

neurones dits «Q» chez les souris : ces dernières se sont mises dans un état de torpeur, avec une température corporelle de 23-24 °C. Les animaux se réveillaient ensuite en bonne santé, sans aucun signe de dommages cellulaires et tissulaires, et avec un comportement parfaitement normal, même après un sommeil de deux jours. En outre, une autre population de neurones de l'hypothalamus continuait à réguler leur température corporelle (devenue basse), afin que les souris puissent encore s'adapter aux conditions extérieures au moment de leur courte hibernation.

L'équipe américaine a privé des souris de nourriture pendant plus de 24 heures afin qu'elles entrent en hibernation, puis elle a identifié les neurones impliqués dans la diminution de la température corporelle. Bien entendu, les neurones Q en faisaient partie. Et quand les chercheurs les ont activés, ils ont également provoqué un état de torpeur chez les rongeurs, malgré la présence de nourriture.

Ces neurones existent également chez les rats qui, pourtant, n'hibernent jamais. En stimulant ces cellules, l'équipe japonaise a provoqué chez ces animaux un état de torpeur artificielle similaire à celui des souris. Les deux équipes ont également caractérisé avec davantage de précision l'ensemble des neurones du circuit de thermorégulation de la région préoptique médiane de l'hypothalamus, et montré que les neurones Q sont bien ceux qui induisent une hypothermie profonde, mais qu'ils ne sont «mobilisés» que chez certaines espèces de mammifères.

L'idée d'une hypothermie thérapeutique se profile toutefois. Les scientifiques rappellent en effet que ces neurones Q et le circuit de régulation thermique corporelle se ressemblent chez tous les mammifères et sont par conséquent certainement présents chez l'homme. Mais il reste à le vérifier... et à être en mesure de les activer. Une forme d'«hibernation artificielle thérapeutique», de courte durée, où le métabolisme diminue considérablement, serait utile pour limiter les dégâts cellulaires ou tissulaires après un accident cardiaque ou un accident vasculaire cérébral. ■

BÉNÉDICTE SALTHUN-LASSALLE

T. M. Takahashi et al., *Nature*, en ligne le 11 juin 2020 ; S. Hrvatin et al., *ibidem*

GW190814, un signal doublement atypique

Le 14 août 2019, les détecteurs d'ondes gravitationnelles Ligo et Virgo ont repéré la fusion d'un système binaire hors norme. Astrid Lamberts, chargée de recherche à l'observatoire de la Côte d'Azur et membre de l'équipe Virgo, nous présente les caractéristiques de l'événement GW190814.

Propos recueillis par SEAN BAILLY



ASTRID LAMBERTS
chercheuse à
l'observatoire de la Côte
d'Azur, à Nice

En quoi consiste l'événement GW190814 ?

Il s'agit d'un système de deux objets compacts qui ont fusionné en émettant des ondes gravitationnelles. Les deux détecteurs Ligo, aux États-Unis, et celui de Virgo, en Italie, ont enregistré le signal correspondant à cette coalescence le 14 août 2019. L'analyse montre que le système binaire se composait d'un trou noir de 23 masses solaires et d'un second objet, de nature inconnue, de 2,6 masses solaires. Leur fusion a donné naissance à un trou noir de 25 masses solaires.

Cette coalescence est-elle atypique ?

D'abord, la différence de masse entre les deux objets est très grande, dans un rapport proche de 9. Le seul autre événement asymétrique que nous ayons observé, GW190412, avait un rapport de masses juste inférieur à 4. L'intérêt des systèmes asymétriques est que leur signal est plus riche : nous pouvons en extraire beaucoup plus d'informations sur les caractéristiques du système binaire. Nous avons, par exemple, une très bonne précision sur la masse du plus petit objet de la fusion.

Pourquoi cette masse est-elle si intéressante ?

Lorsqu'une étoile massive arrive en fin de vie, son cœur s'effondre et forme un trou noir, ou une étoile à neutrons pour des astres un peu moins massifs. Jusqu'à présent, les astronomes avaient constaté que les étoiles à neutrons les plus massives ne dépassaient jamais 2,5 masses solaires et les trous noirs les plus légers étaient toujours au-dessus de 5 masses solaires. On observe donc une discontinuité, un gap, dans les masses de ces objets astrophysiques. Ce gap est-il le résultat d'un biais observationnel qui reste à identifier ou est-il bien réel ? Certains modèles

qui décrivent l'explosion des étoiles massives reproduisent ce gap, mais l'objet de GW190814 à 2,6 masses solaires bouscule cette idée. Il reste à comprendre comment cet objet s'est formé et quelle est sa nature.

Sait-on expliquer l'origine de ce système binaire asymétrique ?

Quand on examine les modèles, il est très difficile de produire des systèmes binaires asymétriques qui fusionnent en un temps raisonnable, c'est-à-dire inférieur à l'âge de l'Univers, ou avec une probabilité de réalisation non négligeable. Mais GW190814 et GW190412 suggèrent que les systèmes asymétriques sont loin d'être rares. Il reste à élucider le mécanisme de leur formation.

Un scénario part d'un amas globulaire comportant de nombreux astres, où l'on va avoir pas mal d'échanges dynamiques et des captures successives. On pense que c'est ainsi que des trous noirs atteignent plusieurs dizaines de masses solaires. Cependant, dans un tel amas, les corps les plus massifs tendent à se regrouper au centre et les petits se retrouvent en périphérie. Il est donc très peu probable qu'un système binaire asymétrique se forme.

Une solution est d'imaginer un milieu avec beaucoup d'effets dynamiques et une grande quantité de gaz. Ce dernier freine les mouvements des corps légers, ce qui augmente les chances de former des systèmes binaires asymétriques. Certains théoriciens suggèrent que le disque d'accrétion d'un trou noir supermassif dans des noyaux actifs de galaxies fournirait un tel environnement.

Nous en saurons plus dans les années à venir. Pendant sa troisième campagne de prise de données, d'avril 2019 à mars 2020, la collaboration Ligo-Virgo a identifié 56 signaux de coalescences potentielles. Ils nous aideront à déterminer par quels canaux les systèmes binaires se forment, et quel mécanisme permet d'expliquer des cas particuliers tel que celui de GW190814. ■

R. Abbott et al., *Astrophys. J. Lett.*, vol. 896(2), L44, 2020