

De nouvelles ondes gravitationnelles résolvent un grand mystère astronomique

La fusion de deux étoiles à neutrons a secoué l'espace-temps avant de produire un flash de rayons gamma.

Le Figaro · 17 Oct 2017 · TRISTAN VEY @veytristan

ASTRONOMIE C'est l'événement scientifique de l'année. Pour la première fois de l'histoire, les astronomes ont réussi à observer conjointement des ondes gravitationnelles, ces soubresauts de l'espace-temps prévus par les théories d'Einstein et détectés pour la première fois en septembre 2015 (découverte récompensée par le prix Nobel cette année), en même temps que la lumière émise par l'événement qui les a produites.

Cette double détection est l'acte de naissance d'une nouvelle astronomie, dite « astronomie multi-messagers », qui permet des avancées considérables en astronomie, mais aussi en cosmologie et en physique fondamentale (lire cidessous). Ce sont pas moins d'une cinquantaine d'articles scientifiques qui sont aujourd'hui publiés (ou en cours de publication) dans les plus grandes revues scientifiques (Nature, Physical Review Letters, Science, Nature Astronomy, The Astrophysical Journal Letters, etc.) pour cette grande première. Un mystère vieux de plus de 50 ans, l'origine des « sursauts gamma rapides », vient notamment d'être élucidé. Découverts en 1967 par les satellites Vela, ces « flashes » extrêmement énergétiques ne durent pas plus de quelques secondes. Il faut attendre 1989 pour que des astrophysiciens émettent l'hypothèse qu'ils sont produits par la fusion de deux étoiles à neutrons, les objets les plus denses de l'Univers. Ces dernières sont des vestiges d'explosions d'étoiles massives en fin de vie (ce qu'on appelle des supernovae) dont le diamètre n'excède pas quelques dizaines de kilomètres pour une masse similaire à celle du Soleil. Rendez-vous compte : un cube de 0,1 millimètre de côté (l'épaisseur d'un cheveu) pèse à peu près aussi lourd que la tour Eiffel !

Lorsque deux étoiles à neutrons fusionnent, le choc est si violent qu'il fait trembler l'espace-temps lui-même. C'est une onde de ce type qui a traversé la Terre de part en part le 17 août dernier à 14 h 41 faisant « trembler » les deux détecteurs américains Ligo et l'europpéen Virgo. « Le signal a duré une centaine de secondes », précise Benoît Mours, chercheur au Laboratoire d'Annecy de physique des particules et responsable français de Virgo. « C'est environ cent fois plus long que les quatre autres signaux gravitationnels détectés depuis 2015, qui correspondaient tous à la fusion de trous noirs dix fois plus lourds. » Plus les objets sont légers, plus ils se rapprochent en effet lentement l'un de l'autre.

Un peu moins de deux secondes plus tard, les satellites américain Fermi et européen Integral détectent un sursaut gamma rapide. « À ce moment-là, nous ne sommes pas encore sûrs et certains que les deux événements aient la même origine, mais l'excitation est énorme », se rappelle Susanna Vergani, chargée de recherche au CNRS et membre des collaborations ePESSTO et GRAWITA, dont l'objectif est justement de trouver les signaux optiques correspondant aux ondes gravitationnelles.

Benoît Mours, qui reçoit l'alerte alors qu'il se trouve chez le dentiste, se précipite pour rejoindre ses collègues sur Internet. « En moins de cinq heures, nous réussissons à déterminer l'origine approximative du signal. » Une surface de quelques centaines de fois la Lune, dans la constellation de l'Hydre. Problème : cela représente encore des millions et des millions de galaxies potentielles. Mais les ondes gravitationnelles présentent un avantage énorme : leur amplitude est directement proportionnelle à la distance du phénomène qui les a produites. En l'occurrence, 130 millions d'années-lumière, soit notre « voisinage » à l'échelle de l'Univers. « Nous avons ainsi pu réduire la zone de recherche à une cinquantaine de galaxies », se rappelle Susanna Vergani. C'est un petit télescope américain d'un mètre seulement, situé au Chili, à l'Observatoire de Las Campanas, qui est le premier à détecter la lumière visible correspondant à la fusion cataclysmique.

Pendant plusieurs semaines, 70 équipes du monde entier braquent leurs instruments sur la galaxie hôte, couvrant l'intégralité du spectre électromagnétique. La lumière passe rapidement du bleu au rouge, puis à l'infrarouge, avant de basculer dans le domaine radio, preuve que l'énergie de la collision se dissipe rapidement. Ces observations coïncident parfaitement avec un phénomène théorique baptisé « kilonova » qui n'avait encore jamais été observé. À mi-chemin entre la nova (lorsqu'une étoile dévore sa compagne) et la supernova (lorsqu'une étoile massive explose). Sans les ondes gravitationnelles, qui ont donné à la fois l'origine et la distance de la source, jamais les astronomes n'auraient pu détecter ce phénomène transitoire dont les astrophysiciens pensent qu'ils permettent notamment de former les éléments plus lourds que le fer, tels que l'or ou le platine, pour ne citer que les plus connus.

“Nous avons ainsi pu réduire la zone de recherche à une cinquantaine de galaxies ” SUSANNA VERGANI, CHARGÉE DE RECHERCHE AU CNRS