



COMMUNIQUÉ DE PRESSE À L'OCCASION DU DÉMARRAGE DU CYCLE O3

Embargo jusqu'au 26 mars - 15h00 CET = 7h00 heure du Pacifique

LES DÉTECTEURS D'ONDES GRAVITATIONNELLES UNISSENT LEURS FORCES POUR UNE NOUVELLE ANNÉE DE CHASSE AU SIGNAL

Cascina (Pise, Italie) - Les détecteurs Virgo et LIGO sont prêts à démarrer un nouveau cycle d'observation appelé O3, durant une année entière. Le départ de la chasse aux ondes gravitationnelles est prévu pour le 1^{er} avril, lorsque le détecteur européen Virgo, basé en Italie à l'European Gravitational Observatory (EGO), et les détecteurs jumeaux LIGO, situés dans l'état de Washington et de Louisiane (USA), commenceront à prendre ensemble les données et deviendront ainsi l'observatoire d'onde gravitationnelle le plus sensible à ce jour.

Pendant un an, la collaboration LIGO-Virgo enregistrera les données scientifiques en continu et les trois détecteurs fonctionneront comme un observatoire global. Depuis août 2017, fin du deuxième cycle d'observations O2, les deux collaborations ont travaillé intensivement sur leurs interféromètres pour en améliorer la sensibilité et la fiabilité. Les scientifiques ont également amélioré l'analyse de leurs données en ligne et hors ligne, et développé les procédures de diffusion d'alertes publiques ouvertes : en quelques minutes, ils avertiront les communautés de la physique et de l'astronomie lorsqu'un événement potentiel d'onde gravitationnelle est observé.

« Avec nos trois détecteurs maintenant opérationnels à une sensibilité nettement améliorée, le réseau global de détecteurs LIGO-Virgo devrait permettre plusieurs nouvelles détections. De plus, il permettra une triangulation précise des sources d'ondes gravitationnelles. Ce sera un pas important dans notre quête de l'astronomie multi-messagers. », déclare Jo van den Brand, du Nikhef (l'Institut national néerlandais de physique subatomique) et de VU University Amsterdam, porte-parole de la collaboration Virgo.

« Passer de l'ère pionnière, qui a conduit à une découverte historique, à l'ère actuelle de l'observatoire où l'interféromètre et l'infrastructure devront fonctionner sans faille pendant 24 heures, sept jours par semaine pendant toute une année, a été et reste un défi de taille », déclare Stavros Katsanevas, directeur d'EGO. « Je suis toutefois convaincu que nous relèverons ce défi avec le même succès que le précédent. »

La sensibilité du détecteur est généralement donnée en termes de distance à laquelle il peut observer la fusion d'un système stellaire à neutrons binaires. « Pendant le cycle O2, Advanced Virgo a pu observer des événements d'étoiles à neutrons jusqu'à une distance de 88 millions d'années-lumière », explique Alessio Rocchi, chercheur à l'INFN et coordinateur de la mise en service de Virgo. « Les collaborations LIGO et Virgo ont travaillé à l'amélioration de la sensibilité des détecteurs, en exploitant également les mises à jour installées sur les interféromètres. En ce qui concerne O2, la sensibilité de Virgo s'est améliorée d'environ un facteur 2, ce qui signifie que le volume de l'Univers



observable a augmenté d'un facteur 8 », conclut Rocchi.

« La qualité des données enregistrées par les instruments est déterminante pour détecter les signaux d'ondes gravitationnelles cachés dans le bruit et pour mesurer leurs propriétés », explique Nicolas Arnaud, chercheur CNRS actuellement détaché auprès d'EGO et responsable du groupe Caractérisation du détecteur Virgo. « Beaucoup de progrès ont été réalisés dans cette direction depuis O2, grâce à l'effort combiné de l'ensemble de la collaboration, du détecteur à l'analyse des données. ».

Les résultats scientifiques de la phase d'observation O3 devraient être extraordinaires et révéler de nouveaux signaux prometteurs provenant de sources inédites, telles que la fusion de binaires mixtes produite par un trou noir et une étoile à neutrons. O3 ciblera également les ondes gravitationnelles de longue durée, générées par exemple par la rotation d'étoiles à neutrons qui ne sont pas symétriques par rapport à leur axe ; cependant, la détection de tels signaux représente toujours un immense défi à relever, et la collaboration LIGO-Virgo progresse pour y parvenir.

De plus, grâce aux mises à jour de Virgo et de LIGO, les signaux de fusion de trous noirs binaires comme GW150914, le premier événement gravitationnel jamais détecté, devraient devenir très courants, peut-être jusqu'à un par semaine. Les scientifiques s'attendent également à observer plusieurs fusions d'étoiles à neutrons binaires, comme GW170817 qui a ouvert l'ère de l'astronomie multi-messagers et permis de mieux comprendre l'évolution de binaire, la physique nucléaire, la cosmologie et la physique fondamentale.

« Le nouveau logiciel que nous avons développé est capable d'envoyer des alertes publiques ouvertes en cinq minutes », explique Sarah Antier, postdoctorante à l'Université Paris Diderot et responsable du programme de suivi multi-messagers des événements d'ondes gravitationnelles de la Collaboration Virgo. « Cela permettra de suivre le signal de l'onde gravitationnelle avec des recherches de neutrinos et/ou électromagnétiques, qui peuvent conduire à des découvertes multi-messagers. L'observation de nombreux signaux que nous attendons pendant O3 nous donnera un recensement de la population de masse stellaires rémanentes et une meilleure compréhension de l'univers violent. »

Depuis août 2017, LIGO et Virgo ont été mis à jour et testés. En ce qui concerne Virgo, les fils d'acier utilisés pendant O2 pour suspendre les quatre miroirs principaux de l'interféromètre de 3 km de long ont été complètement remplacés : les miroirs sont maintenant suspendus avec de fines fibres de silice fondue (« verre »), procédure qui a permis d'augmenter la sensibilité dans la région des basses et moyennes fréquences, et a un impact considérable dans la capacité à détecter la fusion des systèmes binaires compacts. Une deuxième amélioration majeure a été l'installation d'une source laser plus puissante, qui améliore la sensibilité aux hautes fréquences. Enfin et surtout, des états comprimés de la lumière sont maintenant utilisés dans Advanced Virgo, grâce à une collaboration avec l'Institut Albert Einstein de Hanovre, en Allemagne. Cette technique tire parti de la nature quantique de la lumière et améliore la sensibilité aux hautes fréquences.

L'utilisation de ces états comprimés est une mise à niveau majeure également déployée dans les deux interféromètres LIGO aux États-Unis pour ce prochain cycle d'observations.



La puissance du laser y a été doublée pour mesurer plus précisément l'effet du passage des ondes gravitationnelles. D'autres améliorations ont été apportées aux miroirs de LIGO sur les deux sites, avec au total cinq des huit miroirs remplacés par des versions plus performantes.

« Nous avons dû briser les fibres qui retenaient les miroirs, retirer très soigneusement les optiques pour les remplacer », explique Calum Torrie, responsable de l'ingénierie mécano-optique de LIGO chez Caltech. « C'était une immense opération d'ingénierie. »

Pendant O3, la Collaboration LIGO-Virgo continuera à communiquer les nouvelles découvertes à la communauté scientifique ainsi qu'au grand public. De plus, les scientifiques continueront à extraire tous les résultats physiques possibles des données.

Le réseau mondial LIGO-Virgo permettra de localiser rapidement les signaux d'ondes gravitationnelles et de diffuser au public les événements fiables grâce au système d'alerte publique ouverte, afin de valoriser la science que la communauté entière de la recherche peut réaliser grâce à la détection d'onde gravitationnelle, et de réduire le risque de manquer les événements électromagnétiques et de neutrinos équivalents.

Le détecteur japonais KAGRA devrait rejoindre le réseau mondial LIGO-Virgo dans la dernière partie de l'O3, étendant ainsi les capacités de détection et de pointage du réseau mondial.

LIGO est financé par NSF et opéré par Caltech et MIT, qui ont conçu LIGO et dirigé les projets Initial et Advanced LIGO. Le soutien financier du projet Advanced LIGO a été assuré par NSF avec l'Allemagne (Max Planck Society), le Royaume-Uni (Science and Technology Facilities Council) et l'Australie (Australian Research Council-OzGrav) ayant pris des engagements et contribué de façon importante au projet. Près de 1 300 scientifiques du monde entier participent à cet effort dans le cadre de la Collaboration scientifique du LIGO, qui comprend la Collaboration GEO. Une liste d'autres partenaires est disponible à l'adresse <https://my.ligo.org/census.php>.

La Collaboration Virgo est actuellement composée d'environ 350 scientifiques, ingénieurs et techniciens d'environ 70 instituts de Belgique, France, Allemagne, Hongrie, Hongrie, Italie, Pays-Bas, Pologne et Espagne. L'Observatoire européen de la gravitation (EGO) héberge le détecteur Virgo près de Pise en Italie et est financé par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) en France et l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) en Italie, avec des contributions majeures des Pays-Bas (Nikhef), de la Pologne et la Hongrie. Une liste des groupes de la Collaboration Virgo peut être consultée <http://public.virgo-gw.eu/the-virgo-collaboration>. De plus amples informations sont disponibles sur le site Web de Virgo à l'adresse <http://www.virgo-gw.eu>.

Contacts Médias EGO-Virgo :



INFN Press Office

Antonella Varaschin, Eleonora Cossi

+39 06 6868162

antonella.varaschin@presid.infn.it ; eleonora.cossi@presid.infn.it

CNRS Press Office

Clémence EPITALON

+ 33 1 44 96 40 35

Clemence.EPITALON@cnrs.fr

Nikhef Press Office

Martijn van Calmthout

+31 (0)6 46637876

martijn.van.calmthout@nikhef.nl

Livia Conti

Virgo Outreach Coordinator

livia.conti@pd.infn.it , +39 049 8068 826

Valerio Boschi

EGO Outreach Coordinator

valerio.boschi@ego-gw.it; +39 050 752 463

Contacts Média LIGO

Caltech

Whitney Clavin

wclavin@caltech.edu

626-390-9601

MIT

Abigail Abazorius



abbya@mit.edu
617-253-2709

NSF
Josh Chamot
jchamot@nsf.gov
703-292-4489