



www.cnrs.fr



COMMUNIQUÉ DE PRESSE | 17 OCTOBRE 2017

## Le LAPP impliqué dans les découvertes de nouveaux développements de l'astronomie gravitationnelle

**C'est une découverte majeure à plus d'un titre. Les scientifiques de la collaboration LIGO-Virgo, à laquelle le Laboratoire d'Annecy de physique des particules (CNRS/Université Savoie Mont Blanc) participe, ont observé pour la première fois des ondes gravitationnelles émises lors de la fusion de deux étoiles à neutrons, et non de deux trous noirs comme dans les cas précédents.**

### **LES ONDES GRAVITATIONNELLES FONT LA PREMIÈRE LUMIÈRE SUR LA FUSION D'ÉTOILES À NEUTRONS**

Une moisson de résultats en est issue : d'une solution à l'énigme des sursauts gamma et à celle de l'origine des éléments chimiques les plus lourds – comme le plomb, l'or ou le platine –, en passant par l'étude des propriétés des étoiles à neutrons ou par une mesure indépendante de la vitesse d'expansion de l'Univers. Une dizaine d'articles scientifiques publiés le 16 octobre 2017 détaillent ces différents aspects. Ils sont signés par de nombreuses et nombreux chercheur.e.s de laboratoires du CNRS (plus de 200 pour l'une des publications), membres de la collaboration LIGO-Virgo dont des chercheur.e.s du Laboratoire d'Annecy de physique des particules.

C'est une aventure hors du commun qui a démarré, le 17 août 2017 à 14 heures 41 minutes (heure de Paris), par l'observation d'un signal d'ondes gravitationnelles d'un type nouveau. Cette fois, le signal détecté est bien plus long que dans le cas de la fusion de trous noirs (une centaine de secondes contre une fraction de seconde), signe que les deux objets qui finissent par fusionner sont différents de ceux détectés jusqu'à présent. L'analyse détaillée des données indiquera que les masses des deux objets sont comprises entre 1,1 et 1,6 fois la masse du Soleil, ce qui correspond à celles des étoiles à neutrons.

Les étoiles à neutrons sont des vestiges d'étoiles massives. Une étoile géante meurt en explosant, donnant ainsi naissance à une supernova. Ce phénomène extrêmement lumineux ne dure que quelques jours à quelques semaines : une fois l'explosion terminée, il ne reste plus qu'un cœur très dense composé presque uniquement de neutrons – une étoile à neutrons. Celle-ci a la taille d'une ville comme Londres, mais une petite cuillère de sa matière pèse environ un milliard de tonnes : les étoiles à neutrons sont les étoiles les plus petites et les plus denses connues à ce jour. Tout comme les étoiles ordinaires dont elles sont issues, certaines évoluent en couple. Elles orbitent alors l'une autour de l'autre et se rapprochent lentement en perdant de l'énergie sous forme d'ondes gravitationnelles – un phénomène qui finit par s'accélérer jusqu'à la fusion.

**Si ce scénario était prédit par les modèles, c'est la première fois qu'il est confirmé par l'observation.**



www.cnrs.fr



## LA NAISSANCE D'UNE NOUVELLE ASTRONOMIE

En parallèle, cette source est localisée dans le ciel en exploitant les temps d'arrivée et l'amplitude des signaux mesurés dans les trois détecteurs d'ondes gravitationnelles (les deux détecteurs de LIGO aux États-Unis et celui de Virgo en Europe). La zone ainsi déterminée, qui couvre environ 30 degrés carrés dans la constellation de l'Hydre de l'hémisphère austral, est des dizaines de fois plus restreinte que celle établie par Fermi. Elle est communiquée à près de 90 groupes d'astronomes partenaires pour qu'ils pointent leurs instruments dans cette direction. Douze heures plus tard, le groupe 1M2H utilisant le télescope américain *Swope* au Chili annonce la découverte d'un nouveau point lumineux dans la galaxie NGC 4993, située à 130 millions d'années-lumière de la Terre. Très rapidement, ce résultat est confirmé par d'autres télescopes de manière indépendante. À leur suite, de nombreux autres instruments réalisent des observations, dont ceux de l'ESO au Chili, ou le télescope spatial Hubble.

Cette zone est alors scrutée sans relâche et les premières analyses des spectres lumineux montrent qu'il ne s'agit pas d'une supernova mais d'un type d'objet encore jamais observé, constitué de matière très chaude qui refroidit et dont la luminosité décroît rapidement – d'où une course contre la montre pour l'observer avant qu'il ne s'estompe.

Selon les modèles, la matière éjectée par la fusion de deux étoiles à neutrons est le siège de réactions nucléaires aboutissant à la formation de noyaux atomiques plus lourds que le fer (comme l'or, le plomb, etc.), grâce à l'abondance de neutrons. Cette matière très chaude et radioactive se disperse alors, émettant de la lumière dans toutes les longueurs d'onde, initialement très bleue puis rougissant au fur et à mesure que la matière refroidit en se dispersant. Appelé kilonova, ce phénomène jusqu'ici uniquement prédit par la théorie est ainsi confirmé de manière convaincante. Il a été donc observé ce qui est sans doute le principal processus de formation des éléments chimiques les plus lourds de l'Univers !

Outre la confirmation que les fusions d'étoiles à neutrons produisent des sursauts gamma courts, la première détection non ambiguë d'une kilonova et la preuve que les éléments lourds de l'Univers sont formés lors de ce processus, cet ensemble d'observations permet également de mieux comprendre la physique des étoiles à neutrons et d'éliminer certains modèles théoriques extrêmes. Il permet aussi de mesurer d'une nouvelle manière la constante de Hubble, décrivant la vitesse d'expansion de l'Univers. Ces résultats, qui couvrent des disciplines variées (physique nucléaire, astrophysique, cosmologie, gravitation), illustrent le potentiel d'une astronomie naissante, s'appuyant sur plusieurs types de messagers cosmiques (les ondes gravitationnelles, les ondes électromagnétiques comme la lumière ou les rayons gamma, et peut-être un jour les particules telles que les neutrinos ou les rayons cosmiques).

## LE LAPP FORTEMENT IMPLIQUÉ DANS CES DÉCOUVERTES

L'équipe du LAPP est très fortement impliquée dans tous les aspects scientifiques du projet Virgo, avec des responsabilités importantes dans la conception, la réalisation et l'installation du détecteur. Elle est aussi en première ligne pour l'analyse des données des diverses sources et a bien sûr participé à la prise de données en assurant le bon fonctionnement du détecteur.



www.cnrs.fr



UNIVERSITÉ  
SAVOIE  
MONT BLANC

Benoît Mours, chercheur CNRS au LAPP et responsable scientifique français de Virgo, a tenu un rôle privilégié lors de la conférence de presse donnée au siège du CNRS aujourd'hui. La retransmission de la conférence de presse, en direct au LAPP a attiré environ 60 personnes et a suscité un grand intérêt. Les chercheur.e.s du LAPP des groupes Virgo et HESS sont parmi les auteur.e.s de la publication résumant l'ensemble des observations. Une cinquantaine de publications scientifiques sont en préparation à ce sujet.

#### EN SAVOIR PLUS

○ Au LAPP :

- Benoit Mours , chercheur au LAPP, 04 50 09 55 21 / [benoit.mours@lapp.in2p3.fr](mailto:benoit.mours@lapp.in2p3.fr)
- Frédérique Marion, 04 50 09 55 23 / [frederic.marion@lapp.in2p3.fr](mailto:frederic.marion@lapp.in2p3.fr)
- Alix Guillaume, chargée de communication du LAPP, 04 50 09 19 31 / [alix.guillaume@lapp.in2p3.fr](mailto:alix.guillaume@lapp.in2p3.fr)

○ Pour le CNRS Alpes :

- Natacha Cauchies, chargée de communication, 04 76 88 10 62 / [natacha.cauchies@dr11.cnrs.fr](mailto:natacha.cauchies@dr11.cnrs.fr)

