d'images à courte exposition il est possible d'annuler la quasi-totalité de ce flou. Cette approche, ainsi que l'utilisation de l'optique adaptative, peut augmenter considérablement la résolution des télescopes terrestres.

En observant la partie rouge du spectre, l'instrument Zorro a une résolution d'image d'environ 30 milliarcsecondes. Cette résolution est légèrement supérieure à celle du télescope spatial James Webb et environ trois fois supérieure à celle obtenue par le télescope spatial Hubble à la même longueur d'onde.

Cette image comparative montre la netteté et la clarté exceptionnelles de l'imageur Zorro du télescope Gemini Sud de 8,1 mètres au Chili (à gauche) par rapport à une image antérieure prise avec le télescope spatial Hubble de la NASA/ESA (à droite). La nouvelle image du télescope Gemini Sud a permis aux astronomes de distinguer clairement l'étoile R136a1 de ses compagnes stellaires proches, fournissant les données nécessaires pour révéler que – tout en restant l'étoile la plus massive connue dans l'Univers – elle est moins massive qu'on ne le pensait auparavant. (International Gemini Observatory/NOIRLab/NSF/AURA; University of Alaska Anchorage, T.A. Rector, M. Zamani, D. de Martin; NASA/ESA Hubble Space Telescope)