

Groupement de Recherche Ondes gravitationnelles

Si vous souhaitez continuer à recevoir des informations sur la constitution de ce GDR, nous vous invitons à vous inscrire sur la liste de diffusion accessible à l'adresse suivante :

<http://eepurl.com/cdJlhj>

But : au moment où s'ouvre l'exploration de l'Univers gravitationnel grâce à la détection des ondes gravitationnelles, le but de ce GDR est de rassembler toute la communauté scientifique française susceptible de s'investir dans cette exploration.

La découverte des ondes gravitationnelles annoncée en février 2016 par les collaborations LIGO et Virgo marque le démarrage d'une nouvelle ère de l'astronomie moderne, celle de l'exploration de l'Univers gravitationnel. L'analyse des détections récentes indique que cette exploration conduira à une nouvelle compréhension de l'Univers et devrait être riche de nouvelles découvertes. Beaucoup de sources d'ondes gravitationnelles sont invisibles dans d'autres formes de rayonnement mais il semble établi que la découverte de certaines sources astrophysiques par les ondes gravitationnelles s'accompagnera d'une découverte concomitante de signaux électromagnétiques ou de particules de haute énergie. Cette astronomie multi-messagère avec les ondes gravitationnelles enrichira aussi les secteurs traditionnels de l'astronomie. Par ailleurs, cette exploration permet d'envisager des tests inédits de la gravitation et de la relativité générale en tant que théorie classique, et donc ouvre la voie à une meilleure compréhension du statut de l'interaction gravitationnelle, avec des conséquences sur une éventuelle description quantique de cette interaction, et de son unification avec les autres interactions fondamentales. C'est donc une très large communauté qui est potentiellement intéressée par cette exploration.

L'investissement du CNRS et de la France dans ce domaine est de longue date. On peut bien sûr citer le détecteur terrestre Virgo qui travaille dans le domaine des hautes fréquences de 10 Hz à 10^4 Hz. Le détecteur, basé sur l'interférométrie laser, conçu dès les années 1980, a pris des données entre 2007 et 2011 et sa version avancée devrait être mise en service au début 2017. Suite à l'accord entre Virgo et LIGO, qui échangent toutes leurs données et forment un même réseau de détecteurs au sol, la collaboration Virgo analyse les données du détecteur LIGO et a participé à la découverte des ondes gravitationnelles, cosignant tous les articles de découverte. Un projet au sol ambitieux à long terme est, en Europe, l'Einstein Telescope (ET). Il a déjà fait l'objet d'un financement européen pour une étude de faisabilité (design study). Il vise à atteindre des sources d'ondes gravitationnelles à des distances cosmologiques. Des projets similaires existent aux Etats-Unis. Dans l'espace, le projet LISA (fréquences de 10^{-4} à 10^{-1} Hz) a été identifié en 2013 comme la mission L3 de l'ESA, avec participation de la NASA. Le récent succès de la mission de démonstrateur technologique LISAPathfinder a conduit à une accélération du programme avec un appel à mission dès la fin de cette année et une date de lancement probablement antérieure à la date de lancement initialement prévue (2030?). Une autre technique prometteuse est l'utilisation de la chronométrie d'un réseau de pulsars ultrastables avec un radiotélescope pour détecter des ondes gravitationnelles dans le domaine 10^{-9} - 10^{-6} Hz, où l'on attend en particulier la signature des trous noirs binaires supermassifs et des boucles de cordes cosmiques. La communauté est réunie depuis 2006 au sein de l'EPTA (European Pulsar Timing Array), membre de la collaboration internationale IPTA, et participe activement grâce au site de

Nançay à la collecte et à la mise en commun des données. D'autres techniques de détection sont envisagées dans le futur, dont l'une des plus prometteuses est l'interférométrie atomique. L'équipex MIGA a permis de financer un prototype de détecteur au sol, mais qui est pour l'instant principalement motivé par des applications en géophysique. Et des projets dans l'espace sont envisagés, par exemple pour faire suite à l'observatoire LISA. Enfin, un grand programme international de recherche des ondes gravitationnelles primordiales à très basse fréquence a pour but la mesure de la polarisation du fond cosmologique qui serait due à ces ondes. Pour finir, en support de ces expériences, la physique théorique française a fourni une contribution remarquable à la compréhension fine des processus gravitationnels mis en jeu dans les événements produisant les ondes gravitationnelles, une contribution importante puisqu'elle permet de modéliser très précisément les signaux attendus et est directement utilisée dans l'analyse du signal des détecteurs.

Le but de ce GDR est de renforcer la communauté française autour de l'exploitation des ondes gravitationnelles, avec des thèmes allant de l'exploration de l'Univers grâce aux ondes gravitationnelles, et aux observations complémentaires tant avec les ondes électromagnétiques (multi-longueur d'onde) que les astroparticules (neutrinos) jusqu'aux tests de physique fondamentale et de physique nucléaire. L'implication de l'IN2P3 dans le programme expérimental au sol et dans l'espace en fait naturellement un Institut de référence sur ce sujet. C'est pourquoi la direction de l'IN2P3 a initié la présente proposition. Mais l'INP a aussi une longue tradition dans le domaine, en particulier par son implication dans les développements théoriques qui ont été nécessaires pour préfigurer les signaux de découverte, mais aussi dans la mise au point des techniques de détection. Les astrophysiciens de l'INSU ont désormais un rôle crucial à jouer grâce à leur connaissance des sources potentielles, et des conséquences astrophysiques des détections, et par leur participation active aux programmes d'observation : l'astronomie multi-messagère sera un élément essentiel de l'exploration de l'Univers gravitationnel. Les mathématiciens et spécialistes de traitement du signal de l'INSMI et de l'INS2I apportent leur expertise sur les méthodes pointues d'analyse du signal qui sont nécessaires pour exploiter de façon optimale les données.

Un élément important de l'aspect du développement de la communauté sera l'attention portée aux jeunes chercheurs, doctorants et post-doctorants. Ils seront les éléments moteurs des groupes de travail, et le GDR leur permettra de présenter leurs travaux à une large communauté aux intérêts diversifiés, mais dans un cadre informel et non compétitif.

Fonctionnement : l'activité du GDR sera centrée sur les activités scientifiques communes à plusieurs équipes travaillant sur le sujet. Des groupes de travail seront mis en place, pour une durée déterminée, sur des thèmes identifiés d'intérêt commun, regroupant des chercheurs de plusieurs projets, des théoriciens, et des experts de différentes origines (astrophysique des objets compacts, cosmologie, physique nucléaire, analyse et traitement des données, etc.). Par l'expertise ainsi rassemblée, le GDR pourra être aussi amené à discuter les aspects de stratégie scientifique du domaine, à moyen et long terme.

Le GDR fonctionnera avec un directeur, assisté d'un bureau réduit à 3 ou 4 membres.

Un conseil scientifique d'une quinzaine de membres (dont seront issus les membres du bureau) assistera la direction pour préciser les orientations scientifiques, identifier les domaines ou sujets sur lesquels des groupes de travail seront mis en place, et

recommander les noms des coordinateurs de ces groupes. Etant donné le rôle du conseil scientifique, ses membres seront choisis de façon à représenter les différentes communautés impliquées dans le GDR et seront cooptés. Le conseil scientifique se réunira au moins une fois par an, au moment de la réunion annuelle du GDR.

L'équipe de direction, avec le conseil scientifique le cas échéant, rencontrera l'ensemble des tutelles du GDR une fois par an, pour faire le bilan des activités passées et présenter le programme futur, et les demandes financières.

Le GDR aura un correspondant par laboratoire qui permettra de transmettre les informations dans les deux sens, en particulier les besoins de mission des membres du laboratoire.

Le GDR aura au moins une réunion annuelle à laquelle participeront tous les groupes de travail. Les groupes de travail se réuniront en fonction des besoins en dehors de la réunion générale. Des réunions thématiques pourront aussi être organisées par le GDR, ou en commun par plusieurs groupes de travail.

Financement : sauf exception, le financement sera réservé à l'organisation des réunions générales et des réunions des groupes de travail (en particulier pour ce qui concerne les missions). Le GDR ne financera donc pas d'autres conférences, des projets multi-équipes, etc. Ce type de financement continuera à relever d'entités telles que le Programme National Hautes Energies ou le Programme National GRAM. Il y aura donc bien complémentarité, et non compétition, entre ces différentes structures.

Des entités non CNRS pourront contribuer au GDR (par exemple CNES, ONERA). Elles financeront alors la participation de leurs membres aux activités du GDR. Elles seront invitées aux réunions annuelles des tutelles du GDR. En fonction du nombre de leurs membres participant activement aux activités du GDR, elles pourront être amenées à nommer un membre invité aux réunions du conseil scientifique.

Exemples de groupes de travail (à titre d'illustration, les groupes étant décidés par le conseil scientifique):

- Binaires de trous noirs massifs galactiques
- Détection multi-messager et multi-longueur d'ondes (sol/espace) de binaires de trous noirs stellaires lourds
- Fonds stochastiques
- Complémentarité sol/espace
- Méthodes innovantes d'analyse des données
- Physique et astrophysique des étoiles à neutrons
- Tests de la relativité générale et alternatives

Sections du Comité National potentiellement intéressées : 01, 02, 17,41?

Calendrier :

Fin août : finalisation de ce résumé, information à la communauté, identification de partenaires éventuels (CEA, ONERA, CNES, Institut d'Optique...)

Début septembre : réunion pour finaliser le projet, identification des membres du conseil et du bureau, des laboratoires impliqués et de leurs correspondants

Mi-septembre : finalisation du document

Novembre-décembre : réunion des sections du comité national

Janvier-février 2017: démarrage du GDR, première réunion du conseil scientifique

Printemps 2017 : première réunion du GDR

Contact : Pierre Binétruy (binetruy@apc.univ-paris7.fr)