

Conseil Scientifique de l'IN2P3  
du 30 juin-1er juillet 2020

Les projets spatiaux à l'IN2P3 – 1/2

---

PANORAMA DES PROJETS ET DES EQUIPES

# Thématiques scientifiques

---

## Astroparticules:

- Quelle est l'origine des messagers cosmiques (rayons gamma, neutrinos, rayons cosmiques, ondes gravitationnelles,..)? Quels sont les mécanismes de production et quelle est le fonctionnement des sources?
- Quelle est la nature de la matière noire ?

## Cosmologie:

- Quelle est la (nouvelle) physique dans les deux phases d'accélération cosmique, celle due à l'inflation (early-time acceleration) et celle due à l'énergie noire (late-time acceleration) ?

# Implication de l'IN2P3

---

## Astroparticules

- Rayons gamma-X (HEGA):  
(HESS, CTA, Fermi, TARANIS, ATHENA, SVOM)
- Rayons cosmiques chargés (HECR):  
(Auger, AMS, CODALEMA, EUSO)
- Ondes gravitationnelles (GWDD):  
(LISA-Pathfinder, VIRGO, LISA)

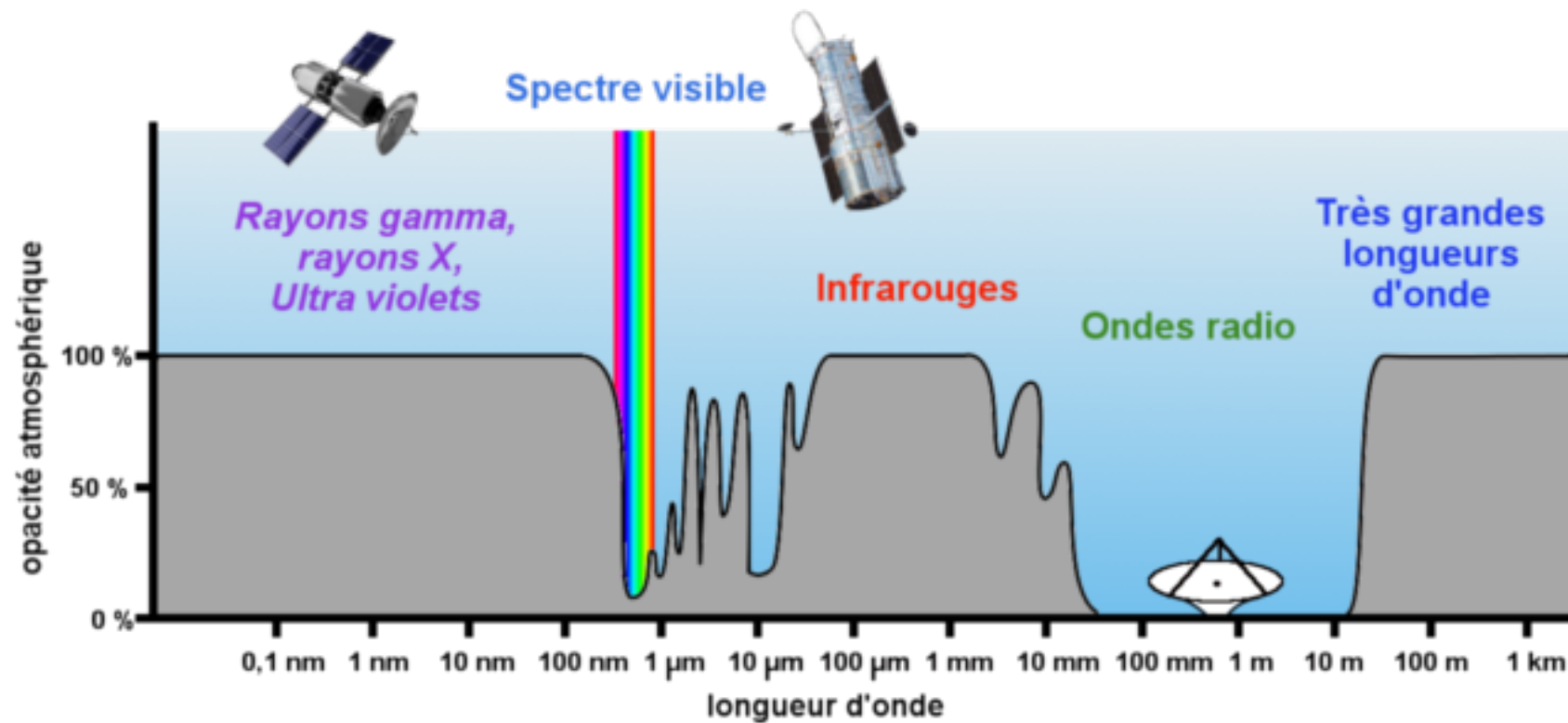
## Cosmologie

- Inflation (ICMB):  
(Planck, NIKA-2, QUBIC, CMB-S4, Litebird)
- Energie noire (DENP):  
(Euclid, LSST, DESI, BAO radio)

- spatial
- sol

# Intérêt de l'espace

- Pas d'absorption atmosphérique



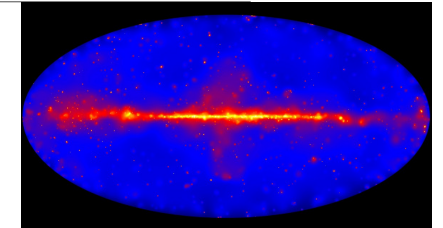
Complémentarité avec les projets sol

# Les messagers du cosmos

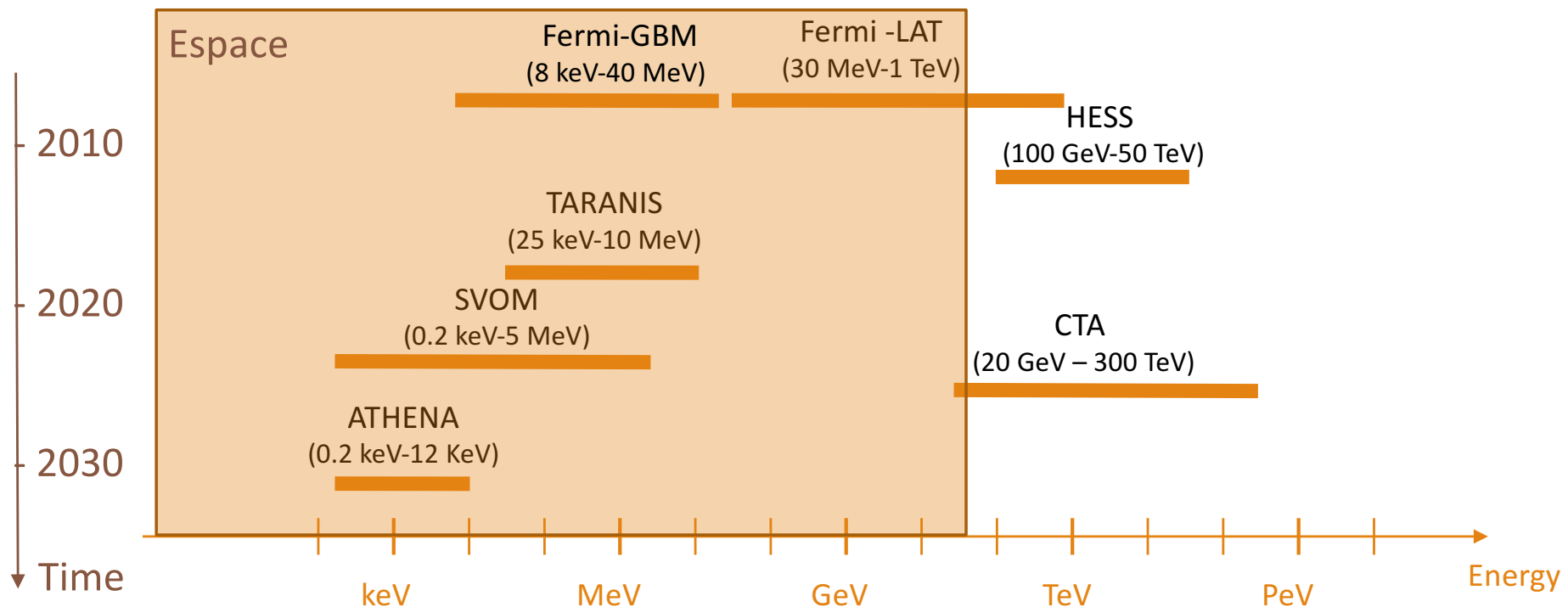
## Les rayons gamma et X

Etudes des sources de rayons cosmiques:

- Mécanismes d'accélération, propagation
- Phénoménologie des sources
- Recherche indirecte de matière noire



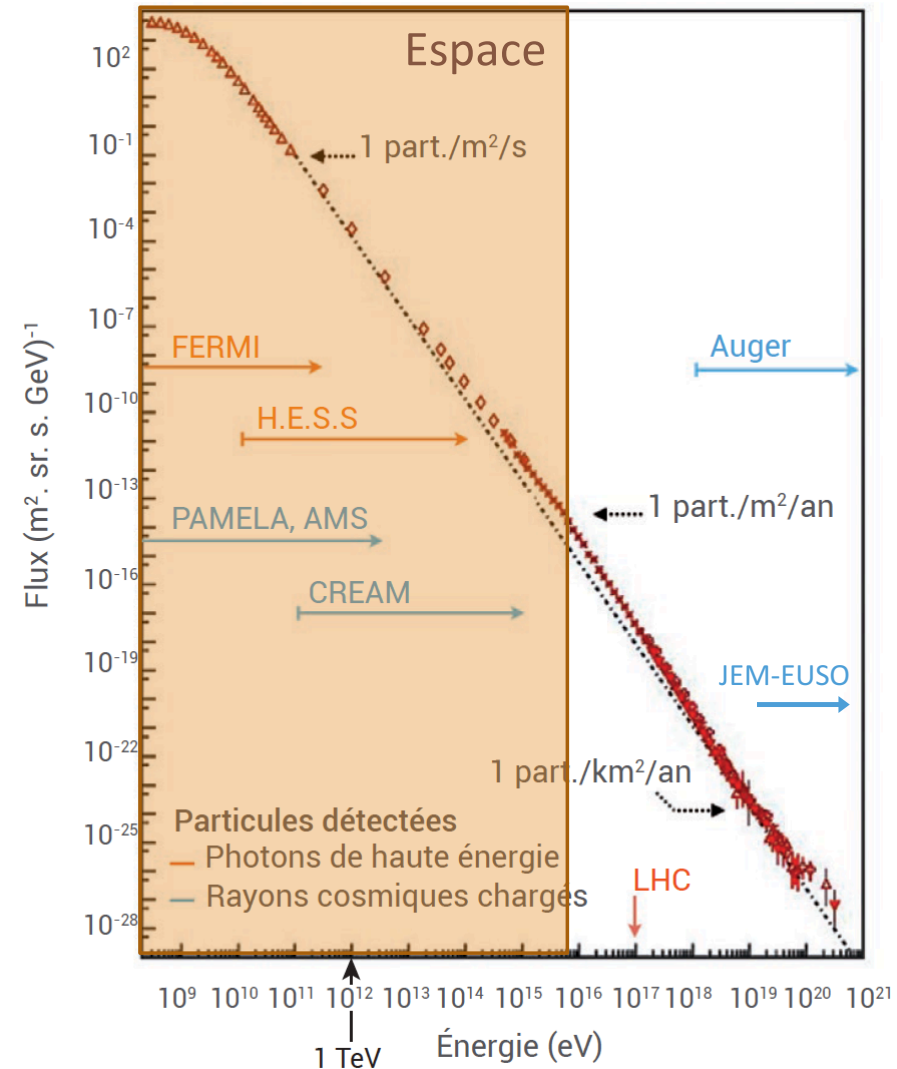
Approche multi-longueurs d'onde:



# Les messagers du cosmos

## Les rayons cosmiques

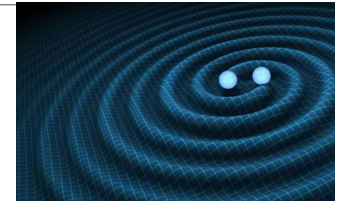
- Composition du rayonnement cosmique (p, He,..)
- Sources des RCUHE
- Mécanismes d'accélération
- L'effet d'horizon GZK
- Antiprotons/positrons: recherche indirecte de matière noire



# Les messagers du cosmos

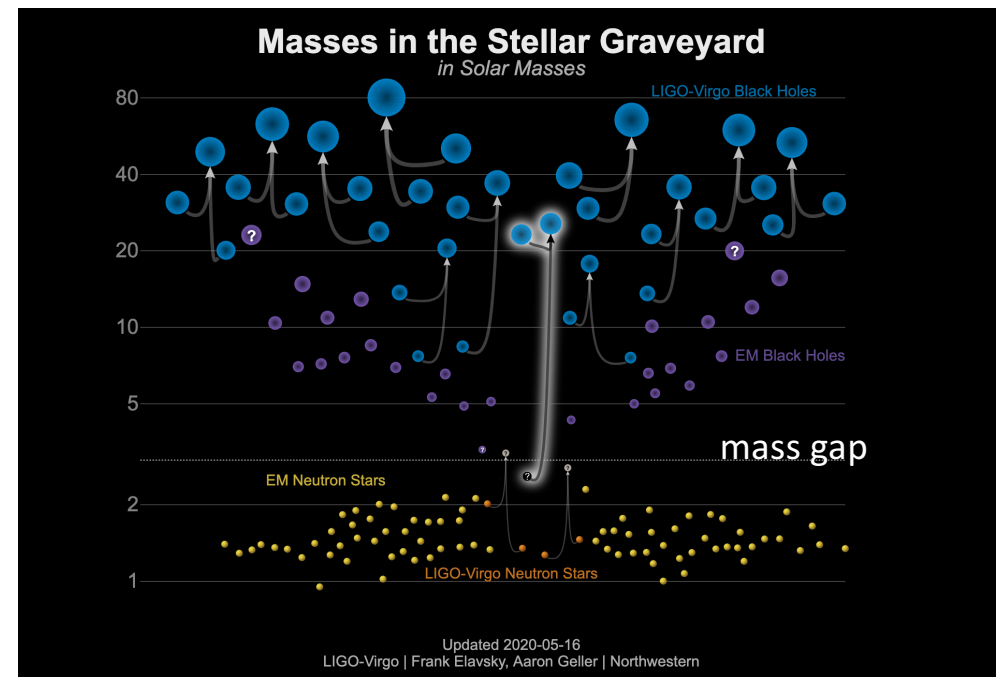
## Les ondes gravitationnelles

Première détection directe des ondes gravitationnelles par LIGO et VIRGO, GW150914 (fusion de deux trous noirs de masse stellaire).



Depuis de nombreuses détections GW:

- Nature de la gravité (Test de la RG)
- Nature fondamentale des trous noirs (horizon,..)
- Compréhension de la fin de vie des étoiles massives
- Univers primordial (effets topologiques, physique du Higgs,..)
- Cosmologie (Constante de Hubble  $H_0$ )

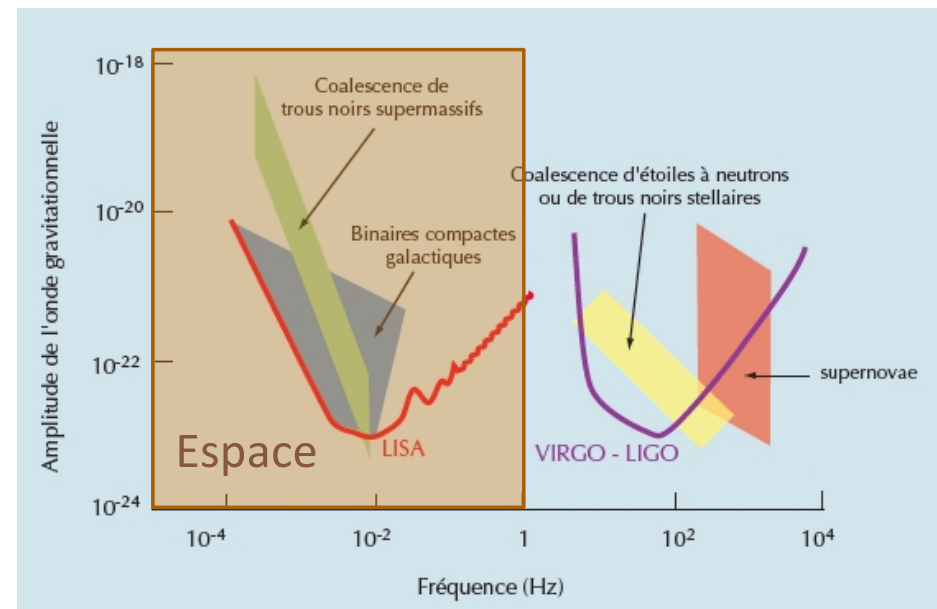
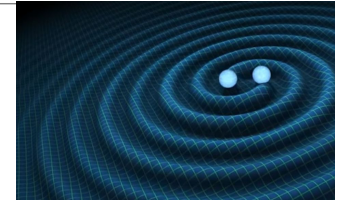


# Les messagers du cosmos

## Les ondes gravitationnelles

Projet LISA permet d'accéder à de nouveaux objets à basse fréquence:

- SMBHs (Supermassive Black Holes)
  - EMRI (Extreme Mass Ratio Inspiral)
  - BHB (BH binary)
- 
- Nature de la gravité (Test de la RG)
  - Nature fondamentale des trous noirs (horizon,..)
  - Compréhension de la fin de vie des étoiles massives
  - Univers primordial (effets topologiques, physique du Higgs,..)
  - Cosmologie (Constante de Hubble  $H_0$ )

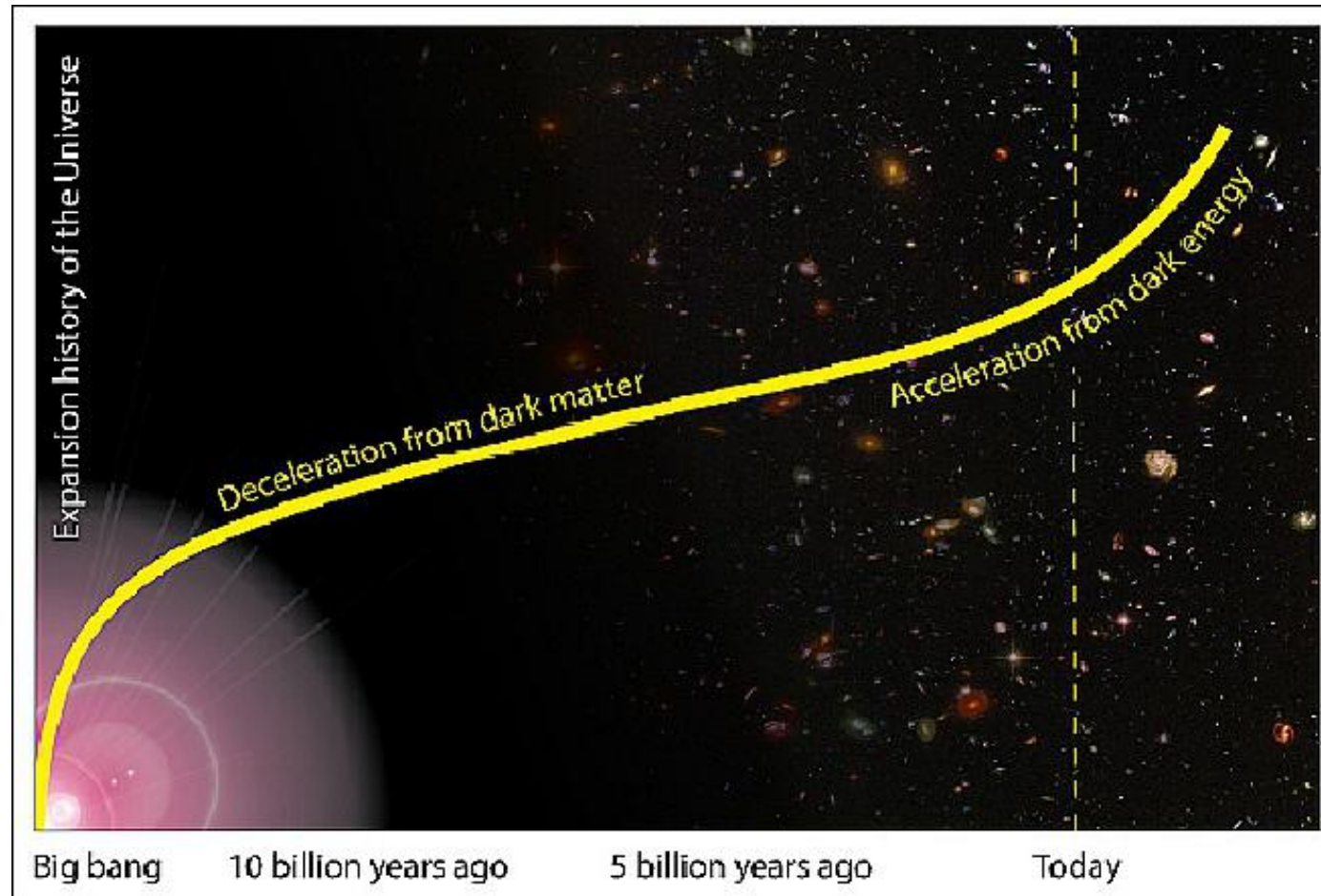


Complémentarité avec VIRGO/LIGO



# La cosmologie

---



# La cosmologie

## Le fond diffus cosmologique

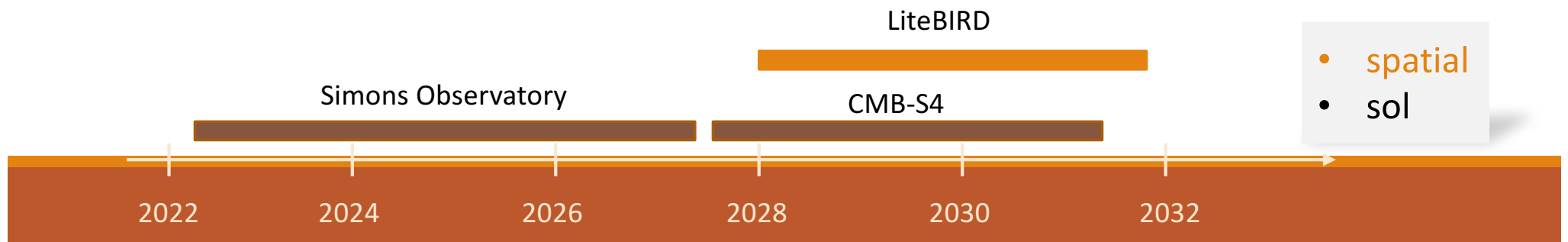
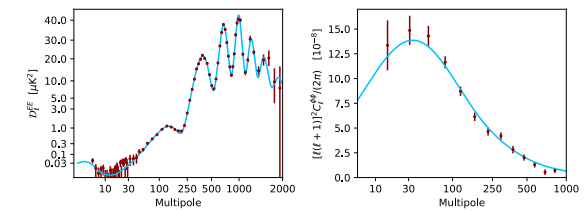
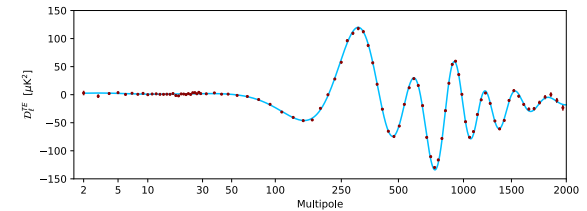
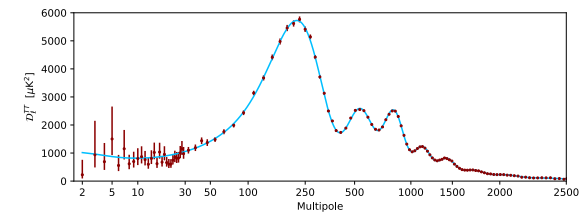
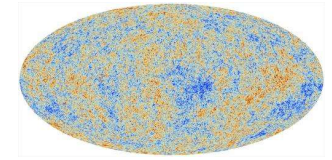
Observations CMB avec **Planck** ont permis de mesurer :

- Anisotropies en Température
- Anisotropies en polarisation (modes E)
- LCDM à 6 paramètres

## Prochaine génération (projets modes B):

- Sonder l'empreinte des ondes gravitationnelles primordiales pour tester l'inflation

Paramètre tensor-to-scalar ratio  $r$



# La cosmologie

## L'énergie noire

- Nature de l'énergie noire: équation d'état ou mis en évidence d'une déviation par rapport à RG
- Masse des neutrinos
- Primordial non-gaussianités  $f_{NL}$ ,...

Nombreuses sondes cosmologiques, nécessaires pour lever les dégénérescences: SN, amas, GC, WL, vides cosmiques, ...

Etudes croisées des sondes: X-CMB-GC, X-WL-GC, ....

Prochaine génération (spectro et photo):

Euclid

DESI

Vera Rubin Survey Telescope (LSST)

2020

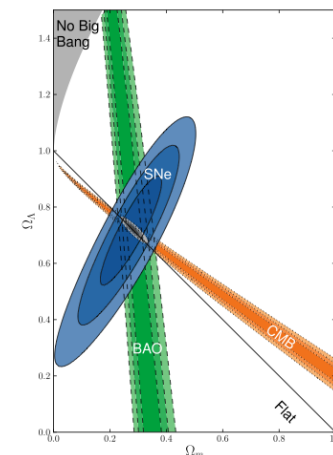
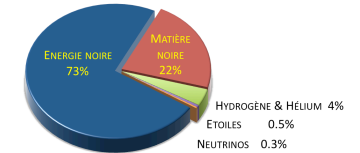
2022

2024

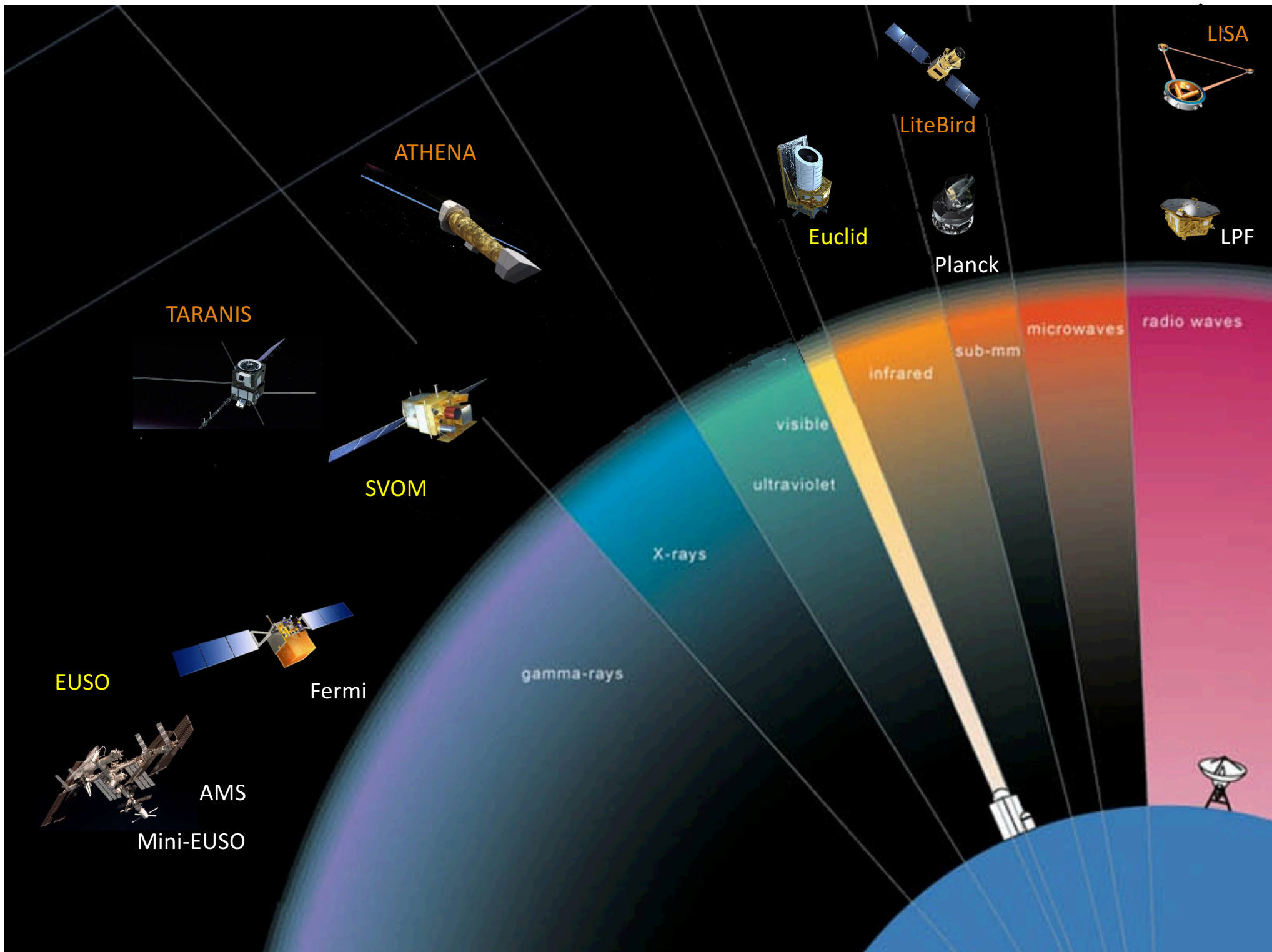
2026

2028

2030



- spatial
- sol



# TARANIS



## TARANIS: Mission microsatellite CNES proposée en 2002

- Etude de phénomène énergétique dans la haute atmosphère (TLE, TGF).
- Lien entre les TGF et les grandes gerbes atmosphériques.
- Etude des sursauts gamma courts, lien avec les GW.

Huit instruments radio, optique et gamma, dont

**Instrument XGRE** (X, Gamma & Relativistic Electrons) développé à l'APC

- X-gamma: 50keV-10MeV
- Electrons relativistes: 1MeV-10MeV

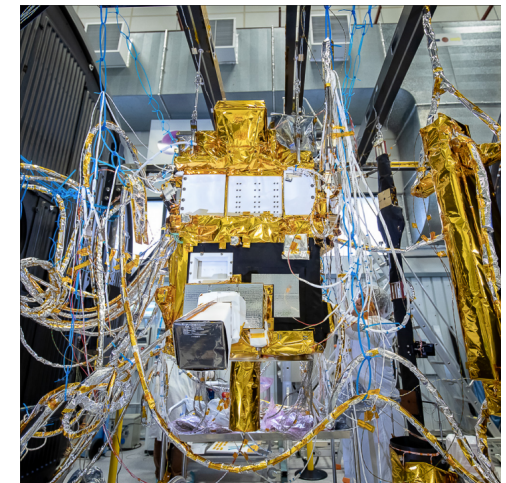
### Historique:

**2009** : l'APC reprend la responsabilité de cet instrument.

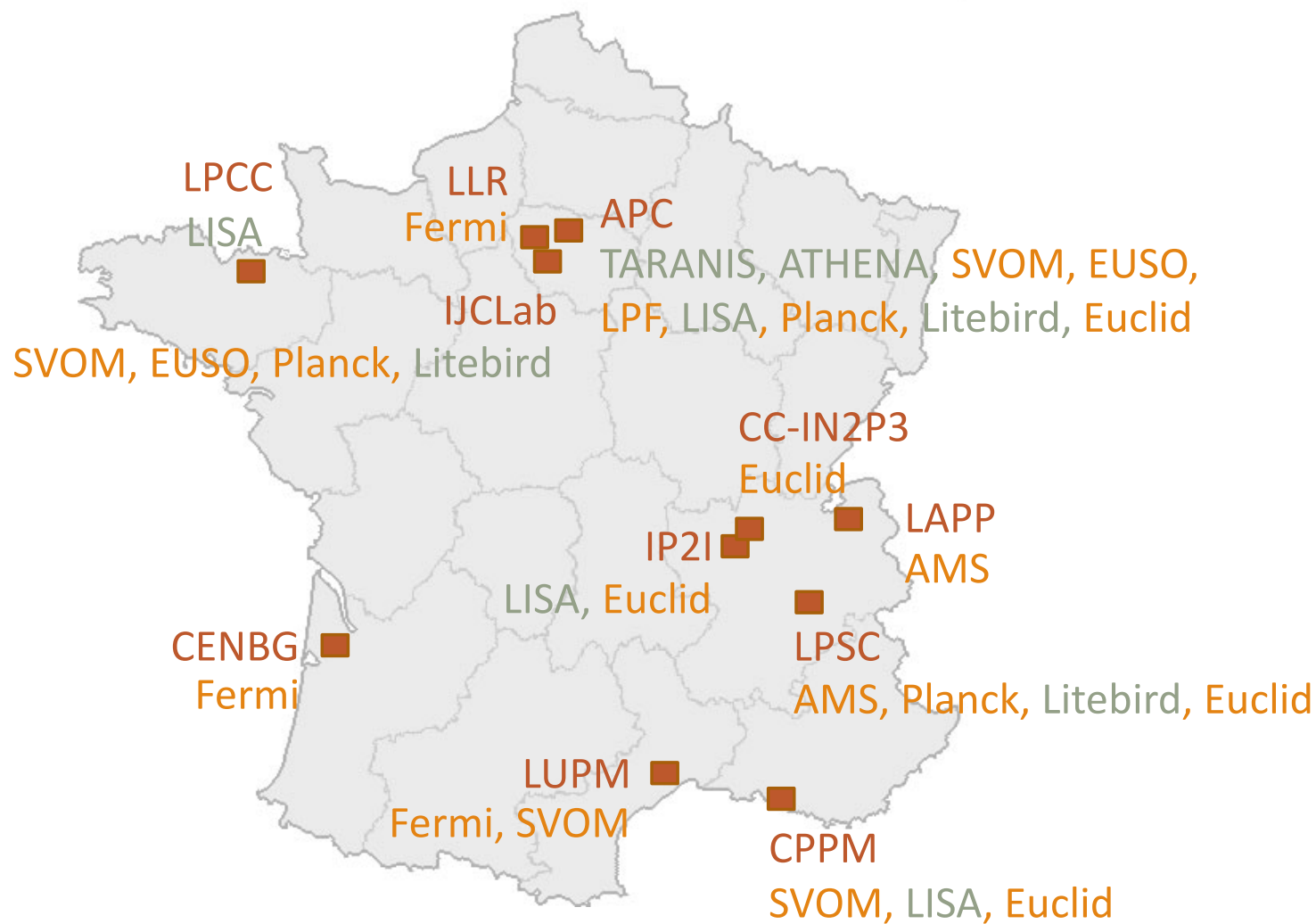
**2020** : livraison des 3 senseurs XGRE FM au CNES Toulouse.

**31 Aout 2020**: Lancement à Kourou

**2020-2024** : suivi de l'instrument, calibrations, science (exclusivité des données XGRE à l'APC !).



# Implication spatiale à l'IN2P3



Laboratoires in2p3  
Projets examinés  
Projets non examinés





# Agenda Séance ouverte

10h30 - 11h15 **LISA-Pathfinder** : Antoine PETITEAU 30' + 15'

11h15 - 12h00 **Fermi** : Philippe BRUEL 30' + 15'

13h30 - 14h15 **AMS** : Laurent DEROME 30' + 15'

14h15 - 15h00 **Planck** : Matthieu TRISTRAM 30' + 15'

15h30 - 16h00 **SVOM** : Cyril LACHAUD 20' + 10'

16h00 - 16h30 **Euclid** : Kenneth GANGA 20' + 10'

16h30 - 17h00 **EUSO** : Etienne PARIZOT 20' + 10'

**17h00 - 17h30** Conclusions et ouverture sur le prochain CS

# Questions posées par la direction

---

- Comment les projets auxquels nous participons/avons participé contribuent-ils/ont-ils contribué aux missions de l'institut ?
- L'engagement des équipes dans ces projets est-il/a-t-il été pertinent ? Est-il/a-t-il été suffisant pour atteindre les objectifs scientifiques affichés ? Avons-nous (eu) un retour scientifique fort ? Quelle est la visibilité des équipes sur le plan national et international ?
- Pour les projets en développement, la visibilité et les positions scientifiques occupées par l'IN2P3 sont-elles en rapport avec l'investissement fait ? Permettront-elles d'avoir un retour scientifique suffisant pour l'institut vis-à-vis des efforts consentis ?
- Quelles sont les principales spécificités (points forts/faibles) de la contribution de l'institut comparées, en particulier, aux contributions des autres instituts français et internationaux, dans ces expériences et projets ?
- Qu'a apporté/qu'apporte l'incursion dans le spatial à l'institut (pas seulement scientifique mais aussi technique, organisationnel,..) ?
- l'institut devrait-il développer/réduire son implication dans le spatial ?