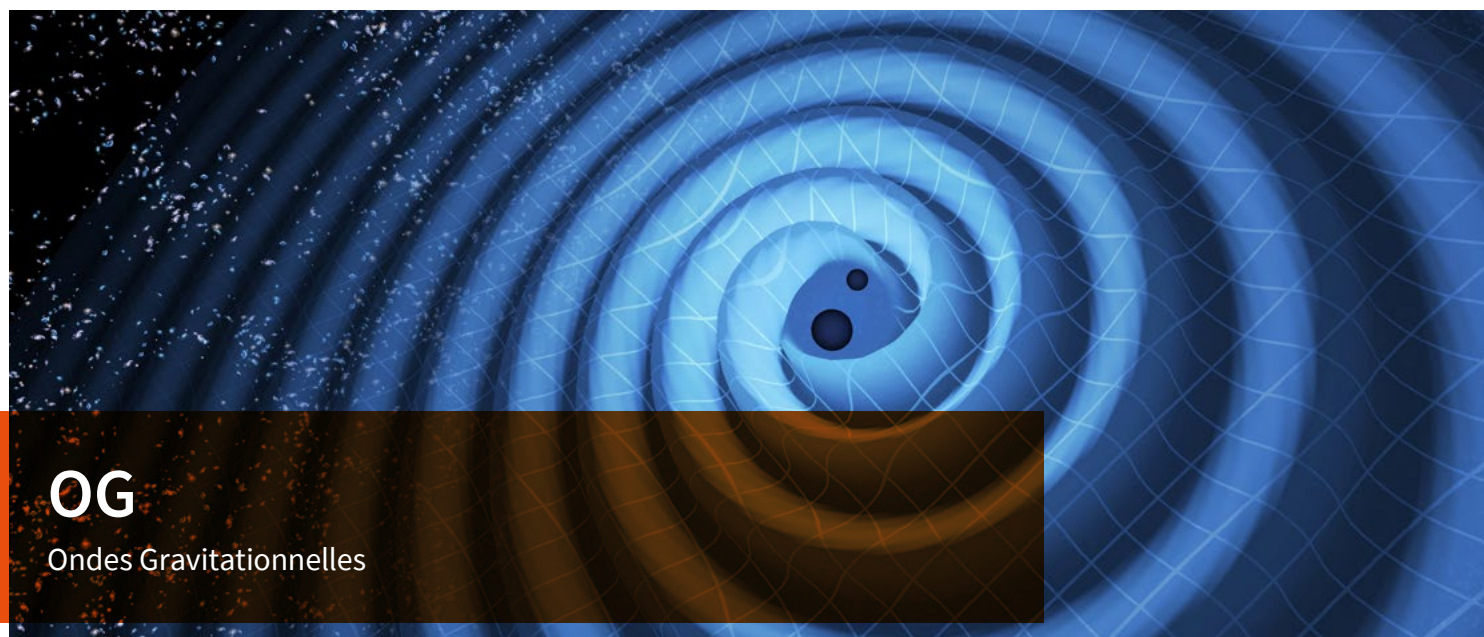


Groupements de recherche



## OG

Ondes Gravitationnelles

© LIGO/T. Pyle

- **Directrice** : Danièle Steer
- **Directeur adjoint** : Filippo Vernizzi
- **Instituts du CNRS impliqués** : IN2P3
- **Laboratoires impliqués** : APC, CPPM, GANIL, IJCLab, IP2I, LAPP, LLR, LMA, LPC, L2IT
- **Date de création** : 2017
- **Site web** : <http://gdrwg.in2p3.fr/>

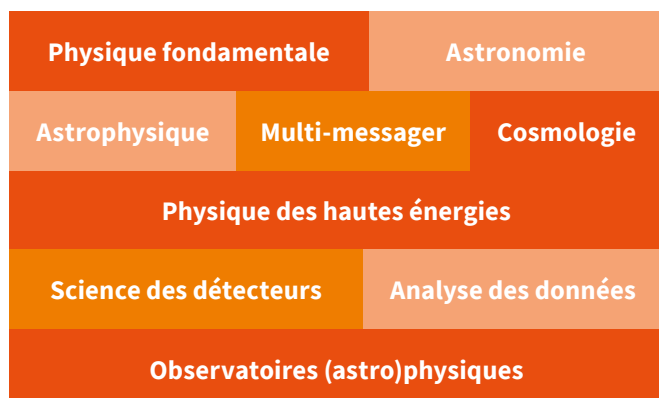
### MISSION PRINCIPALE DU GDR

La détection directe des ondes gravitationnelles ouvre une nouvelle fenêtre sur l'univers, poussant les frontières de l'astronomie et de l'astrophysique, mais aussi de la physique fondamentale, de la cosmologie, de la physique des hautes énergies. Dans ce contexte, le GDR OG a été constitué pour rassembler la vaste communauté scientifique ayant intérêt dans la physique des ondes gravitationnelles : astrophysiciens, théoriciens, expérimentateurs... Pour faire cela, le GDR organise des rencontres où faire le point sur les derniers progrès et découvertes, où la communauté peut échanger, et les jeunes présenter leur travail. Le GDR promue aussi des nouvelles collaborations et projets à travers de son organisation en Groupes de Travail.

**300**  
scientifiques  
impliqués

**6**  
institut du CNRS : IN2P3, INSU,  
INP, INS2I, INSIS, INSMI

**10**  
laboratoires IN2P3 : APC, CPPM, GANIL, IJCLab, IP2I,  
LAPP, LLR, LMA, LPC, L2IT



### LES ACTIONS DU GDR

Le GDR Ondes Gravitationnelles organise chaque année des assemblées générales annuelles dont le but est de rassembler la communauté du GDR, mettre en contact les théoriciens et les expérimentateurs, leur fournir un espace de rencontre et de discussion, présenter les avancées plus récentes sur les thématiques du GDR, créer l'occasion pour les plus jeunes de présenter leur travail. Par ailleurs, le GDR organise régulièrement des rencontres entre les divers groupes de travail à propos de thématiques intéressant le domaine de la physique des ondes gravitationnelles. Ces rencontres du GDR ont permis à plusieurs centaines d'étudiants en post-doctorats de présenter leurs travaux à la communauté nationale.

**FORMES D'ONDE**

- Binaires de trous noirs d'origine stellaire et (super)massifs, binaires d'étoiles à neutrons et de naines blanches...
- Relativité numérique (binaires de trous noirs, hydrodynamique relativiste des étoiles à neutrons et des supernovae...)
- Méthodes analytiques (Post Newtonien, *Effective one Body*, Phenom...).

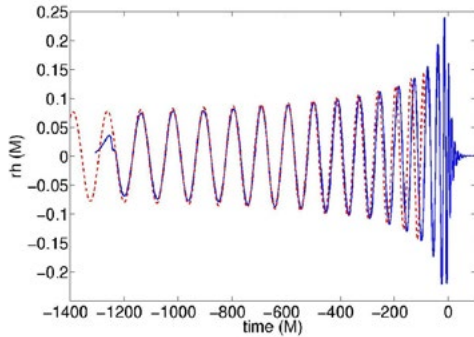


Illustration de la forme d'onde calculée numériquement et analytiquement pour la coalescence de deux trous noirs. © IAP

**POPULATIONS DES SOURCES**

- Formation des binaires.
- Fonds stochastiques produits par les binaires.
- Complémentarité sol/espace: détection des ondes gravitationnelles en multi longueur d'onde.

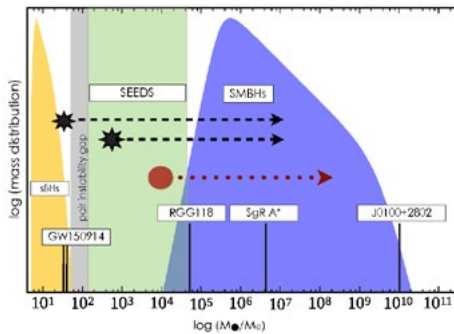


Illustration du spectre en masse des trous noirs, allant des trous noirs d'origine stellaire aux trous noirs super massifs. © Black holes, gravitational waves and fundamental physics: a roadmap (1806.05195 [gr-qc])

**PRÉDICTION ET SUIVI DES SIGNAUX MULTI-MESSAGER**

- Suivi des détections des ondes gravitationnelles.
- Motivation des observations (notamment radio et autres...).
- Contreparties des étoiles à neutrons et des binaires de trous noirs (super)massifs...

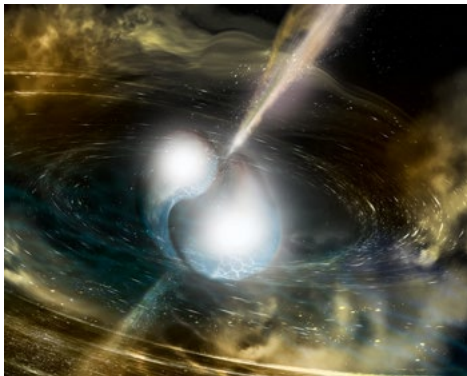


Illustration d'artiste de la coalescence de 2 étoiles à neutron, avec émission d'un jet d'ondes gammas ainsi que des ondes gravitationnelles. © National Science Foundation/LIGO/Sonoma State University/A. Simonnet

**COSMOLOGIE**

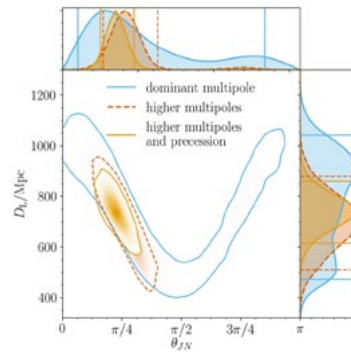
- Signaux de l'univers primordial (fonds stochastiques).
- Paramètres cosmologiques (sirènes standard et autres techniques).
- Corrélation angulaire, grande structures dans l'univers
- Lentillage faible/fort.
- Relation avec le fond diffus cosmologique.
- Cordes cosmiques.
- Trous noirs primordiaux.

**ÉTOILES A NEUTRONS, SUPERNOVÆ ET SYNTHÈSES DES ÉLÉMENTS LOURDS**

- Équation d'état, structure interne
- Synthèse des éléments lourds
- Supernovæ

**MÉTHODES D'ANALYSE DES DONNÉES**

- Qualité des données et analyse du bruit
- Méthodes bayésiennes
- Sources non-modélisées
- Non-gaussianité, non-stationnarité, estimation des paramètres
- Soustraction des avant-plans
- Débruitage, *machine learning*



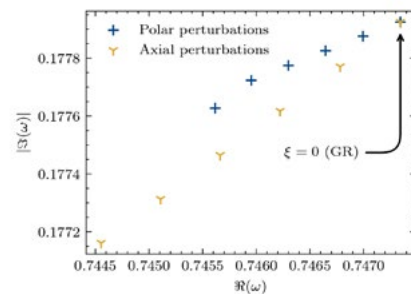
L'analyse de données permet, par exemple de déterminer la distance et l'inclinaison d'une binaire. Ici pour la source GW190412. © arXiv:2004.08342v3 [astro-ph.HE]

**TESTS DE LA RELATIVITÉ GÉNÉRALE ET THÉORIES ALTERNATIVES**

- Tests du spiralement (post-newtonien)
- Formes d'onde dans les théories alternatives
- Tests du théorème *no-hair*
- Physique de l'horizon
- Tests de propagation et polarisations
- Théories cosmologiques
- Tests de physique fondamentale

**DEVELOPPEMENT DES DÉTECTEURS**

- LIGO/Virgo et LISA
- Développement de Einstein Telescope du pont de vue instrumental et dans le cadre du nouveau contexte scientifique
- Détecteurs à interférométrie atomique: sol (MIGA, ELGAR) et espace



Les modes quasi-normaux des trous noirs sont des modes de vibrations fondamentaux, et ils décrivent la relaxation d'un trou noir par l'émission d'ondes gravitationnelles. Leurs fréquences dépend de la théorie de gravité. © arXiv:2103.14750v3 [gr-qc]