

# GdR

# Ondes Gravitationnelles

Chiara Caprini  
APC



Groupement de recherche  
Ondes gravitationnelles

# Historique

- Fondé par Pierre Binétruy en fin 2016 avec soutien de l'in2p3
- Contexte scientifique:
  - premières détections directes des ondes gravitationnelles par collision de trous noirs par LIGO/Virgo
  - vol de LISA Pathfinder et préparation de la mission LISA
  - émergence d'une science nouvelle et nécessité de structurer la communauté française
- Démarrage des activités à l'automne 2017

# Missions principales

- rassembler la communauté scientifique française qui peut avoir un intérêt dans la physique des ondes gravitationnelles : astrophysiciens, théoriciens, expérimentateurs...
- organiser des rencontres où faire le point sur les derniers progrès et découvertes, où la communauté pourra échanger, et les jeunes présenter leur travail
- promouvoir des nouvelles collaborations/projets (organisation en Groupes de Travail)
- pas de vocation à financer la recherche, budget exclusivement pour l'organisation des rencontres

# Structure du GdR

- 260 membres
- 70 laboratoires (certains hors de France: anciens étudiants et post-doctorants)
- IN2P3 : 100, INSU : 62, INP : 55, INSIS : 20, INSMI : 2, INS2I : 4

## Board : 6 membres

- Luc Blanchet (IAP, théorie)
  - CC (Direction, APC, cosmologie)
  - Eric Chassande-Mottin (APC, analyse des données)
  - Benoit Mours (LAPP, Virgo)
  - Gilles Theureau (LPC2E, EPTA)
  - Marta Volonteri (IAP, astrophysique, multi-messenger)
- ✓ organisation, décisions rapides, discussion et propositions au Conseil Scientifique sur tout thème relevant, budget

# Structure du GdR

## Conseil scientifique : 17 membres

- **membres du board**
  - **personnalités scientifiques** : *Matteo Barsuglia* (APC, détecteurs), *Sylvain Chaty* (Univ. Paris, astrophysique multi-messenger), *Remi Geiger* (SYRTE, détecteurs), *Jérôme Novak* (LUTH, étoiles à neutrons), *Florent Robinet* (LAL, analyse des données), *Danièle Steer* (APC, Cosmologie), *Filippo Vernizzi* (IPhT, théories de la gravitation modifiées), *Michal Was* (LAPP, détecteurs)
  - **représentants PN** : *Philippe Brax* (PNCG), *Patrick Charlot* (PNGRAM), *Susanna Vergani* (PNHE)
- ✓ décisions scientifiques : thématiques, nécessités de la communauté, renouvellements...
- ✓ supervision des groupes de travail : choix des thématiques, des responsables, programme, avancements...
- ✓ organisation des réunions scientifiques : lieu, orateurs, thèmes, structure (exposés, tables rondes...)

# Science du GDR

## Physique fondamentale :

- **OG par les binaires** : formes d'onde, propagation...
- **cosmologie** : sirènes standard, fonds stochastiques → *connexion physique du CMB, matière noire*
- **tests de Relativité Générale et théories de la gravitation modifiée** : en champ fort, alternatives aux trous noirs, modes de propagation...
- **physique au delà du modèle standard** : brisure des symmetries, théorie des cordes... → *connexion physique des particules*

## Astronomie et astrophysique :

- **MBHB**: population, formation, liens avec la formation des galaxies...
- **BHB d'origine stellaire** : population, origine, formation des binaires...
- **étoiles à neutrons** → *connexion physique nucléaire*
- **multi-messenger** : électromagnétique: optique, X/gamma-ray, radio...  
→ *connexion observatoires astronomiques; observatoires neutrinos*  
→ *connexion astrophysique et physique fondamentale*

# Science du GDR

## Analyse de données :

- **extraction des paramètres** : filtrage adapté, Monte Carlo
- **soustraction bruit, avant plans** → *connexion physique du CMB*
- **analyse signaux non modélisés**
- **techniques plus raffinées** → *connexion informatique, mathématiques*

## Science des détecteurs :

- **sol** : LIGO/Virgo
- **espace** : (LISA Pathfinder) et LISA
- **futur** : détecteurs cryogeniques au sol (ET), interférométrie atomique...

## Connexions grands expériences/observatoires (astro)physiques :

- observatoires astronomiques (radio, optique, X-ray, gamma-ray...)
- grandes relevés cosmologiques
- observatoires de neutrinos
- observatoires CMB B-modes (sol et espace)
- LHC pour EW physics

# Groupes de travail du GDR

- **Formes d'onde (60 membres)**  
coordinateurs : Luc Blanchet, Guillaume Faye, Eric Gourgoulhon, Alexandre Le Tiec
  - MBHB, BHB d'origine stellaire, NSB et WDB
  - Relativité numérique (BHB, hydrodynamique relativiste SN/NS...)
  - méthodes analytiques (PN, EoB, Phenom, théories effectives des champs...)
- **Populations des sources (59 membres)**  
coordinateurs : Stas Babak, Irina Dvorkin, Astrid Lamberts, Gilles Theureau
  - formation des binaires (MBHB, BHB d'origine stellaire, IMBHB...)
  - fonds stochastiques par les binaires
  - complémentarité sol/espace : détection GW en multi longueur d'onde



# Groupes de travail du GDR

- **Prédiction et suivi des signaux multi-messager (76 membres)**  
coordinateurs : Sylvain Chaty, Olivier Godet
  - suivi détections OG
  - motivation des observations
  - contreparties NS, MBHB, BHB d'origine stellaire...
- **Cosmologie (92 membres)**  
coordinateurs : Cyril Pitrou, Tania Regimbau, Danièle Steer, Vincent Vennin
  - signaux de l'univers primordial (fonds stochastiques)
  - paramètres cosmologiques (sirènes standard)
  - corrélation angulaire, grande structures dans l'univers
  - lentillage faible/fort
  - cordes cosmiques
  - trous noirs primordiaux

# Groupes de travail du GDR

- Etoiles à neutrons, supernovae et synthèse des éléments lourds (68 membres)

coordinateurs : Anthea Fantina, Jérôme Novak

- équation d'état, structure interne
- synthèse des éléments lourds
- supernovae

- Méthodes d'analyse des données (96 membres)

coordinateurs : Eric Chassande-Mottin, Florent Robinet

- 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

# Groupes de travail du GDR

- **Tests de la relativité générale et théories alternatives (97 membres)**  
coordinateurs : Laura Bernard, Luc Blanchet, Filippo Vernizzi
  - tests du spiralement, formes d'ondes en théories alternatives
  - physique de l'horizon, tests du théorème no-hair
  - tests de propagation et polarisations
  - théories cosmologiques
  
- **Développement de détecteurs (77 membres)**  
coordinateurs : Matteo Barsuglia, Remi Geiger
  - LIGO/Virgo et LISA (aspects de communication entre les communautés)
  - développement de ET du pont de vue instrumental et dans le cadre du nouveau contexte scientifique
  - détecteurs interférométrie atomique: sol (MIGA, ELGAR) et espace

# Politique de soutien financier

- Soutien pour les missions de participation aux initiatives du GdR: assemblée générale annuelle et réunions des Groupes de Travail
  - orateurs invités et membres du GdR (avec priorité aux étudiants et postdocs)
- Soutien pour l'organisation de Colloques/Workshops/Ecoles
  - dépenses liées à l'organisation
  - soutien partiel et ponctuel à d'autres actions liées aux ondes gravitationnelles
- Pas de soutien pour les missions de participation à des initiatives en dehors du GdR

Site web

<http://gdrgw.in2p3.fr/>

Canal Slack

<https://gdrog.slack.com>

# Activités 2018-2020

Première assemblée générale : Paris, 18-19 octobre 2018

<https://indico.in2p3.fr/e/GdROG>

98 participants

*rassembler la communauté du GdR, mettre en contact les théoriciens et les expérimentateurs, leur fournir un espace de rencontre et discussion, présenter les avancées plus récentes sur les thématiques du GdR*

- assemblée d'introduction au GdR et à ses thématiques
- 1 heure dédiée à chaque GT : séminaires sur invitation présentant les enjeux et faits marquants de chaque thématique + discussion
- discussion générale : présentation de LISA France (I. Petibon), résumé activités du GdR de l'année

# Activités 2018-2020

Deuxième assemblée générale : Lyon, 10-11 octobre 2019

<https://indico.in2p3.fr/e/GdRAssembleeLyon>

76 participants

*rassembler la communauté du GdR, ... + créer l'occasion pour les plus jeunes de présenter leur travail*

- une matinée avec orateurs invités sur les derniers avancements:
  - catalogues LIGO/Virgo (E. Porter)
  - utilisation des données ouvertes (F. Marion)
  - multi-messenger présent et futur (M. Habouzit)
  - détecteurs futurs et contribution française (M. Barsuglia)
  - présentation IPNL/LMA (J. Degallaix et al)
- 1 heure dédiée à chaque GT : **séminaires contribués** + discussion
- discussions générales : ET et la science du 3g, activités/structure du GdR

# Activités 2018-2020

Troisième assemblée générale : en ligne, 14-15 octobre 2020

<https://indico.in2p3.fr/event/20835/>

140 participants

- une matinée avec orateurs invités sur les derniers avancements:
  - résultats O3 (B. Mours)
  - implications astrophysiques résultats O3 (T. Dal Canton)
  - mesure de  $H_0$  (M. Rigault),
  - 25 ans de PTA (S. Chen)
  - l'équation d'état des étoiles à neutrons (F. Gulminelli)
  - la science future des OG (N. Christensen)
- 1 heure dédiée à chaque GT : **séminaires contribués** + discussion
- discussions générales : science future des OG + prospective in2p3, activités/structure du GdR



# Activités 2018-2020

## Rencontres des Groupes de Travail

- *Développement des détecteurs* : Paris, juin 2018 et juin 2019
- *Analyse des données* :
  - réunion jointe avec le GdT "Méthodes d'Analyse des Données" du GdR ISIS de l'INS2I (Information, Signal, Image, Vision), Paris oct 2018
  - "Gravitational wave open-data workshop", Paris avril 2019
  - en ligne, dec 2020
- *Etoiles à neutrons* :
  - réunion jointe avec le GdT "Astrophysique nucléaire" du GdR RESANET (physique nucléaire), Paris sep 2018
  - Paris, mai 2019
  - réunion jointe avec le GdT astrophysique nucléaire du GdR RESANET (physique nucléaire), en ligne, juin 2020

# Activités 2018-2020

## Rencontres des Groupes de Travail

- *Cosmologie* : Paris, nov 2019
- *Tests de la relativité générale et théories alternatives* : Gif-sur-Yvette, janvier 2019
- *Formes d'ondes* : Meudon, mai 2019
- réunion jointe, *Tests de la relativité générale et théories alternatives + formes d'ondes* : Paris, fév 2020
- réunion jointe, *Population des sources et prédiction et suivi des signaux multi-messager* : prévue fin janvier 2021
- organisation de deux ateliers aux journées de la Société Française d'Astronomie et Astrophysique, 2018 et 2019
- soutien à la “journée Advanced Virgo +”, mai 2018

# Activités prévues 2021

“Gravitational waves: a new messenger to explore the universe”

Programme thématique de six semaines  
au Centre Emile Borel de l’Institut Henri Poincaré  
1 mars - 9 avril 2021

Organisation: C.C., E. Chassande-Mottin, G. Faye, F. Vernizzi, M. Volonteri

Quatrième Assemblée Générale

Jointe au programme thématique  
31 mars - 1 avril 2021

# Activités prévues 2021

## Structure du programme thématique

- Theoretical aspects of gravitational-wave science (March 1-12)
- Astrophysics and cosmology (March 15-26)
- Gravitational-wave detectors and data analysis (March 29-April 9)

## COURS

Gravitational waveforms: Alessandra Buonanno

Testing gravitational theories: Shinji Mukoyhama

GW detectors: David Shoemaker

GW data analysis: Neil Cornish

(Massive) black hole binaries: Monica Colpi

Multimessenger astrophysics: Giancarlo Ghirlanda

GWs and cosmology: Danièle Steer

Hydrodynamique relativiste: Luciano Rezzolla

Méthode d'expansion post-Newtonienne: Luc Blanchet

# Activités prévues 2021

## Structure du programme thématique

### SEMINAIRES INTERDISCIPLINAIRES

Introduction to astrophysical observations: Susanna Vergani  
Machine Learning for detectors and data analysis: Gabriele Vajente  
Stochastic backgrounds: Germano Nardini

### MINI CONFERENCES

un après-midi par bloc de deux semaines

### SEMINAIRES SUR INVITATION

Claudia De Rham (Imperial College); Eleonora Capocasa (U Tokyo); Arianna Renzini (Imperial College London); Valerie Domcke (DESY Hamburg); Gabriele Vajente (Caltech LIGO); Alberto Sesana (Univ. Milano); Swetha Bhagwat (Syracuse University); Gabriele Gonzales (Louisiana State University); Katerina Chatziioannou (Flatiron Institute); Chris Messenger (Univ. Glasgow); Daniel Holz (Univ. Chicago); Tania Hinderer; Elena Maria Rossi; Richard O'Shaughnessy

# Activités de soutien à la communauté / sujets d'actualité / faits marquants

- Les rencontres du GdR ont permis à dizaines d'étudiants et post-doctorants de présenter leurs travaux à la communauté nationale
- Les rencontres du GdR ont aussi fait naître une communauté, et généré des nouvelles collaborations
- Lettre d'expression d'intérêt pour le projet Einstein Telescope par le Conseil Scientifique du GdR
- Nécessité de renforcer la connexion avec la communauté astrophysique
- Comment maintenir une activité régulière pendant la crise sanitaire
- A terme, renouvellement du GdR

merci pour votre attention



Groupement de recherche  
Ondes gravitationnelles