



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 13 JUIN 2016

Ondes gravitationnelles : et de deux !

Joli cadeau de Noël pour les scientifiques des collaborations LIGO et Virgo : le 26 décembre 2015, les détecteurs Advanced LIGO ont enregistré un nouveau signal d'ondes gravitationnelles, trois mois après la première détection¹. Cette fois encore, le signal – une infime déformation de l'espace-temps – provient de la « valse » finale de deux trous noirs qui finissent par fusionner, un phénomène appelé coalescence. Cette deuxième observation confirme que ce type d'événements cataclysmiques est relativement fréquent et augure d'autres détections à partir de fin 2016, lorsque redémarreront, après des travaux d'amélioration, les détecteurs Advanced LIGO (aux Etats-Unis) et Advanced Virgo (en Italie). De quoi en apprendre davantage sur les couples de trous noirs, ces astres si compacts que ni lumière, ni matière ne peuvent s'en échapper. Cette découverte, réalisée par une collaboration internationale comprenant des équipes du CNRS, est annoncée le 15 juin 2016 pendant la conférence de l'American Astronomical Society, à San Diego, et fait l'objet d'une publication dans la revue *Physical Review Letters*.

Trois mois après l'annonce d'une première détection¹, les scientifiques des collaborations LIGO et Virgo présentent une deuxième observation de la coalescence de deux trous noirs, révélée par les ondes gravitationnelles émises lors de cet événement. Bien que le signal soit plus faible que le premier, cette deuxième détection est aussi confirmée avec plus de 99,99999 % de confiance.

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, jusqu'à un point où le phénomène s'accélère brusquement ; ils finissent par fusionner en un trou noir unique. C'est ce tourbillon final qui a été observé le 26 décembre 2015, permettant de déduire que la masse des trous noirs était 8 et 14 fois celle du Soleil (contre 29 et 36 pour la première détection, du 14 septembre 2015). Comme les trous noirs étaient plus légers, leur rapprochement a été moins rapide (le signal dure environ une seconde, contre 0,2 seconde pour le précédent). Le nombre d'orbites observées avant la fusion est donc beaucoup plus important que lors de la première observation, ce qui permet de tester de manière différente et complémentaire la théorie de la relativité générale élaborée par Albert Einstein. Cet événement s'est produit à environ 1,4 milliard d'années-lumière de la Terre ; autrement dit, les ondes gravitationnelles se sont propagées dans l'espace pendant 1,4 milliard d'années avant d'être décelées par les deux détecteurs d'Advanced LIGO, situés en Louisiane et dans l'État de Washington (États-Unis).

Ce deuxième événement confirme que les couples de trous noirs sont relativement abondants. L'analyse complète des données collectées par les détecteurs LIGO entre septembre 2015 et janvier 2016 laisse

¹ [Annoncée le 11 février 2016](#) après plusieurs mois d'analyses et de vérifications minutieuses, elle avait été enregistrée par les détecteurs LIGO le 14 septembre 2015.



d'ailleurs penser qu'un troisième événement de ce type a pu être observé, le 12 octobre – avec cependant un degré de certitude moindre.

A terme, l'analyse de ce genre d'observations pourra permettre de comprendre l'origine des couples de trous noirs : sont-ils issus d'un couple d'étoiles ayant chacune évolué en trou noir ou un trou noir est-il capturé par l'autre ? Pour cela, il faudra un échantillon d'observations plus conséquent – ce que promettent les redémarrages d'Advanced LIGO puis d'Advanced Virgo, à l'automne 2016. En effet, comme l'a démontré la première période de prise de données des détecteurs Advanced LIGO, les ondes gravitationnelles deviennent un nouveau moyen d'explorer l'Univers et l'interaction fondamentale qu'est la gravitation.

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. Elle travaille main dans la main avec la collaboration Virgo, constituée autour du détecteur du même nom, installé à Pise. En effet, depuis 2007, les scientifiques des deux groupes analysent en commun les données et signent ensemble les découvertes. Advanced Virgo devrait redémarrer d'ici fin 2016.

Autour de LIGO 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. Au sein de la LSC, plus de 90 universités et instituts de recherche réalisent des développements technologiques pour les détecteurs et analysent les données collectées. Le réseau de détecteurs de la LSC comporte les interféromètres LIGO et le détecteur GEO600.

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 19 laboratoires européens dont 6 au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) en France, 8 à l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) en Italie et 2 à Nikhef aux Pays-Bas. Les autres laboratoires sont Wigner RCP en Hongrie, le groupe POLGRAW en Pologne, et EGO (European Gravitational Observatory), près de Pise, en Italie, où est implanté l'interféromètre Virgo.

La publication scientifique des collaborations LIGO et Virgo annonçant cette observation est cosignée par 72 scientifiques de six équipes du CNRS et d'universités associées :

- 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-le-Vieux de physique des particules (CNRS/Université Savoie Mont Blanc), à Annecy-le-Vieux ;
- le Laboratoire Kastler Brossel (CNRS/UPMC/ENS/Collège de France), à Paris ;
- le Laboratoire des matériaux avancés (CNRS), à Villeurbanne.



www.cnrs.fr

Pour en savoir plus :

- [« LIGO-Virgo : nouvelles collisions détectées »](#), article de CNRS le Journal, 15 juin 2016
- Retour sur la première détection d'ondes gravitationnelles :
 - o [notre dossier de presse](#)
 - o [« On a détecté des ondes gravitationnelles ! »](#) article de CNRS le Journal, 11 février 2016
 - o [« Ondes gravitationnelles: les détecteurs de l'extrême »](#), film de CNRS le Journal, 11 février 2016
- Une [sélection de photos](#) sur Virgo, par la photothèque du CNRS.



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

Bibliographie

GW151226: Observation of Gravitational Waves from a 22 Solar-mass Binary Black Hole Coalescence, the LIGO Scientific Collaboration and the Virgo Collaboration. *Physical Review Letters*, en ligne le 15 juin 2016. <http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.116.241103>

Binary Black Hole Mergers in the first Advanced LIGO Observing Run, the LIGO Scientific Collaboration and the Virgo Collaboration. En ligne sur ArXiv le 16 juin 2016.

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-dir.fr