

## Et si on avait trouvé un moyen efficace pour débusquer des étoiles binaires très massives?

L'étoile Eta Carinae, dans la nébuleuse de la Carène, est le plus massif et le plus lumineux système stellaire de la Voie lactée. Elle est située à une distance d'environ dix mille années-lumière. Elle est surtout connue pour une énorme éruption (la « Grande Eruption ») qui s'est produite en 1840 et qui a projeté dans l'espace environ dix fois la masse du Soleil sous forme de deux nuages de gaz et de poussières symétriques. Eta Carinae est en fait constituée de deux étoiles proches en rotation l'une autour de l'autre avec une période de 5,5 ans ; l'étoile la plus massive a 90 masses solaires, et l'autre au moins 30 masses solaires. On ne connaissait jusqu'à maintenant aucun exemple comparable à Eta Carinae.

L'une des hypothèses avancées est que le type d'éruption qui s'est produit au siècle dernier dans Eta Carinae pourrait être à l'origine des supernovae ultraluminescentes de type II (SLSN-II) : elles seraient produites par la collision entre le gaz expulsé et une enveloppe massive éjectée lors d'une éruption précédente. Mais il n'existe à l'heure actuelle pas de théorie permettant d'inclure des événements comme la Grande Éruption dans l'évolution de tels objets. L'évolution d'étoiles aussi massives qu'Eta Carinae est donc difficile à comprendre tant qu'elle est la seule observée de son espèce.

Il était donc important d'en trouver d'autres, et c'est à quoi se sont attachés pendant plusieurs années des chercheurs du Nasa Goddard Space Flight Center aux Etats Unis. Ils ont cherché à identifier des « jumeaux » d'Eta Carinae, c'est à dire des enveloppes de poussières rayonnant intensément en infrarouge. La poussière absorbe en effet le rayonnement ultraviolet des étoiles massives qu'elle enveloppe, et le convertit en infrarouge. C'est ce rayonnement infrarouge, d'une intensité au moins égale au rayonnement optique de l'étoile, que les astronomes ont essayé de détecter à l'aide du télescope spatial Spitzer.

Après plusieurs années infructueuses, leur persévérance a porté ses fruits. Les chercheurs annoncent avoir enfin observé en 2015 des objets semblables à Eta Carinae dans d'autres galaxies (arXiv:1510.06747v2, Rubab Khan et al.). Deux jumeaux se trouvent dans la galaxie M83, située à 15 millions d'années-lumière, et un dans chacune des galaxies NGC 6946, M101 et M51, situées entre 18 et 26 millions d'années-lumière. Dans tous les cas, l'émission est dominée par des poussières d'environ 500°, chauffées par le rayonnement d'étoiles très massives cachées dans le cocon de poussières.

Dans le « zoom » de ce même numéro de l'Astronomie, James Lequeux pose la question : « D'où viennent les trous noirs binaires ? ». Serait-il possible qu'ils proviennent d'objets du type Eta

Carinae ? A priori, on ne le pense pas, car s'il s'agit bien d'étoiles d'une centaine de masses solaires, elles ne devraient pas former des trous noirs à la fin de leur vie, car elles sont riches en éléments lourds et subissent par conséquent une grande perte de masse au cours de leur évolution, comme le confirme d'ailleurs l'existence de la « Grande Eruption » d'Eta Carinae. Mais ce n'est pas si clair, car on ne connaît pas la fréquence de ces éruptions, et il n'est pas évident qu'elles soient suffisantes pour vider pratiquement complètement les étoiles de leur matière jusqu'à atteindre une masse inférieure à une dizaine de masses solaires au moment où elles dépasseront leur stade d'ignition nucléaire, au dessous de laquelle l'explosion d'une supernova s'accompagne de l'effondrement d'un cœur d'étoile à neutrons. Pour le savoir, il faut pouvoir déterminer la perte de masse à chaque épisode d'éjection et savoir avec quelle fréquence se produisent ces éruptions. D'autres observations de jumeaux d'Eta Carinae ou d'étoiles massives sans enveloppe seront nécessaires pour y parvenir, ce que permettra la plus grande résolution du télescope spatial James Webb (JWST) qui sera lancé vers 2018.

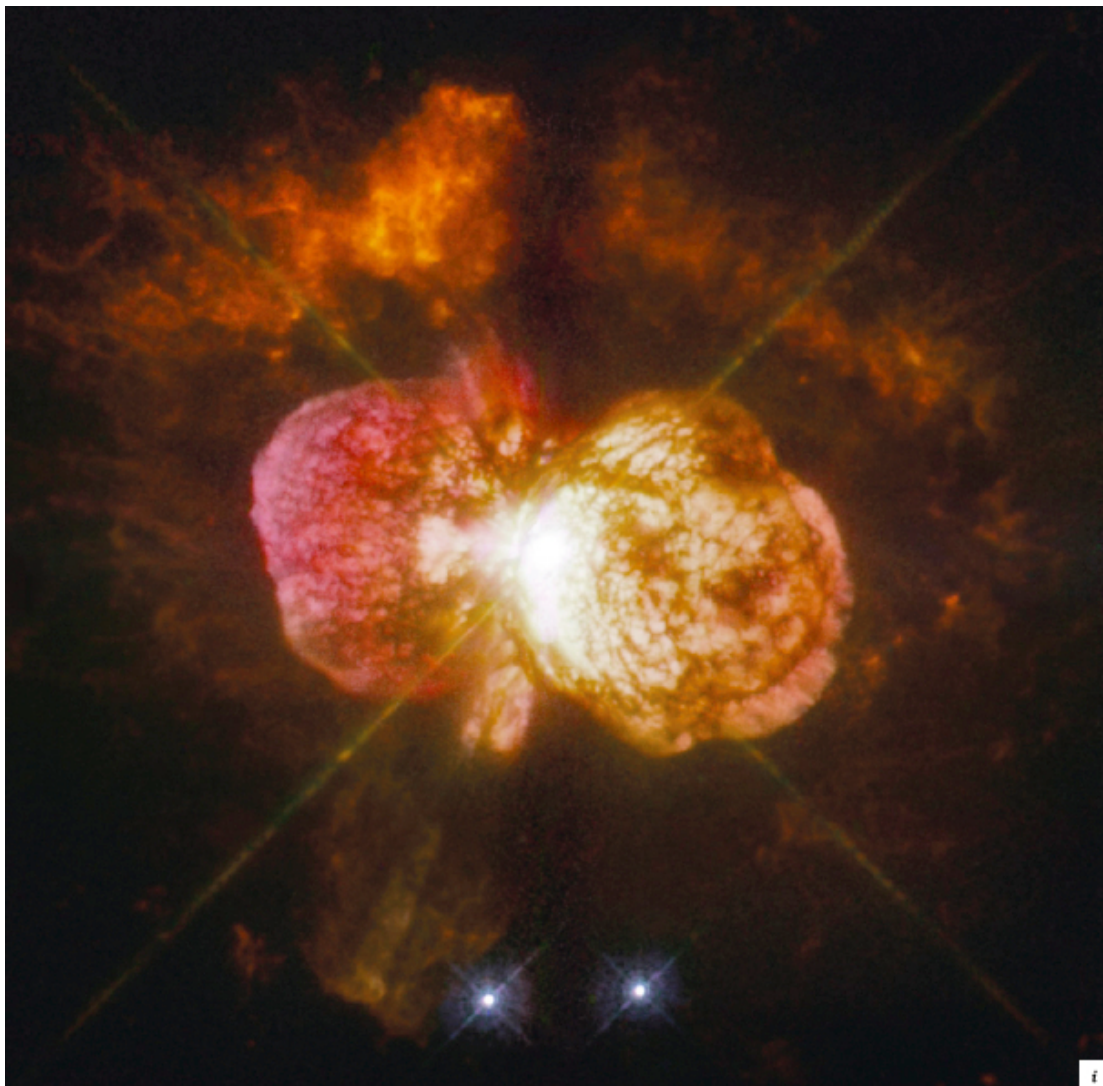


Figure 1: Image obtenue par le télescope Hubble de la « nébuleuse de l'homoncule » qui correspond à la grande éjection de 1840 par Eta Carinae. Elle a une taille d'environ une année-lumière et contient environ 10 masses solaires de gaz et de poussières. Crédits: NASA, ESA, and the Hubble SM4 ERO Team

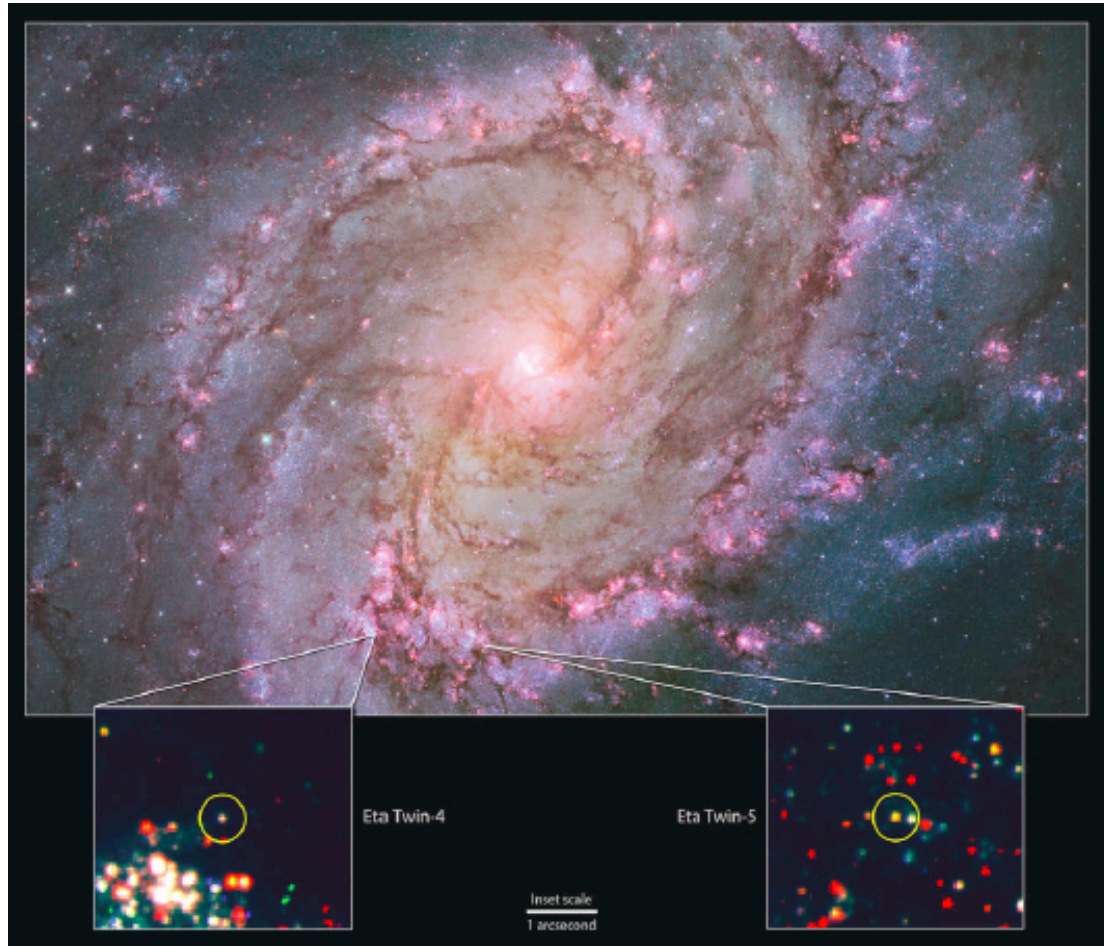


Figure 2: En haut : Image de la galaxie M83 obtenue par le télescope Hubble. En bas, les données du télescope Hubble montrant les positions des deux paires de jumeaux d'Eta Carinae. Crédit: NASA, ESA, the Hubble Heritage Team (STScI/AURA) and R. Khan (GSFC and ORAU).

## **Des centaines de galaxies découvertes derrière la Voie lactée**

On sait depuis une quarantaine d'années que la Voie lactée, ainsi que les galaxies proches, sont attirées avec une vitesse de l'ordre de 600 kilomètres par seconde [1] en direction de la constellation du Centaure vers ce que l'on nomme « le Grand Attracteur », une région mystérieuse dont la masse doit être d'environ un million de milliards de Soleils. Or on ne peut détecter les galaxies qui le composent dans les domaines optique ou infrarouge proche car elles sont cachées derrière la Voie lactée dont les poussières absorbent le rayonnement : c'est ce que l'on appelle la « Zone Of Avoidance » ou ZOA.

L'identification du Grand Attracteur a fortement progressé lorsque l'on a découvert il y a peu grâce à l'étude des courants de galaxies, que notre Galaxie appartient à un gigantesque superamas appelé « Laniakea », d'un demi milliard d'années-lumière de diamètre, ayant une masse de cent millions de milliards de masses solaires et centrée sur le Grand Attracteur. Entre temps on avait découvert une concentration de galaxies dans la direction du Grand Attracteur, mais sa masse était insuffisante pour rendre compte des mouvements des galaxies.

L'idée d'un groupe de radioastronomes dont plusieurs de l'hémisphère sud - Australie et Afrique du Sud - a été d'utiliser le grand radiotélescope de Parkes en Australie pour détecter l'hydrogène neutre derrière la Voie lactée, car le rayonnement radio n'est pas absorbé par les poussières (arXiv:1602.02922, L. Staveley-Smith et al., article publié dans la revue The Astronomical Journal de mars 2016). Ils ont ainsi prolongé vers les faibles flux le grand sondage HIPASS (HI Parkes All-Sky Survey) entrepris depuis plusieurs années. Leurs observations couvrent les latitudes galactiques inférieures à 5 degrés, et les longitudes comprises entre 36 et 212 degrés. Ce nouveau sondage HIZOA, HI désignant H neutre, a fourni 883 galaxies avec des vitesses de récession jusqu'à 12000 km/s. Les radioastronomes ont ainsi identifié 3 nouvelles concentrations de galaxies (NW1, NW2 and NW3) et 2 nouveaux amas (CW1 and CW2) (C est ici pour «Centaurus »). Sachant que chaque nouvelle galaxie contient typiquement cent milliards d'étoiles, c'est environ cent mille milliards de masses solaires qui viennent d'être détectées dans la direction du Grand Attracteur.

Ces résultats augurent bien des sondages à venir par exemple avec le futur SKA (Square Kilometer Array), qui couvriront tout le ciel et fourniront pour la première fois un recensement complet des grandes structures de l'Univers jusqu'à des distances de 4 ou 5 milliards d'années-lumière.

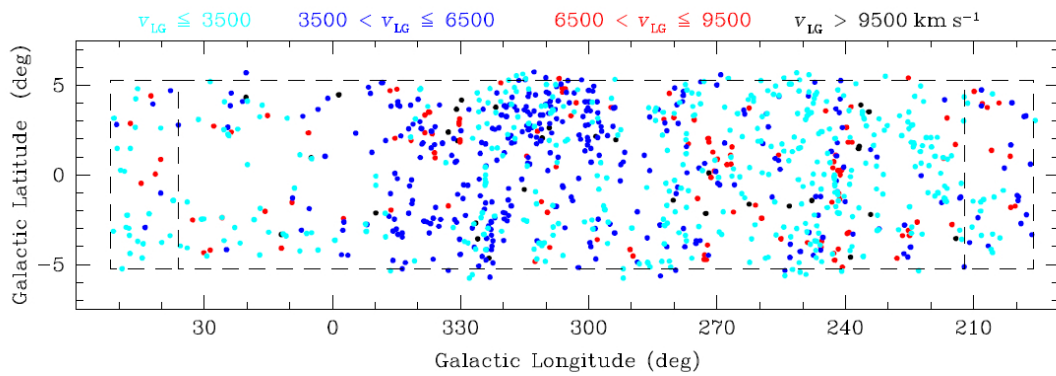


Figure 1: Distribution des coordonnées galactiques de 957 galaxies détectées dans le catalogue H1ZOA. Les limites du sondage sont indiquées par les lignes en tirets. Les points sont coloriés en fonction de la vitesse. On peut noter une prédominance de galaxies dans la direction du Grand Attracteur à la longitude de  $312^\circ$ .

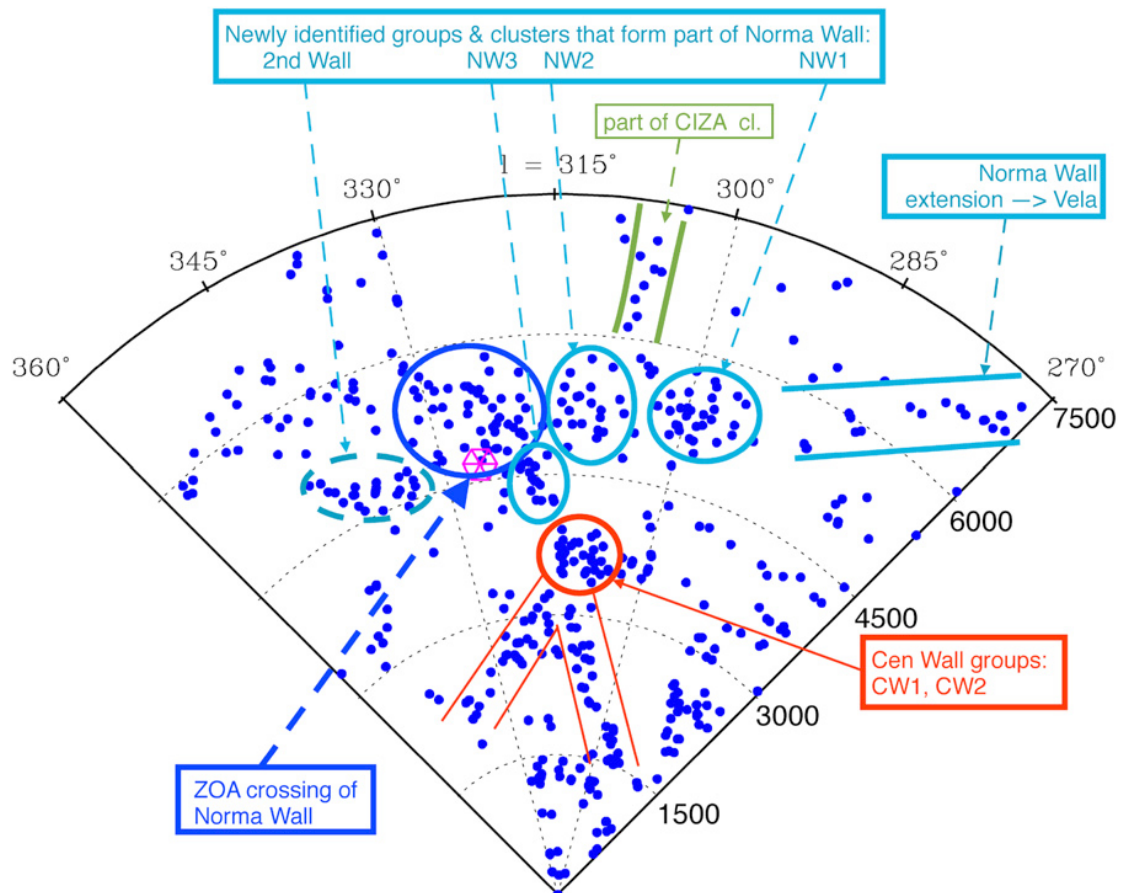


Figure 2 : Les nouvelles galaxies découvertes dans la région  $360^\circ > l > 270^\circ$ ;  $|b| < 5^\circ$  pour une vitesse  $< 7500$  km/s. Notez la structure de mur du superamas Norma qui s'étale entre  $340^\circ$  et  $290^\circ$  de longitude. L'hexagone magenta indique le centre de l'amas Norma.

[1] La vitesse de  $600$  km/s se rajoute bien entendu à celle du flot de Hubble due à l'expansion de l'Univers.