



## L'ACADEMIE DES SCIENCES SALUE LA NAISSANCE D'UNE NOUVELLE ASTRONOMIE

*Christian Bordé, Catherine Bréchignac, Yvonne Choquet-Bruhat, Thibault Damour et Michel Davier\*, membres de l'Académie des sciences\*\**

**Une nouvelle fenêtre s'ouvre sur l'Univers. Un siècle après leur prédiction par Einstein, des ondes gravitationnelles en provenance de l'Univers lointain viennent d'être détectées sur Terre, apportant pour la première fois une preuve directe de l'existence des trous noirs.**

Depuis les années 60, les ondes gravitationnelles faisaient l'objet de recherches intensives par la mise en œuvre de détecteurs mécaniques résonnants, puis de gigantesques interféromètres optiques. La réalité de la propagation par ondes de la gravitation a été établie dans les années 80-90, grâce à l'observation du mouvement de plusieurs pulsars binaires. Cependant, leur émission hors du système n'avait encore pu être détectée.

Les ondes gravitationnelles sont des déformations de l'espace-temps extraordinairement petites, qui se propagent à la vitesse de la lumière. Elles proviennent de sources astrophysiques d'une puissance extrême, telle la coalescence de systèmes binaires d'étoiles très compacts comme les trous noirs ou les étoiles à neutrons. Fin 2015, des fluctuations, d'un facteur relatif de l'ordre de  $10^{-21}$ , ont été enregistrées dans la longueur des deux bras d'un interféromètre de Michelson muni de cavités Fabry-Pérot. Ces signaux n'ont duré qu'une petite fraction de seconde, mais leur forme portait la signature de leur source : la coalescence de deux trous noirs ayant une masse de l'ordre de 30 masses solaires, et situés à environ 400 Mpc (1 parsec (pc)  $\approx$  3,26 années-lumière) de la Terre.

Cette découverte constitue deux grandes premières : la détection d'ondes gravitationnelles et l'observation de la fusion de deux trous noirs, en parfait accord avec la dynamique de ces objets prédite par la relativité générale. Un accord qui apporte une nouvelle confirmation de la théorie d'Einstein dans un régime encore inexploré.

Ces observations de fin 2015 ont été effectuées sur les deux interféromètres LIGO situés aux États-Unis, appartenant au réseau international LIGO/Virgo. Ce réseau de détecteurs est né d'une collaboration entre les États-Unis, la France et l'Italie, notamment. Six équipes françaises ont ainsi participé à cette découverte qui repose, par ailleurs, sur l'utilisation d'éléments clés initiés en France : transfert de stabilité par injection, choix d'un laser YAG, modélisation optique de l'interféromètre, utilisation d'un « mode-cleaner », traitement optique à faible perte des miroirs, algorithmes robustes de recherche de signaux inconnus transitoires, extraction des signaux gravitationnels par filtrage adapté utilisant des gabarits fondés sur la méthode EOB.



INSTITUT DE FRANCE  
Académie des sciences

Des études sont en cours pour améliorer encore la sensibilité des interféromètres afin d'accéder à un plus grand nombre de sources. Le domaine des basses et ultrabasses fréquences, inaccessible sur Terre, pourra être couvert par d'autres détecteurs : interféromètres de très grande envergure dans l'espace (eLISA), réseau de pulsars milliseconde, dispositifs d'étude de la polarisation du fond radio cosmologique, interféromètres à ondes atomiques (Miga), etc.

Une nouvelle astronomie est donc née fin 2015, fondée non plus sur la réception de lumière, mais sur la détection d'ondes gravitationnelles, extrêmement pénétrantes, qui se caractérisent par une infime déformation de l'espace-temps. L'Académie des sciences se félicite de cette découverte spectaculaire et des avancées scientifiques qu'elle va engendrer.

*\*Michel Davier est coauteur de la publication de la collaboration LIGO/Virgo dans la revue Physical Review Letters : [PRL 116. 061102 \(2016\)](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.061102)*

*\*\*Christian Bordé, Laboratoire de physique des lasers et Syrte-Observatoire de Paris ; Catherine Bréchnac, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, ambassadeur délégué à la science, la technologie et l'innovation ; Yvonne Choquet-Bruhat, professeur émérite à l'université Pierre-et-Marie-Curie, Paris ; Thibault Damour, Institut des hautes études scientifiques ; Michel Davier, Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire, IN2P3/CNRS et Université Paris-Saclay*

Paris, le 11 février 2016

***L'Académie des sciences a 350 ans,  
retrouvez le programme des célébrations sur son site dédié***

