General Relativity
- Precision test experiments
- Gravitational waves
- Alternative theories

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = -\frac{8\pi G_{\mathrm{N}}}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Astrophysics & Astroparticles
- Cosmic rays
- Neutrinos
- Dark matter search
- Astrophysical objects

Cosmology
- Cosmic microwave background
- Dark energy
- Dark matter at cosmic scale
- Large structures

General Relativity

https://indico.in2p3.fr/event/16495/overview

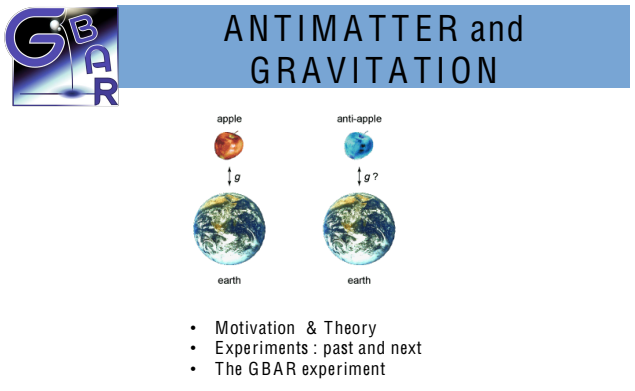
Precision test experiments

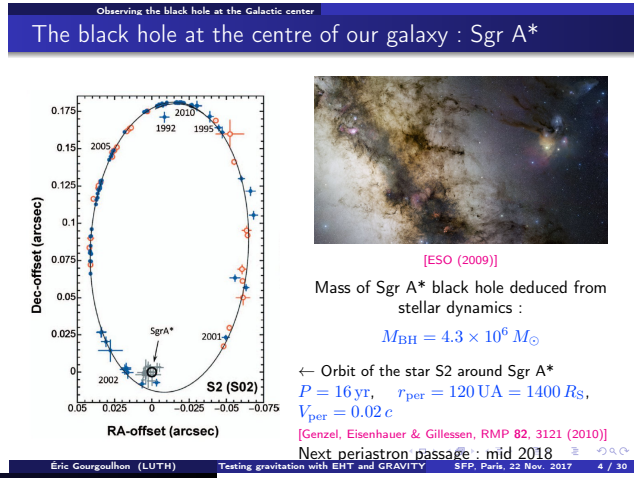
- Laboratory experiments: AEGIS, Alpha-g, Gbar
- Satellite missions:
  - Equivalence principle ➔ Microscope
  - Test the central black hole of the Milky Way (Sagittarius A*) ➔ Event Horizon Telescope (EHT), GRAVITY instrument at VLTI

Gravitational waves

- LIGO/Virgo
- Einstein Telescope
- LISA mission

Alternative theories





Possible modified gravity theories

- Assume extra dimensions : Extension of GR to Lovelock theory with modified yet second order field equations. Braneworlds DGP model RS models, Kaluza-Klein compactfication, String theory and holography.
- Graviton is not massless but massive! dRGT theory and bigravity theory.
- 4-dimensional modification of GR:
  - Scalar-tensor theories, $f(R)$, Galileon/Hornedski theories → Beyond Horndeski and DHOST theories.
  - Vector-tensor theories
- Lorentz breaking theories: Horava gravity, Einstein Aether theories
- Theories modifying geometry: inclusion of torsion, choice of geometric connection

Astrophysics & Astroparticles

http://www.appec.org/roadmap

Cosmic rays

- Particle/antiparticle: AMS
- X and gamma: FERMI, HESS, CTA
- High-energy: Auger Observatory

Neutrinos (astrophysics source)

- Cherenkov: IceCube, KM3NeT
- Radio: GRAND

Dark matter (direct detection)

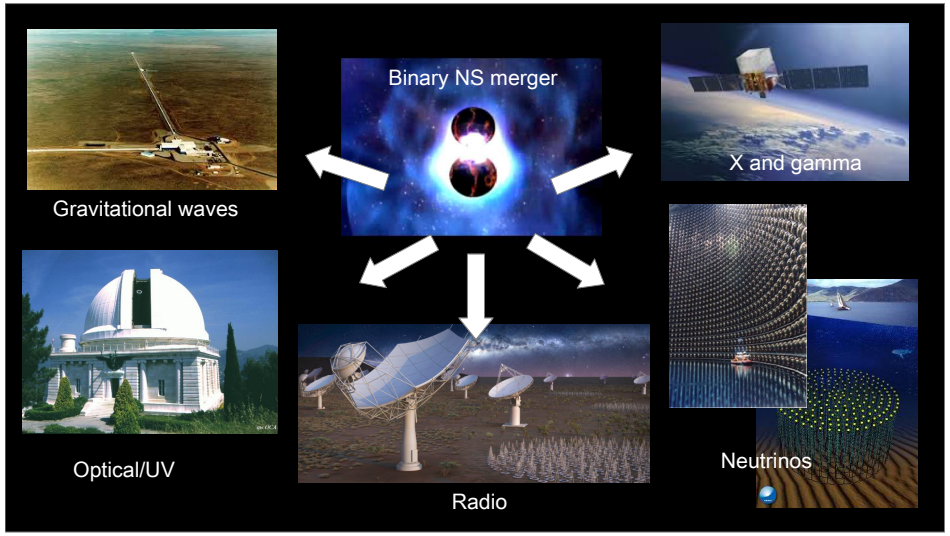
- Heat (< 7 GeV): EDELWEISS
- Target (5 GeV – 10 TeV): XENON

“Standard” astronomy

- Optical telescope
- Radio-astronomy: SKA
- …

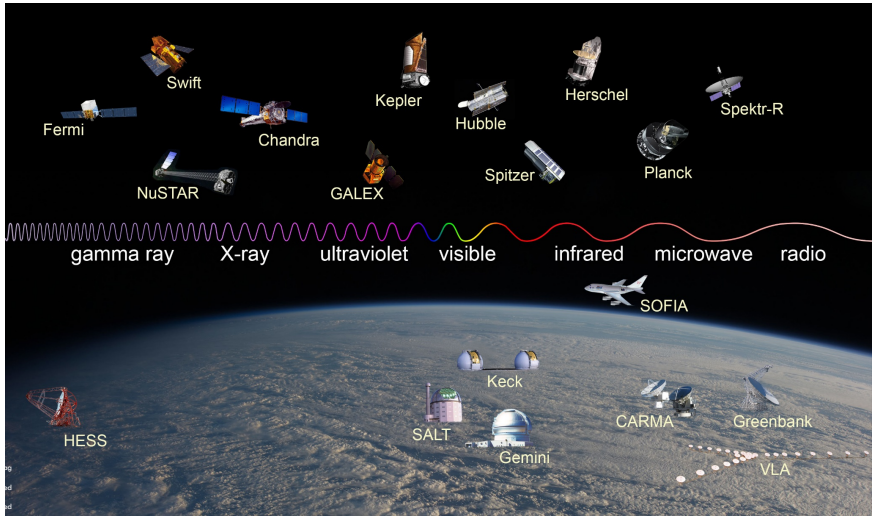
Multi-messenger approach

Multi-messenger astronomy with GWs



Time-domain transient astronomy

Astronomical transients events are mostly associated to the violent Universe …
… and can be observed along the whole electromagnetic spectrum



Cosmology

http://www.appec.org/roadmap

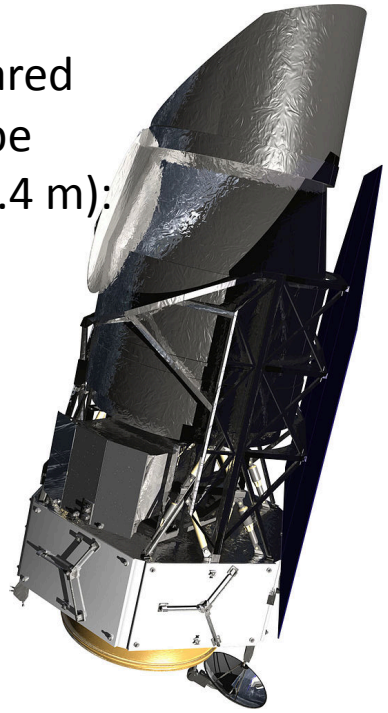
Cosmic microwave background

- CMB polarization: BICEP, POLARBEAR, QUBIC

Dark Universe (dark energy & dark matter at cosmic scale) and large structures

- Ground base telescope: ZTF, DES, LSST
- Satellite mission: EUCLID (ESA), WFIRST (NASA)

Wide Field Infrared Survey Telescope (WFIRST, ⦸ = 2.4 m): in preparation (> 2025)



LPC seminars

https://indico.in2p3.fr/category/165/

General Relativity
Astrophysics & Astroparticles
Cosmology

- 17/01/2018 – Nicolas ARNAUD
  Gravitational waves don't go on holiday! The week of the 15th of August seen from the perspective of the Virgo experiment

- 16/02/2018 – Cyril TRICHARD
  Résultats récents sur l'origine des rayons cosmiques galactiques avec H.E.S.S.

- 16/03/2018 – Anais Möller
  The Dark Energy Survey Supernova Program and the Australian OzDES survey

- **27/04/2018 – Olivier Minazzoli**
  Test of the equivalence principle with Lunar laser ranging

- **03/05/2018 – Benoit Clément**
  Expériences de gravitation en laboratoire

- **18/05/2018 – Charling TAO**
  Détection directe de matière noire

What next?

- Is there motivated people to start a new activity in this research field or to join the LSST group: now or in coming years?

- Which thematic we want to examine in more details?

- Other meetings? next one mid April?

- …

RÉSUMÉ DES DISCUSSIONS DU 23 MARS 2018

Présents : Ziad, Djamel, Eric, Philippe C., Julien, Jean-François, Philippe R. et Louis-Pierre

1. Pour avoir une visibilité scientifique dans un projet majeur, il semble indispensable qu'un groupe ait une masse critique suffisante (typiquement 3 FTE) ; tandis que dans un petit projet (typiquement 20 physiciens), un engagement de 1 FTE pourrait permettre un minimum de visibilité
2. Sans aucune expérience au LPC dans une thématique scientifique, par exemples le CMB ou les ondes gravitationnelles, il semble difficile de démarrer une telle activité au laboratoire
3. Au vue des séminaires effectués ou envisagés entre janvier et juin 2018, un point sur les projets KM3NeT et TREND/GRAND permettrait de compléter le vision de la thématique « Gravitation », sachant que des physiciens du LPC sont impliqués à un certain degré dans ses projets ➔ demande à Pascal Gay (KM3NeT) et Valentin Niess (TREND/GRAND)
4. Présentation des activité du groupe « Cosmologie » (SNF-LSST-ZTF)
5. Une frise chronologiques des différents projets apporterait une vision d'ensemble ➔ P.R. s'en charge
6. Ce groupe de prospectives doit continuer son travail sur le plus long terme