



# Institut national de physique nucléaire et de physique des particules

A composite image showing particle tracks on the left and a colorful nebula on the right. The tracks are thin lines of various colors (yellow, orange, red, blue) radiating from a central point. The nebula is a large, multi-colored cloud of gas and dust in shades of purple, pink, and blue.

Sonder les infinis : des particules au cosmos

CSI juillet 2023: OG & CMB

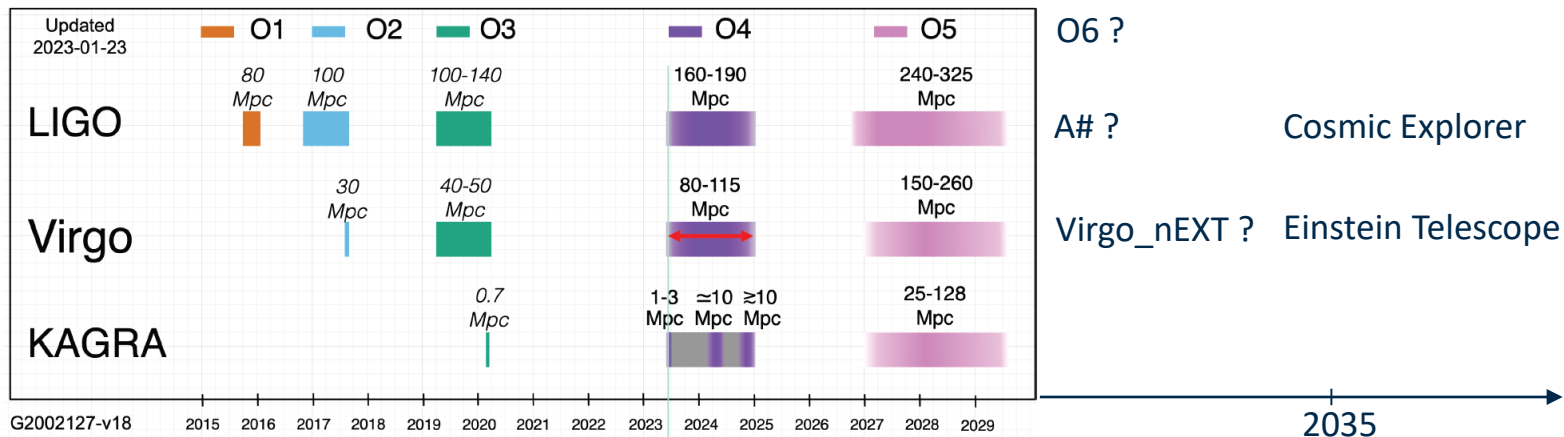
*Vincent Poireau – Directeur adjoint scientifique astroparticules & cosmologie*

# Ordre du jour (matin)

- Phénoménologie des ondes gravitationnelles
  - Nicola Tamanini
- Pour avis : Virgo\_nEXT
  - Edwige Tournefier et Matteo Barsuglia
- Pour info : Einstein Telescope
  - Patrice Verdier
- Pour info : LISA
  - Hubert Halloin

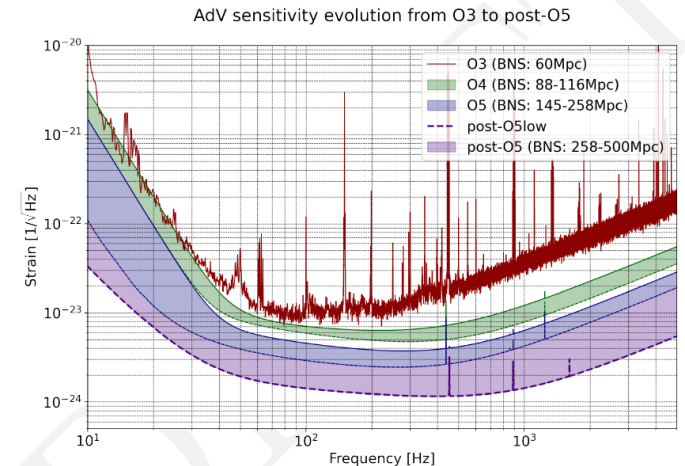
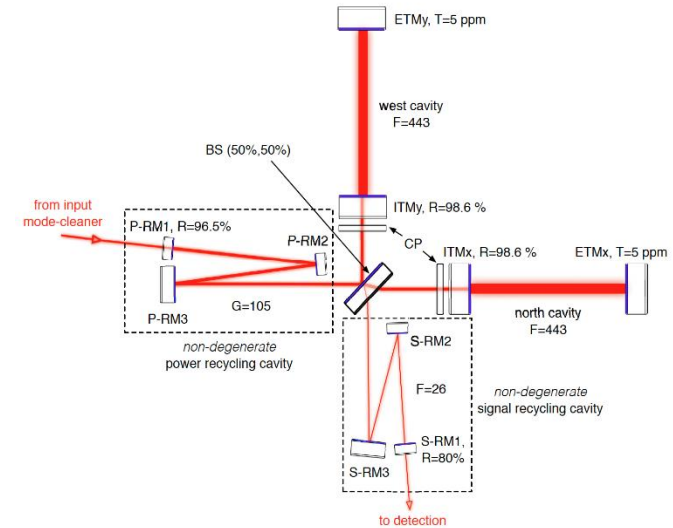
# Ondes gravitationnelles

- La physique des ondes gravitationnelles (OG), depuis 2016, a ouvert **une nouvelle fenêtre sur notre Univers**
- Virgo/LIGO/KAGRA vont fonctionner **au moins jusqu'en 2029**
- Einstein Telescope devrait démarrer **en 2035-2040**
- LISA devrait être lancé en **2035**
- La physique des ondes gravitationnelles en Europe, jusqu'à l'ère d'Einstein Telescope/LISA, **prend place à EGO**, près de Pise
  - Consortium franco-italien-néerlandais pour opérer Virgo
  - Financement : ministère MESR (IR\*/TGIR)
  - Responsables : Matteo Barsuglia et Christelle Buy



# Virgo\_nEXT

- Proposition pour **post-O5 (O6)** : Virgo\_nEXT
  - Faire de la science
  - Maximiser le potentiel d'EGO
  - Eviter le désert des OG entre 2029 et 2036+
  - Préparer le futur et tester certaines technologies d'Einstein Telescope
    - R&D commune avec ET
  - Effort similaire à **LIGO** (A+ → A#)
- Le design précis de Virgo\_nEXT sera proposé en 2024, donc le CSI sera principalement interrogé sur l'aspect scientifique
- L'avis du CSI sera utile pour une demande future de financement auprès du ministère



# Virgo\_nEXT

## Questions auxquelles devra répondre le CSI :

- Quel est le retour scientifique attendu pour le projet, est-il cohérent avec les "science drivers" définis lors de l'exercice des perspectives, en l'occurrence, les suivants pour les observations d'OG :
  - Understand how nuclear processes shape the Universe
  - Use gravitational waves to explore the Universe and its fundamental laws
  - Study the physics of high energy messengers and probe extreme astrophysical phenomena
  - Understand the physics behind inflation and dark energy
  - Identify the nature of dark matter
- Quelles sont les principales spécificités (forces et faiblesses) de la contribution IN2P3 au projet ? et comparées à celles des autres instituts internationaux impliqués ?
- L'engagement des équipes dans le projet est-il pertinent ? Est-il suffisant pour atteindre les objectifs affichés ? Permet-il d'escompter un retour scientifique fort, en adéquation avec les efforts qui seront consentis et l'investissement qui devra être fait ?
- Quelles sont les synergies avec Einstein Telescope ? Est-ce que Virgo\_nEXT permet de tester des technologies d'Einstein Telescope ? En accélère-t-il la conception ?

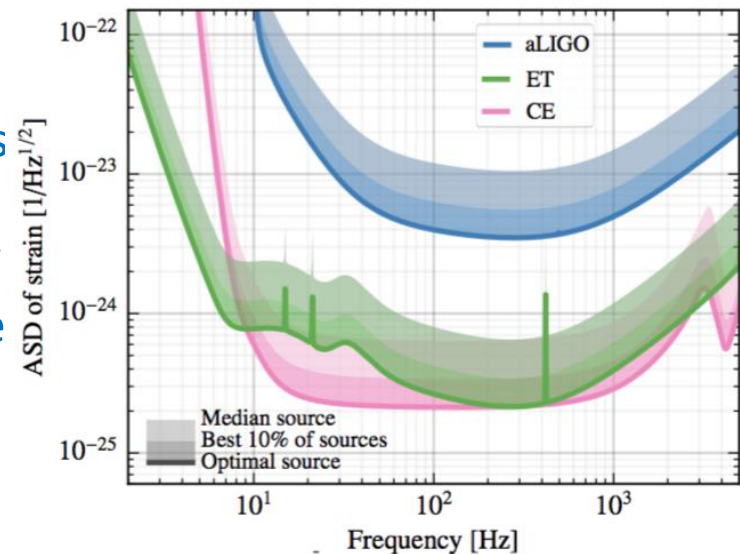
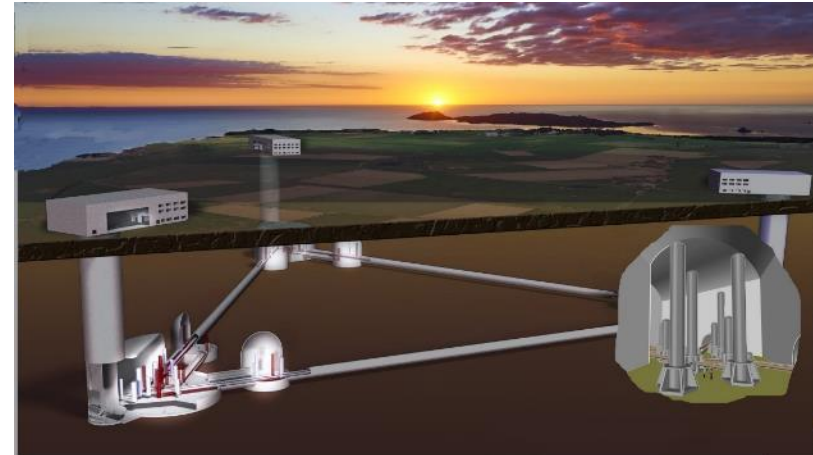
# Virgo\_nEXT

## Questions to be answered by the Council:

- What is the scientific return expected for the project, is it coherent with the « science drivers » defined during the IN2P3 perspectives? In that specific case:
  - Understand how nuclear processes shape the Universe
  - Use gravitational waves to explore the Universe and its fundamental laws
  - Study the physics of high energy messengers and probe extreme astrophysical phenomena
  - Understand the physics behind inflation and dark energy
  - Identify the nature of dark matter
- What are the main specific features (strengths and weaknesses) of the IN2P3 contribution to the project? And compared to other international institutes involved in the project?
- Is the commitment in the project of the teams relevant? Is it sufficient to reach the objectives? Does it allow for a strong scientific return, in line with the efforts and investments that will be done?
- What are the synergies with Einstein Telescope? Does Virgo\_nEXT allow to test ET technologies? Does it speed up ET design and conception?

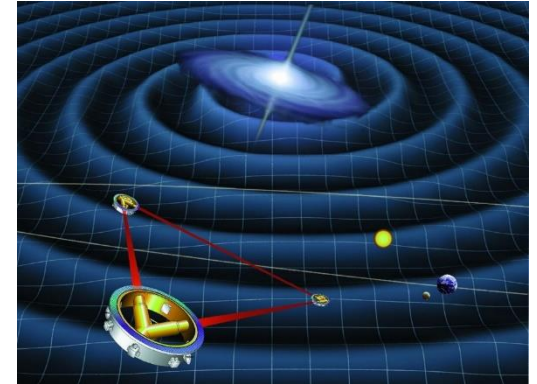
# Einstein Telescope

- Juin 2021: ET est sur la feuille de route ESFRI (*European Strategic Forum for Research Infrastructures*)
- Prévu pour démarrer en 2035-2040
  - Choix du site en 2024 (Pays-Bas, Sardaigne, Allemagne)
- Un ordre de grandeur meilleur que les détecteurs actuels
- Collaboration en cours de construction
  - ET : 80 labos, 1200 collaborateurs, 16 pays
  - ET en France : 8 labos, 116 membres
  - L'IN2P3 y joue un rôle majeur
- Journée « ET meet industries » le 23 mars 2023
- Ministère MESR siègera au BGR (Board of Governmental Representative) après l'été 2023
- Responsable projet : Patrice Verdier



# LISA

- Laser Interferometer Space Antenna (LISA)
  - Mission spatiale de l'Agence spatiale européenne (ESA)
  - Financé par le CNES
  - Lancement **2035**
- Passage de la phase A à B1 en mars 2022
- Passage de la phase B1 à B2 (adoption) fin 2023/début 2024
  - Calendrier accéléré par rapport aux attentes initiales (phase B1 très courte)
- Revue IN2P3 en cours pour s'assurer que tout est prêt pour la phase B2 dans les laboratoires (APC, CCIN2P3, CPPM, IJCLab, LMA, L2IT, LPC Caen)
  - 27 juin : journée revue (APC)
  - 6 juillet : comité directeur de la revue
- CIO (comité inter-organisme CNES) le 13 juillet
- Responsables IN2P3 : Hubert Halloin et Maude Le Jeune



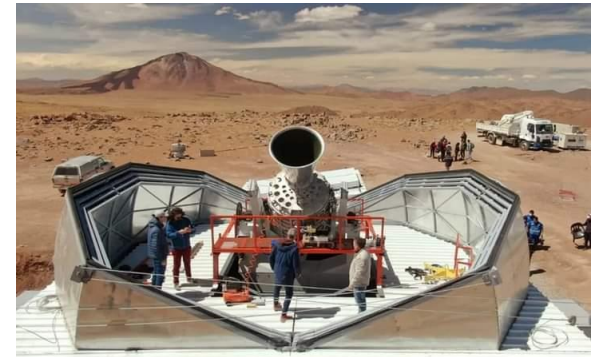


# Ordre du jour (après-midi)

- **Phénoménologie du CMB**
  - Bartjan van Tent
- **Pour info : CMB-SO**
  - Josquin Errard
- **Pour avis : CMB-S4**
  - Radek Stompor et Damien Prêle
- **Pour info : NIKA2, KIDS**
  - Laurence Perotto et Andrea Catalano
- **Pour info : LiteBIRD**
  - Matthieu Tristram
- **Pour info : QUBIC**
  - Jean-Christophe Hamilton

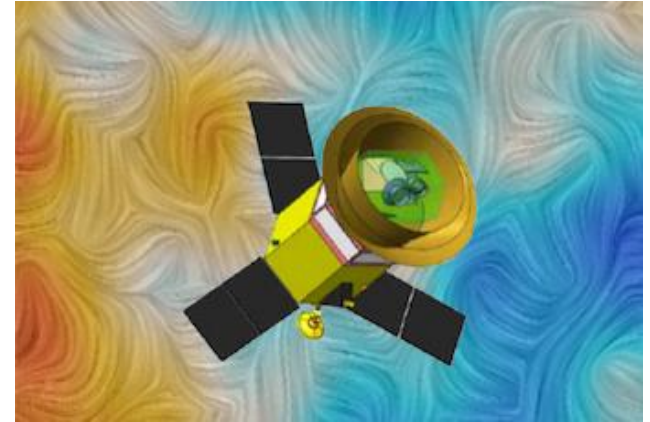
# Contexte CMB

- CMB-Simons Observatory
  - Désert d'Atacama (Chili)
  - Première lumière en 2023
  - 3+3 SAT (small aperture telescope) et 1 LAT (large aperture telescope)
  - Josquin Errard vient d'obtenir une ERC (SciPol)
  - CMB-SO inclus dans le Master Projet CMB-S4
- QUBIC
  - 23 novembre 2022 : inauguration de QUBIC à Salta et sur le site (5000 m d'altitude)
  - Prise de données du démonstrateur en janvier 2023 pour un an
  - Responsables : Jean-Christophe Hamilton
  - Financement : ANR, IN2P3



# Contexte CMB

- LiteBird
  - Recherche d'ondes gravitationnelles primordiales dans le CMB (modes B)
  - Mission JAXA
  - Lancement 2030
  - La fin de la phase A de LiteBird est prévue fin 2023
  - Responsable : Matthieu Tristram
  - Financement : CNES
  
- NIKA2 et KIDS
  - NIKA2 installé sur le télescope de 30 m de l'IRAM en Espagne
  - Basé sur les KIDS (Kinetic Inductance Detectors)
  - Les technologies KIDS pourraient être utilisées sur différents instruments (SO, ...)
  - Financement : IN2P3, ERC, CNES



# CMB-S4

- **Quatrième génération d'expérience CMB au sol**
  - Réseau de télescopes au Chili et au pôle Sud
  - SAT (small aperture telescope) et LAT (large aperture telescope)
    - 2 LAT au Chili
    - 1 LAT au pôle Sud et 3 SAT
  - Technologie : bolomètres et superconducting Transition Edge Sensors (TES)
- **IRL CPB à Berkeley: fer de lance de la collaboration IN2P3**
- **Actions instituts**
  - Lettre d'intention IN2P3 en juillet 2021
  - Délégation IN2P3 a visité SLAC et LBNL en novembre 2022
  - Visite IN2P3 en avril 2023
- **Deux contributions identifiées de l'IN2P3**
  - data management
  - Readout pour l'électronique chaude
- **CD-1 DOE en 2024, CD-2 en 2026 (CD = critical decision)**
  - Annexe CRADA LBNL/N2P3 en cours de rédaction
- **Responsables : Radek Stompor et Damien Prêle**
- **Financement : IN2P3**



## Questions auxquelles devra répondre le CSI :

- Quelles sont les spécificités (forces et faiblesses) de la contribution IN2P3 à CMB-S4 ? et comparées à celles des autres instituts internationaux impliqués ?
- L'engagement des équipes dans le projet est-il pertinent ? Est-il suffisant pour atteindre les objectifs affichés ?
- Quel est le retour scientifique attendu de CMB-S4 ? À quel point le retour scientifique de CMB-S4 sera-t-il aligné avec les recommandations des trois « Science Drivers » suivants :
  - *Understand the physics behind inflation and dark energy*
  - *Explore further the physics associated with the properties of neutrinos*
  - *Identify the nature of dark matter*
- Quelles synergies avec les expériences précurseurs telle CMB-SO ?

# CMB-S4

## Questions to be answered by the Council:

- What are the main specific features (strengths and weaknesses) of the IN2P3 contribution to CMB-S4? And compared to other international institutes involved in the project?
- Is the commitment in the project of the teams relevant? Is it sufficient to reach the objectives?
- What is the scientific return expected for CMB-S4, is it coherent with the « science drivers » defined during the IN2P3 perspectives? In that specific case:
  - *Understand the physics behind inflation and dark energy*
  - *Explore further the physics associated with the properties of neutrinos*
  - *Identify the nature of dark matter*
- What synergies with pathfinder experiments such as CMB-SO?

FIN