

Nouvelle percée dans l'astrophysique grâce à une collaboration Europe/Etats-Unis

Publié le vendredi 27 octobre 2017

Voir en ligne : <https://www.france-science.org/Nouvelle-percee-dans-l.html>

Le 16 octobre 2017, l'Observatoire Austral Européen a annoncé une première en astrophysique : la détection d'un même évènement cosmique par deux méthodes d'observation fondamentalement différentes.

Jusqu'en 2015, l'observation de l'Univers lointain s'effectuait essentiellement au travers de mesures électromagnétiques à l'aide de télescopes : astres et évènements cosmiques étaient repérés grâce à la « lumière » émise, le terme « lumière » recouvrant une grande variété d'ondes électromagnétiques comprenant le rayonnement visible mais surtout d'autres radiations invisibles (infrarouge, ondes radio, rayons X,...).

La détection d'ondes gravitationnelles par le détecteur LIGO basé aux Etats-Unis ([Laser Interferometer Gravitational wave Observatory – Annonce France Science](#)), en février 2016, a bouleversé cet état de fait. Celle-ci a été suivie de deux autres détections et, en septembre 2017, une mesure effectuée par l'équivalent européen Virgo (voir évènement à l'Ambassade de France).

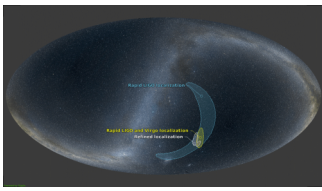
Les ondes gravitationnelles sont d'une nature fondamentalement différente des ondes lumineuses : elles relèvent de l'interaction dite gravitationnelle entre des masses élevées (type astres), alors que la lumière relève d'interactions électromagnétiques liées au mouvement de charges électriques. La détection, à plusieurs reprises depuis 2016, d'ondes gravitationnelles a révolutionné le monde de l'astronomie au point que le [Prix Nobel de Physique 2017 fut attribué pour ce seul résultat \(présentation des ondes gravitationnelles par Le Monde\)](#).

S'il récompense trois Américains pour leur rôle pionnier dans la mise en œuvre de l'expérience LIGO, la contribution de l'Europe a été reconnue à travers la collaboration LIGO/Virgo, Virgo étant le détecteur européen initié par la France et l'Italie.

Quelques jours avant la nomination du Prix Nobel, le CNRS avait mis en avant l'[implication des Français dans la détection d'ondes gravitationnelles](#), en décernant [une double médaille d'or aux physiciens Alain Brillet et Thibault Damour](#). L'implication française dans la physique des ondes gravitationnelles est multiple, avec par exemple le traitement des miroirs utilisés dans l'ensemble des interféromètres (LIGO et Virgo), opération cruciale réalisée au [Laboratoire des Matériaux Avancés à Lyon](#).

L'arrivée remarquée de Virgo

La première campagne de mesure conjointe entre les expériences LIGO et Virgo en août 2017 est apparue comme une consécration pour le détecteur européen, à double titre. En effet, [le détecteur a très rapidement observé une onde gravitationnelle](#) (le 14 août), en même temps que son équivalent outre-Atlantique LIGO, pour qui il s'agissait de la quatrième mesure. Loin d'être concurrentes, les équipes américaines et françaises travaillent en coopération proche, avec un accord signé en 2007 permettant le partage des données obtenues. Grâce à la combinaison des détecteurs des différents groupes, il a été possible d'affiner la localisation dans l'univers de la fusion de deux trous noirs, ce qui n'aurait pas été possible sans la contribution de Virgo (voir figure ci-dessous).



En bleu : zone de positionnement dans l'univers de la source d'ondes gravitationnelles avec les seuls détecteurs LIGO

En jaune : zone affinée grâce à la détection conjointe de LIGO et Virgo, analyse en temps réel.

En violet : positionnement après une analyse plus poussée. (Source : Virgo)

L'astronomie multi-messager, une révolution scientifique

La 5ème détection d'ondes gravitationnelles, le 17 août, et annoncée le 16 octobre, a permis de démontrer la faisabilité de ce que la communauté astronomique mondiale espérait depuis littéralement des décennies : l'astronomie multi-messagers. "Messagers" désigne ici un moyen de transmission de l'information utilisé pour les mesures, à savoir des ondes électromagnétiques et des ondes gravitationnelles.

La chronologie de la première grande démonstration de l'astronomie multi-messagers est la suivante. Un télescope spatial a détecté l'arrivée de rayonnements électromagnétiques à très haute fréquence (rayons gamma) à peine deux secondes après que les détecteurs gravitationnels LIGO aux Etats-Unis aient détecté une onde provenant de la même zone du ciel. Le détecteur européen Virgo, alors en fonctionnement, a détecté le passage de cette onde mais très faiblement, ce qui a permis de localiser la provenance de l'onde dans une zone de l'univers ("zone aveugle" du détecteur Virgo). Une fois la double détection confirmée, l'ESO (*European Southern Observatory – Observatoire Européen Austral*) a immédiatement considéré la zone inconnue comme une "cible d'opportunité" majeure. **Tous les efforts de ses télescopes géants et de ses radiotélescopes ont alors été concentrés dans cette direction pendant plusieurs semaines**, aidés par ceux des nombreux partenaires internationaux, y compris le télescope spatial Hubble de la NASA et l'ESA.



Le résultat de cette longue campagne d'observation fut la confirmation que cette double impulsion, gravitationnelle et électromagnétique, provenait de la collision entre deux étoiles à neutrons à 130 millions d'années-lumière de la Terre. Cette collision cataclysmique, catégorisée comme kilonova, a pu être observée de façon très poussée. Son nuage de débris a été propulsé à un cinquième de la vitesse de la lumière (soit 60 000 km/s !), contenant des matériaux lourds tel que l'or, pour lesquels des astrophysiciens pensent avoir enfin percé le mystère de création.

Le cinquantième Nobel de l'Ecole des Houches

Ces évènements viennent ainsi confirmer la valeur des collaborations scientifiques internationales, où la

détection d'un même signal par un ensemble de grands télescopes, deux détecteurs gravitationnels aux Etats-Unis, et un détecteur gravitationnel européen, a permis de lancer une série de mesures jusqu'alors inédites sur un phénomène astrophysique majeur.

Cet esprit de coopération internationale, en physique des ondes gravitationnelles, est présent depuis la genèse de cette nouvelle branche de la physique jusqu'à son couronnement avec le Prix Nobel de 2017. En effet, le comité Nobel a récompensé Barry Barish, Kip Thorne et Rainer Weiss en spécifiant leur affiliation à la collaboration LIGO/Virgo pour leurs travaux dans la conceptualisation et la réalisation des détecteurs gravitationnels. Avant ces détections, les deux groupes LIGO et Virgo s'étaient entendus pour partager leurs découvertes et les publier d'une seule voix. La collaboration entre la France et les Etats-Unis dans la physique des ondes gravitationnelles est ancienne. Dès les balbutiements de ce domaine de recherche, Kip Thorne lui-même aimait venir en France à l'[Ecole de physique des Houches](#) (Haute-Savoie), afin de suivre et de dispenser des cours sur sa spécialité.

Il vient ainsi ajouter un nouveau Prix Nobel (le cinquantième) au palmarès des anciens élèves et professeurs [de cette école d'excellence fondé en 1951 par Cécile DeWitt-Morette](#). Le nom de Kip Thorne vient s'ajouter auprès de ceux de Gilles de Gennes, Richard Feynman, Enrico Fermi, et bien d'autres illustres prix Nobel de physique. Depuis sa création, l'Ecole des Houches a été le site de cours de physique de très haut niveau et poursuit les traditions d'innovation scientifique française et de collaboration internationale. L'héritage de sa fondatrice, [Cécile DeWitt-Morette](#), se poursuit par la mise en place en 2017 d'un [fond commun entre la France et l'Université du Texas à Austin \(UT Austin\)](#) portant son nom.



Rédacteurs : Laurent Pelliser, Attaché adjoint pour la science et la technologie, deputy-phys@ambascience-usa.org ; Alain Mermet, Attaché pour la science et la technologie, attache-phys@ambascience-usa.org