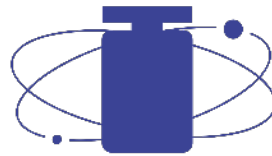


Eléments de prospective



GRAM

GRAVITATION RÉFÉRENCES
ASTRONOMIE MÉTROLOGIE



Merci aux organisateurs locaux des JSGRAM

et aux personnels FIRST et SYRTE

Prospectives dont INSU-AA 2024

- Prospective INP, presque terminée
- Prospective CNES en cours -> le canal GRAM principal est le Groupe Thématique Physique Fondamentale
 - Thématicien CNES : Martin Boutelier
 - Président GTPF : Antoine Petiteau (CEA et APC)
 - Côté CERES du CNES
- Prospective INSU-AA 2024 qui démarre actuellement (PC et PT présentation demain à la section 17)

Prospective AA 2025 - 2030

Comité de Pilotage:

- DAS, Psdt CSA, Psdte CoNRS 17, Psdt CNAP AA, Psdte CNU 34, les DS/CMI
- + Les responsables des Groupes de Travail

Calendrier:

- 24 mai 2023: Comité de Pilotage en présentiel à Michel Ange
- ⇒ Animateurs et mandats des Groupes de Travail pour la CSAA des 7 et 8 Juin
- **13 septembre 2023: Kick Off du Comité de Pilotage au complet à Paris**
- octobre 2023 à juin 2024 : travaux des GT
- **octobre 2024: colloque de prospective AA**

Structuration des GT de la prospective AA

I. Astronomie et Société

I.1: Inclusion, diversité, égalité (A. Guilbert Lepoutre)

I.2: Transition carbone et écologique (S. Bontemps)

I.3: Télescopes et territoires, astronomie participative (C. Moutou)

II. Les grands défis de l'astronomie

II.1: Thématiques et interdisciplinarité (F. Motte, section 17)

II.2: R&D pour l'astronomie du futur (M. N'diaye)

III. Les moyens de l'astronomie

III.1: Les moyens prioritaires (J.P. Berger, CSAA)

III.2: L'enseignement et l'astronomie (P. Kervella)

III.3: Ressources humaines et financières, valorisation (L. Tresse)

III.4: Organisation nationale, articulation Europe et International (V. Hill)

Périmètre scientifique du PNGRAM

- 3 grands domaines
 - **Physique fondamentale**: tester les théories de la gravitation, la relativité générale et les théories des interactions fondamentales
 - **Métrologie de l'espace et du temps** (astrométrie, géodésie spatiale, horloges, gravimétrie): systèmes de référence célestes et terrestres, échelles de temps, géopotential, rotation de la Terre
 - **Mécanique céleste et spatiale** (trajectoires des corps du système solaire, des satellites et des sondes interplanétaires)
- Au sein du comité national
 - **Section 1**: Interactions, particules, noyaux, du laboratoire au cosmos
 - **Section 2**: Théories physiques: méthodes, modèles et applications
 - **Section 4**: Atomes et molécules, optiques et lasers, plasmas chauds
 - **Section 8**: Micro- et nanotechnologies, ..., photonique....
 - **Section 17**: Système solaire et univers lointain
 - **Section 18**: Terre et planètes telluriques



Présentation en « grandes questions » de 2019

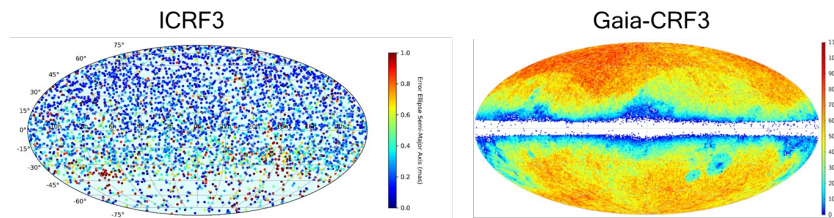
- Repousser les limites de la mesure de l'espace et du temps
- Vers une compréhension fine de la forme, du mouvement et des propriétés gravitationnelles de la Terre et des corps du système solaire
- Jusqu'où les lois de la gravitation sont-elles valables ?

Regroupement de sujets un peu différent de la présentation historique.

Repousser les limites de la mesure de l'espace et du temps

Espace

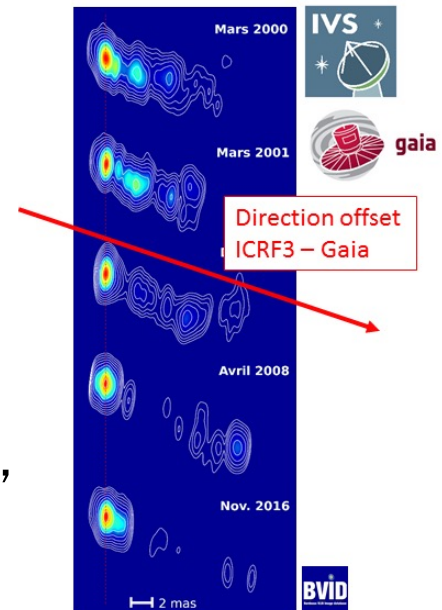
- Construction d'un repère céleste ICRF multi-longueur d'onde (radio-optique, VLBI-Gaia) unifié tenant compte de la morphologie des sources



- A plus long terme: densification du repère radio avec SKA, utilisé conjointement avec des réseaux VLBI, et construction de la contrepartie radio du repère Gaia

Moyens :

- Réseaux VLBI internationaux (IVS, EVN, VLBA,...), JIVE (corrélateur européen), bases d'images VLBI
- Gaia, SKA



Repousser les limites de la mesure de l'espace et du temps

Temps/fréquence

Thématiques : étalons de fréquence, échelles de temps, comparaison et diffusion des références...

Moyens : horloges atomiques + environnement ; moyens de comparaison et de diffusion des références : GNSS, satellites télécoms, réseaux fibrés, liens optiques en espace libre... Infrastructures : REFIMEVE/T-REFIMEVE, Moyen National Temps-Fréquence

Faits marquants

- labellisation de REFIMEVE comme Infrastructure de recherche

Prospective : préparation au changement de la définition de la seconde : continuer à améliorer et généraliser les horloges optiques et les moyens de comparaison, augmenter le nombre et fréquence de leurs comparaisons et leurs contributions aux échelles de temps...

Vers une compréhension fine de la forme, du mouvement et des propriétés gravitationnelles de la Terre et des corps du système solaire

« Propriétés géométriques, dynamiques et gravitationnelles de la Terre et des corps du système solaire »

Thématiques

- Mécanique céleste et spatiale, éphémérides – INPOP
- Géodésie spatiale (incluant gravimétrie, altimétrie – niveau de la mer)
- ITRF
- Rotation de la Terre/EOP (incluant détection du noyau solide interne, compréhension de l'origine et de la variabilité de la nutation libre du noyau fluide, enveloppes fluides...)
- Structure interne d'autres corps du système solaire
- Gravimétrie et sismologie sol (senseurs quantiques)
- Géodésie sol (chronométrie)

Moyens

- Observations système solaire – notamment Gaia (petits corps)
- Missions système solaire (planétologie)
- NAROO (réanalyse de plaques photographiques anciennes à l'ère Gaia)
- Télémétrie laser – MEO
- VLBI/VGOS
- GNSS, Doris
- Senseurs quantiques (gyro, gravi, gradi, horloges...)

Vers une compréhension fine de la forme, du mouvement et des propriétés gravitationnelles de la Terre et des corps du système solaire

Faits marquants

- ITRF 2020
- 50 années de missions d'altimétrie et lancement SWOT

Prospective

- Exploitation de Gaia, Bepi Colombo, NAROO
- Evolution de MéO
- Préparation **ET** lancement de GENESIS et Moonlight
- OGF Tahiti
- MIGA, CARIOQA
- Géodésie chronométrique
- Applications des réseaux fibrés T/F

Jusqu'où les lois de la gravitation sont-elles valables ?

Thématiques

- Tests du principe d'équivalence/de la relativité générale : champ faible (expériences sol, missions spatiales, observations), champ fort (pulsars, centre galactique)
- Détection d'ondes gravitationnelles (dont pour tests gravitation)
- Tests des autres interactions fondamentales (SME)
- (Tests gravitation + interactions fondamentales)
- Mesure et recherche de dérives des constantes fondamentales
- Détection de la matière noire
- (travaux théoriques admis)

Moyens

- Tous les moyens déjà cités
- Expériences de laboratoire de haute précision (spectro) dont GBAR
- Chronométrage pulsars – RT Nançay
- VIRGO/LIGO

Jusqu'où les lois de la gravitation sont-elles valables ?

Faits marquants

- MICROSCOPE : vérification du principe d'équivalence au niveau 10-15
- GRAVITY : test de la RG
- Pulsar triple
- (pulsars – détection OG très basse fréquence ?)

Prospective

- Gravity+
- PHARAO/ACES
- Préparation de LISA
- Observations multi-messagers
- GBAR
- MICADO (E-ELT)
- MIGA, MICROSCOPE 2, STE-QUEST