



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 27 SEPTEMBRE 2017

Ondes gravitationnelles : première détection conjointe LIGO-Virgo

Les scientifiques des collaborations LIGO et Virgo ont observé, pour la première fois avec trois détecteurs, des ondes gravitationnelles émises lors de la fusion de deux trous noirs. Ce résultat confirme le bon fonctionnement de l'instrument Advanced Virgo, qui s'est joint aux observations des deux détecteurs LIGO le 1^{er} août et dont c'est la première détection. Il ouvre la voie à une localisation bien plus précise des sources d'ondes gravitationnelles. Cette première fait l'objet d'une publication de la collaboration internationale exploitant les trois détecteurs, qui comprend des équipes du CNRS, à paraître dans la revue *Physical Review Letters*. Elle a été exposée lors d'un point presse en marge de la réunion du G7-science¹ à Turin le 27 septembre 2017. Le CNRS a décerné le même jour une double médaille d'or aux physiciens Alain Brillet et Thibault Damour pour leurs contributions majeures à la détection des ondes gravitationnelles².

Les trous noirs sont le stade ultime de l'évolution des étoiles les plus massives. Il arrive que certains évoluent en couple. Ils orbitent alors l'un 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 brusquement jusqu'à les faire fusionner en un trou noir unique. Un tel tourbillon final avait déjà été observé trois fois par les détecteurs LIGO en 2015 et début 2017³. Cette fois ce sont trois instruments qui en ont été témoins, le 14 août 2017 à 10h30 UTC, permettant une bien meilleure localisation dans le ciel.

Ce nouvel événement confirme que les couples de trous noirs sont relativement abondants et va contribuer à leur étude. Les deux trous noirs, qui avaient des masses égales à 25 et 31 fois celle du Soleil, ont fusionné en un trou noir de 53 masses solaires, l'équivalent de 3 masses solaires ayant été converties en énergie sous forme d'ondes gravitationnelles. Cet événement s'est produit à environ 1,8 milliard d'années-lumière de la Terre ; autrement dit, les ondes gravitationnelles se sont propagées dans l'espace pendant 1,8 milliard d'années avant d'être détectées par le détecteur Advanced LIGO situé en Louisiane (États-Unis), puis 8 millièmes de seconde plus tard par celui situé dans l'État de Washington, et enfin 6 millièmes de seconde après par Advanced Virgo situé près de Pise en Italie.

L'apport d'un troisième instrument, Advanced Virgo, permet d'améliorer significativement la localisation des événements astrophysiques à l'origine des ondes gravitationnelles. Ces événements, extrêmement violents, peuvent dans certains cas éjecter de la matière très chaude qui peut être visible pour des

¹ Réunion des ministres chargés de la recherche dans les pays du G7, à savoir les États-Unis, le Japon, l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni, l'Italie et le Canada. Point presse à suivre en webcast sur : <http://www.miur.gov.it/>

² Lire le communiqué de presse : <http://www2.cnrs.fr/presse/communiqué/5215.htm>

³ Voir : [Les ondes gravitationnelles détectées 100 ans après la prédiction d'Einstein](#) (11 février 2016), [Ondes gravitationnelles : et de deux !](#) (15 juin 2016), [Troisième détection d'ondes gravitationnelles : la confirmation de l'existence d'une nouvelle population de trous noirs](#) (1^{er} juin 2017).



télescopes optiques. Avec seulement deux détecteurs d'ondes gravitationnelles, la zone de recherche dans le ciel s'étendait sur une zone équivalant à plusieurs milliers de fois la surface de la pleine Lune. Grâce à Advanced Virgo, elle est environ dix fois plus petite, et l'estimation de la distance à laquelle se trouve la source est aussi deux fois meilleure. Ceci améliore grandement les chances d'observer des signaux avec d'autres instruments.

Pour cet événement, la combinaison des temps d'arrivée avec l'amplitude des signaux observés a permis d'établir une zone de recherche dans le ciel de 60 degrés carré⁴, qui a été scrutée par 25 groupes d'astronomes. Comme pour les précédents événements, aucun signal optique n'a été observé.

Un autre atout du détecteur Virgo est son orientation, différente de celle des deux instruments LIGO. Ceci rend possible de nouveaux tests de la théorie de la relativité générale, élaborée par Albert Einstein, qui décrit la force de gravitation. En effet, cette théorie prédit que lors du passage d'une onde gravitationnelle, l'espace s'étire dans une direction tout en se contractant dans une autre, au lieu, par exemple, de se déformer dans une seule direction ou dans toutes les directions à la fois comme le prédisent des théories alternatives. L'analyse des signaux observés indique que c'est effectivement le cas. C'est un prélude à de futurs tests plus poussés de la relativité générale.

En attendant de nouvelles observations à l'automne 2018, les premières données de ce réseau de trois détecteurs sont toujours en cours d'analyse et devraient donner lieu prochainement à d'autres annonces.

Advanced Virgo est un instrument principalement cofinancé par le CNRS en France et l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) en Italie. Les chercheurs travaillant sur Virgo sont regroupés au sein de la collaboration du même nom, comprenant plus de 250 physiciens, ingénieurs et techniciens appartenant à 20 laboratoires européens dont 6 au CNRS en France, 8 à l'INFN en Italie et 2 à Nikhef aux Pays-Bas. Les autres laboratoires sont Wigner RCP en Hongrie, le groupe POLGRAW en Pologne, un groupe à l'université de Valence (Espagne) et EGO (European Gravitational Observatory), près de Pise, en Italie, où est implanté l'interféromètre Virgo. Après plusieurs années de travaux d'amélioration et quelques mois de tests, Advanced Virgo a recommencé à écouter le ciel le 1^{er} août 2017, rejoignant Advanced LIGO. Cette détection est l'aboutissement d'un quart de siècle d'investissements du CNRS et de l'INFN dans ce grand équipement.

LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) est un observatoire dédié aux ondes gravitationnelles composé de deux interféromètres identiques, situés aux Etats-Unis. La version améliorée de ces détecteurs (Advanced LIGO) a redémarré en septembre 2015. Autour de ces instruments s'est constituée la collaboration scientifique LIGO (LIGO Scientific Collaboration, LSC), un groupe de plus de 1000 scientifiques travaillant dans des universités aux Etats-Unis et dans 14 autres pays. Elle travaille main dans la main avec la collaboration Virgo. En effet, depuis 2007, les scientifiques des deux groupes analysent en commun les données et signent ensemble les découvertes.

La publication scientifique des collaborations LIGO et Virgo annonçant cette observation est cosignée par 76 scientifiques de six équipes du CNRS et d'universités associées :

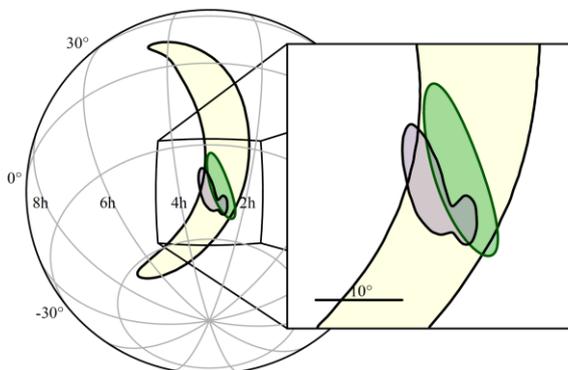
⁴ Soit environ 250 fois la taille de la pleine Lune dans le ciel.



www.cnrs.fr

- le laboratoire Astroparticule et cosmologie (CNRS/Université Paris Diderot/CEA/Observatoire de Paris), à Paris ;
- le laboratoire Astrophysique relativiste, théories, expériences, métrologie, instrumentation, signaux (CNRS/Observatoire de la Côte d'Azur/Université Nice Sophia Antipolis), à Nice ;
- le Laboratoire de l'accélérateur linéaire (CNRS/Université Paris-Sud), à Orsay ;
- le Laboratoire d'Annecy de physique des particules (CNRS/Université Savoie Mont Blanc), à Annecy ;
- le Laboratoire Kastler Brossel (CNRS/UPMC/ENS/Collège de France), à Paris ;
- le Laboratoire des matériaux avancés (CNRS), à Villeurbanne.

Le CNRS a décerné le 27 septembre 2017 une double médaille d'or aux physiciens Alain Brillet et Thibault Damour pour leurs contributions majeures à la détection des ondes gravitationnelles.



Localisation de la source des ondes gravitationnelles.

En jaune : localisation obtenue avec les deux détecteurs LIGO.

En vert : localisation obtenue en utilisant les données des trois détecteurs (LIGO et Virgo), par une analyse en temps réel.

En mauve : localisation plus précise obtenue après une analyse plus poussée.

© Collaboration LIGO-Virgo



De gauche à droite : les deux détecteurs LIGO (à Hanford et Livingston, États-Unis) et le détecteur Virgo (Cascina, Italie).

© LIGO Laboratory (deux premières photos) et Virgo / Nicola Baldocchi 2015

Revoir l'annonce sur : <https://youtu.be/xR6d8V5oh0o>



www.cnrs.fr



Télécharger le communiqué de presse des collaborations LIGO et Virgo (en anglais) :

Pour en savoir plus :

- Une [sélection de photos](#) sur Virgo, par la photothèque du CNRS.
- [« Ondes gravitationnelles: les détecteurs de l'extrême »](#), film de CNRS le Journal, 11 février 2016

Bibliographie

GW170814: A three-detector observation of gravitational waves from a binary black hole coalescence. The LIGO Scientific Collaboration and The Virgo Collaboration, accepté par *Physical Review Letters*.

Article disponible sur : <https://dcc.ligo.org/P170814> ou <https://tds.virgo-gw.eu/GW170814>

Contacts

Chercheur CNRS | Benoît Mours | T +33 (0)4 50 09 55 21 | mours@lapp.in2p3.fr

Presse CNRS | Véronique Etienne | T +33 (0)1 44 96 51 37 | veronique.etienne@cnrs.fr