

Livre Bleu 2024

Préparation & accompagnement scientifique des projets

Résumé

Le CNES a, parmi ses missions, le soutien à la recherche spatiale française et l'innovation. Conformément au Code de la Recherche, il est ainsi chargé de développer et d'orienter les recherches scientifiques et techniques poursuivies en matière spatiale. Il recueille les informations sur les activités spatiales, propose à ses tutelles des programmes dans ce domaine et en assure l'exécution et le suivi, structure les coopérations, au sein de l'écosystème national ainsi que dans des contextes européen et international et s'assure en collaboration avec la communauté scientifique de la valorisation des travaux scientifiques. Par ses actions, le CNES répond ainsi pleinement aux piliers 4 et 5 de la stratégie nationale spatiale 2025-2040 : déployer une politique de recherche, de la science et d'exploration à la hauteur des enjeux scientifiques et technologiques du XXI^e siècle et des coopérations internationales consolidées et diversifiées, promouvant un usage responsable de l'espace et bénéficiant à l'ensemble de la communauté des acteurs spatiaux français. Conformément à sa lettre de mission d'agence de programme « Recherche spatiale », le CNES, assume un rôle central dans l'animation, la coordination et le financement de la recherche spatiale française avec l'objectif de maintenir et développer l'excellence française dans ce domaine.

Ainsi, dans le cadre de son **programme d'accompagnement de la recherche spatiale (PARS)**, le CNES publie chaque année, un Appel à Propositions de Recherche spatiale (APR) à destination de la communauté scientifique nationale.

En 2024, un peu plus de **620 projets** correspondant à près de **925 activités de recherche**¹ ont ainsi été soutenues pour un montant global de 18.135 M€. Cet effort du CNES est remarquablement démultiplié dans la communauté scientifique puisqu'il a mobilisé un grand nombre de chercheurs, représentant un effort de **1268 équivalents temps plein** dans **185 laboratoires** en France.

Les résultats scientifiques sont au rendez-vous : **2094 articles**, mentionnant le support du CNES, ont été publiés dans des revues à comité de lecture.

Dans un contexte spatial plus que jamais tourné vers la coopération internationale, ces travaux ont alimenté environ **1682 collaborations** entre des équipes françaises et leurs partenaires de **86 pays** différents, sur les cinq continents.

Ce Livre Bleu 2024 est la cinquième édition. Il présente annuellement un bilan synthétique des activités de recherche soumises à l'APR ayant été retenues. Il a été préparé par les experts thématiques du CNES, sur la base des rapports d'activité fournis par les équipes de recherche soutenues par le CNES. Il comprend une description générale commune du fonctionnement du processus de l'APR ainsi qu'un bilan général chiffré des activités 2024, suivis d'une analyse dédiée et de quelques faits marquants pour chacune des thématiques. En annexe figure la liste des projets soutenus en 2024, avec pour chacun un très bref résumé.

Les auteurs

Kader Amsif	Adrien Deschamps	Delphine Leroux
Thierry Bret- Dibat	Yannice Faugère	Philippe Maisongrande
Martin Boutelier	Guillemette Gauquelin-Koch	Christian Mustin
Aurélien Carbonnière	Olivier La Marle	Felix Pérosanz
Carole Deniel	Philippe Laudet	Francis Rocard
		Aurélien Sacotte

Avec le support précieux de Thierry Bret-Dibat, Valérie Meunier et Cécile Vignolles.

Copyright Image de couverture : © filo/DigitalVision Vectors via getty images

¹ Un projet peut regrouper plusieurs laboratoires partenaires demandant chacun un financement spécifique pour leur contribution au projet. Pour chaque projet, plusieurs activités/actions de recherche peuvent ainsi être soutenues

Sommaire

1. Introduction	5
1.1. Contexte	5
1.2. Bilan 2024	6
2. Astronomie-Astrophysique	7
2.1. Contexte et stratégie	7
2.2. Faits marquants de l'année 2024	8
3. Exobiologie, Exoplanètes et Protection planétaire	11
3.1. Contexte et stratégie	11
3.2. Faits marquants de l'année 2024	12
4. Physique fondamentale.....	15
4.1. Contexte et stratégie	15
4.2. Faits marquants de l'année 2024	16
5. Soleil – Héliosphère – Magnétosphères	19
5.1. Contexte et stratégie	19
5.2. Faits marquants de l'année 2024	20
6. Système Solaire	22
6.1. Contexte et stratégie	22
6.2. Faits marquants de l'année 2024	23
7. Sciences de la Matière.....	24
7.1. Contexte et stratégie	24
7.2. Faits marquants de l'année 2024	25
8. Sciences de la Vie	27
8.1. Contexte et stratégie	27
8.2. Faits marquants de l'année 2024	29
9. Atmosphère	31
9.1. Contexte et stratégie	31
9.2. Faits marquants de l'année 2024	32
10. Océan.....	33
10.1. Contexte et stratégie	33
10.2. Faits marquants de l'année 2024	34
11. Surfaces Continentales	36
11.1. Contexte et stratégie	36

11.2.	Autres Faits marquants de l'année 2024.....	37
12.	Terre Solide	40
12.1.	Contexte et stratégie	40
12.2.	Fait marquant de l'année 2024	41
13.	Sciences Humaines et Sociales.....	42
13.1.	Contexte et stratégie	42
13.2.	Faits marquants de l'année 2024	42
ANNEXE :	Synthèse des projets	44
	ASTRONOMIE-ASTROPHYSIQUE.....	45
	EXO BIOLOGIE, EXOPLANETES ET PROTECTION PLANETAIRE	51
	PHYSIQUE FONDAMENTALE.....	55
	SOLEIL – HELIOSPHERE – MAGNETOSPHERES	58
	SYSTEME SOLAIRE.....	65
	SCIENCES DE LA MATIERE	74
	SCIENCES DE LA VIE.....	77
	ATMOSPHERE	80
	OCEAN.....	85
	SURFACES CONTINENTALES	91
	TERRE SOLIDE.....	98
	SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES	101

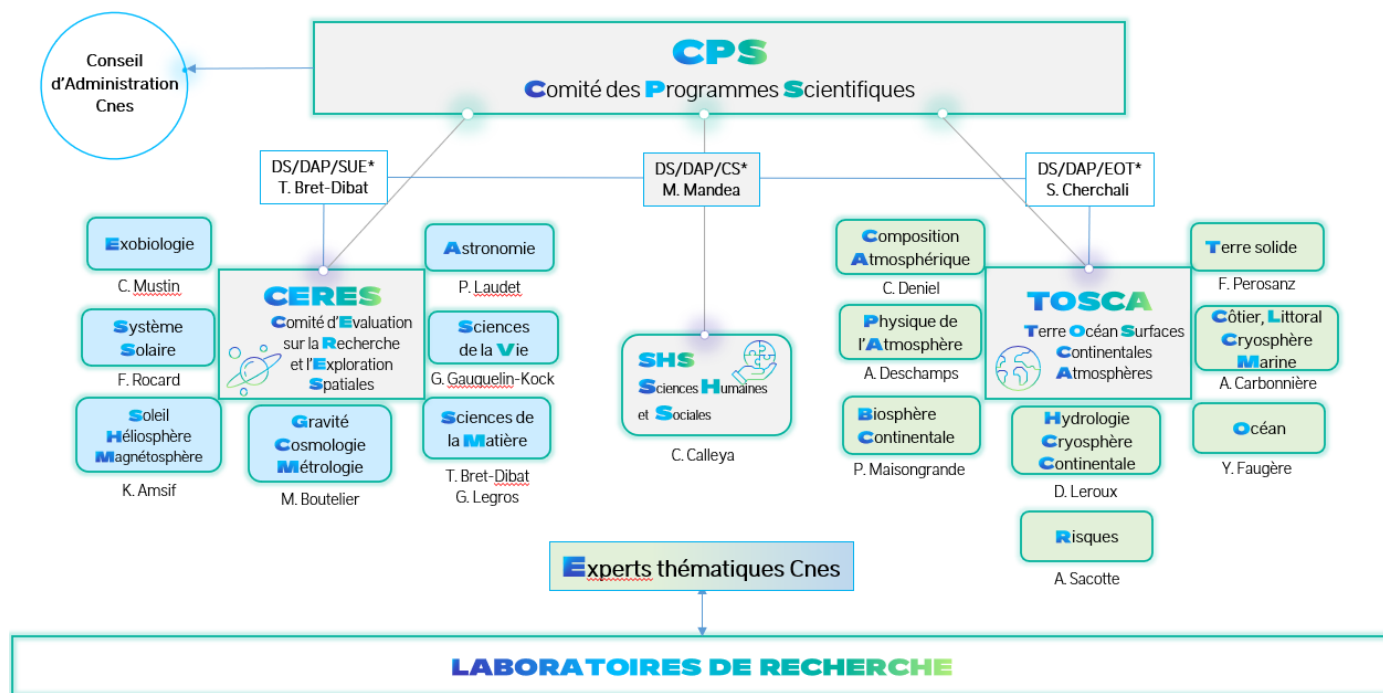
1. Introduction

1.1. Contexte

Le soutien accordé aux laboratoires de recherche par le CNES dans le cadre du programme PARS participe au maintien et au développement des compétences scientifiques françaises en sciences spatiales, prépare à l'exploitation des missions en développement et le rayonnement des missions en exploitation, favorise les collaborations nationales, européennes et internationales et contribue au développement de projets spatiaux futurs.

Les équipes thématiques de la Direction de la Stratégie/Direction Adjointe des Programmes ont la charge d'animer ces activités, et analyser les propositions reçues à l'APR lancé annuellement par le CNES, avec l'aide des groupes thématiques des comités CERES et TOSCA (voir figure ci-dessous).

LA STRUCTURE CONSULTATIVE DU CNES



En fin d'année, dans le cadre des réunions dédiées qu'ils organisent dans les laboratoires, les experts thématiques (appelés aussi « thématiciens ») et les chercheurs dont les propositions ont été retenues font le bilan des résultats obtenus au cours de l'année et des travaux et budgets à mettre en place.

Les propositions de recherche se répartissent en trois grandes catégories :

- **L'accompagnement scientifique des projets décidés, en phase de développement ou d'exploitation (AS)**, concerne par exemple des modélisations, des simulations, des activités de calibration et de validation des produits issus des missions spatiales, l'assimilation avec d'autres données, ou encore le développement et l'entraînement d'algorithmes d'analyse sur des données existantes. L'accompagnement scientifique catalyse l'impact scientifique des missions, notamment en élargissant leur assise au-delà des laboratoires « PI ».

Dans un contexte très international, ce soutien est essentiel pour développer l'expertise des équipes françaises et les aider à jouer un rôle de premier plan dans les résultats futurs de la mission spatiale. Pour les projets en exploitation, il s'agit en outre de stimuler l'exploitation des données de la mission spatiale (réunions de travail, stages, présentation des résultats...). Ce soutien aide notamment les chercheurs à gagner en compétitivité vis-à-vis des appels à projets d'autres agences (H2020, ANR...).

- **Les Contributions d'Opportunité et Scientifiques Invités, et la Valorisation des Données (COSI-VADS)**

Les opérations de type COSI regroupent des contributions à faible coût mais à forte valeur ajoutée à des missions d'autres agences, contributions soit purement scientifiques (expertise scientifique spécifique, modèles théoriques,

...), soit comprenant également une fourniture matérielle limitée. Elles concernent également l'exploitation de données obtenues avec les grands observatoires spatiaux d'autres agences (« temps ouvert »). Outre une très forte productivité en termes de publications scientifiques, ces projets sont souvent le terreau de collaborations durables et de futures missions avec une bonne visibilité française.

La ligne VADS inclut la contribution du CNES aux centres de données nationaux en charge de fournir les meilleurs services d'accès aux données à la communauté (en dehors des pôles de données thématiques déjà dotés d'un financement spécifique CNES). Cette ligne comprend également un soutien aux Programmes Nationaux et Actions Spécifiques (« PNAS ») du CNRS-INSU, qui structurent et animent l'ensemble de la communauté de recherche en sciences de l'univers et de la Terre française ([Les actualités - Programmes de l'INSU](#)).

- **Les Etudes Exploratoires (ETEX)** contribuent de façon primordiale à la préparation de l'avenir en sciences spatiales. Il s'agit des activités liées à la genèse et la maturation des idées scientifiques et des collaborations associées. Ces travaux produisent le vivier de nouvelles propositions sur lequel est basé le programme du CNES. Par essence « orphelins » de tout budget dans ces stades très amont, ils concernent typiquement des activités de montage de collaborations scientifiques (ateliers de travail, etc.), des études de phase 0, la réalisation de prototypes, ou encore la participation aux activités de prospective nationales et internationales.

1.2. Bilan 2024

Le tableau ci-dessous présente le détail du bilan 2024. On peut noter le grand nombre de scientifiques impliqués.

On note également l'importance des collaborations internationales quel que soit le thème. La quasi-totalité des sciences spatiales est internationale, dans un contexte de très forte émulation mais également d'auto-organisation de la communauté scientifique.

Theme	Actions APR	RH (etpt)	Personnes actives	Publis Revues à comité de lecture	Autre Publis	Collabot. Internat.	Etudes exploratoire. (k€)	Contributions d'opportunité et valorisation données (k€)	Acc. Scient. Missions en développement (k€)	Acc. Scient. Missions en exploitation (k€)	Budget (k€)
Astronomie-Astrophysique	87	200	506	543	231	230	191	702	243	671	1 807
Exobiologie, Exoplanètes, Prot. Planétaire	70	97	315	232	185	135	108	185	327	454	1 075
Physique fondamentale	20	62	128	71	24	19	12	129	213	0	354
Soleil, Héliosphère, Magnétosphères	114	150	621	275	196	314	170	986	196	633	1 984
Système Solaire	131	178	674	361	392	293	185	566	864	750	2 365
Science des Matériaux	42	60	185	68	70	105	140	525	79	285	1 029
Sciences de la Vie	37	63	177	46	74	62	81	575	0	126	782
Atmosphère	91	84	277	92	179	88	249	476	792	296	1 813
Océan	134	170	538	167	190	171	220	754	506	1 466	2 947
Surfaces Continentales	144	133	476	192	232	171	141	1 134	412	1 216	2 903
Terre Solide	52	69	223	47	132	94	53	366	0	601	1 020
SHS	3	0	4	0	0	0	0	57	0	0	57
Total	925	1 268	4 124	2 094	1 905	1 682	1 550	6 454	3 633	6 497	18 135

2. Astronomie-Astrophysique

2.1. Contexte et stratégie

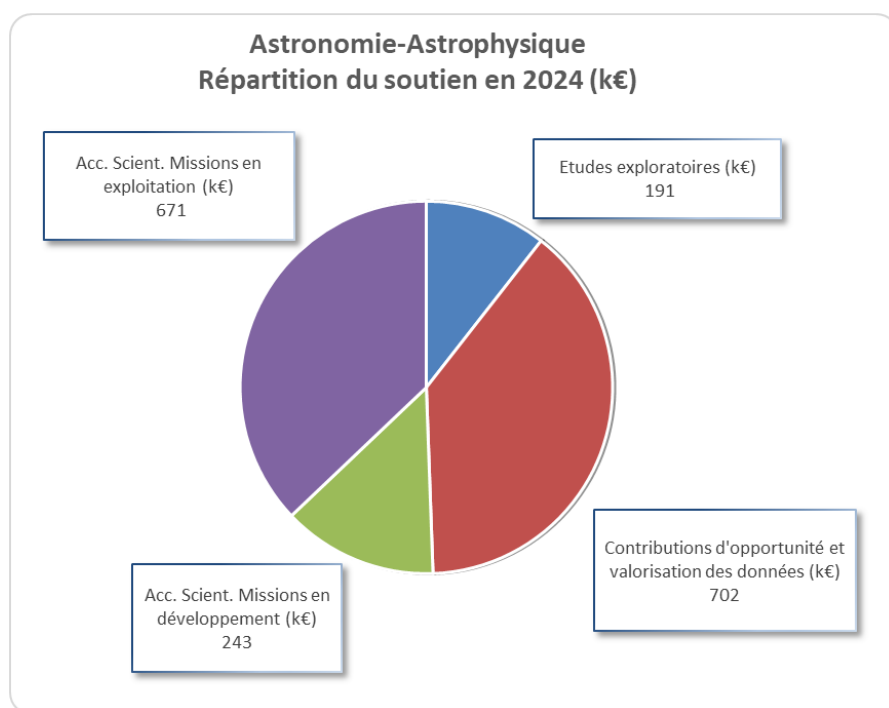
La majeure partie du spectre électromagnétique étant bloquée par l'atmosphère, le spatial est incontournable en astronomie.

Les grandes questions de la discipline (de quoi est constitué l'univers, quelle est son évolution) exigent de gagner plusieurs ordres de grandeur dans les performances instrumentales et d'ouvrir de nouvelles fenêtres d'observations (par exemple, phénomènes transitoires, ondes gravitationnelles, neutrinos...). Très complexes, les missions ne peuvent être implémentées que dans un cadre largement international, en particulier celui de l'ESA. Très spécifiques, les charges utiles doivent en général être conçues, développées et testées dans, et par, les laboratoires d'astrophysique et/ou le CNES et/ou l'industrie.

Grâce au CNES et sa politique de soutien long terme, la France est aujourd'hui présente dans tous les domaines de l'astronomie spatiale (étoiles, galaxies, cosmologie), et en position de leadership pour certains. L'enjeu de l'APR est d'aider la communauté astrophysique française à développer son expertise scientifique pour être reconnue et bien positionnée pour obtenir accès aux données des missions en vol et à venir, et concevoir les futures missions.

En 2024, **87 activités** ont été soutenues, pour un montant total de **1.807 M€**. Les chercheurs ayant participé à ces activités, ont généré **543 publications** dans des revues à comité de lecture.

S'y ajoute le soutien aux **quatre Programmes Nationaux et aux deux Actions Spécifiques (PNAS)** structurant la thématique (201 150 €).



Près du tiers du budget concerne l'**accompagnement scientifique (AS)** des projets Gaia, Euclid, JWST/MIRI, SVOM, Roman, Athena, PRIMA, ainsi que l'ensemble des activités d'exploitation d'XMM-Newton. Sur Gaia et JWST, missions très généralistes, ce soutien a permis, en coopération avec les PN, de soutenir une cinquantaine de projets d'exploitation des données, y compris concernant le système solaire, les exoplanètes ou encore la physique fondamentale. Sur Athena, l'AS a soutenu les travaux de 6 équipes enrichissant et consolidant les objectifs scientifiques de la mission et notamment de l'instrument XIFU de responsabilité CNES, au-delà de l'équipe PI. Ces expertises se sont révélées précieuses pour résoudre les difficultés programmatiques rencontrées par la mission en 2022.

La catégorie **COSI** comprend les projets d'exploitation des données de **Fermi, Integral, Planck², Hubble Space Telescope, Spitzer, Kepler, TESS, AMS, Nicer, eRosita et Swift**. Les 38 actions financées en 2024 sont pour la plupart des projets pluri-annuels, engagés avant 2020, certains depuis plus de cinq ans. Les travaux de plusieurs

équipes sur l'évolution des galaxies et de la formation d'étoiles avec HST les ont ainsi positionnées dans les programmes d'observations du JWST.

Dans le cadre des contributions d'opportunité financées en **2024**, ont été soutenues les expériences sous ballon **Fireball et Euso-Ballon**. Ces contributions, au budget modeste, concernent des niches scientifiques et/ou technologiques novatrices. En termes de valorisation (**VADS**), le CNES s'appuie sur une communauté astrophysique très organisée. Outre les PNAS, **Le Centre des Données astronomiques de Strasbourg (CDS)**, une Infrastructure de Recherche (IR), joue un rôle central de pôle de données et de services pour la communauté française et internationale (cf.2.2). Certains événements fédérateurs ou associations (Ateliers, Ecoles d'été, rencontres de la communauté astrophysique comme la SF2A, IAU, ATPM...) sont également soutenus.

En ce qui concerne **les études exploratoires**, l'APR a permis de soutenir les travaux scientifiques dans les laboratoires relatifs aux phases 0 en cours, 3UTRANSAT, BISOU et CASSTOR. Il a par ailleurs aidé certaines équipes à entretenir et développer des coopérations potentielles futures, par exemple avec la Chine (télescope Xunthian). Enfin, en complément du support technique apporté par le PASO, les participants aux propositions M7 soumises à l'ESA en 2022 ont également été financés par l'APR.

2.2. Faits marquants de l'année 2024

- **Succès du lancement du satellite Svom**

Samedi 22 juin à 9h, la fusée chinoise Long Marche 2C a décollé depuis la base de lancement de Xichang, dans la province du Sichuan en Chine, avec à son bord le satellite Franco-Chinois Svom (Space Variable Object Monitor). Quelques minutes après, Svom s'est positionné en orbite basse à une altitude de 650 km. Il est maintenant paré pour débuter sa phase de démarrage qui va durer plusieurs mois afin de commencer l'exploitation scientifique dès le mois d'octobre.

Cette mission spatiale franco-chinoise est consacrée notamment à la détection et à l'étude des plus lointaines explosions ou fusions d'étoiles, baptisées les sursauts gamma. Prévues pour une durée de trois ans, elle est le fruit d'une collaboration des deux agences spatiales nationales, la China National Space Administration (CNSA) et le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) avec les contributions principales du CEA et du CNRS pour la France.

Les sursauts gamma sont de brusques et intenses bouffées de lumière X et gamma. Ils sont associés à la formation cataclysmique des trous noirs, soit par fusion de deux astres compacts (étoile à neutrons ou trou noir), soit par l'explosion soudaine d'une étoile massive, vingt à cent fois plus grosse que notre Soleil.

Les premières traces d'observation de ces phénomènes cataclysmiques sont anciennes et commencent en Chine, il y a plus d'un millénaire.

Le projet SVOM a démarré en 2017. Sur 16 ans (2017-2023), le projet a mobilisé plus de 300 hommes.an, chercheurs, ingénieurs et techniciens du CEA/Dap, DEDIP et DIS, de l'Irap ou du Cnes.

La France a participé à la fois à la conception des deux instruments français MXT et ECLAIRs, plus particulièrement aux études et au développement de la caméra X de l'instrument MXT ([actualité 2021](#)) et à la conception et au développement du logiciel de trigger à bord de l'instrument ECLAIRs.

Le télescope innovant MXT utilisera pour la première fois dans l'espace une optique de type « Lobster Eye » basée sur l'assemblage de millions de micropores en verre plombé. En réponse à l'alerte transmise par ECLAIRs, MXT procédera à l'observation du sursaut gamma dans le domaine des rayons X mous.



Lancement du satellite Svom le 22 juin 2024 depuis la base de Xichang (Chine), par la fusée chinoise Long Marche 2C

- **Une première magnétoile détectée hors de notre galaxie grâce à Integral nous éclaire sur la formation de ces étoiles si particulières**

Au beau milieu de M82, la plus proche des galaxies à sursaut de formation stellaire, les frissons d'une étoile au champ magnétique surpuissant ont fait scintiller les détecteurs de rayons gamma. C'est la première magnétoile jamais détectée hors de notre galaxie. Sa localisation permet d'en savoir plus sur la formation de ces astres.

Le 15 novembre 2023, à 15h36 en temps universel, le télescope spatial Integral (Esa – le Cnes ayant été très impliqué dans la réalisation et l'exploitation des instruments Ibis et Spi) envoie une alerte : un coin de la galaxie M82 s'est illuminé pendant un bref instant et une émission de rayonnement gamma très importante est détectée. Diego Götz, astrophysicien au CEA, est de garde ce jour-là : « *Dès le départ, cette alerte était très intrigante car elle venait d'une galaxie proche, M82, qui fait partie du même super-amas de galaxies que la Voie lactée.* » Tout de suite, deux hypothèses émergent : soit il s'agit d'un sursaut gamma court, fruit de la fusion de deux étoiles à neutrons ; soit il s'agit d'une éruption magnétique géante de magnétoile (ou magnétar). L'hypothèse du sursaut court est rapidement écartée car ce n'était pas assez puissant.

Le 24 avril 2024, une [étude publiée dans Nature](#), à laquelle ont contribué Diego Götz et Damien Turpin (également astrophysicien au CEA de Saclay), confirme cette hypothèse. Le Cnes contribue chaque année au financement de ces recherches via le programme APR.

Les magnétoiles sont des objets rares dans le ciel. Elles sont un type particulier d'étoile à neutron, ces cadavres stellaires de neutrons à la densité extrême qui résultent de l'effondrement gravitationnel d'une étoile à la fin de sa vie. Le champ magnétique d'une magnétoile est d'une puissance quasi-inégalée dans l'Univers. Sur les centaines de milliards d'étoiles de la Voie lactée et de ses deux galaxies naines voisines, les Nuages de Magellan, nous ne connaissions que trente astres qui correspondent à cette description.

Parfois, ces objets rares frissonnent. Se produit alors un événement encore plus rare qu'eux : une éruption magnétique géante, aussi appelée giant flare. Les astrophysiciens scrutent le ciel pour détecter ce genre d'événements depuis quasiment cinquante ans, mais ce n'est que la quatrième fois que cela est vu. Et les trois autres venaient de la Voie lactée ou des Nuages de Magellan. C'est une première hors de notre galaxie.

Si l'on peut qualifier le giant flare d'éruption magnétique géante, ce phénomène ne ressemble en rien à une éruption solaire de grande envergure. Les éruptions stellaires, comme celles du Soleil, ont lieu dans l'atmosphère gazeuse de l'étoile. Or les étoiles à neutrons ont une croûte solide composée de neutrons: le giant flare résulte d'un séisme colossal qui provoque un jaillissement magnétique. Une hypothèse est qu'il y aurait des craquements dans la couche de neutrons. Ensuite, le champ magnétique se reconfigure et produit des explosions au moment de ces reconfigurations magnétiques. En principe, il est assez simple de différencier un sursaut gamma d'une éruption magnétique géante car, derrière le pic d'émission de cette dernière, on observe une redondance du signal qui diminue avec le temps. C'est un phénomène lié à la rotation de l'étoile: à chaque tour sur elle-même, l'étoile envoie de nouveaux résidus de son éruption magnétiques, toujours moins intenses. Quand on observe cette décroissance dans le signal, il s'agit probablement d'un

giant flare [éruption magnétique géante] et pas d'un sursaut gamma court. Mais lorsque le signal provient d'une autre galaxie que la Voie lactée ou les Nuages de Magellan, c'est-à-dire qu'il est plus éloigné, il n'est plus possible de détecter cette queue décroissante, ce qui rend la distinction entre sursaut gamma court et éruption magnétique géante plus complexe.

Il faut donc chercher des indices ailleurs. Par chance, les deux détecteurs d'ondes gravitationnelles [LIGO et Virgo] fonctionnaient au moment de l'émission. Dans le cas d'un sursaut gamma court en provenance d'une galaxie aussi proche, des ondes gravitationnelles émanant de la fusion des étoiles à neutrons auraient dû être détectées. Or cela n'a pas été le cas.

L'origine de ces astres magnétiques reste mystérieuse : comment expliquer que certaines étoiles à neutron ont un champ magnétique beaucoup plus intense que d'autres ? Qu'est-ce qui permet d'amplifier ce champ magnétique au moment de la formation ?

Deux hypothèses sont avancées : pour la première, ces astres seraient formés lors de l'explosion en supernova d'étoiles massives et très massives avec une très forte rotation interne ; selon l'autre, ils résultent de la coalescence d'étoiles à neutrons. M82 est en plein essor de formation stellaire, c'est un type de galaxie où l'on retrouve des étoiles très massives qui vivent peu longtemps et finissent par exploser en supernovae, donc c'est très cohérent avec la première hypothèse.

Cela veut dire qu'il faut continuer à enquêter dans ce sens. Si on avait trouvé une magnétoile dans une galaxie très évoluée, qui ne forme plus d'étoiles, ça aurait plutôt donné du crédit à l'hypothèse d'une formation à partir de la coalescence d'étoiles », résume Diego Götz.

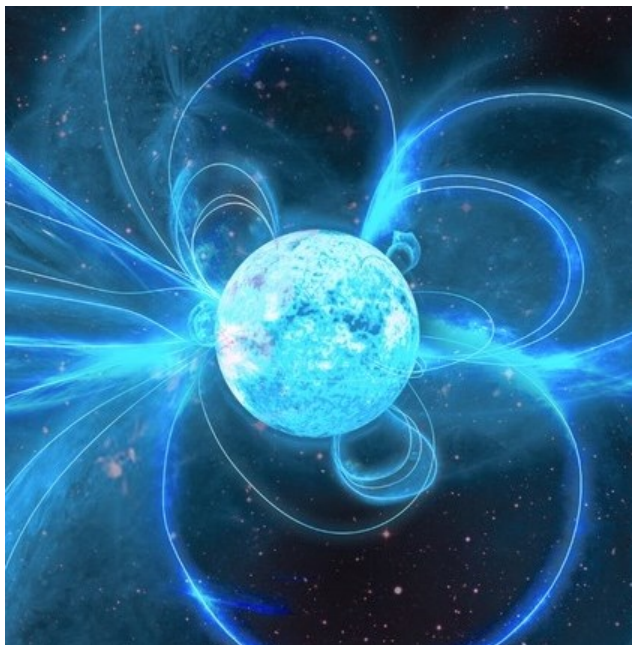
Fin de vie pour Integral, Bienvenue à SVOM

Ce résultat donne l'espoir de futures detections : Dorénavant, il va falloir davantage scruter ces galaxies où la formation stellaire est importante. Un travail à réaliser avec de nouveaux outils, car il s'agissait peut-être d'une dernière observation exceptionnelle pour le télescope Integral qui devrait faire ses adieux en 2025, après 23 années passées à scruter le cosmos. *« On voit ici combien c'est précieux d'avoir des missions aussi longues sans interruptions, car si vous n'avez pas de chance, c'est le genre d'évènement qui se produit entre deux missions ».*

Le programme APR du Cnes sera certainement mobilisé dans les mois à venir pour s'assurer que les données Integral, notamment de l'instrument Spi, seront pérennisées et accessibles à la plus vaste communauté. Elles recellent peut-être des observations analogues non encore exploitées.

La mission franco-chinoise SVOM, qui a été lancée en 2024, prendra le relais grâce à l'instrument Eclairs pour détecter, et surtout localiser précisément, les futures sources de rayonnement gamma. Théoriquement, en braquant les instruments sur M82 et des galaxies similaires, il sera possible de capter des éruptions magnétiques géantes en moyenne tous les dix ans.

(D'après Loïc Duthoit – La Recherche)



Légende image d'ouverture : illustration d'artiste d'une giant flare à la surface d'une magnétoile (credit : carl knox, ozgrav/swinburne university of technology (melbourne))

3. Exobiologie, Exoplanètes et Protection planétaire

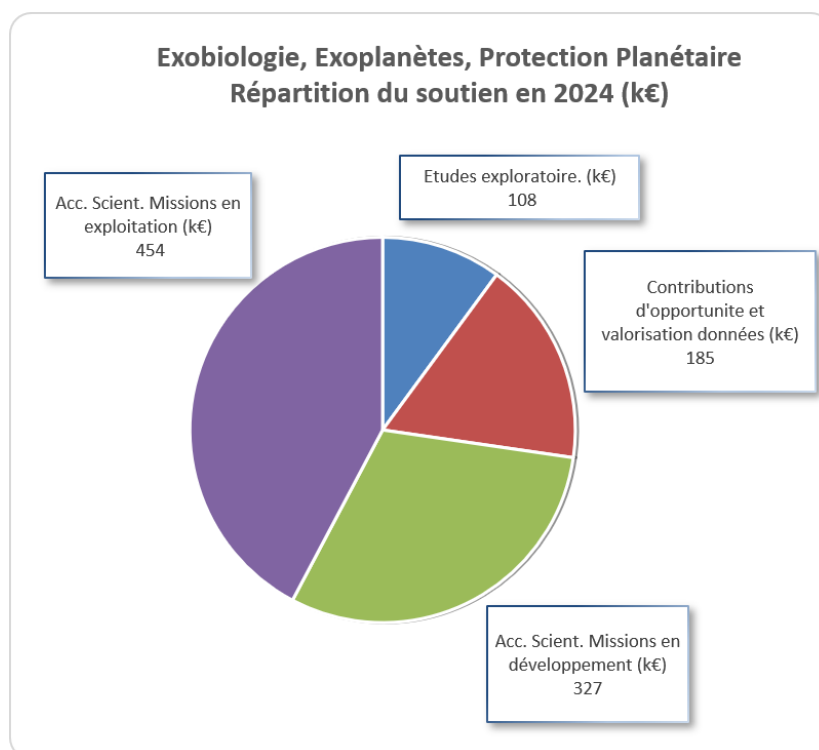
3.1. Contexte et stratégie

L'étude par des sondes spatiales ou des télescopes en orbite des corps célestes de notre système solaire ou de la Galaxie nourrit une multitude de champs de recherches très féconds au sein de planétologie, de l'astrophysique ou de l'exobiologie. Aujourd'hui, notamment avec le télescope spatial JWST, l'étude des exoplanètes et de leur atmosphère est devenue l'un des thèmes centraux, structurants et fédérateurs pour la communauté d'astrophysique française. De même, les observations depuis l'orbite et les analyses in situ réalisées par les rovers martiens ont montré que Mars a été habitable et contribuent à poursuivre la recherche de traces d'eau, de matières organiques ou de biomarqueurs. De même, grâce aux découvertes récentes au sein du système solaire de conditions physico-chimiques planétaires très différentes du référentiel terrestre (e.g. lunes glacées), les modèles de formation des exosystèmes et les critères d'habitabilité des exoplanètes sont aujourd'hui revisités.

La communauté scientifique française est fortement impliquée tous les domaines de l'astronomie spatiale et en position de leadership dans des domaines transdisciplinaires soutenus par le budget APR « Exobiologie, Exoplanètes et Protection Planétaire » du CNES autour d'objectifs fondamentaux tels que :

- Inventorier les sources de CHONPS ou de matière organique primitive dans le milieu InterStellaire (MIS) ou les enveloppes planétaires et les processus physico-chimiques associés
- Identifier la diversité des systèmes exoplanétaires et les facteurs déterminants leur évolution grâce à l'observation d'une grande variété d'exoplanètes et exosystèmes
- Caractériser l'habitabilité des corps célestes de notre système solaire et les processus favorables à l'émergence et l'évolution de systèmes vivants.

Comme les années précédentes, le dispositif APR « Exobiologie, Exoplanètes et Protection Planétaire » (E2P2) soutient particulièrement cette communauté dans des domaines transdisciplinaires pour développer son expertise scientifique et proposer des contributions scientifiques et techniques innovantes dans le développement ou l'exploitation des missions spatiales actuelles ou futures.



En exobiologie, la recherche d'indice de vie sur Mars demeure une priorité forte, notamment avec la remise à niveau du rover « Rosalind Franklin » de la mission ExoMars 2028, et les activités d'exploration in situ des rovers Curiosity et Perseverance en exploitation depuis 2012 et 2022 respectivement. L'intérêt croissant des scientifiques pour l'exploration à long terme des « mondes océans » ou des lunes glacées des planètes géantes de notre système solaire,

ne faiblit pas. Il s'intensifie même avec des études préparatoires à la mission Dragonfly sur Titan (2028-2036) et aux projets de futures missions vers Europe ou Encelade. En exo-planétologie, l'étude et l'identification des exo-systèmes planétaires mobilisent une communauté de plus en plus importante d'astronomes en France, spécialisés en physique stellaire, planétologie comparée ou chimie atmosphérique. Leurs travaux de recherche s'appuient à la fois sur l'utilisation des très grands instruments d'observation depuis le sol (CHFT, VLT-I, ELT...) et l'exploitation des données fournies par les télescopes spatiaux en exploitation (Kepler, Spitzer, Tess, HST, Cheops et JWST). Cette communauté est aussi fortement impliquée aussi dans la conception et la fourniture d'instruments ou de logiciels pour les missions de l'ESA (Plato et Ariel) ou de la NASA (Roman-ST).

En 2024, 53 demandes de financements, dont 5 nouvelles ont été soutenues par l'APR E2P2 dans différents domaines disciplinaires et champs d'étude transdisciplinaires répondant aux objectifs énoncés plus haut. Le cadre général du soutien apporté par le CNES demeure la poursuite et l'achèvement du programme (Cosmic Vision), du programme d'exploration E3P de l'ESA et l'accompagnement des missions bilatérales avec la NASA notamment.

Comme en 2023, presque les 3/4 du budget dédié à l'APR E2P2 concernent l'accompagnement scientifique des missions en exploitation (ExoMars 2016 TGO, Mars2020 et Cheops) et celles en cours de développement (ExoMars 2028, Plato, Ariel, DragonFly...). Aujourd'hui avec les soutiens pluri-annuels du CNES au PNP et aux actions thématiques de l'INSU, les équipes françaises sont bien positionnées dans les programmes d'observation du JWST depuis sa mise en service. L'accompagnement scientifique contribue aussi pour une part importante au développement des moyens sols pour l'exploitation des données d'astrométrie des futures missions M3 et M4 de l'ESA, i.e. Plato et Ariel. A cela s'ajoute la préparation de missions en orbite basse sur l'ISS, avec des dispositifs d'exposition ou d'expérimentation automatisées comme celui d'IR-Coaster qui doit voler durant l'année 2025.

Le budget APR soutient également les participations de scientifiques français aux groupes de travail conjoints NASA/ESA pour la préparation des missions de retour d'échantillon ou certaines instances internationales comme le COSPAR et son comité de Protection Planétaire. Leur activité d'expertise est soutenue de manière pluri-annuelle. Le dispositif accompagne également les activités d'animation des communautés scientifiques « Exobio » ou « Exoplanètes » via des contributions à l'organisation de colloques interdisciplinaires, d'ateliers sur une thématique en pointe ou la préparation de mission, d'écoles thématiques destinées aux doctorants, post-doctorants et chercheurs. Ces soutiens ponctuels visent à développer, structurer la communauté scientifique autour de sujet fédérateur et à former les futurs acteurs scientifiques des activités spatiales.

En ce qui concerne les études exploratoires, l'APR a permis de soutenir des niches technologiques novatrices pour la préparation des missions de retour d'échantillons (MSR, MMX) et d'exploration des mondes glacés évoqués plus-haut, et plus particulièrement le développement de filières instrumentales pour la détection et l'identification de composés organiques ou d'édifices moléculaires sophistiqués. Dans ce cadre, des contributions scientifiques en dehors du périmètre des missions spatiales (e.g. synthèses organiques et expérimentations en laboratoire) sont également soutenues. Cet apport technique et scientifique de l'astrochimie de laboratoire est indispensable pour l'interprétation des mesures spectroscopiques du milieu interstellaire (MIS) et d'atmosphères planétaires.

3.2. Faits marquants de l'année 2024

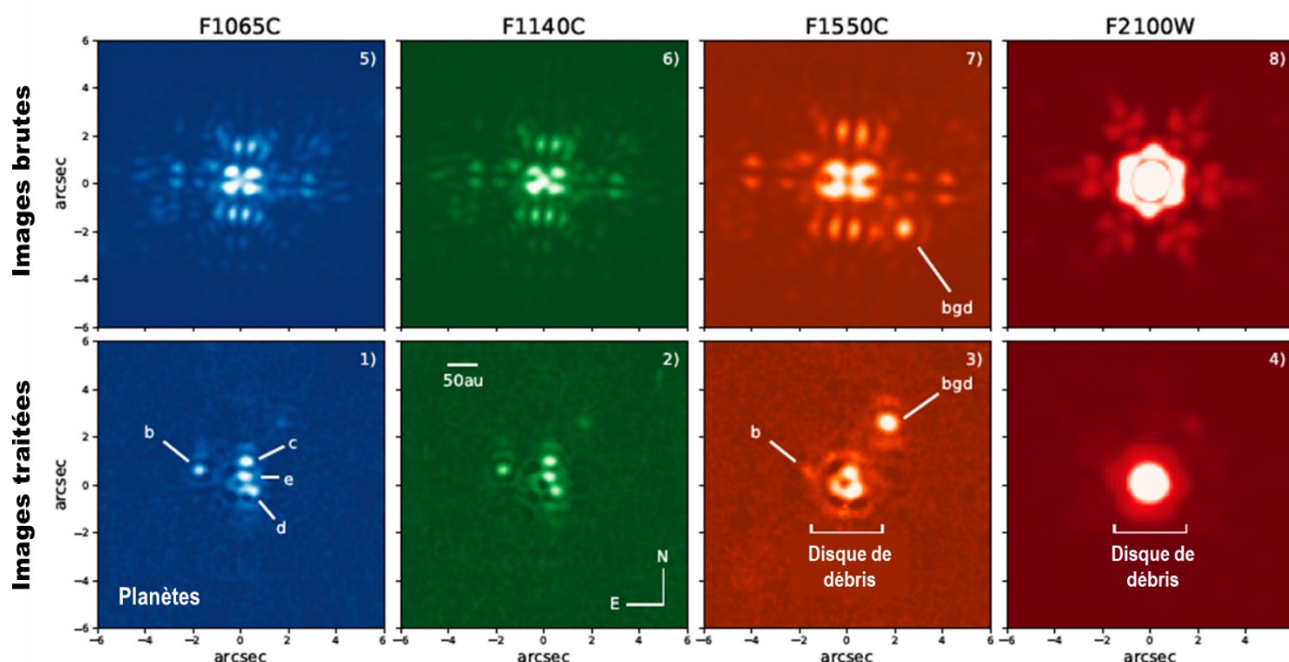
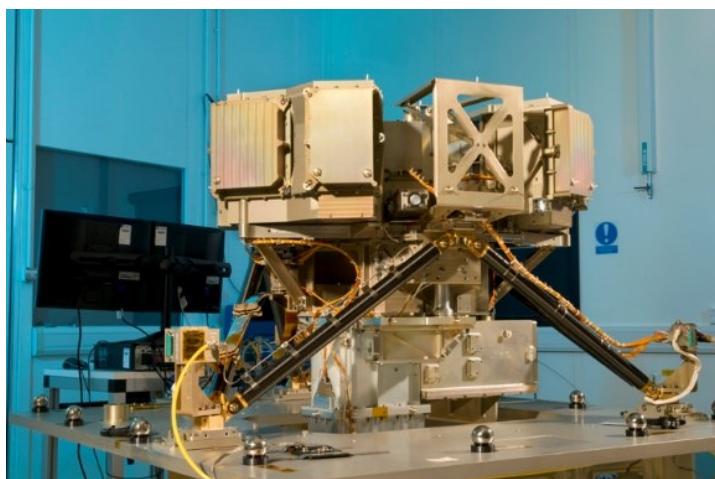
L'exploration robotique de la surface de Mars se poursuit avec les deux rovers Curiosity et Perseverance qui arpentent la surface martienne depuis plus d'une décennie et ont parcourus plus de 50 km ! Les instruments franco-américains ChemCam, SAM et SuperCam continuent de fournir de nombreuses données sur leur site d'étude respectifs. En particulier, l'identification des matières organiques associées aux phases minérales est au centre de l'exploration martienne et suscite de nouvelles questions, comme celles sur le rôle des astéroïdes dans l'apport de composés organiques aux planètes de type terrestre (e.g. Mars) lors de la formation du système solaire.

Dans l'observation des Exosystèmes planétaires au sein de notre Galaxie, les mesures réalisés par les spectro-imageurs de du télescope spatial JWST donnent lieu à des détections et identifications inédites d'exoplanètes et de leur atmosphère. Pour JWST et l'instrument français MIRI, de nouvelles détections de molécules dans des atmosphères exoplanétaires complètent l'identification passée de CH_3^+ et d'autres systèmes exoplanétaires jeunes sont observés avec le coronographe de MIRI. Ces résultats contribuent toujours davantage à notre connaissance des mécanismes de la formation des systèmes exoplanétaires.

- **MIRI-JWST : le système exoplanétaire HR8799**

Le spectroimageur MIRI (Mid InfraRed Instrument) du JWST en mode coronographique a permis d'obtenir pour la première fois en novembre 2023 des images d'exoplanètes jeunes proches de leur étoile hôte au sein d'un disque de

poussières. Il s'agit d'un système exoplanétaire autour de l'étoile HR8799 contenant 4 planètes géantes qui ont pu être détectées et observées dans l'infrarouge moyen (ou thermique) entre 10 et 12 μm et pour la planète b à 15,5 microns. Un disque interne de débris a également été imagé pour la première fois dans des longueurs d'ondes comprises entre 15 et 23 microns. Les poussières chaudes contenus dans ce disque produisent une tache de diffraction qui par sa taille et son intensité surpasse le signal des planètes. Dans cette configuration planétaire, le coronographe à masque de phase de l'instrument MIRI est d'une efficacité redoutable. Des observations avec l'instrument MIRI en mode MRS (Medium Resolution Spectrograph) ont été programmées en novembre 2024 pour compléter l'étude du système exoplanétaire HR8799 afin de caractériser l'atmosphère des planètes et la minéralogie du disque interne. Les données obtenues sont en cours de traitement.



Images du système HR 8799 obtenus avec l'instrument MIRI (photo à droite) en mode coronographique révélant 4 planètes géantes jeunes à 10,65 et 11,40 microns (images 1 et 2), et le disque interne de poussières à 15,50 et 23 microns (images 3 et 4), ce dernier étant plus brillant que les planètes aux longueurs les plus élevées. Les images 5 à 7 correspondent aux images brutes avant traitement.

Sources : Boccaletti et al., *Imaging detection of the inner dust belt and the four exoplanets in the HR 8799 system with JWST's MIRI coronagraph* *Anthony Astronomy & Astrophysics (A&A)*, 686, A33 (2024) <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202347912>

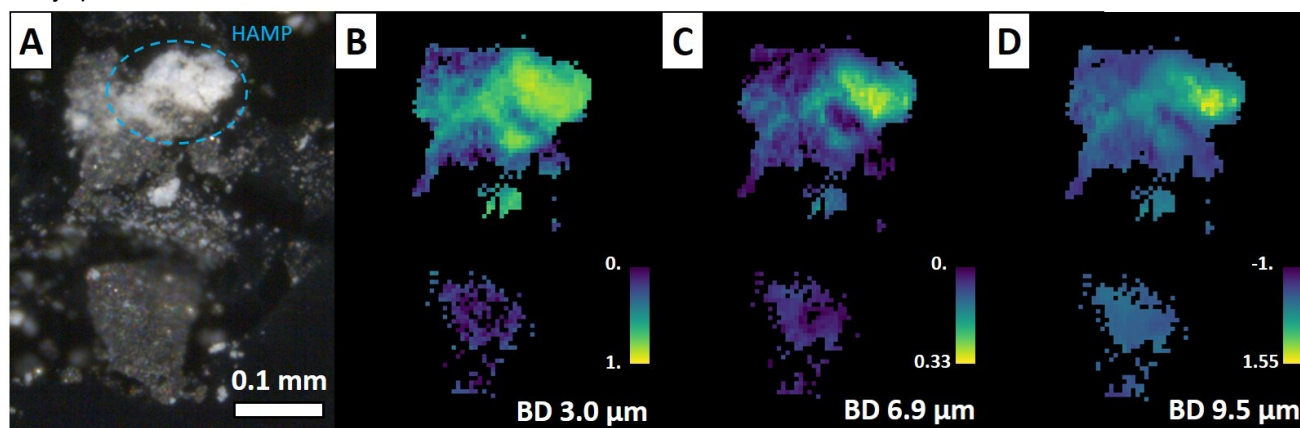
- **Hayabusa : Des composés phosphatés et azotés identifiés dans des échantillons d'astéroïdes carbonés (Type C)**

Des analyses comparatives des échantillons rapportés sur Terre par les missions Hayabusa (JAXA) et OSIRIS-Rex (NASA) par l'instrument MicrOmega ont montré que les deux astéroïdes présentaient de très fortes similitudes de propriétés spectrales dans le proche-IR jusqu'aux échelles de quelques dizaines de microns. Les minéraux observés montrent que les corps parents des astéroïdes Ryugu et Bennu ont une origine et une évolution très similaires et appartiennent ainsi à une même classe d'objets primitifs (Type C).

De même, plusieurs spots de matières organiques azotées riches en fonctions amides ($-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-$) ont été identifiés sur des grains de Ryugu et leur composition isotopique en ^{15}N atteste de leur origine extraterrestre. Répartie de manière hétérogène à l'échelle micrométrique, cette matière organique occuperait environ 1 vol.% des grains.

De plus, le microscope hyperspectral MicrOmega a mis en évidence la présence de grains de quelques centaines de micromètres riches en hydrate d'ammonium, de magnésium et de phosphore oxydé. Ces composés phosphorés de type HAMP (Hydrated Ammonium-Magnesium-Phosphorus-rich), ont été identifiés dans les deux astéroïdes carbonés Ryugu et Bennu. Leur présence endémique indique qu'ils sont issus d'un même processus générique. Ces composés phosphorés de type HAMP auraient pu avoir un rôle déterminant dans l'enrichissement en phosphore de la Terre primitive, dans la formation précoce de composés organo-phosphorés et orienter la biochimie terrestre.

Ces découvertes viennent compléter les détections de molécules soufrées sur Mars par l'analyseur SAM du Rover Curiosity, présentées dans le livre bleu 2023.



(A) Exemple d'une inclusion de HAMP trouvée dans les échantillons de Ryugu. (B,C,D) Cartographie infrarouge réalisée sur cet échantillon : identification des l'inclusion riche en eau (B), en ammonium (C) et en phosphore (D).

Sources : C. Pilorget et al., Phosphorus-rich grains in Ryugu samples with major biochemical potential, Nat. Astron., (2024), DOI: 10.1038/s41550-024-02366-w.

4. Physique fondamentale

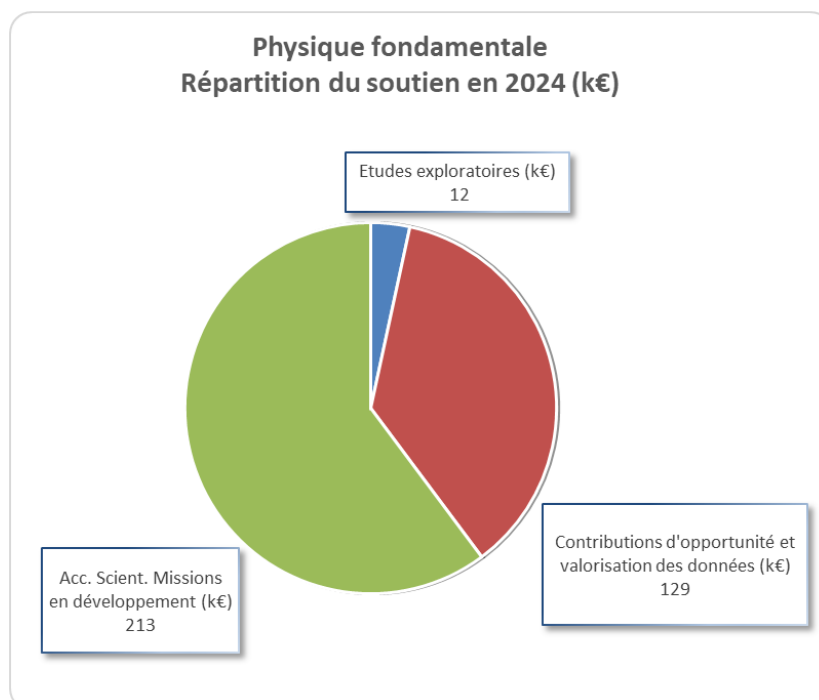
4.1. Contexte et stratégie

La physique fondamentale s'intéresse aux lois physiques fondamentales qui régissent notre Univers, depuis l'infiniment petit jusqu'à l'infiniment grand. Elle cherche à étudier une physique nouvelle qui interviendrait à la frontière entre la mécanique quantique et la relativité générale, résultant d'une unification non comprise actuellement entre la gravitation et les autres interactions fondamentales qui sont décrites par la théorie quantique des champs. Elle s'interroge également sur la description des constituants fondamentaux de l'Univers à grande échelle (énergie sombre et matière noire), mesurés par les succès du modèle cosmologique Λ -CDM, mais dont la nature est jusqu'à présent inconnue. Dans ce contexte, l'utilisation du spatial pour la physique fondamentale permet en particulier de tester la relativité générale et ses fondements avec la plus grande précision possible. L'espace est un nouveau laboratoire libéré des contraintes liées à l'environnement terrestre. Ce laboratoire, avec les technologies associées, ouvre la voie à de nouvelles découvertes grâce à des expérimentations et des mesures directes, des précisions améliorées et/ou l'exploration de nouveaux territoires.

Au cours des 10 dernières années, la communauté a pu s'investir et exploiter les données scientifiques de missions dédiées à la physique fondamentale, MICROSCOPE pour la mesure du principe d'équivalence et LISA Pathfinder pour la préparation de la mission LISA. Ces deux missions ont permis des résultats très importants sur les grandes questions qui animent la communauté.

La première observation d'une onde gravitationnelle lors de la fusion d'objets compacts en 2015 a été un événement fondamental pour la communauté. En ouvrant une nouvelle fenêtre sur la physique dans l'environnement des objets compacts, l'observation des ondes gravitationnelles fournit des informations nouvelles, indépendantes et complémentaires des observations électromagnétiques. Grâce au soutien du CNES depuis de nombreuses années, la communauté française est très active et bien positionnée au niveau international sur ce thème avec une participation et un rôle important dans la future mission LISA.

En 2024, 20 **activités** ont été soutenues pour un montant total de **354 k€**. A cela s'ajoute le soutien au **programme national GRAM** (Gravitation Référence Astronomie et Métrologie) pour un montant de 40 k€.



Sur ces 20 activités, une part importante concerne le soutien aux laboratoires impliqués dans la mission LISA qui a été adoptée au tout début de l'année 2024 et dont la participation française, résumée ci-dessous, a été validée par le conseil d'administration du CNES :

- maîtrise de la performance de l'instrument et maîtrise d'œuvre des tests de performance du cœur interférométrique et le développement des moyens de test nécessaires pour les réaliser ;

- responsabilité du développement du segment sol scientifique DDPC (Distributed Data Processing Center) ;
- participation significative aux activités de simulation et de maîtrise de la performance.

Ce soutien est financé principalement par l'accompagnement scientifique de la mission.

ACES / PHARAO est l'autre projet en cours de développement pour la physique fondamentale. La situation du projet s'est nettement améliorée en 2024 avec les dernières campagnes de tests et la préparation de la mission pour un tir prévu premier semestre 2025. Ces tests et la préparation de la mission impliquent la participation de laboratoires français ayant une expertise reconnue sur le sujet.

Le CNES a également poursuivi son soutien historique à des activités expérimentales et de simulation prospective, comme l'expérience ICE de plateforme de démonstration de manipulation d'atomes froids en microgravité. Ce soutien est financé par une contribution d'opportunité scientifique invité. Enfin, le CNES soutient la préparation de futures missions de mesure du principe d'équivalence en finançant les activités de préparation d'une mission Microscope 2.

4.2. Faits marquants de l'année 2024

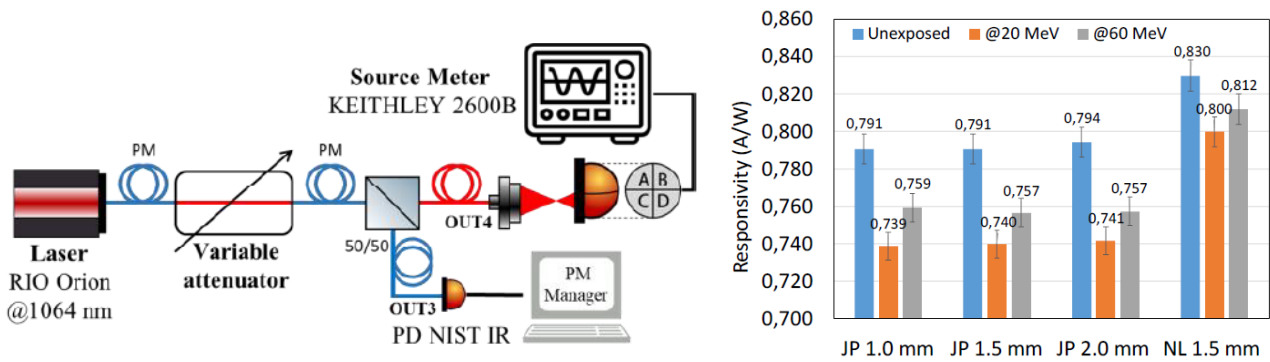
• Effets des radiations sur les photodiodes de LISA

Les photorécepteurs à quadrant (QPR) sont des composants critiques pour la mission LISA. Ils sont utilisés pour mesurer les interférences entre des signaux optiques d'intensité très différente (700 pW et 1 mW). Ils sont composés d'une photodiode à quadrant InGaAs (QPD) connecté à un circuit électronique en charge de l'amplification et de la numérisation du signal. Pour valider les spécifications de LISA, la QPD doit démontrer une responsivité $> 0,7$ A/W, un courant d'obscurité < 1 μ A et une zone active de 1,5 mm de diamètre pour augmenter la sensibilité du détecteur et améliorer l'alignement. Le bruit de courant d'entrée équivalent du QPR doit être maintenu en dessous de 2 pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ sur la plage de fréquences hétérodyne de LISA de 5 à 30 MHz.

Au cours de sa mission, LISA est exposée à diverses formes de radiation telles que le vent solaire, les éruptions solaires et les rayonnements cosmiques. Les particules énergétiques de ces sources pénètrent les parois du vaisseau spatial et interagissent avec la matière soit à travers le nuage électronique atomique, soit avec les noyaux. Le premier type d'interaction peut ioniser les atomes et créer des paires électron-trou, conduisant à un effet cumulatif connu sous le nom de Dose Ionisante Totale (TID) quantifiée par le Transfert Linéaire d'Énergie (LET). La deuxième interaction peut éjecter des noyaux et créer des lacunes et des interstices dans le réseau cristallin du semiconducteur, déterminant les dommages par déplacement atomique. Ce processus est quantifié par la Perte d'Énergie Non Ionisante (NIEL) et la Dose de Dommage par Déplacement (DDD). La NIEL et le LET sont définis pour une particule d'énergie donnée dans un matériau donné.

Sur l'orbite de LISA, les événements d'éruptions solaires constituent le principal défi radiatif. Pour une mission de 12,5 ans avec un blindage en aluminium de 3 mm, les exigences du scénario le plus défavorable de l'ESA pour les composants du banc optique sont une TID de 40 krad (InGaAs) et une Fluence Équivalente de Dommage par Déplacement (DDEF) de $1,01 \times 10^{11}$ p/cm² pour des protons de 10 MeV, correspondant à une DDD de $6,62 \times 10^8$ MeV/g (InGaAs). En utilisant la fluence cumulative de la mission du modèle NASA GSFC ESP et les données NIEL InGaAs de NEMO, le logiciel OMERE peut être utilisé pour réévaluer la fluence équivalente de protons de 10 MeV, donnant des résultats cohérents avec la DDEF originale. De plus, OMERE fournit la DDEF pour les énergies de 20 et 60 MeV, qui sont pertinentes pour l'irradiation par protons.

Ces fluences de particules sont suffisamment importantes pour induire des défauts et affecter les performances des QPD et des QPR. Par conséquent, cette étude vise à évaluer la tolérance des performances des QPD en ce qui concerne le courant d'obscurité, la capacité et la responsivité sous irradiation par protons, électrons et gamma aux fluences de LISA et au-delà. En outre, l'investigation inclut l'évaluation du bruit des QPR et les performances optiques en termes d'amplitude et de phase dans un système reproduisant les interféromètres de LISA. Cette recherche contribue à une compréhension globale de l'impact de la radiation sur les performances des QPD et du système interférométrique global.



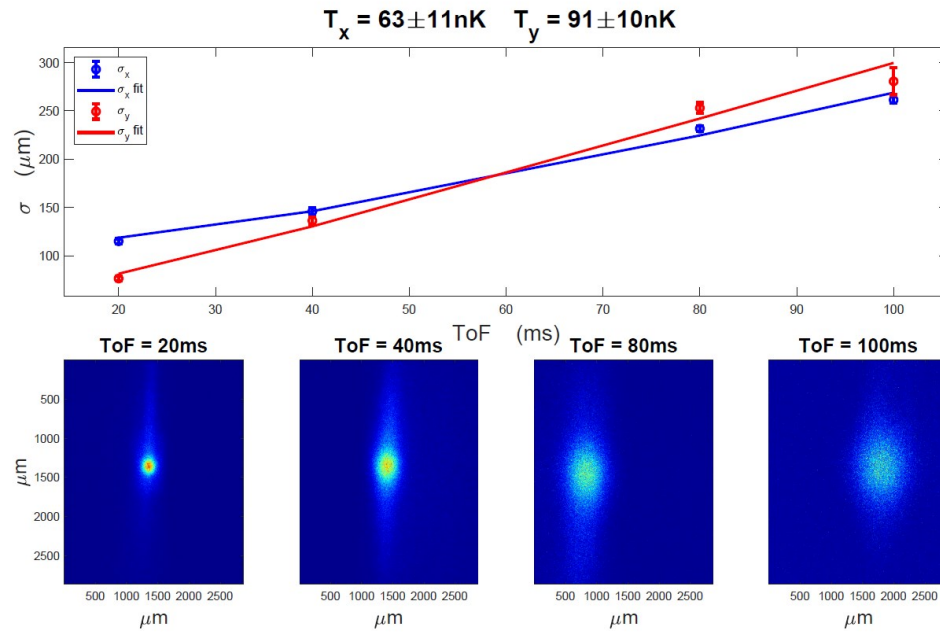
Gauche : Dispositif expérimental déployé au centre d'opération ballon d'Aire sur Adour. L'encadré montre le coin de cube avec les 4 balises laser permettant de maintenir le terminal optique pointé dans la direction du coin de cube. Droite : Evolution de la stabilité en fréquence du lien optique en fonction de la durée de moyennage avec et sans compensation de la phase. Crédits SYRTE-CNES

P. COLCOMBET, ET AL., [RADIATION TOLERANCE OF LOW NOISE PHOTORECEIVERS FOR THE LISA SPACE MISSION], IEEE TRANS. ON NUCLEAR SCIENCE, VOL. 71, No. 8, 2024 DOI: [10.1109/TNS.2024.3401047](https://doi.org/10.1109/TNS.2024.3401047)

• Interféromètre à source cohérente en vol 0g

L'objectif du projet « ICE : Interféromètre à source Cohérente pour l'Espace » est de réaliser un double interféromètre à source atomique cohérente permettant de réaliser dans l'espace ou en vols paraboliques des tests de physique fondamentale ou des validations technologiques pour les nouvelles générations d'instruments de mesures inertiels à base d'atomes froids. ICE se compose d'un dispositif de gaz quantiques dégénérés à deux espèces (Rb et K) dont la mesure accélérométrique différentielle permettra de réaliser, à terme, un test du principe d'équivalence avec des objets microscopiques.

Ce projet s'inscrit dans le contexte actuel de développement d'accéléromètre atomique spatiaux (CARIOQA) pour préparer les futures missions de géodésie, objectif mis en avant lors du séminaire de prospective scientifique du CNES en octobre 2024. Un financement pour le projet européen CARIOQA PMP a été obtenu en 2022, pour notamment développer un modèle d'ingénierie. 2024 a fait l'objet de la phase A de la mission CARIOQA, qui sera suivie l'année prochaine par la phase B. Dans ce projet, ICE sert notamment de support pour les tests sur les plateformes de microgravité. A plus long terme, les gravimètres atomiques sont particulièrement prometteurs pour la physique fondamentale (mission STE-QUEST : "Space-Time Explorer and Quantum Test of the Equivalence Mission"). Les campagnes de vols paraboliques ont permis de démontrer le fonctionnement en microgravité du premier accéléromètre atomique embarqué (oct. 2009 et mars 2010) à partir d'un nuage d'atomes de rubidium 87. Ensuite l'ajout de la seconde espèce Potassium 39 a permis le premier test du principe d'équivalence en microgravité (2016). En 2018, l'équipe a mis en place dans son laboratoire un simulateur ZERO-G et a démontré pour la première fois la production d'atomes ultra-froids en microgravité avec des méthodes toutes optiques. Avec une série de trois campagnes de vols paraboliques (2022, 2023, 2024), l'équipe a transposé cette technique avec succès à bord de l'avion 0g. Ces derniers résultats représentent une première mondiale et positionnent la France comme leader dans le domaine des atomes froids appliqués à l'espace. Le simulateur ZERO-G a été développé avec le soutien du CNES et il a donné lieu à une publication dans la revue Nature^[1].



Nuage d'atomes ultrafroids en microgravite a bord de l'avion 0g et expansion spatiale du nuage par temps de vol jusqu'a 100 ms. l'expansion du nuage permet d'estimer la temperature de l'echantillon d'atomes ultrafroids. la courbe du haut presente la largeur du nuage dans les deux directions estimees a partir d'un ajustement du profil spatial observe sur la camera, en fonction du temps de vol libre du gaz d'atomes froids
 C. PELLUET ET AL., ATOM INTERFEROMETRY IN AN EINSTEIN ELEVATOR. NAT.COMM., 16, N° 4812, (2025)

5. Soleil – Héliosphère – Magnétosphères

5.1. Contexte et stratégie

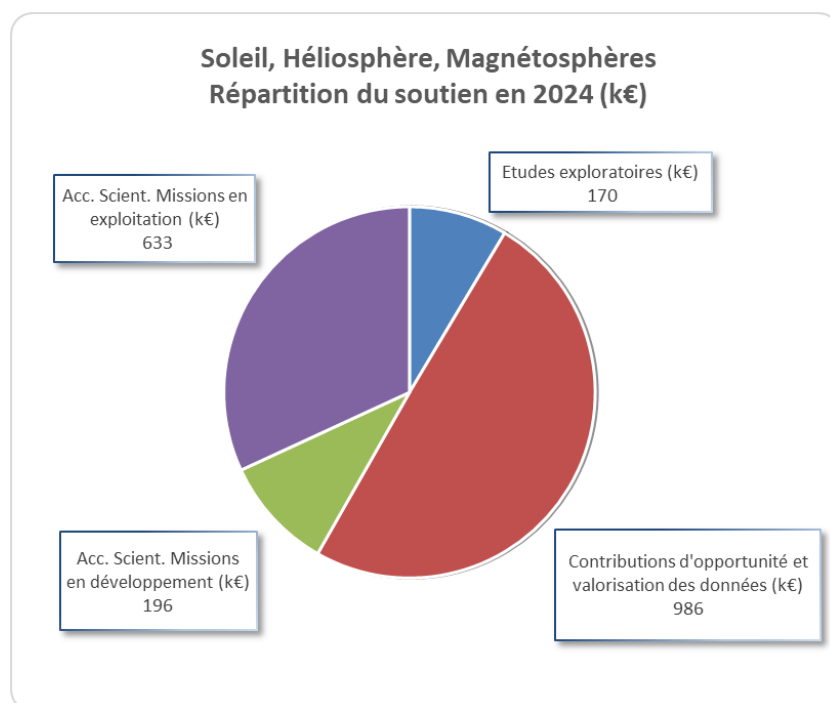
Les grandes questions scientifiques abordées dans le cadre de la thématique Soleil Héliosphère et Magnétosphères (SHM) couvrent l'ensemble des problématiques liées aux relations entre notre étoile et le système solaire. Cela commence par l'étude de la structure interne du Soleil à travers l'observation multi-spectrale, l'hélio-sismologie et la modélisation, par l'étude de l'origine de la couronne solaire, son chauffage et l'accélération du vent et des particules énergétiques solaires lors d'événements énergétiques solaires et enfin par l'étude de la propagation du vent solaire et des mécanismes de chauffage et de dissipation turbulente.

Ces thèmes de recherche amènent une partie de la communauté scientifique à étudier l'interaction du vent solaire et des événements énergétiques solaires avec les magnétosphères intrinsèques ou induites des objets du système solaire, et en tout premier lieu avec la magnétosphère terrestre. Tous les aspects de cette interaction sont abordés, ce qui amène logiquement la communauté SHM à aussi s'impliquer de plus en plus sur les questions de météorologie de l'espace.

L'APR 2024 reflète naturellement ce périmètre et tous les sujets associés y sont abordés. De plus, toutes les phases y sont réunies : de la première idée de concept de mission ou d'instrument jusqu'à l'exploitation de données de mission en passant par la réalisation d'instruments et leurs intégrations sur des satellites.

En 2024, **114 activités** ont été soutenues, pour un montant total de près de **1.984 M€**. Les chercheurs ayant participé à ces activités, ont généré **275 publications** dans des revues à comité de lecture.

S'y ajoute le soutien au Programme National Soleil-Terre (PNST) structurant la thématique (80 k€).



Une partie du budget SHM, pour un budget total de 829 k€ en 2024, est dédié à l'accompagnement scientifique (AS) des missions en développement telles que, CDP, JUICE, MEDOC...et en exploitation telles que Solar Orbiter, BEPICOLOMBO, SOLO, CLUSTER, SOHO. Une seconde partie 1.156 M€ concerne les lignes budgétaires COSI et ETEX qui permettent de soutenir des projets dans toutes les phases possibles : de la première idée, aux missions d'exploitations réalisées dans le cadre d'un programme multilatéral (en dehors du programme Cosmic Vision). Cette année, une partie de ce budget ~300k€ a été exceptionnellement dédiée pour accompagner la mise en place des phases A des missions M7 SHM retenues par l'ESA.

La catégorie COSI a permis en de soutenir respectivement des propositions correspondantes pour la plupart à des missions d'opportunités. Toutes les phases sont présentes : des phases 0 telle que NOIRE soutenue par le PASO, jusqu'aux missions d'exploitations telles que **MMS, STEREO, SDO, JUNO, Parker Solar Probe**....

Parker Solar Probe (PSP) est l'exemple type qui n'aurait pas pu voir le jour sans la ligne budgétaire COSI : les magnétomètres SCM montés sur PSP ont pu être réalisés grâce à cette ligne. La phase d'exploitation est elle aussi entièrement financée par la ligne COSI. On peut aussi trouver d'autres exemples du même type de réalisation comme **THEMIS** ou **MMS**. La ligne précédemment connue sous le nom VADS, a désormais été intégrée à la ligne COSI, et permet pour une grosse part de soutenir le Programme National Soleil-Terre PNST. Cette ligne permet aussi de soutenir certaines activités autour de la météorologie de l'espace utilisant des données spatiales pour le développement des modèles numériques.

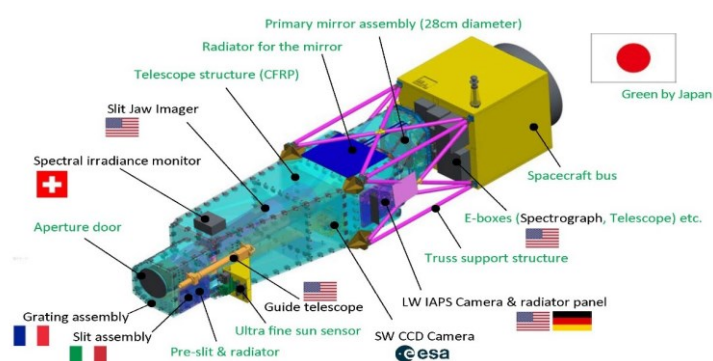
La ligne budgétaire ETEX permet de soutenir les études exploratoires. Des concepts de nanosatellites, des activités ballons comme OREO qui était en soutien de la mission Taranis, des idées de phase 0 exploratoires. Des nouvelles idées y sont « semées » : **PRELUDE** qui permet de concevoir un émetteur d'électron pour le satellite PRELUDE qui fait 6U dédié à la mesure du champ électrique dans l'ionosphère Terrestre.

5.2. Faits marquants de l'année 2024

- **Réussites de la phase A sur la mission SOLAR-C et engagement sur les phases BCDE1**

La mission SOLAR-C est la prochaine grande mission de physique solaire de l'agence spatiale japonaise JAXA. Elle comprend un seul instrument EUVST, un spectromètre UV monté sur un télescope de 30 cm de diamètre. Ce diamètre inédit permet à la mission une capacité inégalée de cartographie rapide de la surface du soleil : de l'ordre de quelques minutes (contre quelques heures au mieux avec les missions actuelles) avec un gain x10 en spectrométrie UV/EUV.

EUVST atteindra des résolutions spectrale, temporelle et spatiale inégalées à ce jour dans une gamme de raies d'émission couvrant tous les régimes de température présents dans l'atmosphère solaire. Les objectifs de la mission étant de comprendre les mécanismes de transfert d'énergie entre la photosphère et la couronne, et ses conséquences sur la structure et la dynamique de l'atmosphère solaire. Un exemple de ces mécanismes correspond aux Nanoflares qui sont les petites structures à petites échelles mises en évidence récemment par Solar Orbiter qui sont soupçonnées de jouer un rôle majeur dans le chauffage à plusieurs millions de degrés de la couronne solaire.



La collaboration IAS / IO est une expertise mondialement reconnue pour la production de miroirs multicouches EUV pour la physique solaire (réalisation de EIT/SOHO, CORONAS-F, EUVI/STEREO, SWAP/Proba2, EUIS/Solar Orbiter).

Une phase A (de 2 ans + 1 an d'avenant) s'est tenue entre 2021 et 2024 et a été conclue avec succès par la tenue d'un complément de Revue des Exigences Préliminaires (REP).

En juin 2024 s'est tenu un comité de lecture qui a validé la Fiche d'engagement projet (FEP) pour les phases BCDE1. Le CNES est désormais engagé jusqu'au lancement sur la mission Solar-C.

- **Sélection par l'ESA de 2 missions SHM (+ 1 mission en astrophysique) pour des phases A compétitives**

Suite à la fin des études concurrentielles de phase 0, l'ESA a annoncé en octobre la sélection de 3 missions candidates pour sa future mission M7 du programme obligatoire COSMIC-VISION, donc 2 missions SHM. Il s'agit de THESEUS, M-MATISSE et PLASMA OBSERVATORY.

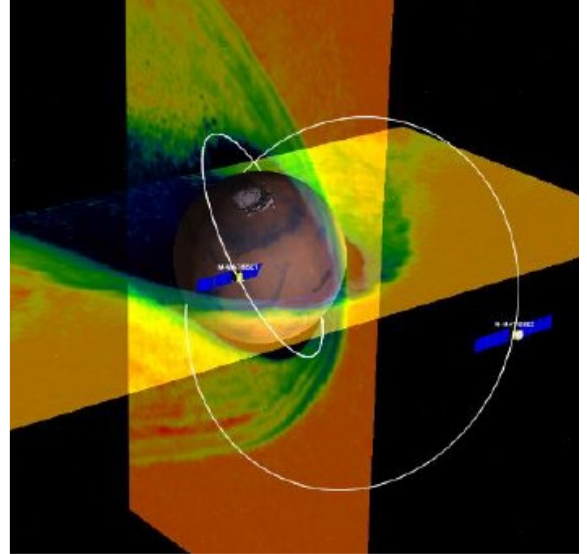
Les avant-projets de phases A correspondantes ont commencé début 2024 du côté ESA et doivent se terminer en 2026, par la sélection d'un seul projet en réalisation. La France et sa communauté scientifique sont positionnées sur des contributions importantes aux charges utiles de ces trois missions. L'engagement des 3 phases A correspondantes au CNES a été effectué cet à l'automne 2024.

La mission SHM M-MATISSE est dédiée à la caractérisation de l'interaction de Mars avec notre Soleil. Avec deux points de mesure simultanée et coordonnée, cette mission est à l'exploration de Mars, ce qu'ont amené les premières missions multi-points pour la compréhension de l'environnement de la Terre. M-MATISSE se propose de développer les outils nécessaires à l'exploration robotique et humaine de Mars des prochaines décennies. Cette mission permettra

de caractériser pour la première fois la météorologie de l'espace pour Mars de sa magnétosphère jusqu'à sa surface mais aussi de contraindre l'environnement radiatif de cette planète.

Réponse de la plasmasphère et de l'atmosphère martiennes à l'activité du vent solaire. Les contributions françaises sont :

- Spectro de masse ionique (LPP)
- Contrib. Mutual impedance exp. (LPC2E, OCA)
- Contrib. Suite d'instruments particules (LPP, LATMOS, IRAP)

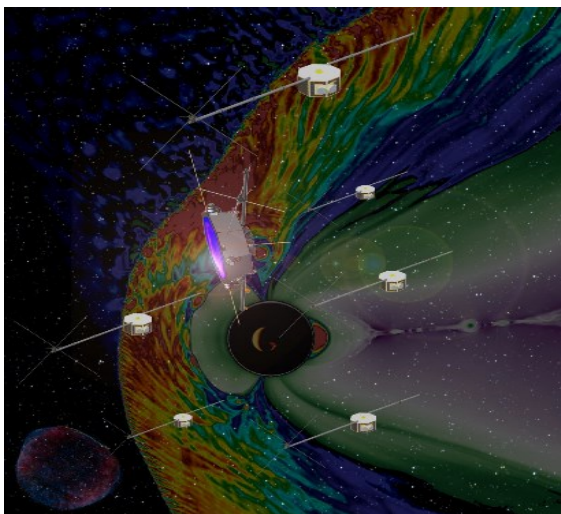
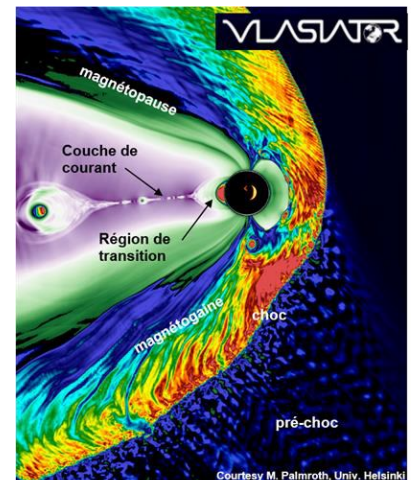


La mission SHM **Plasma-Observatory** est dédiée à la compréhension des mécanismes d'énergisation du plasma et du transport d'énergie qui est une des questions scientifiques la plus importante et toujours ouverte dans la communauté national et internationale des plasmas spatiaux.

Le système magnétosphérique terrestre est le meilleur laboratoire naturel pour étudier cette question à travers des mesures satellite in situ à haute résolution, notamment des mesures multipoint.

Dans ce système, le plasma froid du vent solaire est fortement énergisé (jusqu'à x10000 augmentation en température) lors de l'interaction avec différentes régions et frontières (pré-choc, choc d'étrave, magnetogaine, magnétopause, couche de courant, région de transition), entraînant le transport d'énormes quantités d'énergie du vent solaire la magnétosphère et l'ionosphère.

Etudier l'energisation du plasma et le transport d'énergie est fondamentale pour comprendre "Comment le système Terre fonctionne ?" en incluant les aspects de la météorologie de l'Espace, ainsi que pour comprendre des plasmas astrophysiques, de laboratoire et de fusion.



La nouvelle constellation Plasma Observatory avec 7 satellites permettra pour la première fois de résoudre le couplage entre les échelles fluide et ionique dans le système magnétosphérique terrestre ainsi que de caractériser les structures non planaires et non stationnaires ou l'énergisation et le transport d'énergie se produisent.

La contribution française à la mission, comprends :

- Magnétomètre search coil (LPP, LPC2E)
- Electron plasma camera (LPP)
- Contrib. spectro de m. ionique (IRAP/LAB, LPP)
- Contrib. Field and wave processor (LESIA)
- Contrib. Instr. mesure champ EM (LESIA, LPC2E)

Enfin l'année 2024, a été marqué aussi par la préparation du séminaire de prospective du CNES SPS, qui a mobilisé énormément tous les groupes thématiques et s'est conclut, de façon très positive, par un séminaire de restitution qui a eu lieu à Saint-Malo en octobre 2024

6. Système Solaire

6.1. Contexte et stratégie

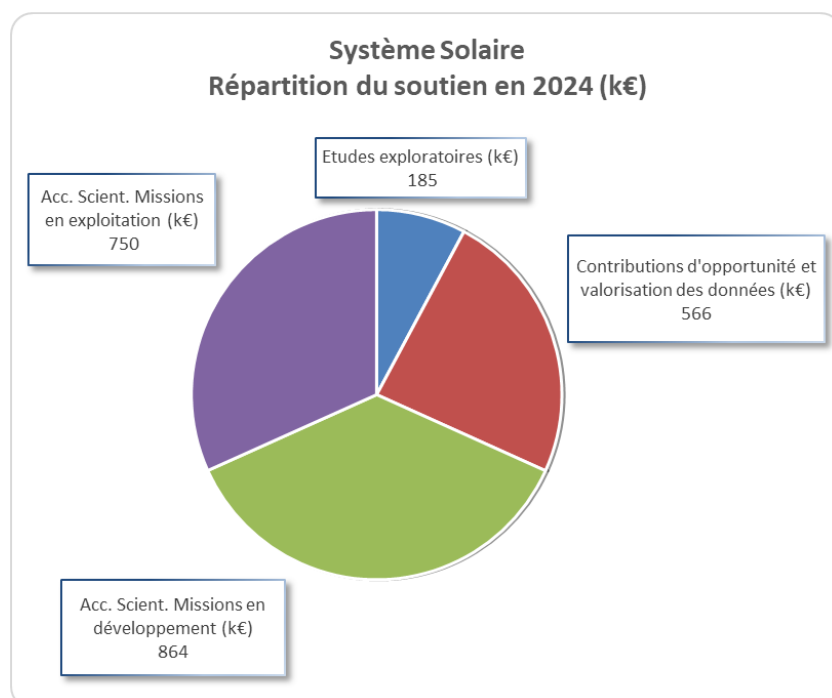
L'exploration du Système solaire a pour objectifs majeurs d'étudier sa formation et son évolution jusqu'à nos jours. Une nébuleuse primordiale s'est effondrée qui a abouti à la formation de petits corps qui ont conservé pour une part leur composition originelle, jusqu'aux mécanismes encore mal compris qui ont permis la formation des planètes qu'elles soient telluriques ou géantes et pour ces dernières qu'elles soient gazeuses (Jupiter et Saturne) ou glacées (Uranus et Neptune).

De plus, partout dans le Système solaire où l'eau liquide existe ou a existé, se pose la question de l'apparition du vivant qui est également un objectif majeur de cette discipline partagée avec la thématique Exobiologie. Cela concerne en premier lieu Mars où la présence d'eau liquide dans le passé est avérée mais cela concerne aussi certaines lunes glacées du Jupiter et Saturne qui possèdent aujourd'hui encore un océan liquide sous une croute de glace : c'est le cas d'Europe, Ganymède et Callisto autour de Jupiter mais aussi Titan et Encelade autour de Saturne.

En 2024, **131 activités** ont été soutenues, pour un montant total de **2.365 M€**. Les chercheurs ayant participé à ces activités, ont généré **361 publications** dans des revues à comité de lecture.

S'y ajoute le soutien aux **Programme National de Planétologie** (PNP) de l'INSU structurant la thématique (**180 k€**).

Les activités soutenues sont réparties comme indiqué sur le graphique ci-dessous :



Près de 32% du budget, 750 k€, concerne l'**accompagnement scientifique (AS)** des **projets en exploitation** : **BepiColombo, Curiosity, Hayabusa-2-Mascot, InSight, JUICE, Mars Express et Maven** pour 38 actions. Le soutien scientifique des missions Curiosity, Hayabusa-2-Mascot, InSight, Mars Express et Maven a permis de publier 253 publications à comité de lecture en 2024.

Un peu plus de 36% du budget, 864 k€, concerne l'**accompagnement scientifique (AS)** des **projets en développement** : **Comet Interceptor, Dorn, EnVision, FSS, Ludeau, Ludeau-2, µLIBS, MMX, MMX-rover, PDSPC, PDSSP, SPSS, et Veritas** pour 22 actions. Sur Juice, le CNES a soutenu les 65 Co-Investigateurs venant de 18 laboratoires qui sont impliqués sur la totalité des 11 instruments de la charge utile scientifique.

La catégorie **COSI** comprend les projets **Chang'e 4, Dawn, Destiny+, Europa Clipper, Hera, Juno, Mars Odyssey, Mars Reconnaissance Orbiter, New Horizons, Osiris Rex et Psyche**. Les 32 actions financées en 2024 sont toutes des projets pluriannuels, engagés avant 2020, certains depuis plus de cinq ans. Au total 59 articles publiés en 2024 sur ces missions. Par exemple, le rôle de premier plan tenu par des équipes françaises sur **OSIRIS-Rex** qui a étudié l'astéroïde Bennu et dont le soutien du CNES a permis de publier 12 articles sur les analyses des échantillons de l'astéroïde.

En termes de valorisation (**VADS**), le CNES s'appuie sur une communauté de planétologues très organisée. Le **PNP** de l'INSU centralise l'essentiel des activités de cette communauté non directement financée par le CNES. Deux équipes sont également soutenues pour participer à l'**IPDA** (InterPlanetary Data Alliance), groupe international chargé de coordonner l'évolution du format PDS des données planétaires.

En ce qui concerne **les études exploratoires**, le CNES a soutenu 12 équipes qui travaillent à la préparation de futures missions pour l'étude d'Uranus, d'Encelade et Titan avec la NASA ou d'instrument comme le CosmOrbitrap.

6.2. Faits marquants de l'année 2024

- **Survol Lune-Terre de JUICE**

Après le lancement de JUICE le 14 avril 2023, la sonde a réalisé une première mondiale : le survol de la Lune le 19 août suivi immédiatement de celui de la Terre le 20 août.

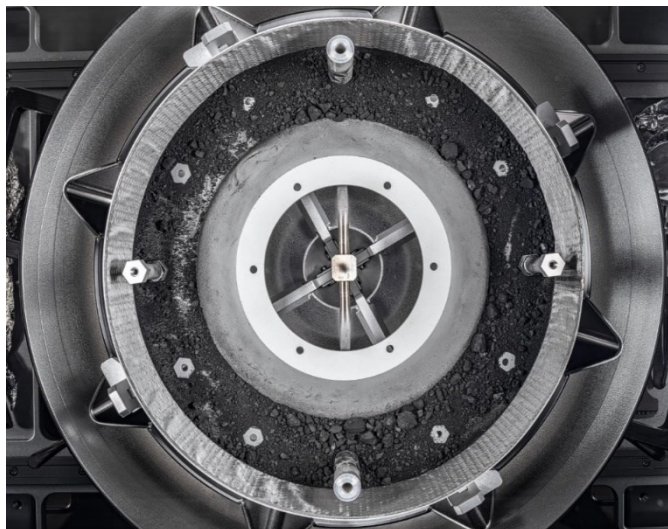


Le survol de la Lune par JUICE le 20 août 2024

JUICE arrivera au voisinage de Jupiter en juillet 2031. 28 équipes françaises réparties dans 14 laboratoires sont financées sur l'Accompagnement Scientifique de JUICE.

- **Astéroïdes Bennu, ouverture du conteneur d'échantillons**

Le 24 septembre 2023, une capsule détachée de la sonde OSIRIS-Rex a effectué une rentrée atmosphérique à haute vitesse pour atterrir dans le désert de l'UTH (USA). A bord sa précieuse cargaison d'échantillons (120 g) prélevé sur l'astéroïde Bennu 3 ans auparavant. 4 équipes des laboratoires CRPG, IAS, Lagrange et LIRA sont soutenues sur l'APR COSI-VADS pour les observations en vol de Bennu et pour les analyses au sol des échantillons rapportés.



Les échantillons de Bennu dans le conteneur qui a été ouvert en janvier 2024. © NASA

7. Sciences de la Matière

7.1. Contexte et stratégie

Les sciences de la matière s'intéressent aux propriétés physiques de la matière à des échelles mésoscopiques, c'est-à-dire entre les échelles microscopiques et les échelles macroscopiques. Tandis que ces deux dernières sont relativement bien décrites par la physique quantique et atomique d'une part, et la physique classique d'autre part, les phénomènes d'organisation de la matière aux échelles intermédiaires sont encore mal connus sous certains aspects, notamment lors de ses changements d'état (solide, amorphe, liquide, gaz, supercritique ...). Et il faut généralement faire appel à la physique non-linéaire et à la physique statistique des états hors d'équilibre pour modéliser ces phénomènes.

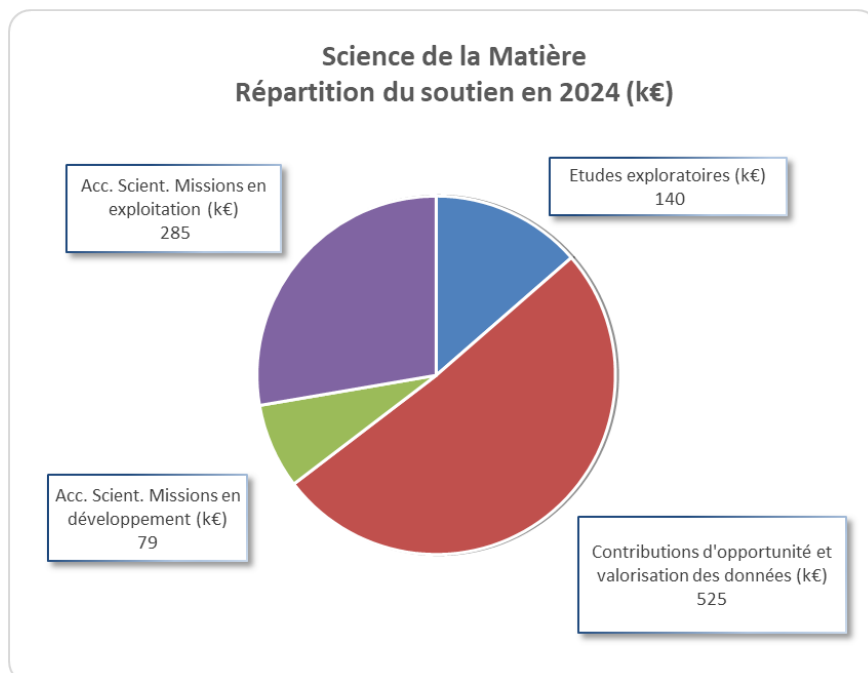
Soumise à la gravité terrestre, la matière s'organise dans un contexte particulier via des mécanismes induits par la pesanteur, tels que la convection, la pression hydrostatique, la sédimentation ou le drainage. Ces derniers masquent, ou modifient fortement, la nature des états de la matière. Pour connaître les propriétés universelles qui régissent les états de la matière, et leurs transformations associées, il est donc nécessaire de s'affranchir de la pesanteur. Le CNES, via l'APR, offre aux laboratoires scientifiques la possibilité de réaliser des expériences hors contraintes de gravité et permet ainsi de mettre en évidence des phénomènes inattendus où toutes les propriétés physiques peuvent s'exprimer.

Ces dernières années ont vu des avancées significatives dans la connaissance des propriétés fondamentales de la matière notamment grâce à la maturité acquise pour développer des instruments dédiés aux vols paraboliques et à l'ISS, mais aussi par l'utilisation des moyens puissants de simulations numériques utilisant notamment la simulation en champ de phase, les architectures parallèles et les processeurs graphiques.

Des phénomènes nouveaux ont été observés et modélisés grâce à ces nouvelles puissances de calcul. Les propriétés dynamiques et statistiques de l'auto-organisation de la matière sont ainsi mieux comprises, notamment dans l'étude des états supercritiques, de l'évaporation, de la solidification, et de la combustion.

Les scientifiques utilisateurs de la micropesanteur issus de différents laboratoires de physique sont rassemblés au sein d'un Groupement de Recherche du CNRS, le GdR Micropesanteur Fondamentale et Appliquée, qui a fêté ses 30 ans en 2022. Ce GdR compte plus de 150 chercheurs du CNRS, des Universités, du CEA et de l'INRAE. Pour le programme du CNES dans l'ISS, la période écoulée a vu la continuité des expériences de l'instrument DECLIC en coopération avec la NASA et de l'instrument FLUIDICS.

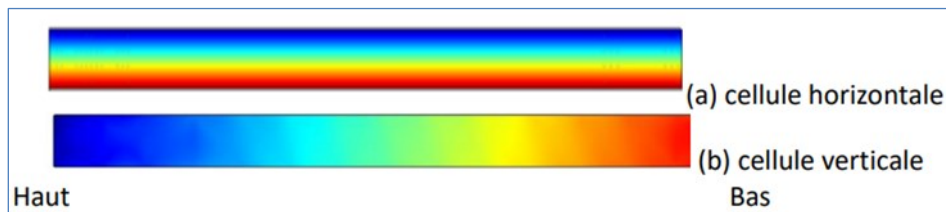
Par ailleurs, en partenariat avec l'ESA, dans le cadre du programme SciSpace, les chercheurs français ont participé activement aux expériences effectuées dans l'ISS ou en fusée sonde, en étant la communauté nationale la plus représentée.



7.2. Faits marquants de l'année 2024

- **Diffusion thermogravitationnelle et dessalement**

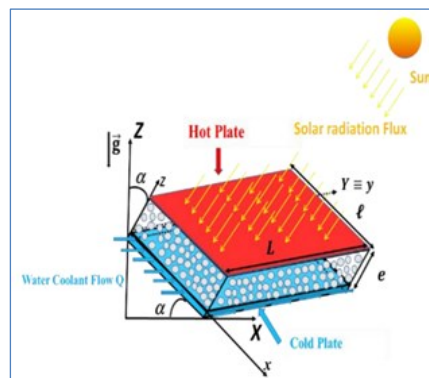
En présence ou en l'absence du champ de gravité, un gradient thermique appliqué à une cavité remplie d'une solution binaire, de fraction massique initialement homogène, conduit à une modification de la stratification massique de cette dernière, appelée la thermodiffusion ou effet Soret. La séparation des espèces d'un mélange induit par la seule thermodiffusion pure est très faible. Ainsi dans une cavité parallélépipédique horizontale (a) (cf figure ci-dessous), chauffée par le haut et /ou verticale (b) différentiellement chauffée, poreuse ou non, et remplie par un fluide binaire, on obtient à l'équilibre une stratification massique verticale linéaire dans les deux cavités (a) et (b). Pour une fraction massique initiale $C_0 = 0.6088$ on obtient à l'équilibre pour la cavité (a) au niveau de la surface du haut $C_h = 0.6081$ et pour la surface du bas $C_b = 0.6096$ soit une séparation $\Delta C = 0.0015$. En revanche pour la cavité (b) de dimensions identiques, la séparation conduit à une séparation des espèces bien plus importante, $C_b = 0.6108$ et $C_h = 0.6068$ soit un $\Delta C = 0.004$. En prenant une cellule verticale de longueur 1m, on aura une séparation $\Delta C = 0.04$, soit une séparation de l'ordre de 27 fois plus importante que la séparation obtenue par thermodiffusion pure.



Séparation des espèces par thermodiffusion pure (a) et par thermogravitation (b)

A l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, la faisabilité du dessalement l'eau de mer par le procédé de diffusion thermogravitationnelle a été étudiée. Cette technique de séparation ne nécessite qu'une très faible quantité d'énergie comparée à tous les procédés utilisés dans les usines de dessalement. De plus cette faible énergie est totalement disponible dans la nature puisqu'il suffit d'imposer à la colonne de thermogravitation une différence de température de l'ordre d'une dizaine de degrés. La température froide peut donc être obtenue par une circulation de l'eau de mer froide et la température la plus élevée par l'absorption du flux solaire incident sur la paroi supérieure de la colonne.

Le dessalement peut être obtenu dans une cavité parallélépipédique inclinée d'un angle α par rapport à la verticale et soumise une densité de flux radiatif solaire uniforme imposée au niveau de sa paroi supérieure. La paroi inférieure est refroidie par une circulation forcée d'eau de mer (cf figure ci-dessous). Analytiquement les champs de vitesse, de température, de fraction massique et le gradient de fraction massique peuvent être déterminés. Est alors obtenue une relation analytique permettant de calculer l'optimum de séparation en fonction de l'épaisseur de la cavité, de l'angle d'inclinaison et de la densité du flux solaire radiatif incident. On montre alors qu'il est possible d'obtenir une séparation importante de l'eau de mer avec de faibles densités de flux radiatif solaire. Les résultats analytiques obtenus, à partir d'hypothèses simplificatrices sont en très bon accord avec les résultats de simulations numériques directes.



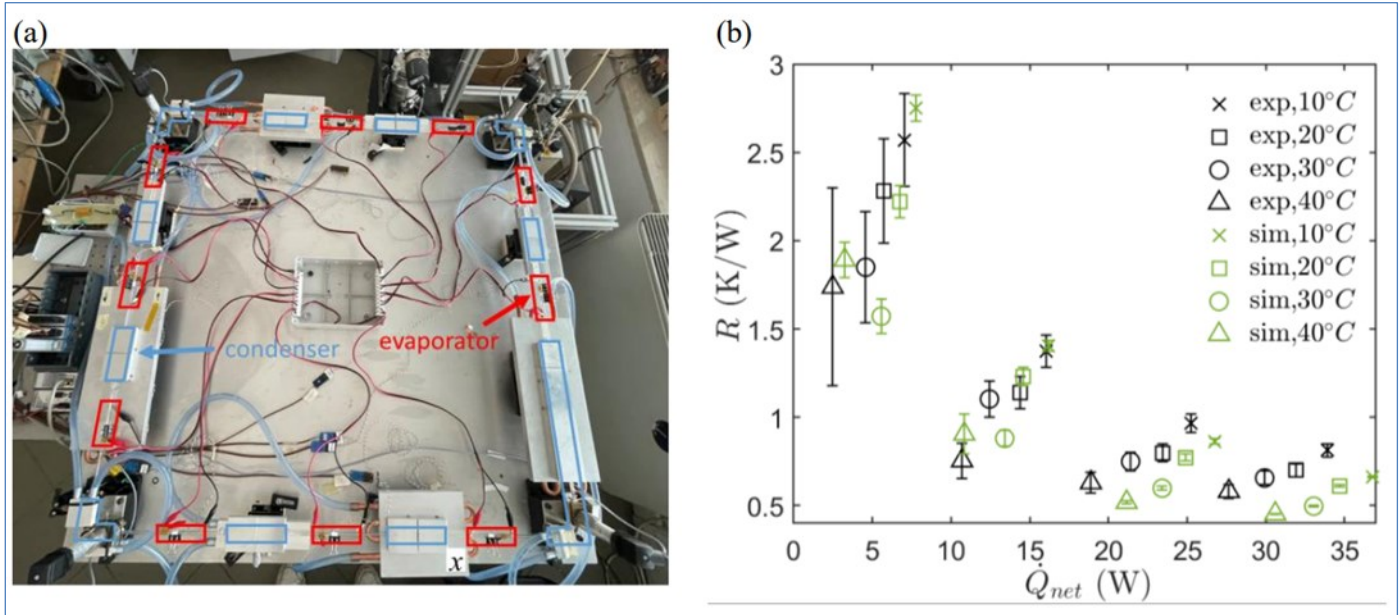
Colonne de séparation parallélépipédique inclinée

- **Caloduc oscillant**

Grâce au développement du code CASCO (Code Avancé de Simulation de Caloduc Oscillant), une étude préliminaire a permis le dimensionnement d'un prototype de caloduc oscillant, pressenti pour fonctionner à bord de Space Rider. Cette étude est réalisée dans le cadre d'une Topical Team européenne. L'objectif de l'étude est de tester un tel caloduc avec des canaux de grand diamètre, supérieur à la longueur capillaire terrestre. Ce type de caloduc ne peut pas osciller sur Terre mais promet d'être efficace dans l'apesanteur.

Ces études ont en particulier démontré la brisure spontanée de symétrie dans ce système. Lors des oscillations, la vitesse de fluide moyenne est zéro. Pendant une période de temps, un état de circulation apparaît, où la vitesse moyenne est non-nulle, ce qui augmente l'efficacité du caloduc.

Un travail majeur a été réalisé dans le cadre de la thèse de M. Abela codirigée par V. Nikolayev au CEA. Il s'agissait de modéliser numériquement une boucle (cf figure (a) ci-dessous) simulant le méandre de caloduc oscillant grâce aux sections chauffées avec un film ITO et refroidissantes périodiquement posées tout le long d'un tube en verre. La simulation avec CASCO reproduit fidèlement les résultats expérimentaux (cf figure (b) ci-dessous), et en particulier la résistance thermique du caloduc oscillant en fonction de la puissance thermique récupérée à l'évaporateur.



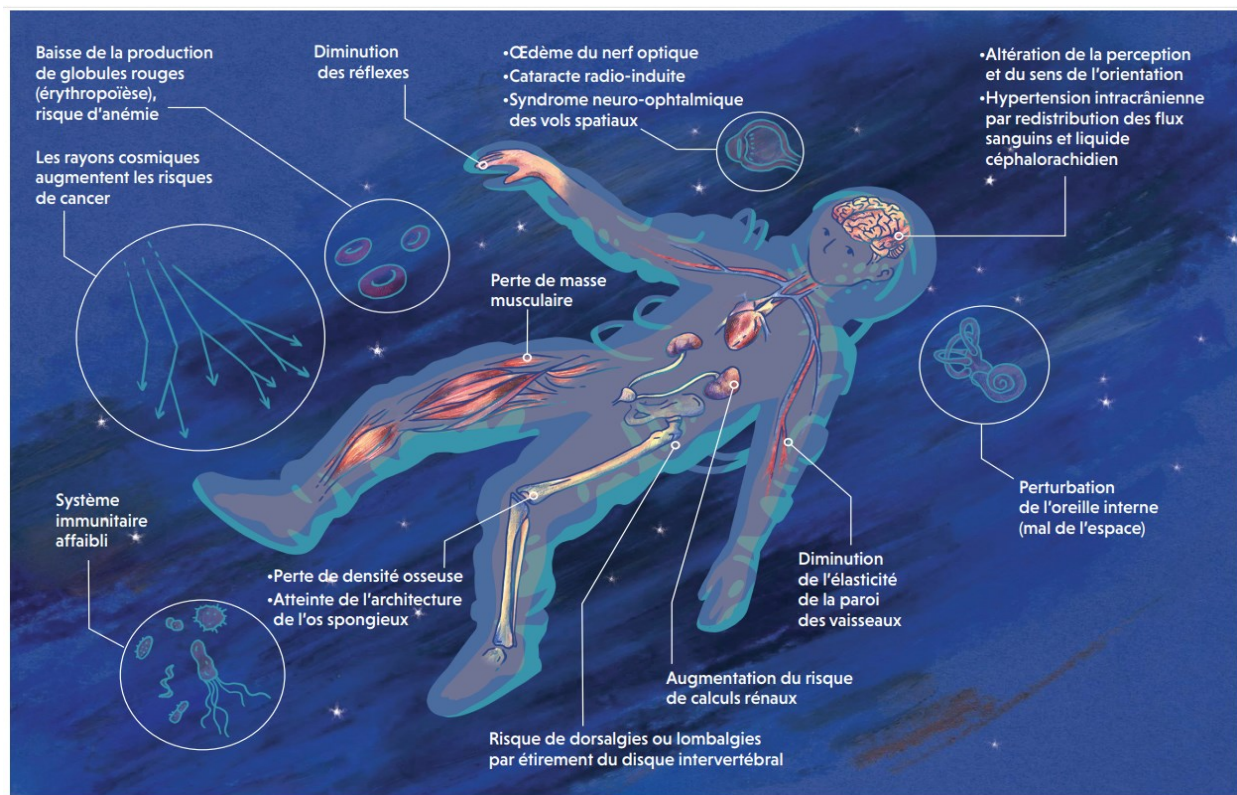
(a) Photographie de la boucle du caloduc oscillant conçue à l'université de Pise (fluide : éthanol). (b) Résistance thermique du caloduc, mesurée et simulée par CASCO, fonction de la puissance thermique nette injectée à l'évaporateur pour différentes températures de condenseur.

8. Sciences de la Vie

8.1. Contexte et stratégie

A l'heure actuelle, les Sciences de la Vie ont pour objectif d'accompagner l'exploration de l'Espace et la présence humaine sur la Lune.

Les recherches menées depuis 50 ans en « orbite basse » nous ont permis d'accumuler de nombreux savoirs sur les modifications physiologiques de l'homme induites par les vols spatiaux. Nous pouvons notamment citer : le déconditionnement cardiovasculaire (avec une hypotension orthostatique au retour du vol), l'atrophie musculaire, la perte osseuse (l'os se déminéralise et se fragilise peu à peu, la réduction des sollicitations fonctionnelles entraîne une déminéralisation osseuse rapide qui aggrave le risque des fractures et la formation de calculs rénaux), la baisse de l'immunité (notamment les modifications de marqueurs spécifiques.....), le dysfonctionnement métabolique (changement de la composition corporelle), l'altération des fonctions cognitives (dans les jours qui suivent la mise en orbite proprement dite, il est admis que les sujets peuvent se trouver dans un « brouillard spatial cognitif » dont l'intensité dépend des individus mais qui peut plonger les sujets dans des états allant de brèves sensations de mal-être jusqu'à des altérations de la mémoire et de la prise de décision qui sont alors potentiellement handicapantes dans l'exécution des tâches), et plus récemment des problèmes oculaires ont été décrits (l'acuité visuelle baisse vraisemblablement à cause, entre autre, d'une hypertension intracrânienne accompagnant la redistribution des fluides vers la moitié supérieure du corps).



Principales conséquences de l'impesanceur sur l'organisme

La microgravité et le niveau de radiation subis pendant le vol spatial entraînent également des modifications de l'expression des gènes impliqués dans la balance énergétique mitochondriale, les programmes du renouvellement cellulaire, la morphologie et les réponses fonctionnelles des cellules. Si jusqu'à présent, toutes ces altérations étaient en partie réversibles, et bien tolérées par l'organisme, notamment du fait de vol de courte durée (environ 6 mois), il n'en sera pas de même avec les vols vers la Lune et Mars à cause de la durée de vol, du niveau de radiation plus élevé, du délai des contacts permanents avec la Terre, et de l'impossibilité de retour rapide sur Terre en cas d'urgence. Il semble donc indispensable de définir de nouvelles priorités d'études pour la décennie à venir. Si un certain nombre d'entre elles peuvent être communes entre la Lune et Mars, il existe néanmoins des spécificités à chacune d'elle. Par exemple, la médecine préventive et curative (massage cardiaque, trachéotomie dans l'habitable) sur des aspects tant fonctionnels que psychologiques jouera un rôle majeur (surtout pour Mars). En effet, parmi les spécificités liées à l'exploration planétaire : l'absence de capacité de retour rapide (qui augmente le risque d'avoir des conséquences sur la psychologie et la santé mentale de l'individu), la proposition d'un entraînement personnalisé (participant à maintenir

les performances physiques et cognitives), le développement de capteurs spécifiques placés sur les sujets (permettant d'améliorer le diagnostic) , il est donc nécessaire d'utiliser des moyens de téléopération (tels que l'échographie réduisant ainsi, les délais importants pour la télémédecine lunaire et martienne) .Déjà présent dans l'ISS, l'échographe téléopéré permet depuis le sol à un médecin de téléguider une sonde d'échographie présente dans l'ISS, en intervenant directement auprès de l'astronaute à distance sur la qualité des images recueillies , (améliorant ainsi la performance diagnostic de l'examen). Les questions des radiations (notamment concernant les dommages cellulaires), de l'alternance de 1G, micro G et G partiel, induisant la mise en place d'un déconditionnement rapide, et des conséquences de la vie d'un milieu confiné (l'évolution de pathogènes très rapide, en parallèle à une immunité réduite, modifications cérébrales et musculosquelettiques).

Enfin, l'accompagnement des équipes humaines qui auront comme mission une présence continue sur la Lune ou Mars nécessitera (1) la création d'un environnement de vie comprenant la production sur place d'une nourriture adaptée (de nombreuses équipes se penchent sur le développement des plantes en gravité nulle ou modifiée, car ,à l'heure actuelle aucun système alimentaire ne répond aux défis en matière de nutrition que ce soit en termes d'acceptabilité, de sécurité et de ressources que posent les missions d'exploration prolongée Des solutions pour garantir un système alimentaire nutritif et adéquat pour des durées prolongées sont nécessaires. Bien que les aliments de longue conservation (aliments lyophilisés, boîtes de conserve) présentent des avantages (facilités de préparation), de nouveaux traitements des aliments et de conditionnement (emballages de températures de stockage restent à évaluer. (2) une capacité à répondre aux dérives de l' environnement sanitaire (le nouveau milieu pouvant contenir des espèces chimiques inductrices d'altération de la santé) et (3) des conditions de vie permettant un retour sur Terre dans des conditions de santé satisfaisantes Traiter l'ensemble de ces points rend indispensable d'imaginer et tester des contremesures(ce terme définit l'ensemble des actions mises en place pour limiter l'impact physiologique ou psychologique d'un vol spatial) pour limiter les effets délétères liés aux changements d'environnement gravitaire et radiatif.

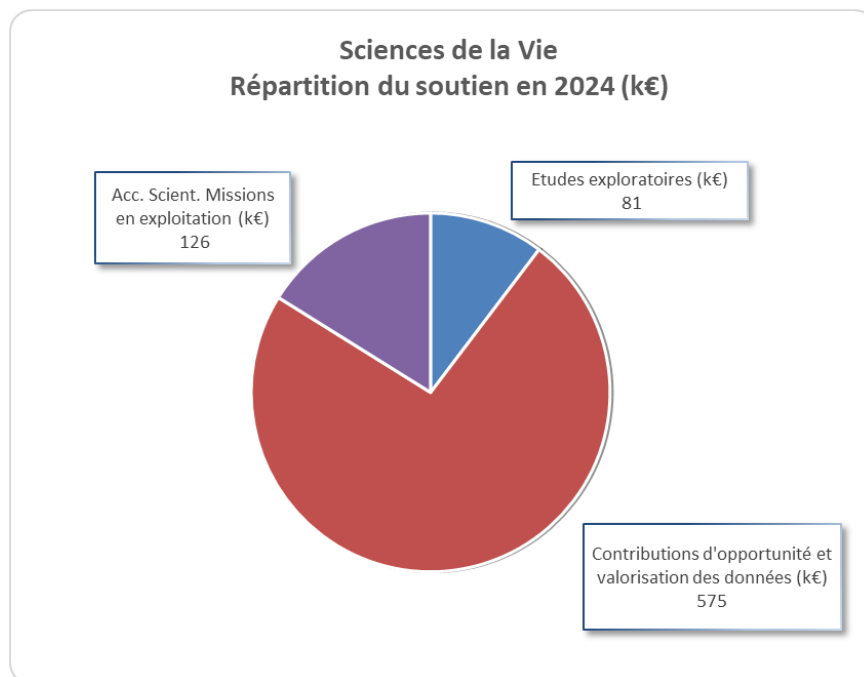
C'est pourquoi, le CNES met en place une réduction des risques reposant sur 3 piliers : la prévention, les contremesures et l'autonomie à bord.

Si la description des effets du vol spatial sur le vivant terrestre a débuté dès le début de la « conquête spatiale », ces recherches progressent grâce au développement de nouvelles technologies applicables en vol mais également grâce aux modèles au sol (bedrest, immersion sèche) permettant l'élaboration et la validation des 'hypothèses construites à partir des expériences en vol et de la modélisation préclinique.

L'immersion sèche reproduit les effets de l'impesanteur en immergeant le sujet (isolé de l'eau par une grande toile imperméable) dans une grande baignoire, cette configuration mime les effets de l'impesanteur en supprimant les points d'appui, afin d'étudier par exemple les nombreux effets musculaires ou cardiaques qui y sont associés. Le bedrest consiste à aliter les sujets la tête de – 6° vers le bas, ce modèle reproduit et modélise les conditionnements plus longs que celui du tissu adipeux. Ces deux modèles offrent à l'heure actuelle les seuls modèles d'inactivité au long cours pour tester les effets de la sédentarité sur des sujets sains. Dans ces conditions, les mécanismes délétères de l'inactivité conduisant à un état pathologique peuvent être étudiés. Toutes ces expériences ont des retombées sociales très importantes : de plus en plus de données épidémiologiques, cliniques et expérimentales démontrent l'impact catastrophique de la sédentarité sur le développement de nombreuses maladies chroniques et l'accélération des effets délétères du vieillissement ou encore du handicap moteur : de l'alitement prolongé des patients hospitalisés et enfin des pathologies de l'oreille induites par l'absence de pesanteur.

Les sciences de la vie telles qu'elles sont étudiées et organisées au CNES s'inscrivent parfaitement et sont même pionnières, dans le concept « d'une seule santé » ou « one health » qui étudie l'humain dans son environnement de vie en prenant en compte l'ensemble du monde vivant qui l'entoure.

Les scientifiques utilisateurs de la microgravité sont essentiellement issus des hôpitaux, des unités mixtes Universités-CNRS, -INSERM, CEA et -INRAe. Les scientifiques français participent activement aux programmes des différentes agences spatiales. Les communautés scientifiques des Sciences de la Vie en milieu spatial disposent déjà de moyens spatiaux et terrestres pour effectuer leurs expériences. A l'heure actuelle, la Station Spatiale Internationale (ISS) reste le moyen principal d'expérimentation pour ces disciplines. Elle est le laboratoire de recherche essentiel pour la médecine spatiale. D'autres moyens sont indéniablement nécessaires comme les capsules récupérables, les ballons, les moyens de simulation au sol mis en œuvre dans un cadre national, européen ou international. Enfin, deux plateformes devenues des « Ground Based Facility » de l'ESA (ouvertes à la communauté scientifique *via* un appel à projets ouvert en permanence sur le site de l'ESA) ont été créées : la plateforme GEPAM pour 'Gravitational Experimental Platform for Animal Models' permettant d'exposer des embryons/larves/têtards de 4 espèces d'Amphibiens ou des souris à des changements de gravité et la plateforme MARS SIMULATOR permettant d'exposer des cellules et des plantes à différentes radiations.



8.2. Faits marquants de l'année 2024

- **Les modèles de simulation de l'impesanteur : des vols spatiaux à la médecine terrestre**

La microgravité induit un déconditionnement multisystémique chez les astronautes, notamment une intolérance orthostatique, une perte musculaire et osseuse, des changements métaboliques et des altérations sensorimotrices. Les possibilités d'étudier ces syndromes en orbite étant limitées, la communauté médicale et scientifique s'appuie sur des analogues au sol. Le repos au lit tête inclinée à -6° (HDBR) et l'immersion sèche (DI) sont les deux modèles de microgravité les plus utilisés. La DI consiste à immerger un sujet jusqu'au cou dans une eau thermoneutre en étant séparé de l'eau par une feuille élastique imperméable. Le sujet subit une diminution drastique de son poids apparent avec un déchargement presque complet du support, un déplacement prononcé du liquide thoracique et une hypoactivité extrême. Il est à noter que ce dernier modèle de recherche spatial pourrait être traduit en stratégies thérapeutiques innovantes pour les patients sur Terre.

Ces altérations ont des conséquences majeures sur la santé et les performances des astronautes. Étant donné que la perte de masse musculaire et osseuse est proportionnelle à la durée du vol spatial, la prévention de l'atrophie musculaire et osseuse est une priorité pour les vols spatiaux de longue durée.

Dans ce contexte, comprendre les mécanismes sous-jacents est essentiel. Il a été proposé en 2013-2014 (à Médès) lors d'un alitement prolongé de 60 jours (projet BRACE) d'utiliser une approche intégrative originale pour caractériser les mécanismes physiologiques, cellulaires et moléculaires responsables du déconditionnement musculaire métabolique, cardiovasculaire et osseux induit par la microgravité, et de tester l'effet protecteur d'une nouvelle contre-mesure combinant exercice aérobie et gravité artificielle.

En effet, des études préliminaires ont montré que la microgravité simulée entraînait des altérations métaboliques, notamment une incapacité à utiliser les lipides comme substrat énergétique, associée à une infiltration lipidique dans les muscles squelettiques. Cette capacité réduite à oxyder les lipides est associée au développement d'une inflexibilité métabolique (c'est-à-dire l'incapacité d'adapter l'oxydation des substrats énergétiques à leur disponibilité, à la fois au niveau de l'organisme entier et au niveau musculaire). Ce projet BRACE a examiné la relation entre la masse musculaire, l'inflexibilité métabolique de l'organisme entier et du muscle squelettique, et le stockage de lipides ectopique dans les cellules musculaires, ainsi que l'effet de l'exercice aérobie et de la gravité artificielle dans la prévention de ces altérations induites par la microgravité. Un intérêt particulier a été porté à la communication inter-organes, notamment entre le muscle squelettique et le tissu adipeux. Ces résultats bénéficieront non seulement aux programmes d'exploration spatiale, mais également à la population générale, en particulier dans le contexte de l'inactivité physique, des maladies métaboliques et au cours du vieillissement.

- **Retombées sociétales de ces études**

Il est indispensable de rappeler que toutes ces recherches ont bien entendu des retombées sociétales que ce soit pour la meilleure compréhension de certaines maladies induites par l'inactivité ou pour l'accélération du développement

d'appareils médicaux nécessaires au suivi médical personnalisé tant sur Terre que dans l'espace. Les modèles de microgravité qui induisent différentes dysfonctions de façon réversible, offrent un modèle expérimental de plusieurs pathologies : amyotrophie, ostéoporose, syndrome métabolique, syncope, atteinte neuromusculaire pour mieux les diagnostiquer, en comprendre les mécanismes et proposer des thérapies innovantes. Enfin tous les moyens mis en oeuvre pour développer une médecine dans cette condition environnementale extrême (nécessité de miniaturisation, d'autonomisation, de robustesse, d'approche la moins invasive possible et de personnalisation) contribuent au progrès médical pour l'ensemble de la population.

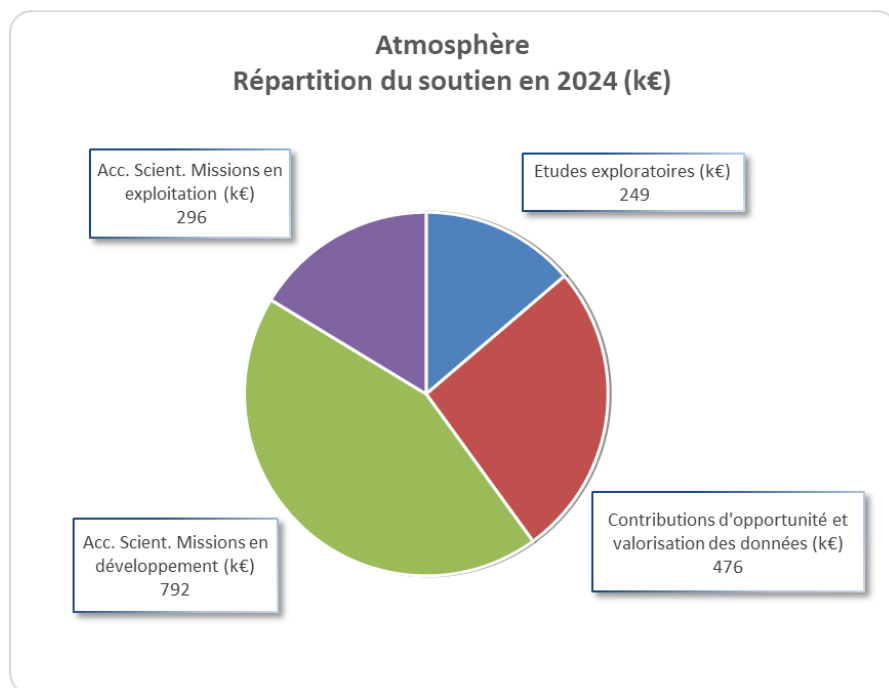
Pour ne donner qu'un exemple, l'imagerie médicale en milieu spatial, comme en milieu terrestre, joue un rôle crucial dans le suivi de la santé des astronautes lors des missions de courte et longue durée. Cependant, l'environnement spatial impose des contraintes techniques majeures, notamment la miniaturisation des équipements, la limitation des ressources énergétiques et la nécessité d'une autonomie diagnostique. Les technologies d'imagerie embarquées doivent donc être adaptées pour fonctionner en microgravité et fournir des diagnostics précis avec des ressources limitées. Le CNES est pionnier sur les sujets liés à l'imagerie, avec de nombreux développements notamment sur l'échographie à distance. Le Centre d'aide au développement des activités en micropesanteur et des opérations spatiales du CNES (CAD-MOS) a développé une nouvelle génération d'échographe pour que des médecins, depuis le sol, puissent prendre la main à distance, sur l'équipement à bord de la station spatiale. Le développement a suivi son cours durant l'année 2024.

- **Expériences dans la Station Spatiale internationale**

Pendant un vol spatial, le déconditionnement des systèmes squelettique et cardiovasculaire dans un contexte d'apparition du syndrome métabolique doit être considéré dans son ensemble. Un programme a été mis en place pour étudier l'ensemble de ces problèmes avec une équipe canadienne, américaine, allemande et deux équipes françaises, fortes de leur expertise dans les domaines cardiovasculaire, osseux, métabolique et des technologies d'imagerie, pour aborder tous ces systèmes en réponse à un vol spatial de 6 mois. Des technologies d'imagerie sophistiquées sont combinées à des mesures de biomarqueurs sanguins pour suivre l'impact des vols spatiaux imposés sur la santé cardio-métabolique et squelettique. Des examens par ultrasons permettent de suivre les modifications de la structure et de la fonction des artères et des veines. Le vol modifie les fonctions endocriniennes de l'os, affectant la libération d'hormones qui ont un impact sur la santé osseuse, vasculaire et métabolique, en partie par le biais de changements des stress oxydatif et inflammatoire qui seront suivis par des biomarqueurs sanguins, et le test OGTT évalue le rôle de la résistance à l'insuline. L'impact du vol sur les os a été déterminé par une combinaison de DXA et de tomographie quantitative à haute résolution (HR-pQCT, Xtreme CT II), qui quantifie les changements structurels corticaux et trabéculaires avec une résolution de 60 µm. Les premiers résultats seront connus au cours de l'année 2025.

9. Atmosphère

9.1. Contexte et stratégie



La communauté Atmosphère française utilisant le spatial se structure autour de 2 axes forts :

- Compréhension et modélisation des phénomènes dynamiques et physiques en lien notamment avec l'amélioration des modèles de prévision et les recherches sur le climat ;
- Composition atmosphérique associée notamment à la problématique de la pollution et qualité de l'air et des gaz à effet de serre en lien avec les études sur le changement climatique.

L'expertise de nos laboratoires s'est largement développée autour des filières instrumentales polarimètres, lidars et radiomètres micro-ondes sur la thématique aérosols, nuages et précipitations (avec les missions Parasol, Calipso, Cloudsat, Megha-Tropiques) et spectrométrie infrarouge pour la composition en gaz (IASI). De nouvelles missions spatiales assureront une continuité et un élargissement de l'expertise technique et des thèmes de recherche sur ces filières instrumentales historiques : lidars des missions Aeolus et Aeolus-2 (vents), Merlin (méthane), Earthcare et AOS (nuages et aérosols), polarimètre 3MI et spectromètres couvrant d'autres gammes ou mieux résolus tels que Microcarb dans le proche infrarouge pour la mesure du CO₂ et IASI-NG avec une résolution spectrale et radiométrique améliorée d'un facteur 2.

Les moyens avion (SAFIRE) et ballons (notamment le projet Stratéole2) sont largement utilisés en complément des données satellites et sol et des modèles (météo, climat, qualité de l'air) dans une nécessaire approche intégrée, qui s'appuie sur le pôle national de données et services pour l'atmosphère Aérïs.

L'observatoire international A-Train, et notamment ses composantes Parasol, Calipso et Cloudsat, a constitué un élément clef de la constitution d'une communauté française large et rayonnante qui mène depuis le début des années 2000 des travaux de tout premier plan, reconnus au niveau international. Ses objectifs : mieux comprendre les propriétés et la distribution 3D à l'échelle globale des nuages et des aérosols, et leur impact sur le bilan radiatif et les grands cycles du système Terre, tels que les cycles de l'eau et de l'énergie. La mission Calipso, en orbite entre 2006 et 2023, a ainsi été présentée comme une « vigie du climat » dans un récent rapport du Groupe d'Experts Intergouvernementaux sur le Climat (GIEC). Les missions lidar de l'ESA Aeolus et EarthCare, ainsi que le projet de mission CNES – NASA - JAXA AOS, devraient permettre d'étendre sur plusieurs décennies la série climatique nuages et aérosols initiée avec Calipso, et par suite de réduire significativement les incertitudes des projections climatiques à horizon 2100.

Les nuages et les aérosols sont aussi étudiés par des instruments passifs, en complément des instruments actifs (radar / lidar). On peut ainsi citer les travaux menés sur l'exploitation des données du sondeur infra-rouge IASI et sur le polarimètre POLDER. Ces deux instruments seront prolongés dans le cadre de la prochaine génération de satellites à orbite polaire opérationnels d'EUMETSAT (METOP-SG, 2025-) par IASI-NG et 3MI, respectivement. Le CNES soutient activement la préparation de l'arrivée de ces instruments novateurs.

Les nuages précipitants sont étudiés sous plusieurs angles notamment dans le cadre du Groupe De Recherche Megha-Tropiques, du consortium de laboratoires constitué sur la thématique de l'électricité atmosphérique, et du projet de mission C3IEL (observation décamétrique des nuages et de leur environnement à partir d'un train de nanosats). Cette thématique est également au coeur du projet C2OMODO, qui constitue la contribution instrumentale française à l'observatoire spatial AOS.

Grâce au soutien du CNES, l'expertise développée par les laboratoires français autour des 3 instruments IASI depuis plus de 20 ans pour l'étude des gaz et des particules s'étend maintenant de la mise au point de codes de transfert radiatif dédiés, avec les algorithmes d'inversion, à restituer les concentrations, à l'assimilation des observations dans les modèles atmosphériques, en passant par la validation des mesures. Ces études visent à étudier les variabilités des gaz à différentes échelles spatiales (locale, régionale, globale) et temporelles (journalière, saisonnière, annuelle). En particulier, elles visent à caractériser les sources d'émission/améliorer les inventaires, et suivre les variations à court terme (pollution) et à long terme (climat). Certains des produits sont d'ailleurs utilisés désormais dans les services opérationnels de Copernicus et permettent de suivre plus de la moitié des 50 variables climatiques essentielles identifiées par le programme mondial sur le Climat. Ce succès a contribué à la décision du CNES de continuer avec le développement des instruments IASI NG.

Quantifier et localiser les flux de surface des gaz à effet de Serre représente un enjeu majeur pour mieux comprendre le cycle du carbone, élément clé du climat. L'expertise de la communauté française se situe au premier plan en matière de modélisation, assimilation et inversion des flux. Désormais, elle se développe aussi autour de la technique de mesure spatiale et d'algorithmie associée avec les missions MERLIN et MicroCarb du CNES ainsi que GOSAT et OCO de JAXA et NASA. Cela sera précieux pour traiter les données de la mission Copernicus CO2M attendue pour 2026. De nombreuses actions ont ainsi été soutenues ces dernières années en spectroscopie des molécules de CO₂ et CH₄, transfert radiatif dans le proche infra-rouge, adaptation des modèles de chimie-transport, préparation à la calibration et validation. Cette montée en puissance s'inscrit dans un contexte européen très porteur et concurrentiel avec notamment Sentinelle 5P et la préparation de la sentinelle CO2 et la préparation des minicapteurs à bord de constellations. Le soutien du CNES est donc un élément stratégique pour soutenir la communauté dans cette dynamique.

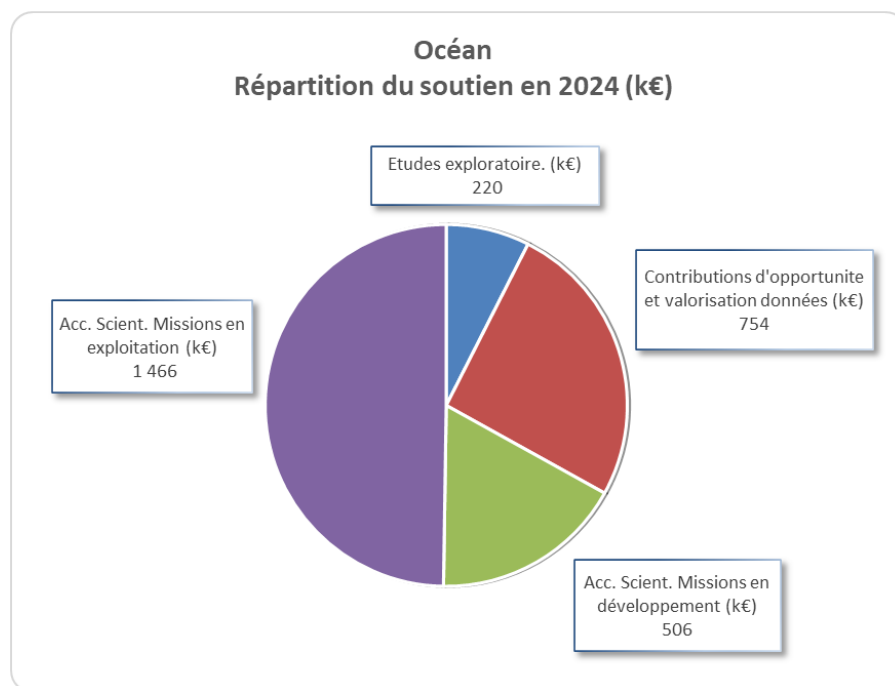
9.2. Faits marquants de l'année 2024

Il n'y a pas eu de faits marquants en 2024 pour les thématiques ATMO et MTO.

10. Océan

10.1. Contexte et stratégie

En 2024, **134 activités** ont été soutenues, pour un montant total de **2.947 M€**. Les chercheurs ont participé à ces activités dans le cadre de très nombreuses coopérations internationales. Ces travaux ont donné lieu à **167 publications** dans des revues à comité de lecture.



L'accompagnement des missions scientifiques en exploitation (SARAL/Altika, Jason3), largement mutualisé dans le plan altimétrie, augmenté de la contribution de SMOS volet océan et de celle de CFOSAT (lancée en 2018), et de SWOT (lancé en 2022) finance la moitié des propositions. Moins du quart des propositions est assuré par le budget accompagnant les missions en développement (Sentinel-3 C-D, Odysea). La valorisation de la donnée avec des recherches multi-paramètres est toujours en avec plus d'un quart des propositions. Enfin les études exploratoires représentent encore un peu moins de 10% du budget global), avec le support aux concepts de :

- Missions hyperspectrales pour cartographier la composition de l'eau, la bathymétrie...,
- Mission HCPM CIMR pour les aspects sea-ice et océan
- Mission Salinité Haut résolution

Les activités en océanographie sont très structurées par les « science team internationales » sélectionnées par le CNES et ses partenaires en réponse aux appels d'offres. L'avancement annuel des projets est réalisé lors des réunions annuelles de ces science teams.

Pour la période 2023-2024 : 3 sciences team océan sont actives : celle de CFOSAT qui a été créée en 2018 par le CNES et CNSA, celles de l'OSTST et de SWOT toutes les deux renouvelées en 2024 par deux AO TOSCA distincts en parallèle des calls ROSES lancés par la NASA. Pour ces 3 AOs internationaux, le CNES s'appuie sur son comité scientifique TOSCA qui sélectionne les projets français et internationaux hors US (pour OSTST et SWOT) et hors Chine (pour CFOSAT).

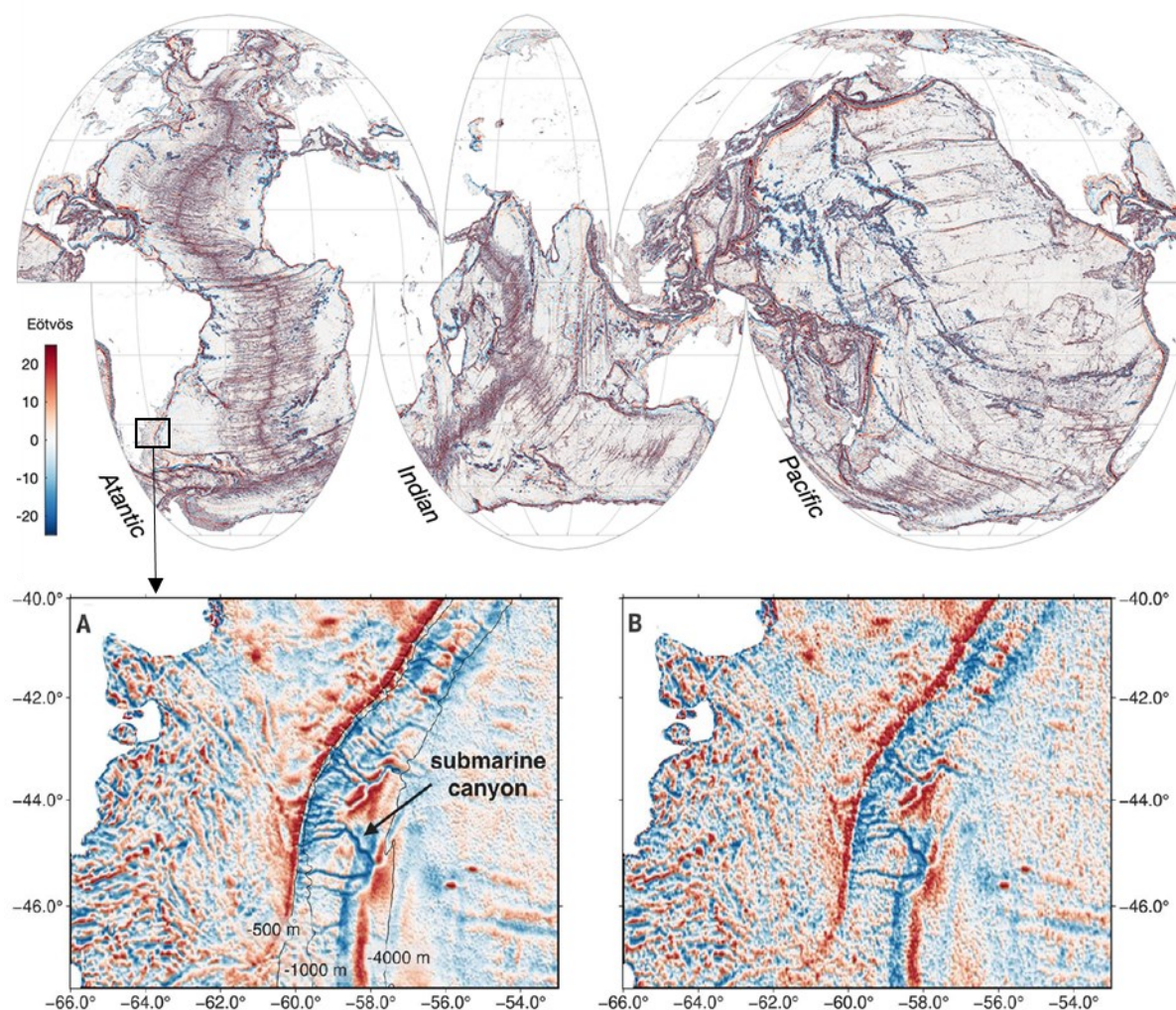
Le seul thème échappant à cette organisation est celui de la biologie marine. Faute de programme structurant national fort (en particulier suite à l'échec du projet OCAP) le CNES accompagne les équipes françaises expertes en algorithmie ou mesures in-situ à se placer au niveau européen ou international (IOCCG).

Les activités couvertes par le pôle ODATIS, notamment la collecte et le traitement de données des services d'observation, sont incluses dans le plan altimétrie. La convention ODATIS a été signée le 16 décembre 2021 entre le CNES, l'IFREMER, le CNRS, l'IRD et SHOM.

10.2. Faits marquants de l'année 2024

- **Un an de données SWOT révolutionne la géodésie marine**

Mission d'océanographie et d'hydrologie, SWOT (*Surface Water and Ocean Topography*) a continué de donner des résultats exceptionnels et à révéler des images inédites des petites échelles de l'océan. Plus précis que les autres satellites altimétriques grâce à l'innovant altimètre français KaRin, SWOT nous montre les structures fines de l'océan de quelques km seulement et nous surprend également par sa capacité à mesurer les hauteurs d'eau dans les zones complexes, les zones côtières et les estuaires, ainsi que sur les pôles. Deux ans après son lancement SWOT a également déjà permis une avancée considérable sur la connaissance des champs gravitationnels marins globaux, c'est-à-dire les variations de l'attraction terrestre à la surface des océans, donnant des informations précieuses sur la topographie et la tectonique des plaques des fonds marins. La publication Yu et al., à laquelle a contribué la France, rapporte que grâce à sa précision, un an de données SWOT offre des informations plus détaillées que 30 ans d'altimétrie satellitaire au nadir en gravité marine, ce qui permet de détecter des structures complexes du fond marin à une résolution spatiale de 8 kilomètres.



Top Carte mondiale de SWOT « vertical gravity gradient » (VGG) VGG, the second-order gradient of gravitational potential, highlights short-wavelength (1 Eötvös = 10^{-9} s⁻²). Bottom Zoom sur le South America continental slope Comparaison des données issues de SWOT à gauche avec les données issues de 30 années d'altimétrie nadir au-dessus de l'océan Indien (Abyssal marine tectonics from the SWOT mission. *Science* 386, 1251-1256 (2024). DOI:10.1126/science.ads4472)

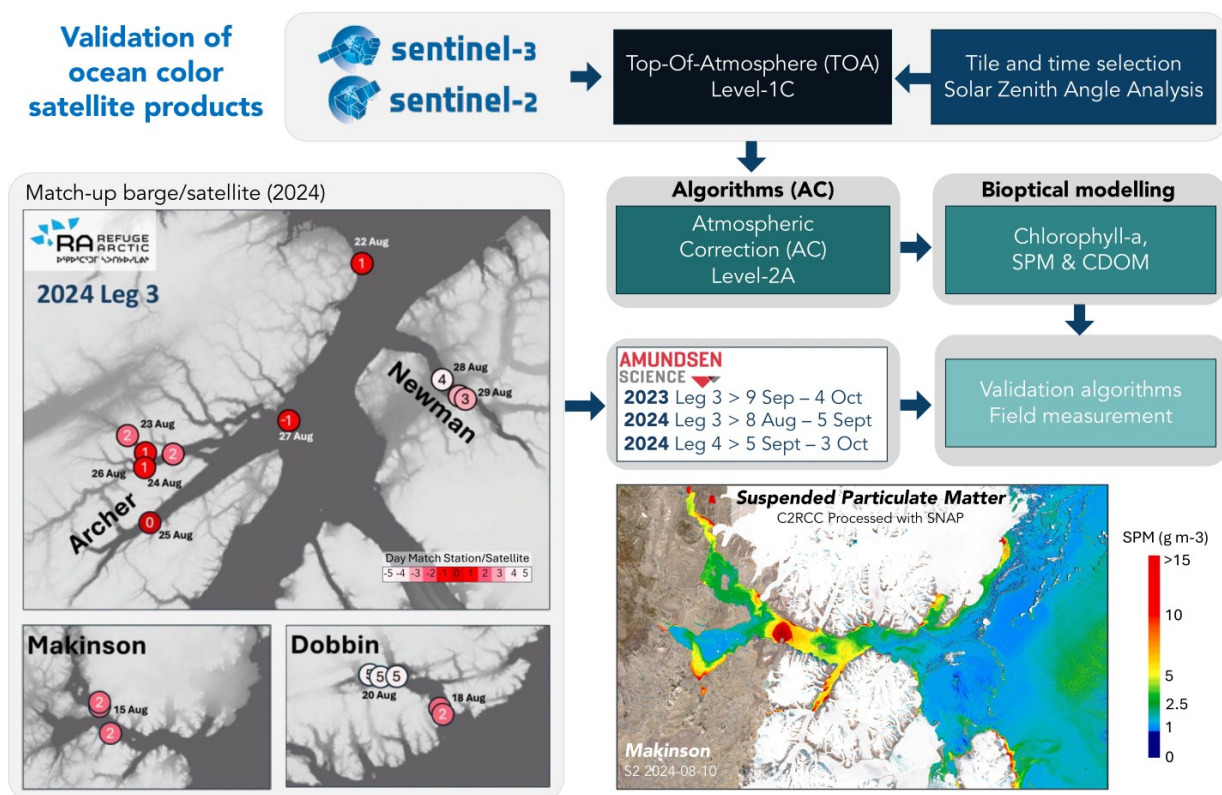
- **Des développements encourageants d'algorithmes satellitaires des flux de matières dans les eaux côtières arctiques (Projet Alg-o-Nord)**

Le fil conducteur du projet de recherche Alg-o-Nord est la nécessité d'améliorer les estimations et les analyses des tendances de la production primaire (PP) à l'échelle de l'océan Arctique, ainsi qu'à des emplacements spécifiques de haute résolution (fjords, continuum glacier/rivière-océan).

Cela a nécessité un effort considérable sur les plateaux continentaux arctiques afin de mieux caractériser et documenter la complexité de ces eaux.

La concentration en chlorophylle a (Chla), un indicateur de la biomasse phytoplanctonique, est un facteur clé qui fausse les estimations de la PP. Le projet a ainsi permis de créer une base de données in situ, la validation de l'algorithme régional CDOM et SPM, le déploiement de la bouée BGC-Argo de nouvelle génération, le développement et la validation de l'algorithme d'estimation de la chlorophylle, ainsi que l'estimation de la production primaire et de ses processus modulateurs.

L'un des événements marquants de 2024 a été le succès des phases 3 et 4 de l'expédition Refuge-Arctic Amundsen 2024 (ci-dessous).

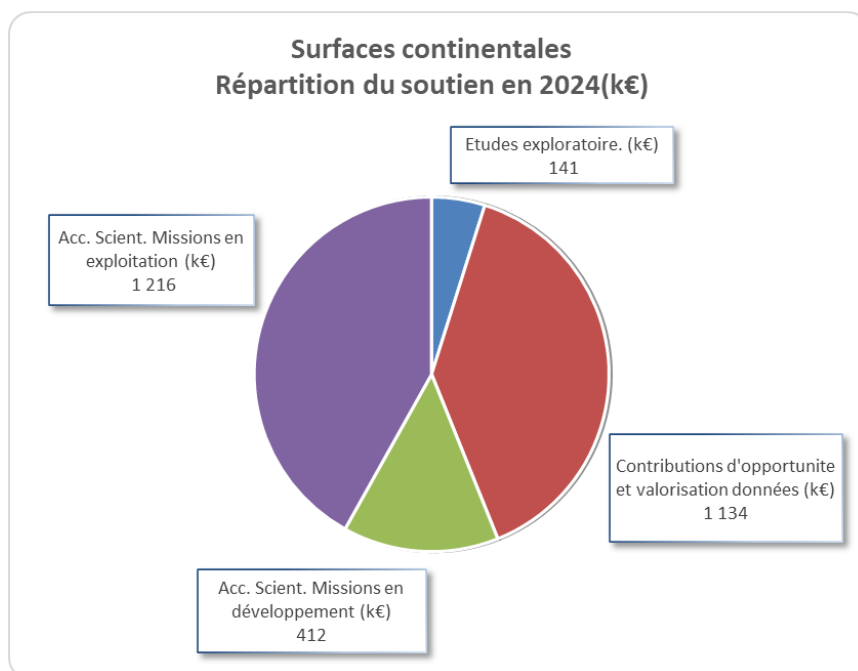


Les points correspondent à des mesures optiques effectuées à l'aide de la barge (étape 3 de 2024), montrant la concordance avec les données satellitaires (figure 1). Au cours de l'expédition, des capteurs optiques marins ont été utilisés pour collecter des données in situ sur les paramètres radiométriques. L'objectif pendant l'expédition était de collecter des échantillons qui nous permettraient de valider les produits satellitaires sur la couleur de l'océan et de caractériser les fjords et les panaches glaciaires.

11. Surfaces Continentales

11.1. Contexte et stratégie

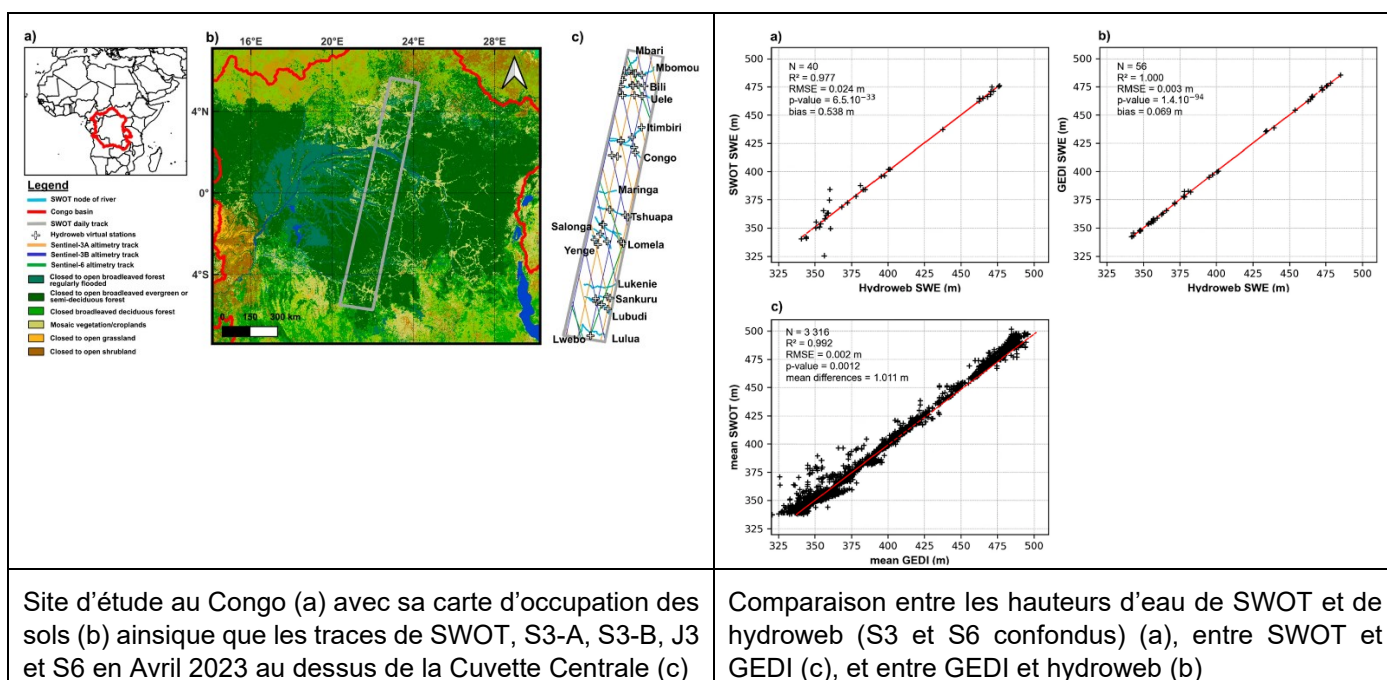
La thématique Surfaces continentales (SC) est structurée selon les principaux objets géographiques qui la constituent, à savoir principalement les systèmes forestiers et agricoles, les zones en eau, les villes, le littoral, les zones arides, la montagne et les Surfaces Continentales polaires. Chacun de ces objets est concerné par plusieurs thèmes transverses comme les cycles de l'eau, de l'énergie, du carbone et d'autres éléments chimiques (méthane, azote...). Les autres grands thèmes transverses concernant les surfaces continentales sont la biodiversité et la santé des populations végétales et animales. Ainsi représentés, les divers compartiments rattachés aux Surfaces Continentales peuvent être considérés et étudiés sous l'angle de leur sensibilité et de leur interaction avec le changement climatique.



Chaque année, 50 à 60 projets sont soutenus dans le cadre de l'APR. En 2024, cela représente **144 actions de recherche** pour un montant total de **2.903 M€**. S'y ajoute un soutien de 90 k€ à destination des **Programmes nationaux de l'INSU PNTS et EC2CO** qui structurent également la thématique. Les chercheurs impliqués dans ces activités ont généré **192 publications** dans des revues à comité de lecture. La période 2024 présente un volume d'activité stable qui confirme l'intérêt de la communauté scientifique SC pour le Spatial. Dans leur grande majorité, les projets aval lancés après 2020 (SCO, SWOT AVAL ; Ambition AVAL, BASS, ...) sont basés sur des méthodologies issues de projets soumis à l'APR.

Comme en attestent les chiffres du bilan 2024, notamment en nombre de collaborations internationales et de publications, la thématique Surfaces Continentales utilise très efficacement ses ressources. Cet effet de levier résulte en grande partie du caractère structurant des missions spatiales en préparation SWOT (CNES/NASA, lancé avec succès en décembre 2022) et TRISHNA (CNES/ISRO, lancement prévu fin 2027), dont nous soutenons les activités scientifiques préparatoires lors des phases B/C/D.

A titre d'exemple, l'étude de Normandin et al. (2024) confirme l'excellence des observations de SWOT pour estimer les profils de hauteur d'eau dans la cuvette centrale du bassin du Congo, même sur des rivières plus fines que les spécifications mission (rivières de 100m de largeur). Dans ce papier, les données SWOT sont comparées à d'autres missions altimétriques (Sentinel-3A, -3B, Jason-3, Sentinel-6A) ainsi qu'à la mission lidar GEDI. Les corrélations y sont excellentes. Le large fauché de SWOT permet d'étendre nos observations et nos connaissances bien au-delà de ce qu'il était possible de faire jusqu'à présent, ouvrant ainsi un nouveau champ des possibles ainsi que de nouvelles applications.



Parmi les satellites en exploitation, les Sentinel-1, -2 et -3 du programme Copernicus sont toujours très utilisés par les projets. Les Earth Explorers ne sont pas en reste avec la mission SMOS qui, à elle seule, compte chaque année près de 100 publications dans des revues internationales de rang A dont la moitié concernent les surfaces continentales.

On retrouve ces différents sujets dans les Centres d'Expertises Scientifiques (CES) de Theia (<http://www.theia-land.fr/>), le pôle thématique Surfaces Continentales de l'Infrastructure de Recherche Dataterra de l'INSU. Theia est une vitrine nationale qui met à disposition des acteurs publics & privés des données et des produits à valeur ajoutée issus de l'observation de la terre par les satellites. Ces produits sont élaborés au sein des différents CES qui contribuent à l'animation scientifique au sein de la communauté, à la mutualisation des données, produits et méthodes, et qui rendent visibles les réalisations françaises à l'échelle internationale. En complément des CES, certains produits traitant de la santé, du littoral et de l'urbain ont fait l'objet de projets Aval dans le cadre du SCO ainsi que du programme Ambition aval. Après un AMI en 2022, ce dernier a notamment recueilli 8 projets dont 5 impliquent TRISHNA et son utilisation au service de l'agriculture, du confort thermique urbain et de la gestion des incendies. L'ensemble de ces projets utilisent des méthodologies arrivées à maturité via des études TOSCA préalables. Comme ce fut le cas à partir des activités et résultats du CES Neige ou encore Niveau des Lacs et des Rivières, certains de ces services pourront être implémentés dans les *Copernicus Land Services*.

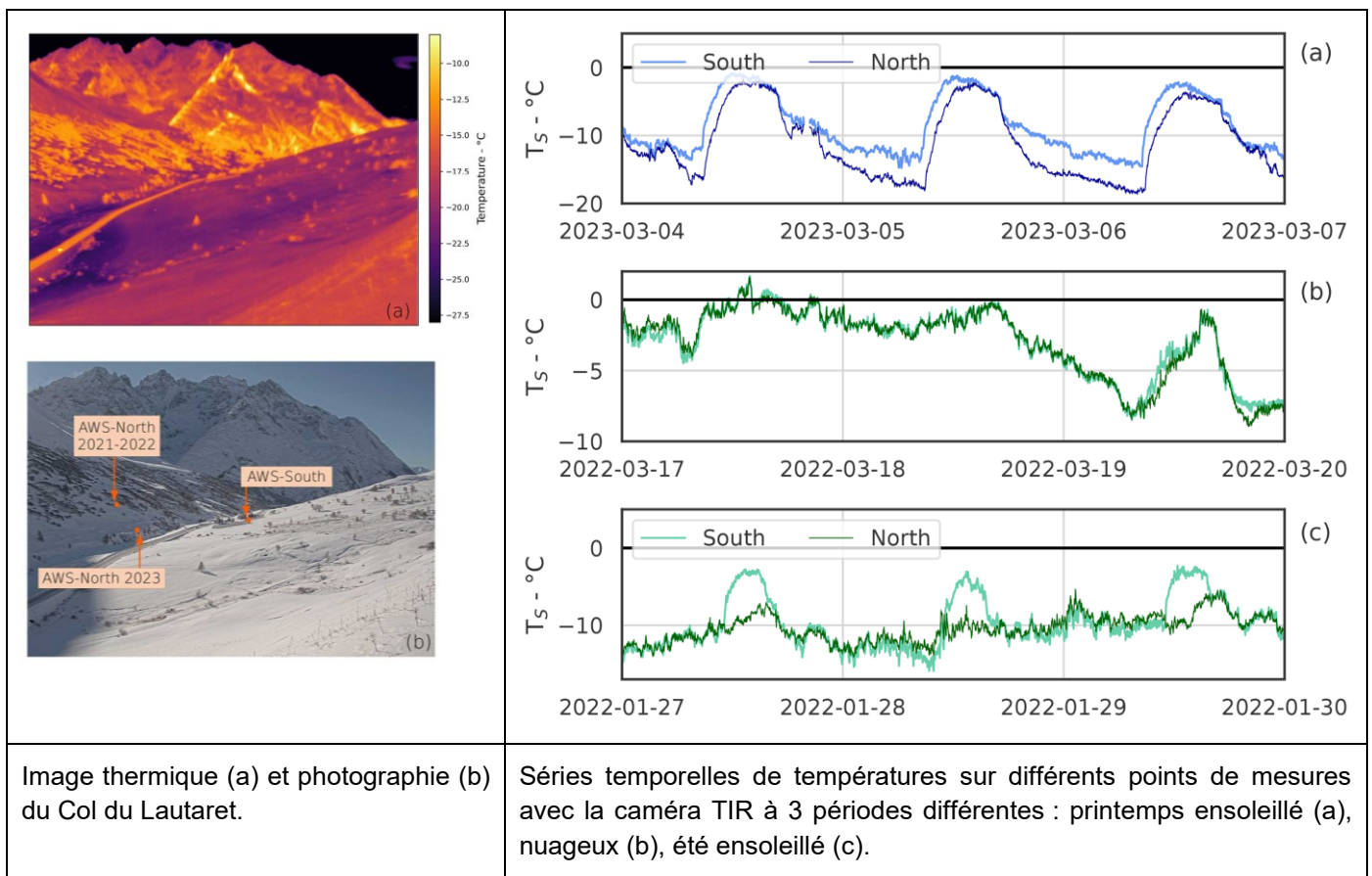
Autre composante du pôle surfaces continentales, le réseau d'Animations Régionales Thématiques THEIA (ART), au sein desquelles se rencontrent dans chaque région, les acteurs des CES et les usagers potentiels (publics et privés) des produits et services issus du spatial. L'IRD, le CIRAD et le CNES sont associés pour proposer un réseau de centres d'Animation Régionale THEIA dédié aux pays du Sud (GEODEV) pour accompagner les acteurs dans la maîtrise des données d'observation de la Terre afin de mieux comprendre et gouverner leur territoire, et ainsi mieux répondre aux enjeux majeurs de suivi de l'environnement dans la ceinture intertropicale. Le site web de ressources autour des produits et services issus de l'observation de la Terre (<https://theia-land.art-geodev.fr/>), la lettre d'information et le montage de projets en partenariat sont les principales actions de GEODEV.

11.2. Autres Faits marquants de l'année 2024

- **Avancé majeure pour la cartographie thermique du manteau neigeux en terrain montagneux et complexe, en préparation de la mission TRISHNA**

L'étude de Arioli et al. (2024) présente un jeu de données inédit et unique mesurant la température radiative de surface du manteau neigeux dans les Alpes françaises, au Col du Lautaret plus précisément. Les auteurs ont utilisé une caméra infrarouge thermique (TIR) non refroidie sur deux hivers (2021-2022 et 2023). Après correction des données, orthorectification et filtrage de la mauvaise visibilité, ils ont généré 130 019 cartes à échelle métrique sur une surface totale de 0,5 km². Grâce à la stabilisation de la température interne de l'appareil lors de la seconde campagne, l'erreur absolue moyenne est passée de 1,28 K à 0,67 K. Ce travail s'avère crucial pour valider les futurs modèles satellites comme TRISHNA.

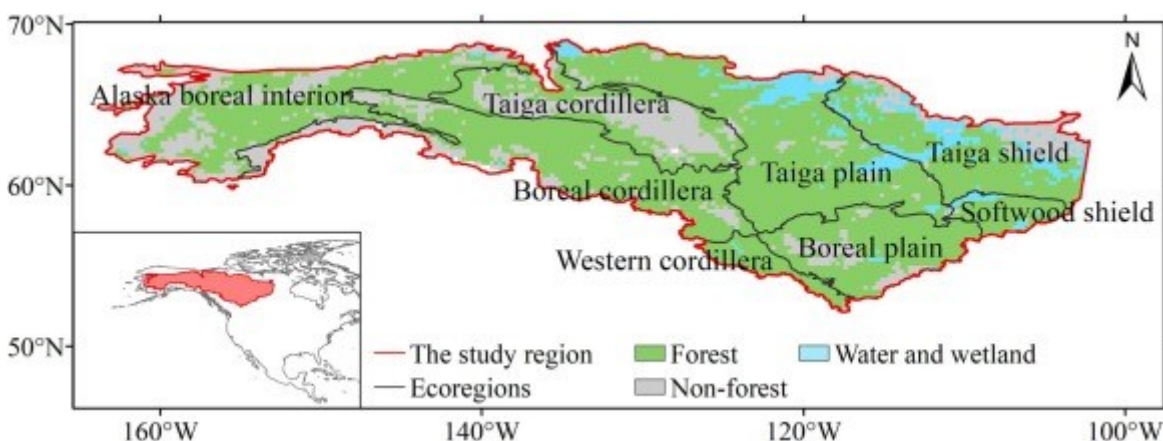
Source : <https://essd.copernicus.org/articles/16/3913/2024/>



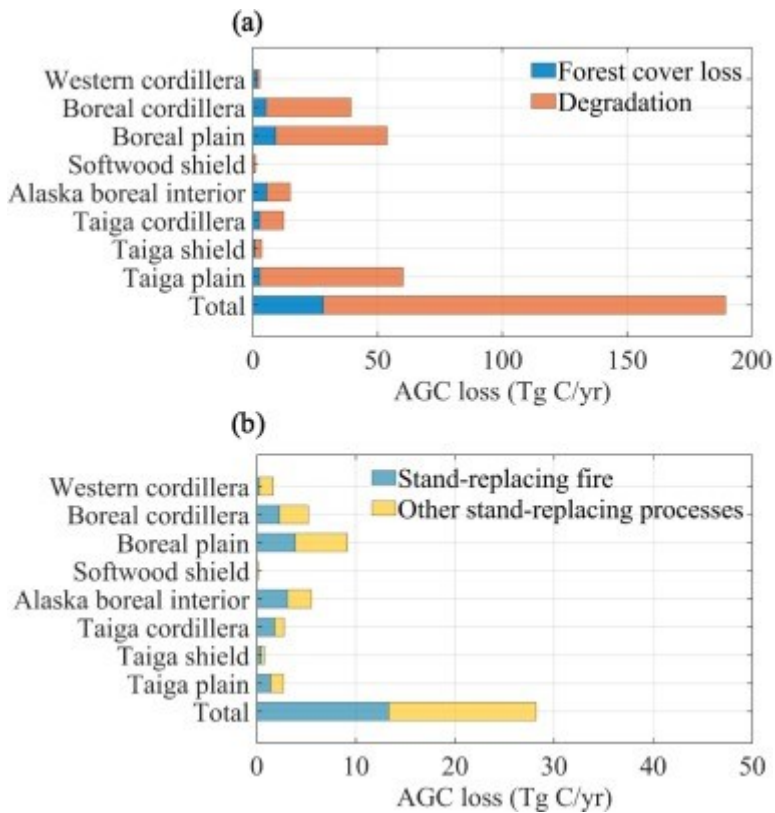
• **Forêts boréales : la dégradation forestière cause plus de pertes de carbone que la déforestation**

Le travail de Yu et al. (2024) étudie le bilan carbone des forêts boréales d'Amérique du Nord entre 2016 et 2021 (zone ABoVE de la NASA). Grâce à des données satellitaires micro-ondes, les chercheurs montrent que cette région reste un puits de carbone net (+28,49 Tg C/an), les gains de biomasse compensant les pertes. Cependant, l'étude révèle que la dégradation des forêts (liée au réchauffement et aux perturbations) est responsable de pertes de carbone cinq fois supérieures (-162,21 Tg C/an) à celles causées par la déforestation ou la perte totale du couvert forestier (-28,65 Tg C/an). La dégradation domine ainsi largement les pertes de carbone de la région.

Source : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569843224000839?via%3Dihub#f0035>



The distribution of forest regions and the EPS's Level 2 Eco-regions. The background shows the forest regions that were obtained from the European Space Agency's Climate Change Initiative (CCI) for the year 2016.



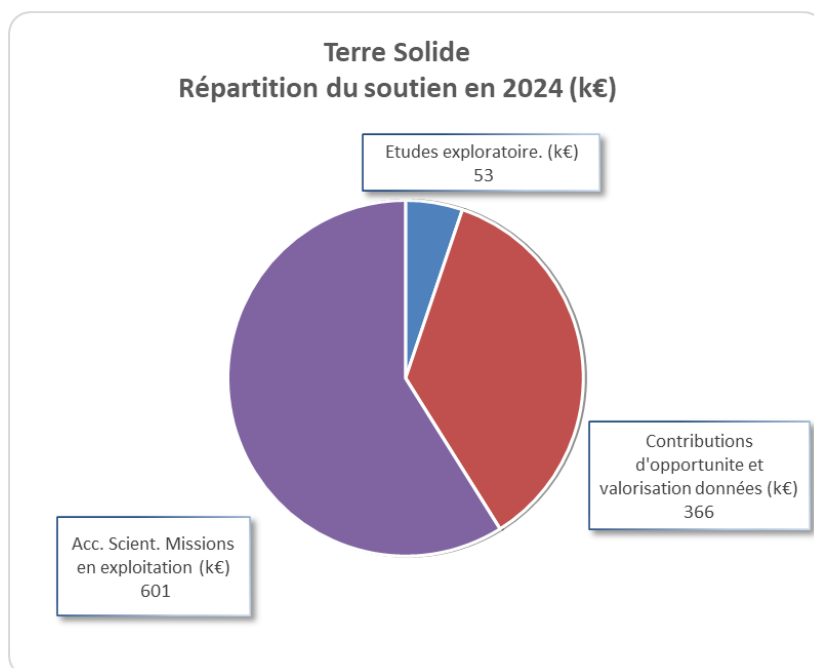
The AGC loss stemming from forest cover loss and degradation. (a) AGC loss stemming from forest cover loss and degradation. (b) AGC loss stemming from stand-replacing fire and other stand-replacing processes.

12. Terre Solide

12.1. Contexte et stratégie

Basée sur des sciences fondamentales, la thématique “Terre solide” a pour objectif l’étude de notre planète, i.e. sa formation et son évolution, sa composition, sa dynamique interne et les couplages avec les enveloppes externes que sont les surfaces continentales, les océans et l’atmosphère. Parallèlement à ces objectifs scientifiques, les changements globaux, et l’augmentation et la densification des populations requièrent que la communauté “Terre solide” réponde à plusieurs enjeux sociétaux, notamment sur les besoins énergétiques (hydrocarbures, géothermie), les ressources en minerais (construction, batterie, high-tech), les ressources en eau, et les risques naturels (glissement gravitaire, séisme, tsunami, volcan).

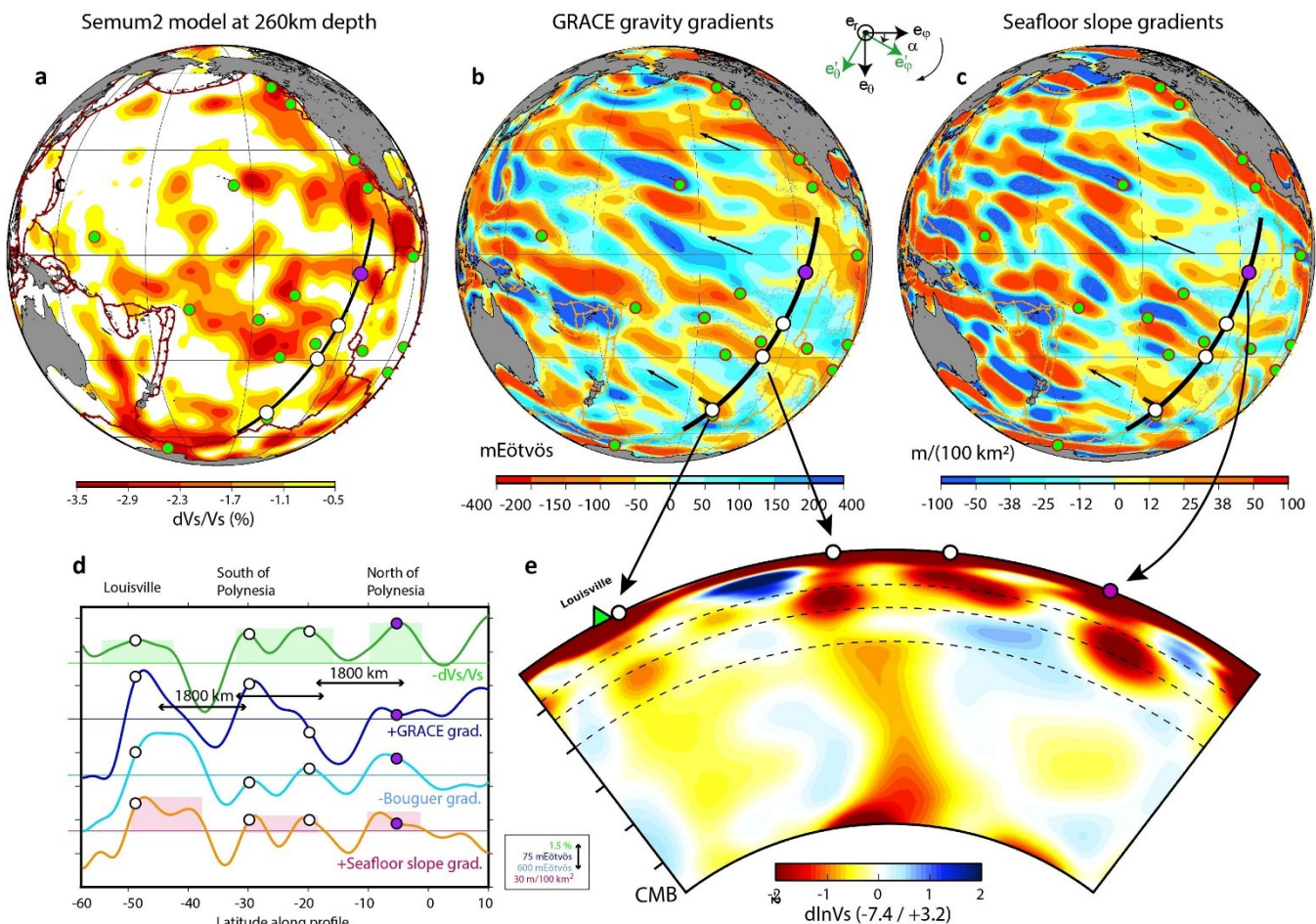
Dans ce contexte, les observations spatiales sont incontournables. Leur caractère global, homogène et de haute précision permet de compléter les mesures au sol en documentant des zones difficiles d’accès, voire inaccessibles. De plus, elles fournissent un suivi temporel continu et fréquent avec pour certaines observations des archives couvrant plusieurs décennies. L’enjeu de l’APR du CNES pour la communauté scientifique Terre Solide est principalement dédié au développement de son expertise scientifique pour exploiter au mieux les données disponibles et préparer l’avenir. Grâce au programme PARS du CNES et à sa politique de soutien long terme, la communauté Terre Solide est présente à l’échelle nationale, européenne et internationale, et est en position de leadership sur une des missions de Earth’s Explorer, Swarm. Le pôle FormaTerre vise à fournir à la communauté scientifique l’accès à des services et des outils performants pour accéder, traiter et analyser les données satellitaires et in-situ, ainsi que des produits dérivés sur la Terre solide et la Géodésie. D’une manière plus générale, FormaTerre contribue à une structuration de la communauté Terre Solide au niveau national, nécessaire pour faire face aux nouveaux défis et aux changements rapides du traitement scientifique des données spatiales.



En 2024, **52 activités** ont été soutenues. Le nombre de projets déposés pendant les dernières années reste stable, notamment en raison de la volonté du groupe Terre Solide de favoriser le rapprochement entre petits projets. Le nombre de projets en imagerie, au sens large (incluant l’utilisation des MNT, de l’interférométrie radar et la corrélation d’images) est toujours en forte progression, un signe du dynamisme de cette communauté. Le rôle de pôle FormaTerre de fédérer la communauté autour du partage des données et services est aussi clairement aperçu via les projets de l’année. Des chercheurs, post-docs et étudiants ont participé aux activités Terre Solide, qui ont fait l’objet de **47 publications** dans des revues à comité de lecture et d’un nombre important de collaborations internationales. La plupart des activités dans le domaine Terre Solide a été tournée vers l’accompagnement scientifique, avec des résultats notables, dont quatre sont présentés par la suite.

12.2. Fait marquant de l'année 2024

Une nouvelle échelle pour la convection mantellique via l'observation géophysique - À seulement quelques centaines de kilomètres sous nos pieds, de nombreux aspects de la dynamique du manteau restent encore à découvrir. Des ondulations spatiales de 2000 km de longueur d'onde alignées avec le mouvement actuel des plaques tectoniques dans les océans Pacifique et Indien ont été observées dans les modèles de géoïde issus de la mission GRACE et dans la bathymétrie océanique. Elles coïncident géographiquement avec des anomalies lentes de vitesses sismiques dans le manteau supérieur et la zone de transition. Ces signaux suggèrent la présence d'une convection méso-échelle du manteau qui ne provient pas uniquement de variations de température : des excès de masse doivent être présents dans les zones chaudes. Ces travaux présentent des bilans de masse dans le manteau qui intègrent ces contraintes observationnelles. Ces bilans permettent de développer un modèle simplifié de convection thermo-chimique bi-dimensionnelle s'étendant jusqu'à 1000 km de profondeur, qui résulterait au moins en partie de forçages profonds et pourrait ainsi partiellement contrôler le mouvement des plaques tectoniques. Les excès de masse dans les courants ascendants s'expliquent par une fusion partielle des roches au moment de leur changement de phase. Celles-ci se déshydratent au sommet de la zone de transition et produisent des matériaux enrichis en fer. Combinant différentes observables géophysiques à des échelles intermédiaires peu étudiées, ces résultats étayent la présence d'eau dans la zone de transition.



Les ondulations du géoïde et de la bathymétrie alignées avec la direction actuelle du mouvement de la plaque Pacifique, exprimées en gradients de gravité (gauche) et en gradients de pentes des fonds océaniques (droite), et leur correspondance avec les vitesses sismiques lentes (bas). L'ensemble de ces signaux s'explique par une convection thermo-chimique méso-échelle dans le manteau supérieur et la zone de transition étendue, avec fusion partielle et recristallisation des roches en profondeur.

Le modèle de champ de gravité étudié est produit par le CNES dans le cadre de l'International Gravity Field Service (IGFS) et accessible via le pôle de données et de services FormaTerre de DataTerra. La carte de bathymétrie a été construite à partir de données Cryosat-2, Jason-1 et Envisat. Ce travail a bénéficié de financements d'accompagnement scientifique (PARS) du CNES.

Référence publication: I. Panet et al., Partial melt in mesoscale upper mantle upwellings beneath ocean basins, Earth and Planetary Science Letters, 639 (2024), DOI: 10.1016/j.epsl.2024.118763.

13. Sciences Humaines et Sociales

13.1. Contexte et stratégie

Le programme de recherche en Sciences Humaines et Sociales (PSHS) est véritablement né en 2022. Avant cette date, des études SHS au Cnes étaient menées sans être structurées en programme. Comme les autres programmes de recherche en sciences spatiales, PSHS s'appuie sur PARS et PDOC+ pour structurer son soutien vers la communauté scientifique externe. Ce Programme se développe sur trois axes qui répondent à trois besoins :

- ❑ **Le spatial aide la recherche SHS** : Les données spatiales apportent des éléments nouveaux à la connaissance de terrain des chercheurs SHS (exemple : géographie, archéologie, démographie...). Encore sous utilisés par les chercheurs en sciences humaines et sociales la donnée spatiale peut apporter des éléments essentiels à leur compréhension du monde.
- ❑ **Le spatial comme objet d'étude pour les SHS** : L'écosystème du spatial étudié pour son histoire, sa dynamique, ses lois, son économie, ses acteurs, leurs relations, leurs outils. (exemple : histoire, sociologie, philosophie, droit..).

Cet axe permet aux chercheurs SHS de s'emparer de nos problématiques et de nous donner un autre regard sur la façon dont notre écosystème fonctionne, travaille, coopère. Le domaine spatial peut servir d'étude de cas pour d'autres domaines car il est un domaine relativement fermé.

Ces résultats peuvent nous aider à développer de nouveaux modes d'interactions, de nouvelles applications de mieux comprendre et de transmettre la culture spatiale

- ❑ **Le spatial et les SHS sur un même objet d'étude** : Recherches conjointes sur un même objet **pour une prise de décision éclairée, contribuant à changer l'écosystème** : miser sur la transversalité des sujets et l'interdisciplinarité des acteurs (Toute discipline SHS en dialogue avec les sciences de l'univers ou l'observation de la Terre sur un même sujet)

La communauté scientifique SHS s'intéressant au spatial n'étant pas encore structurée les premiers appels à propositions ont été peu fructueux et il a fallu répondre à des sollicitations au fil de l'eau pour débiter les travaux. C'est ce qui s'est passé pour l'appel 2023 et donc l'exercice 2024 présenté ci-dessous.

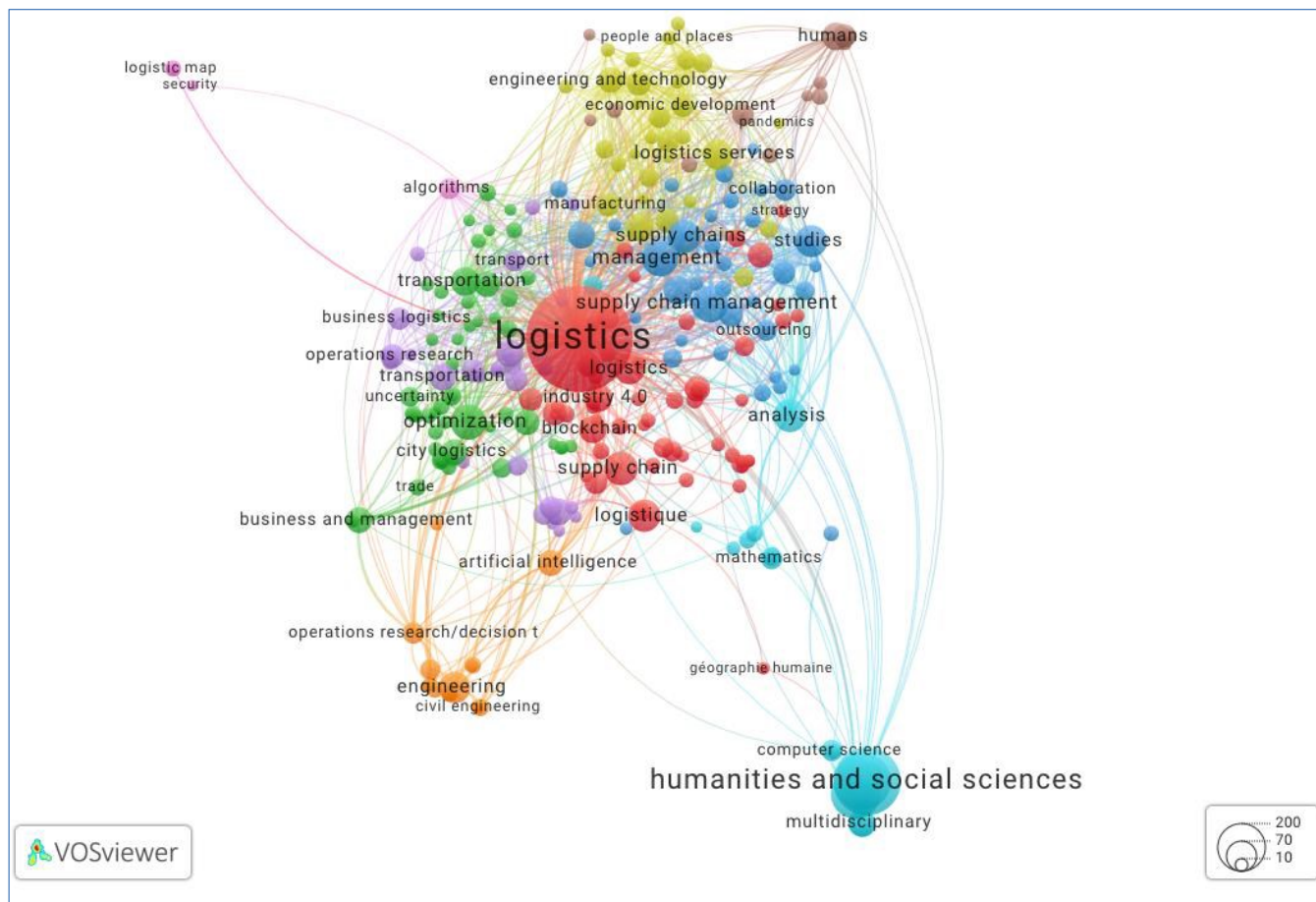
13.2. Faits marquants de l'année 2024

L'année 2024 a été marquée par l'exercice de prospective scientifique qui s'est déroulé sur toute l'année et dont les résultats ont été diffusés à la communauté lors du Séminaire de Prospective en octobre 2024. C'est un événement majeur qui a lieu tous les 5 ans, bien connu pour la communauté de recherche spatiale, mais qui, pour les SHS, avait un caractère singulier puisque que c'était le premier auquel la thématique était réellement associée. En tant que discipline transverse sur les sujets spatiaux, elle a naturellement participé aux discussions de la plupart des groupes de cette prospective. Puis, au vu du travail de mise en place d'un véritable programme SHS au sein du Cnes l'exercice de prospective a été l'occasion d'annoncer plus largement cette volonté de créer un véritable groupe thématique au même titre que toutes les autres disciplines scientifiques de la recherche spatiale. Cette année 2024 est donc un jalon important pour cette thématique.

Par ailleurs deux propositions de recherche ont été menées dans le cadre de l'APR 2024, il s'agit :

- Une analyse critique sur les jeux sérieux développés par le Cnes en tant qu'outils pratiques pour la communication sur les questions spatiales, Comment cette analyse peut-elle éclairer la conception des jeux, l'interaction entre les participants, les obstacles à la communication, l'absence et l'incohérence des lois et le potentiel de modification des résultats pour la gouvernance spatiale ? étude menée par les chercheurs du laboratoire Lienss
- D'une étude de ce que pourrait être **la logistique spatiale** menée par des géographes du centre Alexandre Koyre La logistique spatiale est une notion encore mal définie¹ : pour certains, elle ne peut exister et n'existera jamais car elle est trop irréaliste et restera du domaine de l'exceptionnel, pour d'autres, elle constitue la clé vers des profits réalisés via l'exploitation de ressources spatiales. Tous les acteurs s'accordent néanmoins sur le fait que la logistique est encore très jeune et à peine à ses débuts. A l'inverse, la logistique terrestre s'est si profondément ancrée dans la vie quotidienne de nos sociétés mondialisées qu'elle fait figure d'oubliée et n'apparaît que lorsque des problèmes apparaissent (grèves des transports, difficultés d'approvisionnement...). Ce paradoxe entre une logistique terrestre développée mais ignorée et une logistique spatiale naissante et rêvée de toutes parts nous a conduit à réfléchir sur les liens qui peuvent exister entre les deux.

L'analyse bibliométrique met en évidence la diversité des approches disciplinaires de la logistique via le traitement d'une grande masse de données. Loin d'être un monolithe appartenant aux sciences de la gestion, la logistique s'invite dans de très nombreux domaines ce qui peut être expliqué par la popularisation croissante des questions logistiques au sein des entreprises depuis les années 1960¹⁴ mais également par la nature même de celle-ci. Il convient ici de supposer que la logistique, loin de constituer un modèle bien établi permettant optimisation et maximisation des profits, soit en réalité un mode de pensée et d'organisation. Dès lors, la diversité des disciplines qui s'y intéressent constituerait une application de ce mode d'organisation à diverses problématiques.



Graphes résultat de l'analyse 5 des termes « logistique » ou « logistics » sur Vosviewer

Cette analyse bibliométrique a été complétée par des entretiens qualitatifs avec des acteurs de la logistique terrestre, maritime, militaire ainsi que des acteurs du spatial.

ANNEXE : Synthèse des projets

ASTRONOMIE-ASTROPHYSIQUE

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

Lancement du JWST en décembre 2021. Premières données scientifiques transmises à partir de juillet 2022. Ref : 9013 Thème : AA Action : Miri Porteur : ABERGEL Alain Labo : IAS
Le but de ce projet est de permettre de développer et poursuivre l'animation scientifique mise en place depuis 2017 et s'adressant à l'ensemble des chercheurs concernés par la problématique de l'énergie noire avec l'organisation d'une part d'un nouvel atelier annuel et d'autre part de poursuivre l'action de structuration de la communauté grâce aux initiatives des groupes de travail dédiés sur des aspects plus focalisés et d'ateliers associés. Ces groupes de travail mis en place et opérationnels depuis 2019 ont conduits à l'émergence de l'initiative TUG et au GdR Cophy, dont l'action Dark Energy est l'un des 4 « work groups », le quatrième étant l'ancien work package « Tools » de l'action. Ref : 9037 Thème : AA Action : ADE Porteur : BLANCHARD ALAIN Labo : IRAP
Le projet s'inscrit dans le cadre du programme multi-messager de l'observatoire spatial à haute énergie INTEGRAL. L'équipe de l'APC intervient activement dans le suivi des contreparties électromagnétiques aux ondes gravitationnelles détectées par LIGO/Virgo, dans la recherche de contreparties électromagnétiques aux neutrinos de haute énergie ainsi qu'à la recherche de contreparties multi-longueurs d'onde aux Fast Radio Bursts (FRB) et à l'étude des processus d'accrétion-éjection dans les binaires X et les AGN. Ref : 8993 Thème : AA Action : Integral Porteur : COLEIRO Alexis Labo : APC
La mission Euclid est désormais opérationnelle et le Consortium scientifique s'apprête à débiter les analyses scientifiques de la première vague de données. Dans ce cadre, les activités au sein des différents groupes de travail se sont intensifiées. Ref : 9058 Thème : AA Action : Euclid Porteur : LE BRUN Amandine Labo : LUTH
Participation à la collaboration XMM/SSC et analyse scientifique des données XMM, s'appuyant en particulier sur les Large Programs Ref : 9338 Thème : AA Action : XMM Porteur : BALLEST Jean Labo : AIM
L'année 2024 a été très riche pour les activités Euclid à l'ObAS avec l'arrivée des premières données Early Release Observation, dont celles de l'amas Fornax coordonnées par A.Lançon et K.Voggel, avec un papier de T. Saifollahi et al. et des contributions importantes à nombre d'autres articles. Ref : 9060 Thème : AA Action : Euclid Porteur : DUC Pierre-Alain Labo : OBAS
Suite à la revue d'autorisation du lancement de SVOM, l'année 2024 a été consacrée à la préparation de la recette en vol et à la finalisation du segment sol scientifique. SVOM a été lancé le 22 juin 2024 depuis la base de Xichang. Ref : 9356 Thème : AA Action : Svom Porteur : CORDIER Bertrand Labo : AIM
Einstein Probe a été lancé le 9 janvier 2024 depuis la base de Xichang. La revue de fin de recette en vol a été organisée du 21 au 26 avril 2024. Ref : 9354 Thème : AA Action : Einstein Probe Porteur : CORDIER Bertrand Labo : AIM
La mission se déroule parfaitement. Juno en est à sa 67ème orbite sur les 77 orbites prévues dans la mission étendue (jusqu'au 20/10/2025). Une possible 2e extension de mission est en cours de discussion. C'est une mission « New Frontiers », où tous les Co-Is ont accès aux données de tous les instruments. Ref : 9140 Thème : SHM Action : JUNO - WAVES Porteur : ZARKA Philippe Labo : LESIA
La mission SVOM a été lancée avec succès en juin 2024. Après une intense phase de commissioning pendant laquelle nous avons pu calibrer et préparer l'exploitation scientifique des instruments, nous commençons les opérations scientifiques. SVOM dispose déjà de résultats intéressants qui seront publiés rapidement. Ref : 8988 Thème : AA Action : Svom Porteur : LACHAUD Cyril Labo : APC
Durant l'année 2024, les deux principaux axes de travail utilisant le code CIGALE sont les simulations scientifiques (PRIMAger et FIRESS) pour le projet PRIMA, ainsi que l'analyse des données spectrales JWST/NIRSpec (programme ERS CEERS et programme Treasury CAPERS). Ref : 9049 Thème : AA Action : Cigale Porteur : BURGARELLA Denis Labo : LAM
La proposition de type « probe » PRIMA a été soumise à la NASA en novembre 2023 avec une forte contribution CNES (LAM+CEA). Le projet PRIMA a été sélectionné pour une étude de phase A d'une durée de 12 mois. Deux projets restent en compétition : PRIMA en infrarouge et AXIS en rayons X. Ref : 9435 Thème : AA Action : PRIMA Porteur : CIESLA Laure Labo : LAM

Le projet NECO a pour objectif de développer des collaborations franco-japonaises. Le financement du CNES est plus spécifiquement dédié aux projets spatiaux (SVOM et PRIMA en 2024). Ces discussions bilatérales sont cruciales pour ouvrir un espace de collaborations scientifiques spatiales avec le Japon. Ref : 9051 Thème : AA Action : Neco Porteur : BURGARELLA Denis Labo : LAM
SVOM est une mission franco-chinoise pour étudier le ciel transitoire, avec un focus sur l'étude des sursauts gamma avec des observations multi-longueurs d'ondes les plus complètes possible. Dans ce cadre, le télescope COLIBRI (F-GFT) aura un rôle particulier. Ref : 9000 Thème : AA Action : Svom Porteur : DORNIC Damien Labo : CPPM
Ce rapport concerne l'exploitation scientifique du JWST dans le cadre de l'étude de la formation des galaxies, l'un des deux piliers des observations du JWST avec celui de l'étude des exoplanètes. Ref : 9359 Thème : AA Action : MIRI Porteur : ELBAZ David Labo : AIM
Euclid a été lancé en Juillet 2023 et a commencé à observer avec succès. Une release Q1 de données a été délivrée au consortium en Novembre. L'exploitation d'Euclid nécessite l'élaboration d'outils de traitement du signal, de simulations (SPV,...), de préparation des cas scientifiques en cosmologie et « legacy » pour optimiser les données Euclid ainsi que de données au sol. Ref : 9360 Thème : AA Action : Euclid Porteur : DADDI Emanuele Labo : AIM
LiteBIRD vise la détection et la mesure des modes « B » de polarisation du CMB, qui seraient la signature d'une phase d'inflation primordiale de l'Univers. LBSims (SpringBIRD) prépare la mise en place des simulations numériques nécessaires à l'analyse optimale de ces données. Ref : 9008 Thème : AA Action : SpringBIRD Porteur : HIVON Eric Labo : IAP
Nous motivons cette proposition sur la préparation et la participation de la communauté scientifique française à la mission Roman. Dans cette proposition, nous nous concentrons exclusivement sur l'instrument à grand champ (WFI) et sur deux équipes d'infrastructure de projet (PIT) liées à la cosmologie dans lesquelles nous sommes impliqués. Ref : 9048 Thème : AA Action : Roman Porteur : JULLO Eric Labo : LAM
Notre programme Heritage « Witnessing the culmination of structure formation in the Universe » est basé sur un programme de classe Heritage d'observation XMM-Newton de 3 mega-secondes. Il a pour but d'observer le point culminant de la formation des structures. Ref : 9030 Thème : AA Action : XMM Heritage Porteur : POINTECOUTEAU Etienne Labo : IRAP
Le projet Theia est un télescope qui vise à détecter des exoplanètes de masse terrestre autour des étoiles voisines par astrométrie différentielle. Les défis instrumentaux sont de mesurer précisément la position des étoiles sur de très large détecteurs et de s'assurer de la stabilité de la mesure. Ref : 9023 Thème : AA Action : Theia Porteur : MALBET Fabien Labo : IPAG
La détection de l'empreinte des ondes gravitationnelles primordiales sur la polarisation du CMB est l'objectif phare de la mission spatiale LiteBIRD. Pour atteindre cet objectif, les angles de polarisation devront être mesurés avec une précision absolue de 5' mais aucune source micro-onde polarisée dans le ciel n'est connue avec cette précision. Ref : 9056 Thème : AA Action : CosmoCal Porteur : BOULANGER Francois Labo : LPENS
Mission d'astrométrie spatiale en mode relevé et balayage continu sur au moins 5 ans (objectif initial) et qui sera en fait de 10.5 ans à la fin des opérations en janvier 2025. Détermination des parallaxes et mouvement propres pour au moins un milliard de sources. Observations complémentaires en photométrie, spectro-photométrie et spectroscopie à moyenne résolution. Ref : 9044 Thème : AA Action : Gaia Porteur : MIGNARD Francois Labo : LAGRANGE
Conformément à la convention passée avec le CNES, le LUPM participe au développement du French Science Center au sein duquel il est chargé de l'élaboration des produits scientifiques des sursauts gamma basés sur les données ECLAIRS et GRM. Ref : 9057 Thème : AA Action : Svom Porteur : PIRON Frédéric Labo : LUPM
The XMM Heritage Programme is an ambitious multi-year 3 megasecond international project with more than 80 co-Is, which aims to obtain a clear vision of the local galaxy cluster population and in the high mass regime. An extensive multi-wavelength follow-up programme is underway, together with an intensive numerical simulation programme. Ref : 9339 Thème : AA Action : XMM-HERITAGE Porteur : PRATT Gabriel Labo : AIM
La mission NewAthena (« Advanced Telescope for High ENergy Astrophysics ») est un grand observatoire européen de prochaine génération dans le domaine des rayons X. Son lancement est prévu pour la fin des années 2030. La mission XRISM, lancé en 2023, avec son instrument Resolve, est un précurseur de NewAthena. Ref : 9353 Thème : AA Action : Athena Porteur : PRATT Gabriel Labo : AIM
Ce programme de recherche étudie les phénomènes de haute énergie dans la région du centre galactique (CG) et notamment l'activité X et gamma présente et passée du trou noir super-massif central, Sgr A*, à partir d'observations XMM-Newton, mais aussi Chandra, Nu-STAR, INTEGRAL et HESS, de la région. Ref : 8995 Thème : AA Action : XMM Porteur : GOLDWURM ANDREA Labo : APC

L'APC participe à New Athena, la mission spatiale L2 de l'ESA dédiée à la thématique de l'Univers Chaud et Energétique pour la mise en orbite d'un observatoire d'astronomie X en 2037, avec le développement du sous-système d'électronique de proximité chaude WFE de l'X-IFU et une contribution à l'X-ISC du segment sol scientifique. Ref : 8991 Thème : AA Action : Athena Porteur : GOLDWURM ANDREA Labo : APC
Euclid est un grand relevé de galaxies avec comme objectifs scientifiques principaux la recherche de l'énergie noire, de la matière noire et de la gravité modifiée. Le satellite a été lancé avec succès en juillet 2023. Ref : 9011 Thème : AA Action : Euclid Porteur : GRAIN Julien Labo : IAS
LiteBIRD est une mission spatiale sous responsabilité JAXA pour l'observation des modes B de polarisation du Fond Diffus Cosmologique (FDC). Son lancement est prévu pour 2029. La France est fortement impliquée (phase A CNES) dans l'instrument MHFT sous responsabilité CNES. Ref : 9012 Thème : AA Action : Litebird Porteur : GRAIN Julien Labo : IAS
Collaboration Fermi-LAT (mission NASA) Construction du modèle d'émission gamma interstellaire sur tout le ciel pour permettre l'étude des sources ponctuelles par la communauté Production des différentes versions du catalogue des sources Fermi-LAT Ref : 9355 Thème : AA Action : Fermi Porteur : GRENIER Isabelle Labo : AIM
Projet LARS (et eLARS): Les galaxies de l'échantillon LARS et eLARS (pour extended LARS) ont maintenant été obtenues par HST (imagerie et COS). Il s'agit de fournir un legs observationnel, qui permettra de comprendre le transfert des photons Lyman alpha en milieu turbulent et servira de base de données à la communauté. Cette étude a pour but de comprendre l'univers lointain pour lequel nous ne disposons pas de données aussi détaillées. HST est complété par toute une série d'observations essentielles au sol (télescopes IR, mosaïques IFU et radiotélescopes). Ref : 9005 Thème : AA Action : HST Porteur : ATEK Hakim Labo : IAP
Le premier quick data release (Q1) a été distribué de façon interne au Consortium et l'analyse de données continue vers le premier data release (DR1). La préparation scientifique au niveau des science working groups monte en puissance très significativement. Les key projects pour DR1 ont démarré. Ref : 9025 Thème : AA Action : Euclid Porteur : TUTUSAUS Isaac Labo : IRAP
SVOM est une mission d'exploration du ciel transitoire, réalisée pour l'essentiel en collaboration franco-chinoise. SVOM représente un nouvel outil extrêmement puissant pour l'exploration multi-messagère du ciel (photons + neutrinos + ondes gravitationnelles + rayons cosmiques). SVOM a été lancée avec succès le 22 juin 2024. Ref : 9035 Thème : AA Action : Svom Porteur : ATTEIA Jean-Luc Labo : IRAP
Expérience SPI (20 keV – 8 MeV) à haute résolution spectrale sur la mission Integral lancée en 2002. Détecteurs Germanium haute pureté refroidis à 80K. Fonctionnement quasi nominal depuis 22ans. Ref : 9027 Thème : AA Action : Integral SPI Porteur : ROQUES Jean-Pierre Labo : IRAP
Analyse des données Planck et valorisation de celles-ci auprès des observations CMB sol (en particulier SPT, ACT et préparation CMB-S4). Préparation de la mission LiteBIRD. Ref : 9006 Thème : AA Action : BPlus Porteur : BENABED Karim Labo : IAP
Le Survey Science Centre du satellite XMM-Newton a pour objectif de maximiser le retour scientifique de cet observatoire spatial X (0.2-12 keV) en analysant de manière exhaustive le contenu des champs de vue des instruments, fournissant des logiciels, produits calibrés et catalogues de sources à destination de la communauté internationale. Ref : 9063 Thème : AA Action : XMM SSC Porteur : MICHEL Laurent Labo : ObAS
La charge utile de l'observatoire spatial INTEGRAL comprend deux instruments principaux, un imageur, IBIS, et un spectromètre, SPI, dédiés à l'observation du ciel dans le domaine des rayons gamma (20 keV – 10 MeV). Ref : 9351 Thème : AA Action : INTEGRAL-IBIS Porteur : LAURENT Philippe Labo : AIM
La satellite Fermi de la NASA est en orbite depuis juin 2008. Le LAT, son instrument principal, observe depuis cette date les pulsars dans le domaine du GeV et en a détecté plus de 300. Nous conduisons des observations radio de pulsars à Nançay, en soutien de ces observations aux hautes énergies. Ref : 9055 Thème : AA Action : Fermi Porteur : GUILLEMOT Lucas Labo : LPC2E
Le projet LiteBIRD a été sélectionné par JAXA en 2019, puis par le gouvernement (MEXT) en 2022. Suite à la MDR début 2024, et une réorganisation interne au Japon, l'architecture globale du payload a été révisée, proposant un plan de reformation avec le CNES comme lead de l'unique instrument. Ref : 9034 Thème : AA Action : LiteBIRD Porteur : MONTIER Ludovic Labo : IRAP
Etude pour un nouveau projet ballon afin d'effectuer la première mesure des distorsions spectrales du fond diffus cosmologique et de servir de précurseur pour une future mission spatiale. Ref : 9010 Thème : AA Action : Bisou Porteur : MAFFEI Bruno Labo : IAS
Maximiser le retour scientifique des observations du ciel à haute énergie en étudiant les sources détectées, les processus à l'origine de leur émission et l'influence de ces sources sur leur environnement, via le rayonnement et les éjections associées aux phénomènes d'accrétion. Ref : 9022 Thème : AA Action : XMM Porteur : CLAVEL Maïca Labo : IPAG

Les données multi-longueurs d'ondes sur les amas de galaxies sont déjà obtenus grace aux missions Planck, XMM, Chandra, DES. Certaines études liées à la turbulence sont préparatoires aux analyses des données Athena. Ref : 9014 Thème : AA Action : XLSS Porteur : DOUSPIS Marian Labo : IAS
Le projet SIMBAD-ESPACE garantit et pérennise la pertinence des services de référence du CDS vis à vis des données issues de moyens spatiaux. Ref : 9062 Thème : AA Action : CDS Porteur : ALLEN Mark Labo : OBAS
After the Astro 2020 Decadal Review NASA has published a call for a Probe Mission (between Large and Medium) for a far-IR or X-ray mission to be launched in 2032. The Far-IR Spectroscopy Space Telescope, P.I. Asantha Cooray, has been prepared for this probe call. Ref : 9054 Thème : AA Action : Firsst Porteur : WIEDNER Martina Labo : LERMA
Le projet LiteBIRD, porté par l'agence spatiale japonaise, représente aujourd'hui la mission spatiale la plus mature à moyen terme et dédiée à la mesure de la polarisation du CMB sur l'ensemble du ciel. Ref : 8994 Thème : AA Action : Litebird Porteur : PIAT Michel Labo : APC
Nous gouvernons l'XMM-Newton Survey Science Centre, le consortium responsable pour le développement des logiciels pour le traitement et l'analyse des données d'XMM-Newton et la production des catalogues et l'identification des sources détectées. Ref : 9036 Thème : AA Action : XMM SSC Porteur : WEBB Natalie Labo : IRAP
Merieme Chadid, tâche de service CNAP. Intégrer le télescope UniverCity au Plateau Calern dans le réseau de suivi du SVOM. Michel Boer, PI du réseau de télescopes TAROT. Sarah Antier, le suivi des sursauts gamma et leur description scientifique. Antonio de Ugarte Postigo, le suivi des sursauts gamma et leur description scientifique. Ref : 8998 Thème : AA Action : Svom Porteur : CHRISTENSEN Nelson Labo : ARTEMIS
Au cours du premier semestres la mission SVOM a continué son développement autour des différents instruments et du système sol. Après le lancement réussi, le suivi des instruments et leur commissioning a monopolisé les équipes du consortium. Ref : 9019 Thème : AA Action : Svom Porteur : LEROY Nicolas Labo : IJCLAB
COSMOS COSMOS est un champ de référence de 2 deg2 observé avec les plus grands télescopes spatiaux (HST, puis Spitzer, Chandra, Herschel, puis JWST et maintenant Euclid) et au sol (VLT, VISTA, SUBARU, ALMA, ...). Hubble Frontier Fields Nous complétons ces données par des observations HST profondes d'amas de galaxies lentilles (programmes Frontier Fields et BUFFALO). Nous utilisons ces données pour étudier l'évolution des galaxies (utilisation des amas en tant que télescopes gravitationnels), ainsi que la distribution de matière noire dans les amas de galaxies. GTO-MIRI Ce rapport concerne également les études sur le GTO-MIRI. Avec un des 4 co-I France du team MIRI, le LAM contribue fortement à la définition et à l'exécution du GTO MIRI "high-z" (noté HZ par la suite) identifié dans le temps garanti. Ref : 9050 Thème : AA Action : HST Cosmos Porteur : ILBERT Olivier Labo : LAM
L'objectif de l'expérience COSI SMEX, qui sera lancée en orbite basse en 2027, est l'observation du ciel en gamma dans le domaine 0.2-5 MeV, pour étudier : l'origine des positrons galactiques, la nucléosynthèse stellaire et la physique des objets compacts. Ref : 9031 Thème : AA Action : Cosi Porteur : JEAN Pierre Labo : IRAP
Les derniers articles du projet XXL sont en cours de rédaction : on a dépassé la soixantaine d'articles, incluant les papiers joints XXL-HSC (XMM-Subaru) La collaboration XMM-XEDFF démarre et durera environ 10 ans ; voir http://fornax.cosmostat.org Ref : 9350 Thème : AA Action : XMM-EDFF Porteur : PIERRE Marguerite Labo : AIM
En 16 ans, le Fermi Large Area Telescope a opéré une véritable révolution en astrophysique des hautes énergies. L'instrument a révélé la richesse et la diversité du ciel gamma, et il nous a donné à voir des phénomènes totalement inattendus. Ref : 9026 Thème : AA Action : Fermi Porteur : MARTIN Pierrick Labo : IRAP
Les objectifs scientifiques d'EP sont les relevés systématiques du ciel transitoire dans la bande des rayons X mous à haute cadence, la découvertes des trous noirs quiescents à presque toutes les échelles de masse, et la découvertes des contreparties X des sources d'ondes gravitationnelles Ref : 9059 Thème : AA Action : Enstein Probe Porteur : MAGGI Pierre Labo : OBAS
SVOM est une mission d'étude des sursauts gamma et du ciel variable et transitoire à haute énergie. Elle apportera des avancées dans plusieurs domaines, mais nécessite une expertise variée et des interfaces complexes entre les différents acteurs impliqués Ref : 9061 Thème : AA Action : Svom Porteur : MAGGI Pierre Labo : OBAS
Principale mission spatiale cosmologique de l'ESA dans le but de contraindre l'énergie et la matière sombres par une cartographie du ciel lointain afin de mesurer les effets de weak lensing et de clustering des galaxies. Énorme science additionnelle (évolution des galaxies, amas...) Ref : 9045 Thème : AA Action : Euclid Porteur : GAVAZZI Raphael Labo : LAM

Les observations de la mission NICER nous permettent d'étudier les étoiles à neutrons, et en particulier de mesurer leurs masses et rayons afin de déterminer la nature de la matière dense et froide, et ainsi compléter notre compréhension de la matière baryonique dans l'Univers. Ref : 9024 Thème : AA Action : Nicer Porteur : GUILLOT Sebastien Labo : IRAP
Einstein Probe est une mission dont les objectifs sont de découvrir et caractériser les sources transitoires de haute énergie et de surveiller les objets variables dans la bande des rayons X mous avec une sensibilité d'un ordre de grandeur plus élevé que les instruments actuellement en orbite. Ref : 9032 Thème : AA Action : Einstein Probe Porteur : GUILLOT Sebastien Labo : IRAP
Euclid est une mission phare de l'agence spatiale européenne (ESA) dédiée à l'étude de l'énergie noire. Elle été lancée le 1 juillet 2023. Ref : 8992 Thème : AA Action : Euclid Porteur : BARTLETT James Labo : APC
ATLAS became SIRMOS, a NASA SMEX mission proposal in 2023. The PI is always Yun Wang, at IPAC, Caltech, and the team was reorganized. The mission concept was presented in a SPIE conference in 2024 in an article in which Mei is co-author. Ref : 8989 Thème : AA Action : Atlas Porteur : MEI Simona Labo : APC
Ce programme inclut l'activité scientifique de Lagrange dédiée à la mission Euclid.Celui-ci est basé sur l'activité amas de galaxies coordonnée par Sophie Maurogordato, mais inclut également une activité sur les simulations numériques menée par Mathias Schultheis et une activité importante sur les petits corps du système solaire menée par Benoit Carry. Ref : 9042 Thème : AA Action : Euclid Porteur : MAUROGORDATO Sophie Labo : LAGRANGE
La mission SVOM s'inscrit dans le cadre de la collaboration sino-française initiée entre l'Agence Spatiale Chinoise, CNSA, l'Académie des Sciences de Chine, CAS, et le CNES. Le satellite est désormais lancé et est en phase de Science Vérification jusqu'à la fin de l'année 2024. Le début des observations scientifiques doit débuter officiellement en janvier 2025. Ref : 9047 Thème : AA Action : Svom Porteur : BASA Stephane Labo : LAM
Euclid est une mission spatiale dédiée à l'étude de l'énergie noire, qui a été lancée le 1er juillet 2023 de Cap Canaveral pour une durée de 6 ans. Les deux sondes primaires sont le clustering des galaxies et le cisaillement gravitationnel, en plus de nombreuses autres sondes cosmologiques (legacy science). Ref : 8999 Thème : AA Action : Euclid Porteur : ESCOFFIER Stéphanie Labo : CPPM
L'équipe du CEA a participé aux réunions mensuelles d'avancement des projets WFM et LAD pour la réalisation de démonstrateurs de plans de détecteurs à base de grands SDD et des ASIC IDeF-X. Après la fourniture de matériel les années précédentes (les puces nues d'ASIC et documentation associée), c'est donc notre rôle de conseil et d'interprétation lors des analyses de défaillance qui a été utile pour le projet en 2023 et 2024. De plus, le CEA a participé aux essais de validation fonctionnelle des ASIC sur carte détecteur en (i) revoyant le banc de test de l'INFN et le plan de test pour le WFM (ii) élaborant le plan de test avec l'INAF pour le LAD. Le résultat a été la réalisation de deux démonstrateurs entièrement fonctionnels dont les détecteurs sont en cours de caractérisation. Le SRON et l'INAF sont prioritaires des photos de ces démonstrateurs. Ref : 9361 Thème : AA Action : eXTP Porteur : SCHANNE Stéphane Labo : AIM
SVOM est un satellite dont la mission principale est la détection et le suivi des GRBs. Le GEPI est impliquée à plusieurs titres dans SVOM, notamment dans le FSC et dans l'exploitation scientifique des données. Ref : 9001 Thème : AA Action : Svom Porteur : VERGANI Susanna Labo : GEPI
Le but de MINE est, depuis sa mise en place, dès le lancement en 2002 du satellite de haute énergie INTEGRAL (ESA), d'organiser des campagnes d'observations multi-longueur d'onde, des rayons X à la radio, en passant par le visible et l'infrarouge, et de les exploiter afin d'identifier la nature, et d'étudier les nouvelles sources détectées par INTEGRAL. Projet couronné de succès, avec des propositions acceptées sur différents observatoires/satellites de premier plan, dont principalement le VLT à l'ESO. Ref : 8990 Thème : AA Action : Integral-Mine Porteur : CHATY Sylvain Labo : APC
La SF2A est une société savante regroupant les astronomes et astrophysiciens professionnels français. Elle organise annuellement une semaine de rencontre de la communauté, soutenue dans cette action par l'INSU, le CNES et le CEA. Ref : 9021 Thème : AA Action : SF2A Porteur : BAILLIE Kevin Labo : IMCCE
LiteBIRD est une mission spatiale pour étudier l'Univers primordial à travers la mesure de la polarisation du fond diffus cosmologique. La mission est portée par la JAXA et en phase A au CNES pour la responsabilité de l'instrument. Ref : 9018 Thème : AA Action : SiFoCa Porteur : TRISTRAM Matthieu Labo : IJCLAB
COMCUBE-S est un projet d'essaim de nanosatellites gamma récemment sélectionné par l'ESA, dédié à la polarimétrie des sursauts gamma et à l'astronomie du domaine temporel. Un modèle réduit de l'instrument a été qualifié dans l'environnement du proche espace en ballon stratosphérique ouvert. Ref : 9017 Thème : AA Action : ComCubeBal Porteur : TATISCHEFF Vincent Labo : IJCLAB
Euclid est une mission de l'ESA visant à déterminer la nature de l'énergie sombre. Le satellite, lancé le 1er juillet 2023 puis transféré en L2, a commencé son relevé le 14 février 2024. L'EC a construit les instruments VIS et NISP, produit les données et publiera les premiers résultats scientifiques. Ref : 9003 Thème : AA Action : Euclid ECL Porteur : MELLIER Yannick Labo : IAP

Les données de Gaia, Pierre angulaire de l'ESA, sont traitées par le Consortium DPAC dans lequel l'Observatoire de Paris a de nombreuses responsabilités. Des résultats remarquables ont été obtenus à la suite de chaque publication du Catalogue, en particulier la dernière en date, DR3, mi 2022.

Ref : **9002** Thème : AA Action : GAIA-AS Porteur : ARENOU François Labo : GEPI

Nous étudions les données de S4G (galaxies proches), de GAIA (notre Galaxie) et de JWST (galaxies distantes), incluant des données complémentaires (e.g. HI), et les comparons à nos simulations N-corps hydro, afin de suivre l'évolution des galaxies et la distribution de matière noire.

Ref : **9046** Thème : AA Action : S4G Porteur : BOISSIER Samuel Labo : LAM

EXO BIOLOGIE, EXO PLANETES ET PROTECTION PLANETAIRE

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

L'expérience MarSCoDe est à bord du rover Zhurong, premier rover chinois sur Mars, qui utilise la technique du LIBS, la même que celle utilisée par ChemCam et SuperCam. Notre expertise, aussi bien sur les aspects de calibration que d'analyse, est souvent sollicitée. Ref : 9290 Thème : Exo Action : TianWen-1 MarsCode Porteur : COUSIN Agnes Labo : IRAP
Cheops est une mission de classe S de l'ESA qui a été lancée le 18 décembre 2019. La mission nominale s'est achevée le 31 août 2023. La mission a été prolongée par l'ESA jusqu'en 2029 (avec un point d'étape en 2026). La mission étendue a commencé le 1er septembre 2023. Ref : 9277 Thème : Exo Action : CHEOPS Porteur : LECAVELIER Alain Labo : IAP
Depuis 2001 les observatoires spatiaux sont utilisés pour caractériser les atmosphères des exoplanètes. En parallèle les observations HST des exocomètes se poursuivent avec des programmes Cycle 30 (PI A. Lecavelier), Cycle 31 (2024, Co-PI A. Lecavelier) et Cycle 32 (2025, PI T. Vrignaud). Ref : 9278 Thème : Exo Action : HUBBLE Porteur : LECAVELIER Alain Labo : IAP
Le projet de recherche E-Titan s'attache à optimiser et à préparer le retour scientifique des expériences de mesures électriques de la station géophysique et météorologique DraGMet (PI : Ralph LORENZ, JHU-APL) de Dragonfly : DIEL (mesure de la permittivité complexe du sol) et EFIELD (mesure du champ électrique). Ref : 9308 Thème : Exo Action : E-Titan Porteur : LE GALL Alice Labo : LATMOS
Des panels de capture constitués d'aérogel de silice ont été exposés lors de la mission spatiale Tanpopo [Japon]. Nous développons une méthodologie non destructive pour identifier les molécules organiques et les poussières piégées dans l'aérogel exposé au retour de la mission. Ref : 9328 Thème : Exo Action : TANPOPO Porteur : PERCOT Aline Labo : MONARIS
La mission PLATO a été adoptée dans le plan scientifique de l'ESA le 20 juin 2017 pour un lancement fin 2026. La revue critique de l'ESA a été passée avec succès en janvier dernier. Les personnels du LUPM travaillent activement au sein de PSM à la préparation scientifique de la mission (WP Stellar Science et Follow-up). Ref : 9326 Thème : Exo Action : PLATO-PSPM Porteur : PALACIOS Ana Labo : LUPM
L'objectif du projet est de mieux comprendre les phases de formation des planètes géantes en observant des systèmes jeunes voire très jeunes, certains pouvant être encore enfoui dans leur disques protoplanétaires à partir de données proche (SPHERE/VLT) et moyen IR (MIRI/JWST). Ref : 9313 Thème : Exo Action : JWST Porteur : BOCCALETTI Anthony Labo : LESIA
Le projet BISCOTE s'inscrit dans le contexte de recherche de signatures de vie dans notre Système solaire. Il vise à développer un outil innovant, basé sur de l'immunoanalyse avec détection par transfert de fluorescence (HTRF), miniaturisé et compatible avec une intégration au sein d'un nanosatellite. Ref : 9301 Thème : Exo Action : BISCOTE Porteur : DOBRIJEVIC Michel Labo : LAB
Ariel est la future mission M4 de l'ESA, sélectionné en 2018, adoptée en 2020 avec un lancement prévu en 2029. Le LESIA est très impliquée sur la calibration du spectrographe infrarouge AIRS et sur la préparation scientifique de la mission. Ref : 9315 Thème : Exo Action : ARIEL Porteur : CHARNAY Benjamin Labo : LESIA
Les processus d'irradiation de surface peuvent altérer grandement la composition de la matière organique des satellites joviens. Nous menons un travail d'expérimentation pour caractériser l'effet de ces processus et leur impact sur l'évolution des satellites, et les données de missions spatiales. Ref : 9331 Thème : Exo Action : Iguane Porteur : BOUQUET Alexis Labo : P2IM
Dragonfly a été sélectionnée en 2019 dans le cadre du programme NASA NF4. Dragonfly contient quatre instruments dont l'analyseur chimique DraMS (fourniture hardware française + Co-I ship science) Ref : 9309 Thème : Exo Action : DRAGONFLY DraMS Porteur : FREISSINET Caroline Labo : LATMOS
La NASA ouvrira « pas avant 2026 » un appel à proposition de missions dans le programme New Frontiers 5. Encelade est l'une des cibles potentielles. Les missions EAGLE et ELSAH seront proposées aux NF5 pour étudier l'habitabilité d'Encelade. Ref : 9310 Thème : Exo Action : EAGLE Porteur : FREISSINET Caroline Labo : LATMOS

La recherche d'exoplanètes froides et/ou habitables par microlentille va entrer dans un âge d'or avec la mission Nancy Grace Roman de la NASA (lancement fin 2026). Roman permettra en effet la découverte d'environ 1400 nouvelles planètes, y compris des systèmes semblables au nôtre. Ref : 9281 Thème : Exo Action : ROMAN-ST Porteur : RANC Clement Labo : IAP
COSPAR PPP : Présidente du Panel sur la Protection Planétaire (PP) du COSPAR, je travaille depuis 2018 avec les autres membres du Panel pour définir et mettre à jour la politique de protection planétaire au profit de la communauté spatiale internationale. Nous avons des contacts avec d'autres entités PP et on publie régulièrement les travaux du comité qui sont reconnus internationalement et de plus en plus d'actualité en vue des missions avec retour d'échantillons. Ref : 9314 Thème : Exo Action : COSPAR Planetary Protection Porteur : COUSTENIS Athéna Labo : LESIA
Ce projet s'effectue dans le cadre d'un programme de la NASA de maturation d'instruments pour la mission Europa Lander, ou une mission à destination d'Encelade, qui pourrait être programmée dans les années à venir. Pour préparer la réponse à l'AO de cette mission, nous développons des méthodes analytiques, ainsi qu'un prototype instrumental complet, basés sur la chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse. Ref : 9311 Thème : Exo Action : EMILI Porteur : SZOPA Cyril Labo : LATMOS
En utilisant des analogues, notre objectif est de démontrer la puissance de l'utilisation de l'orbitrap couplé ou non à un chromatographe en phase gazeuse pour l'analyse de ces environnements. Cette approche est une première mondiale et placera ce projet parmi les plus novateurs de notre discipline que ce soit au niveau de la chimie analytique, de l'astrochimie ou de la recherche spatiale. Par ailleurs, nous travaillons maintenant directement sur des météorites carbonnées, pour préparer de futures analyses d'échantillons HAYABUSA ou OSIRIS-REX. Ref : 9330 Thème : Exo Action : Gorbi Porteur : DANGER Grégoire Labo : P2IM
Exploitation en cours du microphone martien, des résultats toujours très intéressants. Reprise par l'ISAE de la coordination des activités de suivi des payload atmosphériques (Animation par A. Stott du Working group Perseverance) Ref : 9369 Thème : Exo Action : MARS2020 Microphone Porteur : MIMOUN David Labo : ISAE
Le projet porté par M-Ch. Maurel (ISYEB) a pour but la détection de molécules d'intérêt biologique dans les poussières collectées par l'expérience Tanpopo (EF-JEM, sur l'ISS). Notre participation apporte un support d'expertise pour l'analyse de matière extraterrestre. Ref : 9283 Thème : Exo Action : TANPOPO Porteur : BAKLOUTI Donia Labo : IAS
The aim of the Exocube halophiles project is to assess the effects of full-spectrum solar irradiation after exposure on the exterior of the International Space Station on the preservation of the cell envelopes of halophilic micro-organisms encased in halite (NaCl) crystals. Ref : 9327 Thème : Exo Action : Exocube Porteur : KISH Adrienne Labo : MCAM
METEOR vise à étudier des biominéraux (minéraux formés par l'activité biologique) par pyrolyse, de déduire la partie organique qui les constituent et in fine d'analyser ces échantillons sur un banc d'essai MOMA développé autour du modèle d'ingénierie GC. Ref : 9318 Thème : Exo Action : METEOR Porteur : STALPORT Fabien Labo : LISA
Dans le cadre de la mission ARIEL, la communauté de la spectroscopie au sol permet d'identifier les meilleures cibles par l'étude des atmosphères et connaître précisément les masses des planètes. Avec l'instrument SPIRou, nous participons à ces deux aspects. Cette demande se concentre sur le premier. Ref : 9291 Thème : Exo Action : ARIEL - AIRS Porteur : DEBRAS Florian Labo : IRAP
Le projet APPIMIL/GéopPal a pour objectif d'aider à identifier de possibles traces de vie sur Mars lors de la future mission ExoMars (puis MSR), via l'étude de biosignatures et de roches analogues, naturelles ou artificielles, éventuellement altérées par irradiation en conditions Martiennes simulées. Ref : 9274 Thème : Exo Action : APPIMIL Porteur : FOUCHER Frederic Labo : CEMHTI
L'instrument qui nous concerne sur Exomars TGO est le spectromètre infrarouge (IR) Atmospheric Chemistry Suite (ACS). ACS couvre un domaine de longueur d'ondes allant de 0.7 à 15 µm à très haute résolution spectrale ($\lambda/\Delta\lambda$ de 5 000 à 50 000). ACS opère au nadir et en occultation solaire. F. Montmessin est Co-PI de l'instrument Ref : 9312 Thème : Exo Action : EXOMARS - TGO ACS Porteur : MONTMESSIN Franck Labo : LATMOS
Le projet Exomars 2016 comprenait deux composantes : Lander Schiaparelli (écrasé en 2016) et le satellite Trace Gas Orbiter qui a amorcé sa mission scientifique d'étude de l'atmosphère en mars 2018 après une campagne de circularisation de l'orbite par aérofreinage. Ref : 9321 Thème : Exo Action : EXOMARS-TGO Porteur : GUERLET Sandrine Labo : LMD
COSPAR PPP : Cette proposition concerne le soutien financier nécessaire pour la participation de F. Raulin aux activités du COSPAR PPP : réunions et travaux liés à ces réunions Ref : 9323 Thème : Exo Action : COSPAR Planetary Protection Porteur : RAULIN François Labo : LISA
Nous analysons les données de NOMAD-LNO et NOMAD-SO ainsi que ACS pour comprendre les cycles des volatils sur Mars, en comparaiso avec les autres corps du Système Solaire. Nous préparons aussi la mission ExoMars Rosalind Franklin. Ref : 9276 Thème : Exo Action : EXOMARS-TGO Nomad Porteur : SCHMIDT Frederic Labo : GEOPS

Les suivis de CoRoT et de Kepler/K2 se poursuivent mais leurs plus grandes parties sont terminées. L'essentiel du suivi actuel concerne celui du satellite TESS, auquel nous contribuons. La mission PLATO poursuit sa préparation notamment par le biais de réunions. Ref : 9279 Thème : Exo Action : PLATO Porteur : HEBRARD Guillaume Labo : IAP
Caractérisation de la formation et de l'évolution de la matière organique sous l'action des rayonnements UV et de particules chargées dans le système solaire. Expériences principalement en lien avec l'étude des comètes, météorites et micrométéorites carbonées, Mars et Titan. Ref : 9319 Thème : Exo Action : IR-COASTER Porteur : COTTIN Hervé Labo : LISA
Dans le cadre de la mission Mars Sample Return, j'ai été sélectionné pour participer au Measurement Definition Team (MDT) qui a pour objectif de définir les objectifs scientifiques et les instruments pour la caractérisation et la conservation (curation) des futurs échantillons MSR. Ref : 9285 Thème : Exo Action : MSR-SRP-MDT Porteur : DUPRAT Jean Labo : IMPMC
Le but est de trouver de nouveaux composés interstellaires, plus particulièrement des molécules qui ont pu avoir un rôle en chimie prébiotique afin de chercher un lien entre ces molécules interstellaires et les molécules des atmosphères planétaires, des comètes. Nous en étudierons la chimie, thématique peu abordée par la communauté scientifique qui contient peu de chimistes organiciens. Ref : 9297 Thème : Exo Action : Cmistep Porteur : GUILLEMIN Jean-Claude Labo : ISCR
Ces ateliers sont une opportunité pour une communauté large allant des chimistes et exobiologistes aux astrochimistes d'être informé sur les missions en cours ou prévues, leur degré d'avancement et pour certaines les résultats récents obtenus. Ref : 9593 Thème : Exo Action : Ateliers Exobiologie Porteur : GUILLEMIN Jean-Claude Labo : ISCR
L'expérience comporte un volet de chimie analytique/spectroscopie visant à mettre en évidence des bases nucléiques, constituants de l'ADN/ARN, en interaction avec des poussières spatiales. Par ailleurs, des poussières minérales collectées sur sites hydrothermaux lors d'une expédition en Islande sont actuellement analysés par une batterie de techniques spectroscopiques et autres. Ref : 9298 Thème : Exo Action : TANPOPO Porteur : MAUREL Marie-Christine Labo : ISYEB
Depuis l'adoption de la mission en Novembre 2020, la charge de travail s'est accentuée sur les développements techniques. Le lancement et l'acquisition des premières données du JWST ont permis à la communauté Ariel de tester ses outils sur des données réelles. Ref : 9300 Thème : Exo Action : ARIEL Porteur : LECONTE Jeremy Labo : LAB
La mission PLATO dont le lancement est prévu fin 2026 a pour but de rechercher et de caractériser les systèmes planétaires (étoiles + planètes) de tout type grâce à la détection de transits d'une part et la sismologie stellaire d'autre part. Ref : 9292 Thème : Exo Action : PLATO Porteur : BALLOT Jerome Labo : IRAP
Le projet consiste en la publication d'un ouvrage grand public intitulé « Destination Lune » (titre provisoire), dont l'objectif est de partager les dernières avancées scientifiques autour de l'exploration lunaire. L'ouvrage, co-écrit par 3 auteurs, s'inscrit dans le début d'une série, dont le premier opus a été consacré à la planète Mars ("En Avant Mars", EDP Sciences, paru en septembre 2022). Ref : 9275 Thème : Exo Action : Lune_EDP Porteur : FLAHAUT Jessica Labo : CRPG
Le projet PLATO (PLANetary Transits and Oscillations of Stars) a été adopté en juin 2017 pour être la mission M3 dans le cadre du programme « Cosmic Vision » de l'ESA avec un lancement encore prévu pour fin 2026. L'objectif principal de la mission PLATO est la recherche et la caractérisation d'exoplanètes de toutes tailles en orbite autour d'étoiles de toutes natures, ainsi que l'étude des intérieurs stellaires par analyse sismique. Ref : 9316 Thème : Exo Action : PLATO Porteur : GOUPIL Mariejo Labo : LESIA
La mission Ariel est la mission M4 du programme cosmic-vision de l'ESA qui a pour objet l'étude de l'atmosphère d'un point de vue statistique (un millier d'exoplanètes étudiées). Le lancement est prévu en 2029. Ref : 9367 Thème : Exo Action : ARIEL Porteur : LAGAGE Pierre-Olivier Labo : AIM
Le JWST, mission phare de la NASA avec participation de l'Europe et du Canada, est le plus grand télescope spatial jamais lancé. Il apporte un gain en sensibilité d'un à deux ordres de grandeurs et est incontournable pour de nombreuses thématiques astrophysiques. Ref : 9368 Thème : Exo Action : JWST-MIRI Porteur : LAGAGE Pierre-Olivier Labo : AIM
Le travail s'inscrit dans le cadre de la préparation scientifique de la mission ARIEL et plus particulièrement de la contribution française à la mission (instrument AIRS). La CDR de AIRS est prévue pour courant 2025, le projet est en phase C et les choix scientifiques et technologiques doivent être figés. Ref : 9282 Thème : Exo Action : ARIEL - AIRS Porteur : OLLIVIER Marc Labo : IAS

CHEOPS, dont le lancement a eu lieu le 18 décembre 2019, est la première mission spatiale de type S (Small) de l'ESA. CHEOPS est une mission de caractérisation des exoplanètes: l'instrument effectue un suivi des étoiles pour lesquelles les grands relevés vitesse radiale réalisés au sol ou la mission spatiale TESS ont déjà révélé ou laissé suspecter la présence d'une planète. En octobre 2023, la mission est entrée dans la phase d'extension, approuvée par l'ESA pour au moins 3 ans. Ref : 9306 Thème : Exo Action : CHEOPS Porteur : DELEUIL Magali Labo : LAM
L'objectif de PLATO, dont le tir est toujours prévu en décembre 2026, est de rechercher autour d'étoiles proches, des systèmes planétaires semblables au notre, c'est à dire possédant des planètes telluriques dans la zone habitable d'une étoile de type solaire, et d'en déterminer les propriétés. Ref : 9305 Thème : Exo Action : PLATO Porteur : DELEUIL Magali Labo : LAM
Afin de préparer la mission ExoMars, nous analysons et exploitons les données enregistrées par le sismomètre SEIS déployé à la surface de la planète Mars pour améliorer nos connaissances de sa structure interne. Ref : 9370 Thème : Exo Action : EXOMARS Porteur : DRILLEAU Mélanie Labo : ISAE
Etude et proposition de missions et d'instruments pour l'exploration orbitale et in-situ d'Europa et d'Encelade. Ref : 9289 Thème : Exo Action : Europa Lander Porteur : ANDRE Nicolas Labo : IRAP
Rosalind Franklin est le rover de la mission ExoMars. La proposition concerne notre implication sur 4 instruments (WISDOM, RLS, PanCam, MicrOmega), au LPG à Nantes, que nous regroupons ici en une seule. Ref : 9324 Thème : Exo Action : EXOMARS - RosalindFranklin Porteur : MANGOLD Nicolas Labo : LPGN
EXACT vise à améliorer la compréhension de la composition chimique des atmosphères exoplanétaires à partir des futures observations réalisées avec Ariel. Nous effectuons des développements sur les modèles numériques que nous possédons et effectuons des mesures expérimentales de données physico-chimiques. Ref : 9320 Thème : Exo Action : EXACT Porteur : VENOT Olivia Labo : LISA
COSPAR PPP :The primary objective is to develop and maintain the COSPAR Planetary Protection Policy. This is accomplished by having official meetings of the Panel ,... and to discuss and propose, as needed, updates and revisions of the COSPAR PPP. Ref : 9322 Thème : Exo Action : COSPAR Planetary Protection Porteur : GRASSET Olivier Labo : LPGN
Notre but est de concevoir un prototype de 'bio-senseurs' tirant parti des techniques 'lab-on -chip' pour des applications à l'exploration planétaire. Ce système pourrait aussi avoir des applications 'sociétales', dans le cadre d'analyses de contaminants ou d'études environnementales. Ref : 9293 Thème : Exo Action : Biosenseurs - Développement Porteur : LOUARN philippe Labo : IRAP
Cette demande regroupe l'ensemble des actions de formation autour de l'exobiologie pour des publics étudiants allant de la licence au doctorat ainsi que pour le grand public et les décideurs notamment avec le projet éditorial Mars and the Earthlings Ref : 9302 Thème : Exo Action : ExobioDiff Porteur : GRATIER Pierre Labo : LAB
Le principe instrumental de PLATO consiste en un suivi très long terme d'un très grand nombre d'étoiles brillantes dans un très grand champ, en photométrie de lumière blanche à ultra-haute précision. Ref : 9366 Thème : Exo Action : PLATO Porteur : GARCIA Rafael A. Labo : AIM
Nous proposons d'étudier quantitativement la composition de la surface, la morphodynamique des dunes et réseaux de rivières près du site d'atterrissage de la mission Dragonfly sur Titan, afin de contraindre les mécanismes de formation de ces structures et de caractériser leur environnement chimique, climatique et géologique, et ainsi participer activement à la préparation opérationnelle et scientifique de la mission Dragonfly. Ref : 9287 Thème : Exo Action : AESHNE Porteur : RODRIGUEZ Sébastien Labo : IPGP
The Colour and Stereo Surface Imaging System – CaSSIS is a multiband pushframe sensor with four colour channels with capture of stereo images via a rotation mechanism. The sensor can achieve ~5 m resolution colour images and stereo-derived elevation models at 15-20 m/pix. Ref : 9325 Thème : Exo Action : EXOMARS-TGO CaSSIS Porteur : CONWAY Susan Labo : LPGN
Nous menons des recherches sur les processus géologiques et atmosphériques de la planète Mars notamment grâce aux données acquises par l'imageur CaSSIS (Colour and Stereo Surface Imaging System) de la mission ExoMars Trace Gas Orbiter de l'ESA. Ref : 9286 Thème : Exo Action : EXOMARS-TGO CaSSIS Porteur : DOUTÉ Sylvain Labo : IPAG
Dragonfly is a Titan exploration mission selected as the 4th New Frontier Program, equipped with a seismometer to investigate the internal structure and seismicity of Titan. JAXA is providing the seismometer and we are collaborating to investigate seismic analyses for Titan seismology. Ref : 9288 Thème : Exo Action : DRAGONFLY - DraGMet SEIS Porteur : KAWAMURA Taichi Labo : IPGP
SuperCam a été sélectionné par la NASA en 2014 pour la mission MARS 2020 du JPL qui a déposé le rover Perseverance à la surface de Mars en février 2021. SuperCam est un instrument franco-américain pour la composition chimique, minérale et organique simultanée des roches. Les opérations de l'instrument se font quotidiennement. Ref : 9296 Thème : Exo Action : SuperCam Porteur : MAURICE Sylvestre Labo : IRAP

PHYSIQUE FONDAMENTALE

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

Développement des éphémérides planétaires - En 2023 et 2024, nous avons progressé significativement sur la thématique de l'amélioration du modèle dynamique d'INPOP basé sur l'utilisation de méthode d'apprentissage artificiel (arbre de décision) en réduisant le nombre de perturbateurs de la ceinture principale d'environ 36%. D'autre part, nous avons aussi participé à l'organisation de réflexions autour de la définition des systèmes de référence lunaire, notamment dans le cadre de l'IAG (WG « new lunar reference system definitions »).

Ref : **9066** Thème : PF Action : INPOP Porteur : FIENGA Agnes Labo : GEOAZUR

LISA est la mission L3 de l'ESA, prévu pour lancement en 2034. Il s'agit d'un détecteur d'ondes gravitationnelles dans l'espace. La France a pris la responsabilité du distributed data processing centre (DDPC) et des tests et vérifications de la charge utile.

Ref : **9333** Thème : PF Action : LISA Porteur : HEES Aurelien Labo : SYRTE

Notre objectif est le test du principe d'équivalence avec des particules quantiques grâce à un interféromètre atomique double espèce en microgravité. Plus généralement les tests expérimentaux réalisés à bord de l'avion Zéro-G et sur le simulateur permettent de valider les technologies quantiques pour l'espace.

Ref : **9068** Thème : PF Action : Interferomètre à source Cohérente Porteur : BATTELIER Baptiste Labo : LP2N

LISA (Laser Interferometer Space Antenna) est une future mission spatiale de l'ESA dont l'objectif est de détecter des ondes gravitationnelles (OG) de basse fréquence depuis l'espace. Ce sera le premier observatoire spatial d'ondes gravitationnelles, les observatoires actuels, comme LIGO, Virgo ou KAGRA, qui sont déployés sur notre planète, étant sensibles à des fréquences d'OG plus élevées.

Ref : **9373** Thème : PF Action : LISA Porteur : KAJFASZ Eric Labo : CPPM

LISA est une mission large de l'ESA qui a été adoptée en janvier 2024 et validé par le CA du CNES en mars pour un lancement en 2035. Elle observera les sources d'ondes gravitationnelles au milli-Hertz. Ses nombreux objectifs scientifiques concernent l'astrophysique, la physique fondamentale et la cosmologie.

Ref : **9365** Thème : PF Action : LISA Porteur : FOGLIZZO Thierry Labo : AIM

Chronométrie radio de pulsars binaires et de pulsars millisecondes stables pour (1) mesurer les paramètres post-képlériens et contraindre les théories de la Gravitation et (2) détecter un fond d'ondes gravitationnelles basse fréquence, d'origine cosmologique ou astrophysique.

Ref : **9379** Thème : PF Action : LISA RADIO Porteur : THEUREAU Gilles Labo : LPC2E

Développer un interféromètre spatial pour détecter les signaux d'ondes gravitationnelles provenant de différentes sources astrophysiques.

Ref : **9375** Thème : PF Action : LISA Porteur : GODET Olivier Labo : IRAP

Cette APR s'inscrit dans le cadre de l'allocation postdoctorale CNES de Louis Quilley qui travaille à caractériser la morphologie des galaxies dans les images du relevé Euclid, afin de comprendre comment celle-ci est liée à leur évolution, et comment des biais morphologiques impactent les mesures.

Ref : **9478** Thème : PF Action : Morphologie des Galaxies avec Euclid (MEG) Porteur : RICHARD Johan Labo : CRAL

La mission LISA a pour objectif l'observation d'ondes gravitationnelles à basses fréquences, issus de systèmes massifs binaires, au moyen d'un interféromètre spatial. Les algorithmes de suppression de bruits ainsi que la construction d'un signal d'interféromètre virtuel (nommé TDI) permettent l'extraction des signaux gravitationnels parmi les bruits d'instrumentaux.

Ref : **9378** Thème : PF Action : LISA Porteur : LEMIERE Yves Labo : LPC

LISA est une de plus grandes missions scientifiques spatiales de grande ampleur L3 du programme Cosmic Vision de l'ESA. Elle a été sélectionnée par le Science Programme Committee en 2017. Son adoption a eu lieu en janvier 2024 et son lancement est programmé en 2035. LISA a comme objectif la détection des ondes gravitationnelles de basse fréquence (0.1 mHz - 1 Hz).

Ref : **9064** Thème : PF Action : LISA Porteur : CHRISTENSEN Nelson Labo : ARTEMIS

LISA (Laser Interferometer Space Antenna) est une mission large de l'ESA qui a pour objectif de détecter les ondes gravitationnelles (OG) dans la bande de fréquence du mHz.

Ref : **9067** Thème : PF Action : LISA Porteur : TAMANINI Nicola Labo : L2I

La situation d'ACES/PHARAO s'est améliorée avec une date de lancement fixée à Avril 2025. En particulier les activités MWL sont en cours chez ADS avec les tests et calibrations E2E (End to End). Le SYRTE est beaucoup impliqué dans ces tests et en particulier dans l'analyse des données issues de ces tests. Nous avons 2 à 3 réunions par semaine avec ADS et ESA, pour essayer d'aider ADS dans le débogage des tests. A noter que l'horloge PHARAO (livré par le CNES en 2014) n'est pas en cause dans les retards cumulés.

Ref : **9340** Thème : PF Action : ACES-Pharao Porteur : WOLF Peter Labo : SYRTE

Adoption de LISA • Création et démarrage du projet DDPC. • Diriger l'analyse de « global fit » aux niveaux national et international.

Ref : **9372** Thème : PF Action : LISA Porteur : BABAK Stanislav Labo : APC

Fin de la Phase A. Préparation de l'adoption de LISA Ref : 7972 Thème : PF Action : LISA Porteur : BABAK Stanislas Labo : APC
LISA est la mission L3 de l'ESA, prévu pour lancement en 2034. Il s'agit d'un détecteur d'ondes gravitationnelles dans l'espace. La France a pris la responsabilité du distributed data processing centre (DDPC) et des tests et vérifications de la charge utile. Ref : 7973 Thème : PF Action : LISA Porteur : HEES Aurélien Labo : SYRTE
La mission LISA, approuvée par l'ESA, devrait être adoptée début 2024. Les membres du consortium réorganisé progressent dans la réalisation des tâches imposées, tandis que sont soumis puis publiés revues et livres blancs. La rédaction du Livre Rouge, résumant l'état de la mission, est à présent achevée. Ref : 7975 Thème : PF Action : LISA Porteur : FAYE Guillaume Labo : IAP
Développer un interféromètre spatial pour détecter les signaux d'ondes gravitationnelles provenant de différentes sources astrophysiques. Ref : 7976 Thème : PF Action : LISA Porteur : GODET O Labo : IRAP
Chronométrie radio de pulsars binaires et de pulsars millisecondes stables pour (1) mesurer les paramètres post-képlériens et contraindre les théories de la Gravitation et (2) détecter un fond d'ondes gravitationnelles basse fréquence, d'origine cosmologique ou astrophysique. Ref : 7977 Thème : PF Action : Chronométrie des pulsars LISA Porteur : THEUREAU Gilles Labo : LPC2E
La situation d'ACES/PHARAO s'est améliorée en 2023 avec une date de lancement fixée à Janvier 2025. En particulier les activités MWL ont repris chez ADS avec les tests et calibrations E2E (End to End) en cours actuellement. Le SYRTE est beaucoup impliqué dans ces tests et en particulier dans l'analyse des données issues de ces tests. Nous avons une réunion par semaine avec ADS et ESA, pour essayer d'aider ADS dans la mise en place de leur software de traitement de données. A noter que l'horloge PHARAO (livré par le CNES en 2014) n'est pas en cause dans les retards cumulés. Ref : 7978 Thème : PF Action : ACES_PHARAO Porteur : WOLF Peter Labo : SYRTE
La mission MICROSCOPE a récemment fourni le test le plus précis du principe d'équivalence. Ref : 8010 Thème : PF Action : Microscope Porteur : BERGE Joel Labo : ONERA
LISA est la mission spatiale de grande ampleur L3 du programme Cosmic Vision de l'ESA, choisie par le Science Programme Committee en 2017 et programmée avec un lancement en 2035, ayant comme objectif la détection des ondes gravitationnelles de basse fréquence (0.1 - 100 mHz) depuis l'espace. Ref : 8383 Thème : PF Action : LISA Porteur : CHRISTENSEN Nelson Labo : ARTEMIS
LISA (Laser Interferometer Space Antenna) est une future mission spatiale de l'ESA dont l'objectif est de détecter des ondes gravitationnelles (OG) de basse fréquence depuis l'espace. Ce sera le premier observatoire spatial d'ondes gravitationnelles, les observatoires actuels, comme LIGO, Virgo ou KAGRA, qui sont déployés sur notre planète, étant sensibles à des fréquences d'OG plus élevées. Ref : 8384 Thème : PF Action : LISA Porteur : KAJFASZ Eric Labo : CPPM
L'Institut Fresnel travaille sur le projet LISA en tant qu'expert des problématiques de lumière diffusée et lumière parasite. Ref : 8385 Thème : PF Action : LISA Porteur : ZERRAD Myriam Labo : FRESNEL
La géodésie spatiale est utilisatrice de moyens temps/fréquence de hautes performances. Notre projet porte sur la réalisation d'études et d'une démonstration de principe d'un nouveau rétro-réflecteur laser actif compatible avec les satellites Galileo et dans le cadre du programme ESA-GENESIS. Ref : 8386 Thème : PF Action : Transfert de Temps Optique pour Genesis Porteur : COURDE Clément Labo : GEOAZUR
LISA (Laser Interferometer Space Antenna) est une mission large de l'ESA qui a pour objectif de détecter les ondes gravitationnelles (OG) dans la bande de fréquence du mHz. Ref : 8387 Thème : PF Action : Laser Interferometer Space Antenna Porteur : TAMANINI Nicola Labo : L2IT
L'expérience s'inscrit dans la préparation de la mission d'interféromètre d'ondes gravitationnelles LISA : implications scientifiques (astrophysique et cosmologie) et développement/gestion de base de données. Ref : 8388 Thème : PF Action : LISA Porteur : PORQUET Delphine Labo : LAM

Notre objectif est le test du principe d'équivalence avec des particules quantiques grâce à un interféromètre atomique double espèce en microgravité. Plus généralement les tests expérimentaux réalisés à bord de l'avion Zéro-G et sur le simulateur permettent de valider les technologies quantiques pour l'espace. Ref : 8389 Thème : PF Action : ICE Porteur : BATTELIER Baptiste Labo : LP2N
La mission LISA a pour objectif l'observation d'ondes gravitationnelles à basses fréquences, issus de systèmes massifs binaires, au moyen d'un interféromètre spatial. Les algorithmes de suppression de bruits ainsi que la construction d'un signal d'interféromètre virtuel (nommé TDI) permettent l'extraction des signaux gravitationnels parmi les bruits d'instrumentaux. Ref : 8390 Thème : PF Action : LISA Porteur : LEMIERE Yves Labo : LPCCAEN
Les nouvelles horloges atomiques ouvrent le champ des applications en géodésie et physique fondamentale. Mais cela nécessite un moyen de comparaison ultra-performant et sans fibre optique interposée (lien optique en espace libre). Ref : 8391 Thème : PF Action : Lien Optique Via relais Embarqué Porteur : WOLF Peter Labo : SYRTE
LISA est une mission large de l'ESA en fin de phase B1 qui observera les sources d'ondes gravitationnelles au milliHertz. Ses objectifs scientifiques sont nombreux et concernent l'astrophysique, la physique fondamentale et la cosmologie. Le MultiLatéral Agreement et le Science Management Plan ont été adopté le 8 novembre 2023, l'adoption finale pour le 25 janvier 2024 et le lancement pour 2035. Ref : 8466 Thème : PF Action : LISA Porteur : FOGLIZZO Thierry Labo : AIM
Développement des éphémérides planétaires pour réaliser des tests de théories alternatives de la gravitation dans le système solaire. Ref : 8523 Thème : PF Action : INPOP Porteur : FIENGA Agnes Labo : GEOAZUR

SOLEIL – HELIOSPHERE – MAGNETOSPHERES

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

L'IHDEA est l'alliance internationale pour les données « SHM ». Fondée en 2019, par l'ESA, la NASA, la JAXA et le CNES. Soutien de projets EU (avec des CDD) pour faire avancer les développements Ref : 9131 Thème : SHM Action : IHDEA Porteur : CECCONI Baptiste Labo : LESIA
Le projet ALO (Astronomy Lunar Observatory) est une étude ESA (programme exploration, EL3) pour un observatoire radio basses fréquences sur la face cachée de la Lune. Le concept instrument est à l'étude avec des solutions très innovantes, par exemple pour le déploiement des antennes : « matelas gonflable » avec antennes imprimées sur la surface gonflable. Ref : 9130 Thème : SHM Action : ALO Porteur : CECCONI Baptiste Labo : LESIA
La mission SunRISE est un démonstrateur pour l'interférométrie radio spatiale, avec pour application l'imagerie des émissions radio solaires basses fréquences. Ref : 9133 Thème : SHM Action : SunRISE Porteur : CECCONI Baptiste Labo : LESIA
Etude PASO NOIRE, terminée en 2019. Thèse co-financée par le CNES 2022-2025. Ref : 9132 Thème : SHM Action : NOIRE Porteur : CECCONI baptiste Labo : LESIA
La mission COMET INTERCEPTOR est portée par Geraint Jones, Mullard Space Science Laboratory, University College London (g.h.jones@ucl.ac.uk). Une description détaillée de la mission est disponible sur le site http://www.cometinterceptor.space/. La mission Comet Interceptor est la première mission de classe F du programme Cosmic Vision de l'ESA. Elle est en Phase A depuis 2020. Ref : 9106 Thème : SHM Action : cometl-les Porteur : LAVRAUD Benoit Labo : LAB
La mission HelioSwarm a été sélectionnée en Janvier 2022 dans le cadre de l'appel MidEx du programme Héliosphérique de la NASA. Ref : 9107 Thème : SHM Action : helioswarm-iesa Porteur : LAVRAUD Benoit Labo : LAB
La mission MMS de la NASA a été lancée le 12 Mars 2015, avec à son bord les instruments DIS (Dual Ion Sensor ; cf. http://mms.irap.omp.eu/ avec une contribution instrumentale de l'IRAP) sur lesquels Benoit LAVRAUD a été et reste très impliqué. Ref : 9108 Thème : SHM Action : mms-fpi Porteur : LAVRAUD Benoit Labo : LAB
Le satellite Solar Orbiter a été lancé avec succès le 10 Février 2020, avec à son bord l'instrument Proton and Alpha Sensor (PAS), en particulier, qui a été conçu et réalisé à l'IRAP. L'IRAP a également participé à la réalisation de l'instrument Heavy Ion Sensor (HIS). Les premières données sont arrivées au printemps et depuis cet été les instruments sont en opération nominale. A présent nous nous concentrons sur les calibrations en vol de l'instrument PAS et l'exploitation scientifique de ses données. L'équipe Solar Orbiter de l'IRAP est très présente et active au cœur la mission. Tout en étant à présent au LAB, je continue mes activités sur cette thématique en collaboration avec l'IRAP et à l'international. Ref : 9109 Thème : SHM Action : solo-swa Porteur : LAVRAUD Benoit Labo : LAB
L'activité «analyse et modélisation de la thermosphère» consiste à analyser et modéliser la partie neutre de la haute atmosphère, terrestre ou planétaire, afin d'améliorer le calcul d'orbite des satellites et de caractériser et quantifier des incertitudes principalement. Ref : 9071 Thème : SHM Action : METEOESP Porteur : BRUINSMA sean Labo : GET
L'expérience STIX (Spectrometer/Telescope for Imaging X-rays) à bord de Solar Orbiter (P.I S. Kucker, FHNW Suisse) fournira des données de spectro-imagerie X des électrons thermiques et non-thermiques en interaction dans l'atmosphère solaire dans une bande d'énergie allant de 4 à 150 keV. STIX a un rôle fondamental dans la mission Solar Orbiter pour assurer le couplage des instruments remote-sensing et in situ. Ref : 9363 Thème : SHM Action : SOLAR ORBITER Porteur : BRUN Allan Sacha Labo : AIM
La Météorologie de l'Espace sert à prévoir l'activité solaire et son impact sur la Terre. Celle-ci est en plein développement dans le monde. Elle nécessite le développement d'algorithmes et de simulations numériques permettant une meilleure anticipation du Soleil et l'analyse de données observationnelles. Ref : 9362 Thème : SHM Action : METEOESP-SOLAR CAST Porteur : BRUN Allan Sacha Labo : AIM
Les travaux sont dans le cadre de la météorologie de l'espace. Ils comprennent deux volets : (1) impact des éruptions solaires sur la couche D-ionosphérique (VLF4IONS), (2) doses de radiation à l'altitude des vols commerciaux (COSMIC-on-Air). Ref : 9129 Thème : SHM Action : METEOESP Porteur : BRIAND Carine Labo : LESIA

La mission chinoise martienne TIANWEN-1 a pour objectifs d'étudier l'environnement de la planète Mars, sa morphologie, sa surface et la structure de son atmosphère. Sur l'orbiteur sont installées notamment les expériences MEPA, MINPA et le magnétomètre. Ref : 9097 Thème : SHM Action : Tianwen-1 Porteur : MAZELLE Christian Labo : IRAP
SOLAR-C est la prochaine grande mission solaire de la JAXA, déjà sélectionnée et avec un lancement prévu en 2028. L'instrument principal de la mission est un spectromètre dans l'extrême ultraviolet (EUV) EUVST. La mission embarquera également un moniteur d'irradiance UV, Solar Spectral Irradiance Monitor (SoSpIM). Ref : 9146 Thème : SHM Action : SolarC Porteur : FROMENT Clara Labo : LPC2E
La mission se déroule parfaitement. Juno en est à sa 67ème orbite sur les 77 orbites prévues dans la mission étendue (jusqu'au 20/10/2025). Une possible 2e extension de mission est en cours de discussion. C'est une mission « New Frontiers », où tous les Co-Is ont accès aux données de tous les instruments. Ref : 9140 Thème : SHM Action : JUNO - WAVES Porteur : ZARKA Philippe Labo : LESIA
Le projet STRATELEC vise à définir et à opérer de l'instrumentation pouvant être emportée sur les ballons stratosphériques de la mission Stratéole-2 pour documenter et étudier au sein d'orages tropicaux les éclairs, les TLE, les TGF, et leurs effets sur l'atmosphère. Ref : 9105 Thème : SHM Action : STRATELEC Porteur : DEFER Eric Labo : LAERO
Einstein Probe est une mission Sino-Européenne, lancée en décembre 2023, dédiée à l'observation des objets transitoires et variables à haute énergie. Les deux instruments de la mission (WXT et FXT) ont la capacité d'observer également les émissions X par échanges de charge du système solaire. Ref : 9114 Thème : SHM Action : EPSWCX Porteur : KOUTROUMPA Dimitra Labo : LATMOS
DXL-LXT et SMILE sont des missions dédiées à l'étude des émissions X héliosphérique et géocoronale issues du couplage des neutres au plasma du vent solaire. L'intérêt pour ces émissions croît grâce à l'avènement des missions à haute résolution spectrale dans les rayons X (XRISM, NewAthena). Ref : 9116 Thème : SHM Action : SWCXSIM Porteur : KOUTROUMPA Dimitra Labo : LATMOS
Fruit d'une coopération franco-finlandaise, SWAN est un duo de photomètres optimisés à 121.6 nm (raie H-Lyman-alpha). Fournissant des cartes du ciel l'intensité Ly-alpha, SWAN permet de remonter à la distribution d'hydrogène atomique dans l'espace interplanétaire et à sa dynamique. Ref : 9115 Thème : SHM Action : SOHO-SWAN Porteur : KOUTROUMPA Dimitra Labo : LATMOS
ASPIICS est un coronographe géant réparti sur deux satellites en vol en formation et séparé de 150 mètres. L'un contient le coronographe proprement dit de type Lyot, l'autre porte l'occulteur externe réalisant ainsi une quasi éclipse naturelle par la Lune. Ref : 9124 Thème : SHM Action : ASPIICS Porteur : QUEMERAIS Eric Labo : LATMOS
Metis (coronographe) et SoloHI (imageur à grand champ) sont les deux imageurs coronaux de la mission Solar Orbiter (SOLO). WISPR est le seul instrument imageur « télé-détection » de Parker Solar Probe (PSP) destiné à fournir le contexte coronal des observations in-situ. Ref : 9125 Thème : SHM Action : METIS & WISPR Porteur : QUEMERAIS Eric Labo : LATMOS
Le coronographe SOHO-LASCO est actuellement le seul instrument en orbite à fournir régulièrement des images journalières (une centaine par jour) de la couronne solaire. Il est complété par les coronographes de SECCHI-A, la seule sonde de STEREO en opération. Ref : 9126 Thème : SHM Action : SOHO - LASCO & SECCHI Porteur : QUEMERAIS Eric Labo : LATMOS
SDO (Solar Dynamics Observatory, NASA) est un observatoire à visée à la fois scientifique et opérationnelle, pour les processus des relations Soleil-Terre et la météorologie spatiale. Ref : 9077 Thème : SHM Action : SDO Porteur : BUCHLIN Eric Labo : IAS
Le centre MEDOC (Multi Experiment Data and Operation Centre), opérationnel depuis 1995, est dédié aux activités liées aux opérations, archive et analyse de données du satellite SOHO ainsi qu'à des activités nouvelles hors SOHO. Ref : 9076 Thème : SHM Action : MEDOC SOHO Porteur : BUCHLIN Eric Labo : IAS
Le projet de recherche concerne l'adaptation de modèles numériques de phénomènes actifs solaires à l'interprétation des données de la mission de l'ESA Solar Orbiter (SoO). Il s'agit donc de travaux liés à l'accompagnement scientifique de SoO. Ref : 9163 Thème : SHM Action : SOLO Porteur : PARIAT Etienne Labo : LPP
Travaux théoriques, numériques et observationnels sur la turbulence et les processus dissipatifs dans les plasmas spatiaux exploitant les données des missions spatiales et plusieurs codes numériques. Mieux préparer les futures missions en cours de discussion au sein de la communauté. Ref : 9168 Thème : SHM Action : Turbulence Debye Porteur : SAHRAOUI Fouad Labo : LPP
Lancement de la BepiColombo en octobre 2018 - Phase NECP (Near Earth Commissioning Phase) en Nov. 2019 qui a confirmé le bon fonctionnement de notre instrument. - Survol de la Terre et de Venus en 2020 et 2021, 4 survols de Mercure (2021-2024). Ref : 9167 Thème : SHM Action : Bepicolombo - DBSC Porteur : SAHRAOUI Fouad Labo : LPP

Les expériences PHEBUS, MSA et PICAM à bord de Bepi-Colombo ont toutes trois pour objectifs de caractériser l'environnement de Mercure. Ce sont des instruments complémentaires et de ce point de vue nécessitent des outils d'analyse permettant de décrire cet environnement de la composante neutre à l'ionisée et leur couplage. Ref : 9117 Thème : SHM Action : BEPICOLOMBO-MENIM Porteur : LEBLANC François Labo : LATMOS
La mission M-MATISSE a été proposée en réponse à l'AO M7 de l'ESA. Ce projet de mission de deux satellites autour de Mars est dédié à la caractérisation de l'environnement magnétosphère-thermosphère-ionosphère et est porté par B. Sanchez-Cano (PI) et F. Leblanc (co-PI). M-MATISSE a été sélectionnée en phase A (2024-2026). Ref : 9426 Thème : SHM Action : M-MATISSE M-INEA Porteur : LEBLANC François Labo : LATMOS
La mission M-MATISSE a été proposée en réponse à l'AO M7 de l'ESA. Ce projet de mission de deux satellites autour de Mars est dédié à la caractérisation de l'environnement magnétosphère-thermosphère-ionosphère et est porté par B. Sanchez-Cano (PI) et F. Leblanc (co-PI). M-MATISSE a été sélectionnée en phase A (2024-2026). Ref : 9118 Thème : SHM Action : M-MATISSE-M-INEA Porteur : LEBLANC François Labo : LATMOS
PRELUDE-SAT est un satellite 6U dédié à l'observation continue de l'évolution du plasma ionosphérique, en mesurant une composante du champ électrique et les paramètres fondamentaux du plasma, densité et température électroniques (Nihon University, Japon, avec lancement prévu fin 2025). Le LATMOS fournit un dispositif permettant de contrôler le potentiel du satellite grâce à l'émission d'électrons. Ref : 9119 Thème : SHM Action : PRELUDE Porteur : LEBLANC François Labo : LATMOS
Le projet Solar C a été accepté par la JAXA en mai 2020. La phase A a débuté en janvier 2021. Les développements de phase A (réseau, monture et mécanisme) sont en cours ; La phase A a pris fin en Décembre 2022 et a été suivie d'une phase étendue jusqu'en mars 2024. La PDR aura lieu en janvier 2025. Ref : 9072 Thème : SHM Action : Solar C EUVST Porteur : AUCHERE Frederic Labo : IAS
L'instrument JEDI est un imageur EUV embarqué sur la mission VIGIL de l'ESA. VIIGL, première mission du Space Safety Programme, sera mise à poste au point de Lagrange L5 pour surveillance de l'activité solaire et suivi des perturbations interplanétaires le long de la ligne Terre-Soleil. Ref : 9074 Thème : SHM Action : VIGIL Porteur : AUCHERE Frederic Labo : IAS
Les mesures de champ magnétique et de plasma thermique effectuées à bord des trois satellites Swarm sont utilisées pour caractériser l'ionosphère et appréhender les couplages ionosphère-thermosphère. Ref : 9100 Thème : SHM Action : Swarm Porteur : PITOUT Frédéric Labo : IRAP
Deep Space Gateway (ou Lunar Orbital Platform-Gateway) est un projet de station orbitale en orbite lunaire. Suite à une AO de l'ESA, nous avons été sélectionnés pour mener une étude de conception d'un package d'instrumentation plasma à bord de cette station, ainsi que sur la surface de la Lune. Ref : 9087 Thème : SHM Action : Deep Space Gateway Porteur : DANDOURAS Iannis Labo : IRAP
L'expérience CIS, qui mesure la composition et les fonctions de distribution des ions, et qui est sous la responsabilité principale de l'IRAP, a constitué un des fers de lance de la mission Cluster de l'ESA. Ces données sont la source de >1300 publications scientifiques. Ref : 9086 Thème : SHM Action : CLUSTER Porteur : DANDOURAS Iannis Labo : IRAP
Nous visons à populariser la météorologie de l'espace en France et à l'international au moyen de trois outils principaux : des bulletins grand public diffusés dans la presse écrite et audiovisuelle ainsi que sur le Web en langues locales, un réseau social de météo de l'espace où des scientifiques parlent directement avec le public, et la propagation du simulateur auroral Planeterella. Ref : 9079 Thème : SHM Action : METEOESP - SESAME Porteur : LILENSTEN Jean Labo : IPAG
SoHO a été lancé il y a 29 ans ; en mars 2023, le SPC de l'ESA a voté la prolongation des opérations jusqu'à fin 2025, et une possible extension pour 2026. Les trois instruments EIT/GOLF/SUMER sont toujours opérationnels et sans héritier. SUMER est un spectromètre à hautes résolutions spatiale, spectrale et temporelle dédié à l'étude de l'atmosphère solaire, à bord de SOHO, en fonctionnement depuis décembre 1996. L'IAS est PI de EIT, l'imageur EUV de la sonde SOHO. Il est également PI de GOLF, le spectromètre à résonance pour l'étude de la structure interne du Soleil. Ref : 9075 Thème : SHM Action : SOHO-EITGOLFSUMER Porteur : BOCCHIALINI Karine Labo : IAS
Le spectromètre radio HF SORBET, composant l'expérience Plasma/Ondes PWI est embarqué sur le satellite Mio (ou "Mercury Magnetospheric Orbiter") réalisé par l'agence spatiale Japonaise (JAXA). Il est connecté à deux antennes électriques (WPT et MEF) et à un search-coil (DBSC) fabriqué au LPP. Ref : 9134 Thème : SHM Action : BepiColombo - Sorbet PWI MMO Porteur : ISSAUTIER Karine Labo : LESIA
WIND/WAVES a un rôle crucial pour toutes les études nécessitant une corrélation avec d'autres missions spatiales, en particulier avec STEREO, et comme sentinelle en L1 pour les aspects de météo de l'espace, ainsi qu'en soutien à Parker Solar Probe et à Solar Orbiter Ref : 9136 Thème : SHM Action : Wind - Waves Porteur : ISSAUTIER Karine Labo : LESIA

Les activités autour de STEREO/WAVES de l'équipe du LESIA se concentrent sur l'exploitation scientifique de l'instrument (propriétés du vent solaire, microphysique et turbulence, poussières interplanétaires, propriétés radio solaires essentiellement) et l'archivage des données radio au CDPP pour mise à disposition auprès de la communauté internationale. Ref : 9135 Thème : SHM Action : STEREO - WAVES Porteur : ISSAUTIER Karine Labo : LESIA
Suite à l'échec de TARANIS, une nouvelle mission a été proposée pour étudier les TGF, BEES, constituée de nanosatellites en constellation, lancés à l'horizon 2030. Chaque nanosatellite contiendra deux instruments, un instrument gamma FGS (Fast Gamma-ray Spectrometer), et un instrument radio HF, développé en Tchéquie. Ref : 9069 Thème : SHM Action : BEES FRITEBALL Porteur : LAURENT Philippe Labo : APC
MSA est le spectromètre de masse ionique embarqué à bord de Bepi Colombo Mio. C'est l'instrument dédié à la caractérisation de la composition du plasma dans la magnétosphère de Mercure via des mesures tri-dimensionnelles des ions avec une haute résolution en masse ($m/dm > 40$) et une large gamme d'énergies (de quelques eV à 38 keV). Ref : 9157 Thème : SHM Action : BepiColombo - MSA Porteur : HADID Lina Labo : LPP
Groupe ISSI ARCTICS Fin de thèse de Elisa Robert et études tomographiques. Proposition de mission SATIS Développement de ATISE Wind Ref : 9078 Thème : SHM Action : ATISE-WFAI Porteur : BARTHELEMY Mathieu Labo : IPAG
La mission ESCAPE à 2 satellites doit apporter des éléments essentiels pour comprendre le transfert d'énergie entre le vent solaire et la magnétosphère hybride martienne et les processus physiques participant à l'échappement sous forme ionisé mais également le criblage atmosphérique. Ref : 9153 Thème : SHM Action : ESCAPE Porteur : BERTHOMIER Matthieu Labo : LPP
La mission Parker Solar Probe de la NASA a pour objectif l'étude de l'héliosphère interne, à moins de 10 rayons solaires. Les thématiques abordées sont notamment celles de l'accélération et du chauffage de la couronne, des mécanismes de formation des particules énergétiques. Ref : 9154 Thème : SHM Action : PSP SWEAP Porteur : BERTHOMIER Matthieu Labo : LPP
La mission SOLAR ORBITER de l'ASE est conçue pour effectuer simultanément des observations à faible distance du Soleil (~ 0.3 UA) et des mesures in-situ des propriétés du vent solaire dans des régions de l'héliosphère interne à ce jour inexplorées. Ref : 9155 Thème : SHM Action : SOLO SWA-EAS Porteur : BERTHOMIER Matthieu Labo : LPP
Solar Orbiter a été lancé en février 2020, le commissioning s'est arrêté en fin mai 2020, la phase de croisière début en décembre 2021. Le LPC2E est co Lead de RPW pour le capteur magnétique SCM. Ref : 9151 Thème : SHM Action : SOLO - RPW SCM Porteur : KRETZSCHMAR Matthieu Labo : LPC2E
La mission helioswarm de la NASA sera lancée en 2029 et est une constellation de 9 satellites pour étudier la turbulence dans le vent solaire face aux premières mesures multi-échelles simultanées. Le LPP et le LPC2E sont associés pour fournir les capteurs de champ magnétiques alternatifs SCM Ref : 9150 Thème : SHM Action : HELIOSWARM - SCM Porteur : KRETZSCHMAR Matthieu Labo : LPC2E
Le thème de recherche LIMB-ASTRO est associé à la Physique Solaire & à l'Astrophysique (moments gravitationnels, cisaillement important de la rotation solaire dans les couches externes de la photosphère, propriétés des modes-r). Ref : 9120 Thème : SHM Action : LIMB-ASTRO Porteur : MEFTAH Mustapha Labo : LATMOS
Le but de cette proposition est de demander un « accompagnement scientifique » pour l'instrument FIELDS de la mission américaine Parker Solar Probe (PSP), lancée en 2018. C'est la première sonde à étudier in situ le vent solaire grâce à un ensemble de 4 instrumentau. FIELDS est une suite instrumentale de mesure des champs électrique et magnétique, des émissions d'ondes radio et des ondes de plasma. Cet instrument est également utilisé comme un énorme détecteur de poussière spatiale. Ref : 9137 Thème : SHM Action : PSP FIELDS Porteur : MAKSIMOVIC Milan Labo : LESIA
Le but de cette proposition est de demander un « accompagnement scientifique » pour l'instrument RPW de la mission Solar Orbiter, première mission moyenne du programme COSMIC VISION de l'ESA dont l'objectif est d'étudier l'atmosphère du Soleil grâce à un ensemble de 10 instruments in situ et de télédétection. RPW est une expérience unique parmi les instruments de Solar Orbiter car elle fait à la fois des mesures in-situ et de télédétection (émissions radio solaires) à haute résolution temporelle. RPW mesure d'une part les ondes électriques depuis le continu jusqu'à 16 MHz et d'autre part les ondes magnétiques depuis quelques Hertz jusqu'à 500 kHz en utilisant un ensemble de senseurs pour déterminer les caractéristiques des ondes électromagnétiques et électrostatiques dans le vent solaire. Ref : 9138 Thème : SHM Action : Solo RPW Porteur : MAKSIMOVIC Milan Labo : LESIA
Le but de cette proposition est de demander un « accompagnement scientifique » pour l'instrument STIX de la mission Solar Orbiter, première mission moyenne du programme COSMIC VISION de l'ESA dont l'objectif est d'étudier l'atmosphère du Soleil grâce à un ensemble de 10 instruments in situ et de télédétection. L'expérience STIX (Spectrometer/Telescope for Imaging X-rays) fournit des données de spectro-imagerie X des électrons thermiques et non-thermiques en interaction dans l'atmosphère solaire dans une bande d'énergie allant de 4 à 150 keV. STIX détecte les émissions de rayons X provenant du Soleil comme le plasma chaud, souvent lié à l'activité magnétique explosive des éruptions solaires. STIX fournira le temps, la localisation, l'intensité et l'énergie de ces événements pour que leurs effets sur les vents solaires soient mieux compris. Ref : 9139 Thème : SHM Action : Solo STIX Porteur : MAKSIMOVIC Milan Labo : LESIA

Accompagnement scientifique et développement de l'instrument LEES Low-Energy Electron Spectrometer pour le consortium DFP Dust, Fields, Particles de Comet Interceptor Ref : 9082 Thème : SHM Action : Comet-LEES Porteur : ANDRE Nicolas Labo : IRAP
Analyse des données de l'expérience AMBRE sur le satellite JASON. Expertise scientifique fournie à l'équipe CNES/EREMS/ONERA. Ref : 9084 Thème : SHM Action : JASON-AMBRE Porteur : ANDRE Nicolas Labo : IRAP
MEA mesurera les populations d'électrons de basses- et moyennes-énergies dans la magnétosphère de Mercure, dans le vent solaire dans l'héliosphère, ainsi que lors des survols de Vénus et de la Terre. Ref : 9080 Thème : SHM Action : BEPICOLOMBO-MEA Porteur : ANDRE Nicolas Labo : IRAP
Etude et proposition de missions et d'instruments pour l'exploration orbitale et in-situ des planètes géantes de glace. Ref : 9083 Thème : SHM Action : FIG EPI Porteur : ANDRE Nicolas Labo : IRAP
Contribution technique aux senseurs Jupiter Dynamics Composition et Jupiter Energetic Neutrals and Ions de la suite instrumentale Particle Environment Package de Juice Ref : 9085 Thème : SHM Action : JUICE-PEP Porteur : ANDRE Nicolas Labo : IRAP
Animation scientifique du CDPP et développements d'outils de valorisation des données Ref : 9081 Thème : SHM Action : CDPP Porteur : ANDRE Nicolas Labo : IRAP
L'expérience CLUSTER/STAFF reste l'instrument le plus sensible jamais réalisé par l'ESA et la NASA pour l'étude des fluctuations de champs électromagnétique aux échelles cinétiques du plasma (à partir des échelles ioniques et jusqu'à celles électroniques). Ref : 9128 Thème : SHM Action : CLUSTER - STAFF Porteur : ALEXANDROVA Olga Labo : LESIA
La mission Comet Interceptor est une mission de la classe F (« Fast ») du programme Cosmic Vision de l'ESA, dont l'objectif est le survol d'une comète à longue période ou d'un objet interstellaire. Le LAM contribue à la caméra CoCa, avec la fourniture du miroir M1 (le spare). Ref : 9112 Thème : SHM Action : Cometl-CoCa Porteur : GROUSSIN Olivier Labo : LAM
La mission Plasma Observatory a été proposée dans le cadre de l'appel M7 de l'ESA. Elle a été retenue en phase A compétitive avec 2 autres missions pour une sélection finale en juin 2026 et un lancement en 2037. Le LPP (PI) et le LPC2E (CoPI) sont responsables de l'instrument SCM-M. Ref : 9428 Thème : SHM Action : Plasma Observatory SCM Porteur : LECONTEL Olivier Labo : LPP
La mission Cluster repose sur les mesures de 4 satellites identiques dont l'objet est l'étude tridimensionnelle de mécanismes fondamentaux des plasmas spatiaux, en particulier ceux gouvernant les régions frontières (magnétopause, choc, cornet polaire, queue magnétique). L'instrument STAFF de Cluster dont le LPP est PI est un des 4 instruments du consortium WEC sur cette mission. La mission Cluster, lancée en 2000 prévue initialement pour une phase opérationnelle de 2 ans est toujours en fonctionnement, les opérations en vol se termineront en septembre 2024. Ref : 9161 Thème : SHM Action : CLUSTER-STAFF Porteur : LE CONTEL Olivier Labo : LPP
La mission THEMIS constituée de 5 sondes identiques a été lancée en février 2007 pour l'étude des sous-orages magnétosphériques. En 2010, 2 sondes (ARTEMIS) ont été repositionnées en orbite autour de la Lune et 3 restent en orbite autour de la Terre avec un apogée à 12 RT. Ref : 9160 Thème : SHM Action : THEMIS - SCM Porteur : LE CONTEL Olivier Labo : LPP
Le LPP a fourni les quatre triaxes d'antennes magnétiques SCM équipant chacun des quatre satellites de la mission Magnetospheric Multiscale lancée par la NASA en mars 2015. Ces antennes mesurent les fluctuations magnétiques entre 1 Hz et 6 kHz et fonctionnent toujours nominalement. Cette mission a pour but principal d'étudier le processus de reconnexion magnétique à l'échelle de la dynamique des électrons ainsi que la turbulence, l'accélération et le chauffage du plasma. Ref : 9159 Thème : SHM Action : MMS SCM Porteur : LE CONTEL Olivier Labo : LPP
La mission JUICE est passée en phase d'implémentation B2 en juillet 2015 suite à la sélection du Prime Contractor, Airbus Defense and Space. Le modèle de vol de JUICE RPWI a été livré avec succès à ADS-Friedrichshafen début Octobre 2020. Le lancement de la mission a eu lieu en 2023 avec succès. Ref : 9090 Thème : SHM Action : JUICE-RPWI Porteur : GARNIER Philippe Labo : IRAP
La mission JUNO est depuis 2016 en orbite autour de Jupiter. La phase actuelle permet des survols rapprochés des lunes, en particulier de Ganymède et de Io, et donnent des observations originales de l'environnement de ces deux lunes. Il n'en reste pas moins que les objectifs premiers de cette mission (observations des pôles, aurores et émissions associées) restent tout à fait d'actualité. Ref : 9093 Thème : SHM Action : JUNO-Jade Porteur : LOUARN Philippe Labo : IRAP
PAS (Proton Alpha Sensor) est l'instrument de Solar Orbiter qui mesure la composante principale du vent solaire (ions H ⁺ et He ⁺⁺). Cet instrument effectue ces mesures depuis le 14 juillet 2020. Son fonctionnement actuel permet la mesure des fonctions de distribution à une cadence de 1s, soit typiquement 10 à 100 fois plus vite que par les missions 'vent solaire' passées. Ref : 9094 Thème : SHM Action : SoIO-SWA Porteur : LOUARN Philippe Labo : IRAP

L'expérience AM2P (sonde à impédance mutuelle) fait partie du Consortium PWI à bord de la sonde Mio (JAXA) dédiée à l'étude de la magnétosphère de Mercure et de son interaction avec le vent solaire. Ref : 9110 Thème : SHM Action : BEPICOLOMBO-AM2P Porteur : HENRI Pierre Labo : LAGRANGE
L'instrument embarqué WHISPER est un instrument électrique actif qui utilise la méthode dite du sondeur à relaxation pour fournir la mesure absolue de la densité du plasma sur les 4 satellites de la mission magnétosphérique CLUSTER (ESA). Ref : 9147 Thème : SHM Action : CLUSTER - WHISPER Porteur : HENRI Pierre Labo : LPC2E
L'expérience COMPLIMENT (COMetary Plasma Light InstruMENT), proposée pour la mission d'exploration cométaire Comet Interceptor, est dédiée à la mesure de différents paramètres plasma (densité électronique et ionique, température électronique), du champ électrique, du potentiel satellite et des impacts de nanograins de poussière cométaire. Ref : 9111 Thème : SHM Action : CometI-COMPLIMENT Porteur : HENRI Pierre Labo : LAGRANGE
L'instrument MIME fait partie du consortium ondes RPWI de la mission JUICE de l'ESA, dédiée à l'exploration de l'environnement ionisé de Jupiter et des trois lunes galiléennes Callisto, Europe et Ganymède. L'objectif instrumental de MIME est la mesure de la densité et de la température des électrons du plasma Jovien et des environnements ionisés de ces lunes. La technique utilisée est d'évaluer la permittivité du plasma par la mesure de l'impédance mutuelle entre deux antennes électriques fonctionnant dans un mode émission/réception. Ref : 9148 Thème : SHM Action : JUICE - MIME Porteur : HENRI Pierre Labo : LPC2E
PEPSO (Plasma Environment Platform for Satellite tests in Orléans) est un moyen de simulations sol des de simulation des environnements spatiaux plasma qui a pour objectif de fournir un moyen d'essai pour le développement de l'instrumentation spatiales plasma. Ref : 9149 Thème : SHM Action : PEPSO Porteur : HENRI Pierre Labo : LPC2E
Collaborations au sein du groupe de travail Magnétosphères MWG de Juno, avec le SwRI, l'APL, l'Université d'Iowa, le NASA/GSFC et l'université de Princeton Ref : 9099 Thème : SHM Action : Juno MWG Porteur : NENON Quentin Labo : IRAP
Traitement et utilisation régulière des données de l'expérience pour l'analyse 3D du plasma et des particules énergétiques dans le milieu interplanétaire. Ref : 9098 Thème : SHM Action : WIND Porteur : NENON Quentin Labo : IRAP
L'instrument GOLF à bord de SoHO continue à assurer l'étude sismique du Soleil intégré comme il est fait pour les étoiles. L'observation en continue permet de poursuivre les études de son activité magnétique ainsi que cumuler des données pour réduire le bruit et chercher les modes de gravité Ref : 9364 Thème : SHM Action : SOHO-GOLF Porteur : GARCIA Rafael A. Labo : AIM
La mission ESCAPE doit permettre d'apporter des éléments essentiels pour comprendre le transfert d'énergie entre le vent solaire et la magnétosphère hybride martienne et les processus physiques participant à l'échappement sous forme ionisé mais également le criblage atmosphérique. Les principaux objectifs scientifiques sont : • Comprendre le transfert d'énergie et de quantité de mouvement entre le vent solaire et la magnétosphère de Mars • Comprendre les processus contrôlant l'échange d'énergie et de matière avec l'atmosphère martienne • Comprendre les processus contrôlant la structure de la magnétosphère hybride de Mars et l'échappement des ions planétaires Pour répondre à ces questions deux nano-satellites, d'instrumentation identique, positionnées sur des orbites elliptiques complémentaires, permettront de dissocier les échelles spatiales et temporelles liées à la variabilité des conditions plasmas amont, incluant l'échappement ionique et le criblage, dans l'environnement martien et sa réponse en temps réel aux variations des conditions héliosphériques. Ref : 9121 Thème : SHM Action : ESCAPE Porteur : MODOLO Ronan Labo : LATMOS
Cette demande est axée sur l'interaction entre les lunes galiléennes et le plasma jovien. Nous avons développé un modèle 3D de l'environnement ionisé de Ganymède [Leclercq et al, 2016 ; 2017] qui sera couplé avec un modèle d'exosphère 3D [Leblanc et al, 2017]. Le modèle de simulation LatHyS [Modolo et al, 2016 ; Modolo et al, 2018 ; Leclercq et al, 2016] étant générique a été adapté pour décrire l'interaction Europa-magnétosphère de Jupiter (thèse de C. Baskevitch, soutenue en décembre 2023), et est en cours d'adaptation pour décrire l'interaction Callisto – magnétosphère de Jupiter (thèse de T. Le Liboux) Ref : 9123 Thème : SHM Action : JUICE - RPWI Porteur : MODOLO Ronan Labo : LATMOS
Cette demande est axée sur l'interaction entre les lunes galiléennes et le plasma jovien. Nous avons développé un modèle 3D de l'environnement ionisé de Ganymède [Leclercq et al, 2016 ; 2017] qui sera couplé avec un modèle d'exosphère 3D [Leblanc et al, 2017]. Le modèle de simulation LatHyS [Modolo et al, 2016 ; Modolo et al, 2018 ; Leclercq et al, 2016] étant générique a été adapté pour décrire l'interaction Europa-magnétosphère de Jupiter (thèse de C. Baskevitch, soutenue en décembre 2023), et est en cours d'adaptation pour décrire l'interaction Callisto – magnétosphère de Jupiter (thèse de T. Le Liboux) Ref : 9122 Thème : SHM Action : JUICE - PEP Porteur : MODOLO Ronan Labo : LATMOS
OREO est un projet de ballons légers. Il vise à caractériser l'accélération de particules dans les nuages orageux en lien avec les gamma ray glows et les flashes gamma terrestres par mesure in situ. Ref : 9142 Thème : SHM Action : OREO Porteur : CELESTIN Sebastien Labo : LPC2E
La connaissance du contexte électrique est cruciale pour l'étude des lueurs gamma et des flashes gamma terrestres (TGF). Nous proposons de développer un instrument de mesure des trois composantes du champ électrique depuis le DC jusqu'au MHz ainsi que la conductivité électrique. Ref : 9141 Thème : SHM Action : AEF STRATEOLE Porteur : CELESTIN Sebastien Labo : LPC2E

La sonde JUICE évoluera à Jupiter dans un environnement plasma constitué d'un flux particulièrement élevé de particules ionisées. Cela impactera à la fois la qualité de la mesure des instruments plasma tels que RPWI ainsi que la plateforme elle-même. Dans ce contexte l'ONERA intervient pour améliorer les modèles d'environnements radiatifs à Jupiter ainsi que pour améliorer la simulation des interactions de JUICE avec son environnement plasma. Ref : 9382 Thème : SHM Action : JUICE RPWI Porteur : HESS Sebastien Labo : ONERA
Le CERCLE mène des activités reliées à la météorologie de l'espace: surveillance du rayonnement cosmique, recherches reliées à la météorologie de l'espace en physique du Soleil et physique des relations Soleil-Terre, soutien d'activités opérationnelles. Ref : 9162 Thème : SHM Action : METEOESP - CERCLE Porteur : MASSON Sophie Labo : LPP
Ce dossier a pour objectif de développer une méthode opérationnelle utile pour la prévision des éruptions solaires et de l'environnement. Intérêt pour le programme «ESA Space Situational Awareness (SSA) » [VSWMC « Virtual Space Weather Modelling Center »– et groupe de travail de l'ESA pour Solar Orbiter. Ref : 9070 Thème : SHM Action : METEOESP Porteur : AMARI Tahar Labo : CPHT
Apport d'expertise sur la réalisation d'une boucle magnétique pour un cubesat. Ref : 9143 Thème : SHM Action : H-TiDeS Porteur : DUDOK DE WIT Thierry Labo : LPC2E
Le contexte est la météorologie de l'espace avec la reconstruction et la caractérisation d'indices d'activité solaire à partir de données disparates provenant de divers instruments. Ref : 9144 Thème : SHM Action : METEOESP - Indices Porteur : DUDOK DE WIT Thierry Labo : LPC2E
Accompagnement scientifique du capteur magnétique SCM (Search-coil magnetometer) que le LPC2E a réalisé pour la mission Parker Solar Probe (PSP) de la NASA. En septembre 2024 Parker Solar Probe a réussi avec succès son 22e passage au périhélie. Dès décembre 2024 il sera au plus près du Soleil. Ref : 9145 Thème : SHM Action : PSP - SCM Porteur : DUDOK DE WIT Thierry Labo : LPC2E
Dans le cadre de la mission Solar Orbiter (SO), le LPP a réalisé l'analyseur de bord LFR/RPW destiné à caractériser les ondes électromagnétiques de basses fréquences mesurées dans le vent solaire jusqu'à 0.28 UA. L'objectif principal est d'évaluer le rôle de ces ondes dans l'accélération et le chauffage du vent solaire. L'analyseur s'intègre dans le consortium "ondes", RPW, coordonné par Milan Maksimovic (LESIA). Ref : 9156 Thème : SHM Action : SOLO - RPW Porteur : CHUST Thomas Labo : LPP
L'analyseur de particules SWEAP permet de sonder les particules (protons, alphas et électrons) dans le vent solaire proche. Son design est proche de l'instrument PAS sur Solar Orbiter, dont l'IRAP a la responsabilité technique et scientifique. La caméra WISPR est un imageur en lumière blanche. Ref : 9101 Thème : SHM Action : PSP-SWEAP-WISPR Porteur : RÉVILLE Victor Labo : IRAP
La mission HelioSwarm a été sélectionnée en Janvier 2022 dans le cadre de l'appel MidEx du programme Héliosphérique de la NASA. Ref : 9091 Thème : SHM Action : HelioSwarm-iESA Porteur : GENOT Vincent Labo : IRAP
La mission Juno, étendue jusqu'en 2025, continue d'étudier la magnétosphère jovienne et les interactions lune-magnétosphère grâce à des instruments embarqués et à des observations complémentaires depuis la Terre. Ref : 9113 Thème : SHM Action : JUNO-WAVES-UVS Porteur : HUE Vincent Labo : LAM
La proposition HelioSwarm pilotée par le PI H. Spence (UNH) et le CoPI K. Klein (Univ. D'Arizona) sera dotée d'une instrumentation dédiée au vent solaire et fournira pour la première fois des mesures simultanées aux échelles fluide et ionique (1 + 8 petits satellites) de la turbulence plasma dans le vent solaire libre et l'environnement terrestre. Elle a été soumise à l'AO MIDEX (NASA) 2019 et sélectionnée en 2022 pour un lancement début 2029. Ref : 9158 Thème : SHM Action : HELIOSWARM SCM Porteur : LE CONTEL Olivier Labo : LPP
La mission MMS de la NASA a été lancée le 12 mars 2015. L'IRAP a fortement contribué à ce projet à travers la fourniture et l'étalonnage des détecteurs MCP pour les instruments DIS (Dual Ion Sensor ; cf. http://mms.irap.omp.eu/). Ref : 9092 Thème : SHM Action : MMS FPI Porteur : GENOT Vincent Labo : IRAP
L'instrument IMS est un spectromètre de masse embarqué sur la mission Plasma Observatory proposé à l'ESA pour le call M7 (lancement en 2037) Ref : 9425 Thème : SHM Action : Plasma Observatory IMS Porteur : GENOT Vincent Labo : IRAP
Le groupe de travail Solanet continue à travailler sur les mots-clés solaires en vue d'une homogénéisation des définitions pour le sol et le spatial. La prévision du comportement individuel et collectif des structures solaires s'effectue au moyen de techniques innovantes de Machine Learning et nous cherchons à améliorer les détections actuelles. Ref : 9127 Thème : SHM Action : METEOESP Porteur : ABOUDARHAM Jean Labo : LESIA

SYSTEME SOLAIRE

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

L'expérience de radio-science 3GM à bord de la mission JUICE a pour but de participer à la caractérisation de l'océan de Ganymède et d'explorer sa structure interne de même que celle de Callisto. Pour cela, une connaissance précise de la dynamique du système jovien est nécessaire. Ref : 9174 Thème : SS Action : 3GM Porteur : FIENGA Agnès Labo : GEOAZUR
Le programme est axé sur 2 axes complémentaires de recherche sur Mercure : surface et exosphère, qui viennent en support des expériences SIMBIO-SYS et PHEBUS, à bord de la mission BepiColombo, et sur lesquels les proposant sont impliqués au niveau co-PI et Co-I. Ref : 9245 Thème : SS Action : BepiColombo Porteur : DORESSOUNDIRAM Alain Labo : LESIA
REASON / Europa Clipper : participation à l'équipe scientifique et suivi du développement technique de l'instrument et des simulations associées. Le travail effectué concerne conjointement les radars RIME/JUICE et REASON sur l'aspect simulation et radar passif. Ref : 9190 Thème : SS Action : REASON - Europa Clipper Porteur : HERIQUE Alain Labo : IPAG
L'IPAG a la responsabilité de l'instrument JuRa sur le CubeSat Juventas de la mission HERA/ESA. L'observation direct de la structure interne –une première pour un astéroïde- permettra de caractériser un rubble-pile, son homogénéité, sa texture et sa porosité. Il s'agit de comprendre les processus de formation et les conditions de stabilité de ces corps. Ref : 9193 Thème : SS Action : SRS - Envision Porteur : HERIQUE Alain Labo : IPAG
L'IPAG a la responsabilité de l'instrument JuRa sur le CubeSat Juventas de la mission HERA/ESA. L'observation direct de la structure interne –une première pour un astéroïde- permettra de caractériser un rubble-pile, son homogénéité, sa texture et sa porosité. Il s'agit de comprendre les processus de formation et les conditions de stabilité de ces corps. Ref : 9191 Thème : SS Action : JuRa - HERA Porteur : HERIQUE Alain Labo : IPAG
VenSAR est le radar imageur de la mission EnVision (ESA). Outre son mode SAR qui fournira des images de Vénus avec une résolution sans précédent, il est doté d'un mode (passif) radiométrique qui mesurera l'émission thermique de la surface de Vénus. En juin 2022 j'ai été sélectionnée comme co-I de VenSAR qui est sous responsabilité JPL/NASA. Ref : 9236 Thème : SS Action : EnVision - VenSAR Porteur : LE GALL Alice Labo : LATMOS
Poursuite des analyses des observations de Bennu par la caméra. Ref: 9254 Thème : SS Action : OSIRIS-REx Porteur : BARUCCI Maria Antonietta Labo : LESIA
Poursuite des observations de Ryugu par la caméra Ref : 9251 Thème : SS Action : Hayabusa2 Porteur : BARUCCI Antonella Labo : LESIA
Livraison du modèle de vol de l'instrument MIRS en avril 2024. Ref : 9242 Thème : SS Action : MMX - MIRS Rover Porteur : BARUCCI Maria Antonietta Labo : LESIA
Livraison du modèle de vol de l'instrument MIRS en avril 2024. Ref : 9483 Thème : SS Action : MMX - MIRS & Rover Porteur : BARUCCI Antonella Labo : LESIA
La mission InSight s'est terminée en 2022 avec une moisson de données exceptionnelle en sismologie planétaire ; la station météorologique d'InSight a également permis de mieux connaître l'atmosphère martienne avec des données inédites. Ref : 9257 Thème : SS Action : InSight - SEIS Porteur : SPIGA Aymeric Labo : LMD
L'IPDA rassemble toutes les agences spatiales dotée d'une archive de données planétologie. Elle promeut le standard d'archive NASA/PDS4. Elle participe aussi au Solar System Interest Group de l'IVOA. Ref : 9249 Thème : SS Action : IPDA Porteur : CECCONI Baptiste Labo : LESIA
Nous avons poursuivi nos études préparatoires à BepiColombo en traitant et analysant les mesures de MESSENGER. L'arrivée en orbite a été décalée au dernier trimestre 2026, suite à des soucis de propulsion. Ref : 9265 Thème : SS Action : BepiColombo - MerMarg SIMBIOSYS - Porteur : LANGLAIS Benoit Labo : LPGN
L'année 2024 a été exceptionnelle en termes de quantités d'analyses effectuées. Il s'agissait du pic analytique pour les échantillons alloués au CRPG par la mission Osiris Rex, en plus des analyses continues des échantillons Hayabusa2. De nombreuses analyses ont été réalisées au laboratoire gaz-rares et sonde ionique sur les fractions à grains fins. 8 échantillons OR ont été processés pour les analyses isotopiques de He, Ne, Ar, Kr et Xe suivant plusieurs paliers de température. De nouvelles analyses sont prévues sur des "stones of interest" pluricentimétriques Ref : 9171 Thème : SS Action : Hayabusa2 - Osiris-Rex Porteur : MARTY Bernard Labo : CRPG

Phase E : Survol de Pluton et ses satellites • Phase E : Survol du KBO Arrokoth (MU69 / Ultima Thule). Poursuite des analyses des observations de la caméra infrarouge RALPH Ref : 9198 Thème : SS Action : Ralph - NEW HORIZONS Porteur : SCHMITT Bernard Labo : IPAG
Application des résultats issus de mesures de laboratoire aux données de la mission de retour d'échantillons OSIRIS-REx/NASA : hydratation et altération spatiale sur Bennu. Ajout d'un volet de comparaison avec Ryugu. Ref : 9182 Thème : SS Action : Osiris-Rex - ovirs-otes Porteur : LANTZ Celine Labo : IAS
Les échantillons rapportés par la mission Hayabusa2 permettent, pour la première fois, de comparer des matériaux de la surface d'un astéroïde carboné identifié, Ryugu, avec les matériaux de type chondrite carbonée présents dans les collections de météorites et micrométéorites. Ref : 9188 Thème : SS Action : MIAMI - Hyabusa2 Porteur : DUPRAT Jean Labo : IMPMC
La mission Hayabusa2 de la JAXA a effectué le premier retour d'échantillon d'un astéroïde carboné fin 2020. Depuis les échantillons sont conservés dans un centre de Curation où ils sont soumis à des premières caractérisations, notamment via l'instrument MicrOmega, un microscope hyperspectral IR. Ref : 9177 Thème : SS Action : Hayabusa2 - MicrOmega Curation Porteur : PILORGET Cedric Labo : IAS
Promotion et maintien des collaborations internationales avec pour objectif : i) la spatialisation du CosmOrbitrap, et ii) la pérennisation du banc de qualification du CosmOrbitrap en banc de calibration pour les instruments spatiaux Laser-CosmOrbitrap. Etude de performances. Ref : 9262 Thème : SS Action : COBT - CosmOrbitrap Porteur : BRIOIS Christelle Labo : LPC2E
Promotion et maintien des collaborations internationales avec pour objectif : i) la spatialisation du CosmOrbitrap, et ii) la pérennisation du banc de qualification du CosmOrbitrap en banc de calibration pour les instruments spatiaux Laser-CosmOrbitrap. Etude de performances. Ref : 9492 Thème : SS Action : CosmOrbitrap Porteur : BRIOIS Christelle Labo : LPC2E
Participation (Co-I) à une meilleure calibration et compréhension des données de l'instrument SUDA d'Europa-Clipper grâce à l'interfaçage de notre nouveau banc de tests OLYMPIA intégrant un analyseur en masse* Orbitrap™ au dispositif allemand d'ionisation LILBID. *(éléments commerciaux ThermoFisher ou autres : cellule et électronique associée à son fonctionnement et à l'acquisition de spectres) Ref : 9261 Thème : SS Action : Europa Clipper - SUDA Porteur : BRIOIS Christelle Labo : LPC2E
La mission MAVEN de la NASA fournit des informations originales sur l'état actuel de la haute atmosphère de Mars et sur les processus qui la contrôlent avec pour objectif de déterminer le taux actuel et passé d'échappement atmosphérique. Ref : 9216 Thème : SS Action : MAVEN - SWEA Porteur : MAZELLE Christian Labo : IRAP
Implication dans le core group ou comme Co-I dans différents projets ou études de missions vers les planètes géantes et leurs satellites : mission Flagship de la NASA vers Uranus ; autres concepts de missions vers Neptune et Triton ; mission pour une sonde dans Saturne (Zephyr) qui sera proposée à l'appel NF5; implication dans la mission Dragonfly vers Titan sélectionnée dans NASA/NF4. Ref : 9247 Thème : SS Action : GIANT PLANET MISSIONS Porteur : COUSTENIS Athéna Labo : LESIA
La caméra JANUS à bord de JUICE déterminera la formation et les caractéristiques des éléments magmatiques, tectoniques, et découlant d'impacts dans les objets du système. Elle permettra de caractériser les satellites de glace (Ganymède, Europe, Callisto) mais aussi l'atmosphère de Jupiter. Ref : 9252 Thème : SS Action : JUICE - JANUS Porteur : COUSTENIS Athéna Labo : LESIA
Sample Analysis at Mars est un instrument d'analyse chimique embarqué sur le rover de la NASA Curiosity en activité à la surface de Mars, que notre équipe a en partie développé et opère régulièrement depuis 12 ans et demi. Nous recherchons principalement de la matière organique d'origine martienne afin d'en comprendre la ou les sources et le lien possible avec une activité biologique. Mais notre activité s'est étendue depuis le début du projet à la caractérisation de la matière inorganique volatile et son lien avec l'habitabilité du cratère Gale. Ref : 9235 Thème : SS Action : SAM Porteur : SZOPA Cyril Labo : LATMOS
Dans le cadre de la mission InSight, et afin d'interpréter des observations géophysiques, nous effectuons des mesures en laboratoire par plusieurs techniques sur des échantillons soumis aux conditions de haute pression et de haute température existant à l'intérieur de Mars. Ref : 9187 Thème : SS Action : InSight Porteur : ANTONANGELI Daniele Labo : IMPMC
L'objectif de ce projet est d'utiliser les méthodes d'interférométrie sismique pour déterminer la structure des premiers mètres du régolithe, ainsi que la structure crustale et profonde de la Lune. Les propriétés sismiques du sous-sol sont particulièrement intéressantes pour les ressources in situ car la structure sismique nous permettra d'estimer l'épaisseur du régolithe à grains fins et les vitesses sismiques sont fortement sensibles à la présence de glace. L'expérience a été sollicitée en tant que "Reserve Pool of Science Activities for the Moon" Ref : 9344 Thème : SS Action : LASSIE Porteur : MIMOUN David Labo : ISAE

L'expérience SEIS est arrêtée depuis bientôt deux ans maintenant mais l'exploitation des données continue. Ref : 9349 Thème : SS Action : SEIS Porteur : MIMOUN David Labo : ISAE
Le projet OSHERA vise à réaliser des observations d'occultation stellaires de l'astéroïde Didimos afin de déterminer sa taille. Ref : 9243 Thème : SS Action : OSHERA Porteur : SOUAMI Damya Labo : LESIA
L'expérience de Radio Science (RSE) sur EnVision est pilotée depuis le LPG (PI C. Dumoulin). Elle est divisée en deux sous-expériences : l'expérience de gravité (co-PI P. Rosenblatt) et l'expérience de radio-occultations (co-PI S. Tellmann). L'expérience de gravité permettra d'améliorer la connaissance du champ de gravité de la planète (et donc de sa structure interne) mais aussi de sa rotation, tandis que les radio-occultations permettront de mieux connaître la teneur des nuages en acide sulfurique (gaz et liquide) ainsi que la dynamique de l'atmosphère. Ref : 9266 Thème : SS Action : EnVision - RSE Porteur : DUMOULIN Caroline Labo : LPGN
Le spectromètre UV PHEBUS (Probing of Hermean Exosphere By Ultraviolet Spectroscopy), sous PI-ship français, a été conçu, intégré, testé et validé par le LATMOS. En tant que Maître d'Œuvre le LATMOS a fourni, à l'issue du développement, l'instrument complet (modèle de vol et de rechange). L'instrument est constitué des sous-systèmes principaux suivants, avec entre autres des fournitures japonaises (détecteurs EUV et FUV) et russes (mécanisme de pointage), intégrées dans l'instrument par le LATMOS avec support technique des coopérateurs. Ref : 9241 Thème : SS Action : BepiColombo - Phebus Porteur : QUEMERAIS Eric Labo : LATMOS
L'instrument SWI est réalisé par un consortium de partenaires sous PI-ship allemand, avec contribution hardware française (LERMA). Ref : 9253 Thème : SS Action : JUICE - SWI Porteur : LELLOUCH Emmanuel Labo : LESIA
Afin de valoriser les activités APR, nous avons prévu de compiler et publier les synthèses des paragraphes a, b et c a) SYNTHÈSE - Contexte de l'expérience L'expérience SEIS de la mission InSight a pour objectifs d'évaluer la sismicité de la planète Mars et de contraindre sa structure interne, en lien avec d'autres expériences géophysiques, telles que des observations magnétiques, géodésiques et des mesures de flux de chaleur. Ref : 9267 Thème : SS Action : InSight - SEIS Porteur : BEUCLER Éric Labo : LPGN
Le spectro-imageur MAJIS à bord de la mission JUICE a parmi ses objectifs scientifiques la cartographie chimique de la surface des trois satellites Europe, Ganymède et Callisto. Ref : 9195 Thème : SS Action : MAJIS - JUICE Porteur : QUIRICO Eric Labo : IPAG
La mission MAVEN est en orbite autour de Mars depuis septembre 2014. Tous les instruments fonctionnent nominalement à ce jour. A partir de mi-février 2019, une phase d'aérofreinage a eu lieu qui a descendu l'apoapse de MAVEN à ~1500 km et augmenté l'altitude du périapse à 200 - 300 km. Ref : 9237 Thème : SS Action : IUVS Porteur : MONTMESSIN Franck Labo : LATMOS
Le LATMOS est responsable de l'ensemble des opérations de SPICAM à bord de la mission ESA Mars Express (MEX), du traitement et de la production des données à fin d'archivage par l'ESA. La mission Mars Express a été étendue jusqu'à fin 2026 avec une possible extension jusqu'à fin 2028. Ref : 9239 Thème : SS Action : SPICAM Porteur : MONTMESSIN Franck Labo : LATMOS
L'objectif est d'analyser les processus géomorphologiques (dépôts lobés de tsunamis dans un océan boréal, glaciations anciennes des hautes plateaux sud, cratères d'impact) et les interactions possibles entre ces processus par une analyse fine des images et MNT de la caméra HRSC. Ref : 9175 Thème : SS Action : HRSC - MEX Porteur : COSTARD Francois Labo : GEOPS
Le Mars Climate Sounder à bord du Mars Reconnaissance Orbiter cartographie continûment, les températures, la glace d'eau, la glace de CO2 et poussière de l'atmosphère martienne, de la surface à 90km d'altitude. Sur MRO il est complété par la caméra météorologique MARCI. Ref : 9260 Thème : SS Action : MRO - MCS Porteur : FORGET François Labo : LMD
L'activité "Interdisciplinary Scientist" en charge des sciences de l'atmosphère consiste à soutenir et coordonner les activités d'études de l'atmosphère et du climat de la planète Mars avec la mission Mars Express Ref : 9259 Thème : SS Action : Mars Express Porteur : FORGET François Labo : LMD
MAJIS est le spectro-imageur visible/infrarouge (0.5-5.55 µm) qui est à bord de la mission JUICE dans le but d'explorer le système jovien. L'instrument est sous responsabilité scientifique et technique de l'IAS et en phase de croisière depuis avril 2023 avec une dizaine de tests effectués depuis le lancement. Ref : 9181 Thème : SS Action : MAJIS Porteur : POULET François Labo : IAS
JANUS est la caméra à bord de JUICE. Participation en tant que Col (3 à l'IAS) à l'expérience JANUS avec coordination des opérations entre JANUS et MAJIS. Ref : 9184 Thème : SS Action : JANUS Porteur : POULET François Labo : IAS
Analyse isotopique des échantillons de Ryugu. Ref : 9205 Thème : SS Action : MMX samples Porteur : MOYNIER Frederic Labo : IPGP

Les imageurs hyperspectraux OMEGA et CRISM sont depuis plusieurs années sur Mars. Pour proposer des nouvelles interprétations, nous construisons de nouveaux outils et de nouvelles instrumentations de laboratoire. Le spectromètre PFS est maintenant depuis plusieurs années sur Mars et toujours opérationnel, même si un mal fonctionnement a été identifié en 2022. Nous souhaitons effectuer des comparaisons avec NOMAD-LNO. Ref : 9176 Thème : SS Action : Omega - MEX Porteur : SCHMIDT Frederic Labo : GEOPS
Nouvelle structure commune au CNES et CNRS/INSU. Mise en place du service pour 2025 Ref : 9485 Thème : SS Action : PDSSP Porteur : SCHMIDT Frédéric Labo : GEOPS
Le présent projet a pour objectif de soutenir les différentes activités menées en tant que co-investigateur sur l'analyseur de grains SUDA dans le cadre de la préparation de la mission NASA Europa Clipper mission. Notre rôle est d'apporter l'expertise scientifique sur les interactions surface-intérieur et le lien entre la composition des grains analysés et l'évolution thermo-chimique d'Europe. Ref : 9264 Thème : SS Action : EUROPA CLIPPER - SUDA Porteur : TOBIE Gabriel Labo : LPGN
Le présent projet a pour objectif de soutenir les différentes activités JUICE menées au sein du LPG (Nantes). Ce projet combine les différentes demandes dédiées aux activités des différents d'1 IDS et des co-I et TMs JUICE du LPG associés à JANUS, GALA, J-MAG, MAJIS, 3GM) Ref : 9272 Thème : SS Action : JUICE Porteur : TOBIE Gabriel Labo : LPGN
La mission ESA/Comet Interceptor est atypique car elle n'a pas de cible précise. Elle constitue une opportunité unique de caractériser une comète parmi les plus primitives, soit une comète à longue période potentiellement dynamiquement nouvelle, ou un objet interstellaire. Ref : 9256 Thème : SS Action : Comet Interceptor Porteur : GUILBERT-LEPOUTRE Aurélie Labo : LGL-TPE
La mission NASA OSIRIS-REx avait pour objectif un retour d'échantillon et la caractérisation d'un astéroïde primitif de type B. L'astéroïde Bennu a été échantillonné le 20 octobre 2020 et les échantillons ramenés sur Terre le 24 septembre 2023. Nous sommes, ici à l'Observatoire de la Côte d'Azur en collaboration avec le CRHEA UMR7073, l'un des 8 laboratoires, en charge des premières caractérisations minéralogiques et pétrologiques des échantillons de Bennu. Ref : 9226 Thème : SS Action : OSIRIS-REx Porteur : LIBOUREL Guy Labo : LAGRANGE
Dans le cadre d'une visite d'État, le gouvernement chinois a donné à la France en 2023 deux échantillons rapportés par la mission lunaire Chang'e 5. Une partie de ces échantillons doit être mise à disposition de la communauté scientifique française dans le cadre d'appels d'offres qui seront mis en place par le CNES. Ref : 9342 Thème : SS Action : Chang'e 5 Curation Porteur : DUPRAT Jean Labo : IMPMC
Le projet concerne des travaux préparatoires pour un concept d'instrument (LONSCAPE) dédié à l'étude des aérosols dans les atmosphères planétaires. Ces travaux se basent notamment sur la R&T LOAC spatial récemment effectuée. Ref : 9263 Thème : SS Action : LONSCAPE Porteur : RENARD Jean-Baptiste Labo : LPC2E
L'expérience MIRS à bord de la mission MMX de la JAXA étudiera par spectroscopie Phobos, Deimos et Mars. Nous analysons en laboratoire des analogues de surface de ces objets et développons des outils numériques pour l'interprétation des données spectrales. Ref : 9218 Thème : SS Action : MIRS - MMX Porteur : LASUE Jeremie Labo : IRAP
L'ambitieuse mission Bepi-Colombo doit permettre d'étudier l'ensemble des aspects de la planète Mercure, depuis son intérieur, jusqu'aux couches les plus externes de son atmosphère, en passant par sa surface. A son bord, le complexe instrumental Simbio-Sys permettra de cartographier différentes propriétés de la surface de la planète (unités géologiques, composition des roches, topographie...). En tant que membre de l'équipe Simbio-Sys, notre équipe aura accès à ces données que nous prévoyons d'exploiter, et de comparer à des analyses réalisées en laboratoire. Ref : 9172 Thème : SS Action : BepiColombo - SimbioSys Porteur : FLAHAUT Jessica Labo : CRPG
The APR-2024 underpins the work of Joan-Pau Sánchez as a member of ESA's Target Identification working group for Comet Interceptor. The specific role of Joan-Pau Sánchez within this working group is to support the process of identification of suitable and optimal candidate targets for Comet-I. Ref : 9346 Thème : SS Action : COMET INTERCEPTOR - TARGET4CI Porteur : SANCHEZ CUARTIELLES Joan-Pau Labo : ISAE
MICROSCOPE-2 est un projet de suite de la mission MICROSCOPE pour tester le principe d'équivalence dans l'espace avec une précision de l'ordre de 10⁻¹⁷. Le test du principe d'équivalence est inscrit comme prioritaire au Séminaire de Prospective Scientifique 2024 du CNES. Ref : 9341 Thème : SS Action : Mars Express Omega Porteur : CARTER John Labo : IAS
OMEGA continue d'être un instrument à haut rendement scientifique sur MEX, émergeant sur de nombreuses disciplines Martiennes. L'état de l'instrument est inchangé et ses opérations demeurent nominales. La voie visible est systématiquement utilisée, et la voie infrarouge est réservée pour les cibles scientifiques prioritaires. Ref : 9185 Thème : SS Action : OMEGA - MEX Porteur : CARTER John Labo : IAS

Depuis 2005, l'instrument CRISM complète OMEGA dans son observation de la surface et des limbes pour la caractérisation des composés minéraux et aérosols. Sa plus grande résolution spatiale permet de préciser le contexte minéralogique typiquement identifié à plus grande échelle avec OMEGA et grâce à la couverture globale de ce dernier. CRISM permet en outre des études géologiques détaillées de sites d'intérêt particulier. Les observations et leurs analyses sont souvent coordonnées avec OMEGA et les rovers. Ref : 9183 Thème : SS Action : CRISM - MRO Porteur : CARTER John Labo : IAS
Le spectromètre infrarouge MIRS (MMX Infrared Spectrometer) sera embarqué à bord de la sonde Martian Moons Exploration (MMX) afin de caractériser la composition minéralogique de la surface des lunes de Mars. Le lancement a été reporté à 2026. Ref : 9269 Thème : SS Action : MIRS-LPG Porteur : LE DEIT Laetitia Labo : LPGN
Les prochaines années seront déterminantes pour la mise en place de l'Observatoire Virtuel en Planétologie. L'IPDA (International Planetary Data Alliance) s'implique dans la définition des standards nécessaires à la valorisation de nos données spatiales dans nos domaines de recherche. Ref : 9234 Thème : SS Action : IPDA Porteur : SARKISSIAN Alain Labo : LATMOS
L'étude des planètes géantes glacées prend de l'ampleur dans le cadre d'une future mission NASA/ESA vers Uranus ou Neptune, ainsi que de la préparation à un futur télescope UV de grande taille, en témoigne une liste croissante de communications et publications. Ref : 9248 Thème : SS Action : Uranus Porteur : LAMY Laurent Labo : LESIA
Orthous-Daunay et al. : La mission Hayabusa2 est revenu sur Terre en décembre 2020. Les premières mesures de chromatographie couplée à la spectrométrie de masse Orbitrap ont eu lieu en juin 2021. Le dépouillement des données touche à sa fin et les interprétations commencent. Bonal et al. : Les échantillons dans le cadre des PET Hayabusa2 (JAXA) étaient disponibles de juin 2021 à juin 2022. Lors du premier AO international, nous avons obtenu 2 grains (09/22) pour conduire de nouvelles analyses et nous avons également déposé (printemps 2024) une demande au premier AO international pour obtenir des échantillons de Bennu (OSIRIS-REx, NASA). Une nouvelle CI (Oued Chebeika 002) a été identifiée très récemment. Elle s'avère très fraîche (relativement à Orgueil) et se compare largement aux échantillons de Ryugu. Les analyses sont en cours. Ref : 9194 Thème : SS Action : Hayabusa2 - Echantillons Porteur : BONAL LYDIE + ORTHOUS-Daunay François Régis Labo : IPAG
Le contexte de notre travail s'inscrit dans la préparation de l'instrument MIRS, qui a livré à la JAXA en 2024 pour être embarqué à bord de la mission MMX. Parallèlement, nous étudions les lunes martiennes en exploitant les données issues d'autres missions spatiales, d'observations réalisées avec des télescopes au sol, ainsi que d'expériences en laboratoire. Ref : 9225 Thème : SS Action : MIRS - MMX Porteur : DELBO Marco Labo : LAGRANGE
La mission BEPICOLOMBO a été lancée en 2018 pour une arrivée à Mercure fin 2025. Elle emporte l'ensemble d'imageurs SIMBIO-SYS, qui comporte une contribution instrumentale IAS, et dont l'objectif est de contraindre les propriétés de la surface de Mercure. Ref : 9178 Thème : SS Action : BepiColombo -SimbioSys Porteur : VINCENDON Mathieu Labo : IAS
Après son lancement en avril 2023, JUICE est en phase de croisière dans le système solaire interne et a effectué avec succès un survol double Lune-Terre en Aout 2024 pour assistance gravitationnelle. L'allumage de certains instruments permet de commencer à les tester. Ref : 9215 Thème : SS Action : Juice Porteur : BLANC Michel Labo : IRAP
Ce projet a deux objectifs principaux : 1. Préparer les opérations de proximité de la mission Hera, notamment en ce qui concerne l'atterrissage et la stratégie opérationnelle des CubeSats. 2. Préparer les analyses scientifiques de la mission Hera, notamment en ce qui concerne les propriétés géophysiques de Dimorphos (structure interne et propriétés mécaniques de surface). Ref : 9371 Thème : SS Action : HERA Porteur : MURDOCH Naomi Labo : ISAE
Ce projet soutient la préparation scientifique pour les WheelCams à bord du rover MMX. Ceci comprend à la fois la mise en place d'un pipeline complet de traitement d'image pour les WheelCams, la documentation associée et la mise en place et maintien d'un GitLab et d'un Wiki dédiés. Ref : 9601 Thème : SS Action : MMX Rover Porteur : MURDOCH Naomi Labo : ISAE
RAMSES (Rapid Asteroid Mission for SEcurity and Safety) est une mission de défense planétaire de l'ESA vers l'astéroïde Apophis. Notre équipe participe dans les travaux et des réunions de l'équipe internationale RAMSES dont nous faisons partie, et nous développons aussi un sismomètre qui peut mesurer les séismes générés en réponse aux forces de marées terrestres pendant le passage d'Apophis près de la Terre en 2029. Ref : 9347 Thème : SS Action : RAMSES Porteur : MURDOCH Naomi Labo : ISAE
La caméra HiRISE est à bord de la sonde Mars Reconnaissance Orbiter, en orbite autour de Mars depuis 2006. La caméra est dotée d'une résolution inégalée de 25 cm/pixel. Nous sommes co-I depuis 2011. Ref : 9271 Thème : SS Action : HiRISE - MRO Porteur : MANGOLD Nicolas Labo : LPGN

Mars Express avec à bord les instruments OMEGA et HRSC est en orbite martienne depuis début 2004. La présente proposition est commune aux Co-Is OMEGA et HRSC du LPG, à savoir : N. Mangold, S. Le Mouélic, et C. Sotin, pour OMEGA, et V. Ansan, L. Le Deit et N. Mangold pour HRSC. Ref : 9268 Thème : SS Action : OMEGA Porteur : MANGOLD Nicolas Labo : LPGN
La mission de classe F « Comet-Interceptor » de l'ESA/JAXA est passée en phase C depuis la sélection du « prime industrial contractor » OHB le 6 octobre 2022. Les instruments ont passé leur CDR fin 2023 et c'est au tour des sondes principale (A) et secondaires (B1, B2) d'ici mars 2025. Ref : 9246 Thème : SS Action : Comet Interceptor Porteur : BIVER Nicolas Labo : LESIA
Simbio-Sys est un instrument composé d'une caméra stéréoscopique, d'une caméra haute-résolution et d'un imageur spectroscopique embarqué sur une sonde de l'ESA BepiColombo et doit analyser la surface de Mercure Ref : 9209 Thème : SS Action : BepiColombo -Modélisation Porteur : FORNI Olivier Labo : IRAP
Curiosity caractérise depuis 2012 les dépôts sédimentaires qui forment une montagne au centre du cratère Gale sur Mars suite à une succession d'épisodes fluviaux, lacustres et éoliens. ChemCam a mesuré à ce jour la composition de plus 4.000 roches différentes par spectrométrie induite par laser. Ref : 9214 Thème : SS Action : ChemCam Porteur : GASNAULT Olivier Labo : IRAP
La mission spatiale HERA de l'agence spatiale Européenne a pour but de caractériser pour la première fois un petit astéroïde binaire, d'effectuer plusieurs démonstrations technologiques, et de caractériser le cratère d'impact réalisé par la mission DART de la NASA. Ref : 9228 Thème : SS Action : Hera Porteur : GROUSSIN Olivier Labo : LAM
Cette demande concerne le financement de la participation scientifique du LAM (Olivier Groussin et Laurent Jorda) aux phases de développement instrumental de la mission JUICE (JUper ICy moons Explorer) de l'ESA, sur laquelle Olivier Groussin est Co-I de l'instrument JANUS. Ref : 9231 Thème : SS Action : JUICE JANUS Porteur : GROUSSIN Olivier Labo : LAM
MASPEX, le spectromètre de masse de la mission Europa Clipper, analysera la composition chimique de l'exosphère d'Europe et des panaches potentiels éjectés par des geysers. Il détectera des composés volatils, incluant l'eau et des molécules organiques, pour étudier l'océan sous-glaciaire. Ses données aideront à évaluer le potentiel habitabilité d'Europe. Ref : 9229 Thème : SS Action : Europa Clipper - MASPEX Porteur : MOUSIS Olivier Labo : LAM
Organisation à Marseille du Worksho Galilean Moons Ref : 9227 Thème : SS Action : Workshop Galilean Moons Porteur : MOUSIS Olivier Labo : LAM
Activité scientifique sur les analyses hétérodynes à partir de l'instrument SWI de JUICE. Ref : 9481 Thème : SS Action : JUICE - SWI Porteur : MOUSIS Olivier Labo : LAM
L'Europe est en mesure de construire une sonde de rentrée atmosphérique si elle souhaite conduire un partenariat avec la NASA dans le cadre des appels New Frontier et Flaship. Je m'efforce de maintenir les communautés scientifiques et industrielles en éveil par rapport à ces aspects. Ref : 9230 Thème : SS Action : Uranus Probe Porteur : MOUSIS Olivier Labo : LAM
La mission Comet Interceptor étudiera une comète primitive provenant du nuage d'Oort et s'approchant du Soleil pour la première fois. L'instrument CoCa (Comet Camera) apportera des contraintes sur la composition et la structure des constituants du noyau et de la coma, et leur origine. Ref : 9192 Thème : SS Action : Comet Interceptor Porteur : POCH Olivier Labo : IPAG
L'expérience consiste à mesurer les propriétés magnétiques et mécaniques de l'échantillon de Phobos qui sera ramené sur Terre en 2031 par la mission MMX de la JAXA, en partenariat avec le CNES, la DLR et l'ESA. Cette expérience correspond à mon projet de recherche comme membre du SST-OPD. Ref : 9270 Thème : SS Action : SST - MMX Porteur : ROSENBLATT Pascal Labo : LPGN
Hera a été lancée avec succès le 7 octobre 2024 depuis Cap Canaveral par une fusée Falcon 9 de Space X. La Phase de Commissioning s'est déroulée avec succès, offrant des images de la Terre et de la Lune. Après un survol de Mars et Deimos en Mars 2025, elle rejoindra Didymos en Octobre 2026. Ref : 9223 Thème : SS Action : Hera Porteur : MICHEL Patrick Labo : LAGRANGE
Le but de DESTINY+ est de comprendre la formation, la dynamique et la composition de la poussière interplanétaire, ainsi que les propriétés de l'astéroïde Phaeton. Cette poussière pourrait contribuer à l'apport de matière organique sur Terre. Un survol d'Apophis est aussi prévu avant le 13 Avril 2029. Ref : 9222 Thème : SS Action : DESTINY+ Porteur : MICHEL Patrick Labo : LAGRANGE
Animation de l'équipe scientifique de la mission HERA ; lancement réalisé en octobre 2024. Ref : 9490 Thème : SS Action : Hera PI Porteur : MICHEL Patrick Labo : LAGRANGE
Animation de l'équipe scientifique du rover de la mission MMX. Ref : 9489 Thème : SS Action : MMX - Rover PI Porteur : MICHEL Patrick Labo : LAGRANGE

L'objectif est d'analyser les observations hyperspectrales OMEGA et CRISM, avec des implications fortes concernant la croûte ancienne de Mars et la caractérisation des sites d'atterrissage sur Mars (notamment pour le rover Perseverance-Mars 2020, la région nord de Syrtis Major : Jezero Crater et Nila Fossae) en lien avec les données spectrales en cours d'acquisition in situ par la mission Mars2020 (Supercam), en support au choix des échantillons sélectionnés (mission MSR) pour un retour vers la Terre vers 2032-33. Participation à la mise en place de méthodologies faisant le lien au plan géologique entre les observations spectrales orbitales et sur le terrain, un sujet très actuel dans le cadre de l'exploration du cratère Gale par le rover Curiosity (depuis 2012) et du cratère Jezero de Mars-2020 (Perseverance) depuis Février 2021. Ref : 9217 Thème : SS Action : HRSC OMEGA - MARS EXPRESS Porteur : PINET Patrick Labo : IRAP
Un col-ship scientifique officiel a été proposé à P. Pinet pour participer à l'analyse et à l'interprétation des données spectroscopiques acquises in situ par le spectromètre VNIS à bord du rover Yutu-2 (mission Chang'e-4 ayant aluni en douceur en Janvier 2019 sur la face cachée de la lune) dans le bassin d'impact South-Pole-Aitken, pour en tirer des implications sur la minéralogie et l'évolution de l'intérieur de la lune. Le rover a parcouru en un peu plus de 1700 jours terrestres d'activité (soit ~60 jours lunaires) plus de 2km depuis le site d'alunissage et fonctionne toujours. Le rover est conçu pour parcourir une distance maximale de 10 km, monter des pentes de 20° et explorer une surface d'environ 3 km². Ref : 9210 Thème : SS Action : Chang'e 4 - VNIS Porteur : PINET Patrick Labo : IRAP
Déploiement sur la face cachée de la Lune, dans le bassin d'Impact de Schrödinger, d'une station autonome équipée d'un sismomètre Très Large Bande vertical réutilisant un modèle de rechange d'InSight. Objectifs scientifiques : sismicité de la face cachée, structure de la croûte à proximité de Schrödinger, structure profonde du manteau. Ref : 9486 Thème : SS Action : FarSide Seismic Suite Porteur : LOGNONNE Philippe Labo : IPGP
Déploiement au pôle sud de la Lune d'une station autonome équipée d'un sismomètre Très Large Bande vertical réutilisant un modèle de rechange d'InSight et équipé de géophones SLB Objectifs scientifiques : structure profonde du manteau et structure de la subsurface. Ref : 9207 Thème : SS Action : South Pole Seismic Station Porteur : LOGNONNE Philippe Labo : IPGP
Déploiement sur la face cachée de la Lune, dans le bassin d'Impact de Schrödinger, d'une station autonome équipée d'un sismomètre Très Large Bande vertical réutilisant un modèle de rechange d'InSight. Objectifs scientifiques : sismicité de la face cachée, structure de la croûte à proximité de Schrödinger, structure profonde du manteau. Ref : 9201 Thème : SS Action : FarSide Seismic Suite Porteur : LOGNONNE Philippe Labo : IPGP
La mission MMX va explorer les lunes de Mars depuis l'orbite (Phobos et Deimos) et depuis la surface (Phobos). Cette mission a pour objectifs scientifiques de comprendre l'origine de ces Lunes et de trancher entre les deux grands scénarios actuellement en compétition: capture vs impact géant. Ref : 9189 Thème : SS Action : MMX - MIRS Porteur : BECK Pierre Labo : IPAG
Le travail se situe dans le cadre du projet CNES visant à répondre avec le JPL à l'appel d'offre NASA pour la mission lunaire South Pole Seismic Station d'Artemis 4, en collaboration avec IPGP et ISAE-Supaero. Il concerne l'interaction entre les géophones de la station sismique et le régolithe lunaire. Ref : 9273 Thème : SS Action : South Pole Seismic Station Porteur : DELAGE Pierre Labo : NAVIER
Cette demande concerne le financement de la participation scientifique du LAM (Pierre Vernazza, Laurent Jorda, Olivier Groussin, John Carter) à la mission BepiColombo de l'ESA, sur laquelle Pierre Vernazza et Olivier Groussin sont Co-I de l'instrument MERTIS, Laurent Jorda est co-I de l'instrument SIMBIO-SYS, Pierre Vernazza et John Carter sont scientifiques associés à l'instrument SIMBIO-SYS, et Olivier Groussin et Laurent Jorda sont Co-I sur l'altimètre laser BELA. Ref : 9233 Thème : SS Action : BepiColombo - MERTIS SIMBIOSYS BELA Porteur : VERNAZZA Pierre Labo : LAM
Cette demande concerne un support financier à hauteur de 6000 euros pour l'école d'été que nous avons organisé en juin 2024 à l'Observatoire de Haute Provence, centrée sur le thème des retours d'échantillons: https://www.univ-amu.fr/fr/public/ecole-de-ete-institut-origines-2024 Pierre Vernazza (LAM, Institut Origines) fut le chair de cette école avec Frederic Moynier de l'IPGP. C'est la deuxième école d'été portée par l'Institut Origines après l'école centrée sur les lunes du Système Solaire en 2023. Ref : 9438 Thème : SS Action : Ecole d'ete retours d'echantillons Porteur : VERNAZZA Pierre Labo : LAM
Cette demande concerne le financement de la participation scientifique du LAM (Pierre Vernazza, Laurent Jorda, Olivier Groussin) à la mission MMX de la JAXA, et plus précisément la partie rover sur laquelle Pierre Vernazza est le PI des caméras de navigation et Laurent Jorda et Olivier Groussin sont Co-Is. Ref : 9232 Thème : SS Action : Rover - MMX Porteur : VERNAZZA Pierre Labo : LAM
Cette demande concerne le financement de la participation scientifique du LAM (Pierre Vernazza, Laurent Jorda, Olivier Groussin) à la mission MMX de la JAXA, et plus précisément la partie rover sur laquelle Pierre Vernazza est le PI des caméras de navigation et Laurent Jorda et Olivier Groussin sont Co-Is ainsi que l'instrument MIRS sur lequel L. Jorda et P. Vernazza sont co-Is. Ref : 9491 Thème : SS Action : MMX - MIRS & Rover Porteur : VERNAZZA Pierre Labo : LAM
Cette demande concerne le financement d'un CDD niveau IE afin de poursuivre le développement de la chaîne de traitement des images NavCams du rover IDEFIX. Le développement avait été entamé par Celia Pimorin (IE) dont le contrat s'est terminé fin avril 2024. Ref : 9436 Thème : SS Action : MMX Rover Porteur : VERNAZZA Pierre Labo : LAM

L'expérience DORN a été pré-sélectionnée par le CNES en septembre 2019, puis acceptée par la CNSA en novembre 2019, pour être embarquée à bord de la mission lunaire chinoise Chang'E6. Celle-ci s'est accomplie et achevée avec succès en mai et juin 2024. Ref : 9212 Thème : SS Action : DORN Porteur : MESLIN Pierre-Yves Labo : IRAP
Mars Odyssey (GRS-MONS) : Satellite et instrument neutrons encore opérationnels. Ref : 9211 Thème : SS Action : MARS ODYSSEY Porteur : MESLIN Pierre-Yves Labo : IRAP
L'équipe SSPA développe des instruments mesurant la pression sous ballon atmosphériques pour la détection des événements tectoniques sur Vénus. Elle participe à l'expérience CNES Stratéole-2 pour valider le concept de mesure sur Terre et démontrer l'imagerie de l'atmosphère à partir des infrasons. Ref : 9343 Thème : SS Action : VENUSGEOSX Porteur : GARCIA Raphael Labo : ISAE
Le projet SPSS prévoit de déployer au pôle Sud de la Lune, par des astronautes des missions Artemis, un paquet géophysique similaire à celui développé pour FSS, mais incluant un géophone déployé à quelques mètres de distance du paquet principal. Ref : 9345 Thème : SS Action : Support Scientifique South Pole Seismic Station Porteur : GARCIA Raphael Labo : ISAE
L'expérience FSS déploiera en 2026 une partie des modèles de rechange de l'instrument SEIS à la surface de la Lune. L'équipe proposante prépare donc le retour scientifique de ces mesures en analysant les sources de bruit potentielles sur ces capteurs et en développant les outils numériques de modélisation et d'analyse des données qui sont testés sur les données des sismomètres Apollo. Ref : 9348 Thème : SS Action : Farside Seismic suite Porteur : GARCIA Raphael Labo : ISAE
Contraindre par spectroscopie IR la composition, et l'origine possible de Phobos Ref : 9206 Thème : SS Action : MMX MIRS ROVER Porteur : CHARNOZ sebastien Labo : IPGP
Étude de l'astéroïde primitif Ryugu (type C) par la mission de retour d'échantillons Hayabusa2/JAXA. Analyse en laboratoire des échantillons ramenés par Hayabusa2. Ref : 9180 Thème : SS Action : Hayabusa2 - Samples Porteur : BRUNETTO Rosario Labo : IAS
Préparation de la mission HERA. Ref : 9199 Thème : SS Action : HERA Porteur : CHARNOZ sebastien Labo : IPGP
En soutien aux missions spatiales programmées pour la prochaine vague d'exploration de Vénus, en particulier EnVision (ESA) et DAVINCI (NASA), nous poursuivons l'amélioration de notre modèle de climat (Venus PCM) et renforçons notre base de données climatiques (VCD). Ref : 9258 Thème : SS Action : EnVision Porteur : LEBONNOIS Sebastien Labo : LMD
Our research project aims to develop super-resolution mapping methods in order to increase the spatial resolution of surface maps of icy moons by combining all the overlapping observations acquired during a given planetary mission. We expect that the new mapping methods that will be set up in the framework of this project on Cassini observations of Enceladus and Titan will be also directly applicable to the forthcoming data sets on Jupiter moons. Ref : 9204 Thème : SS Action : JUICE - MAJIS Porteur : RODRIGUEZ Sébastien Labo : IPGP
Participation aux groupes de travail Simbio-SYS mis en place en 2024 • Prise en compte du soutien à BepiC dans les développements Europlanet/VESPA Ref : 9244 Thème : SS Action : MERTIS - SimbioSYS - Phebus Porteur : ERARD Stéphane Labo : LESIA
A l'aide des modèles numériques de climat : analyse des images de New Horizons, analyse de la composition de la surface et de l'atmosphère, analyse du profil thermique. Analyses des données JWST de Pluton et Charon, analyse des données ALMA de l'atmosphère de Pluton (Lellouch et al., 2022) Ref : 9255 Thème : SS Action : New Horizons Porteur : BERTRAND Tanguy Labo : LESIA
SWI est le sondeur submillimétrique de la mission JUICE. SWI mesurera la composition, la température et la dynamique dans les atmosphères de Jupiter et des satellites galiléens. SWI a des contributions hardware du LERMA et software du LAB. Ref : 9221 Thème : SS Action : JUICE - SWI Porteur : CAVALIE Thibault Labo : LAB
Nos activités s'inscrivent dans la préparation de la proposition d'une mission NASA-ESA Ice Giant. Notre objectif est de contribuer scientifiquement à l'étude des atmosphères d'Uranus, Neptune et Triton, et techniquement à travers la réalisation d'un spectromètre de masse. Ref : 9220 Thème : SS Action : Ice Giant Probe Porteur : CAVALIE Thibault Labo : LAB
L'accompagnement scientifique du LATMOS à l'instrument MIRS se fait dans le cadre de la mission Martian Moon eXploration de la JAXA qui doit être lancée en 2026 pour explorer les lunes de Mars et ramener sur Terre un échantillon de Phobos. Ref : 9240 Thème : SS Action : MMX - MIRS Porteur : GAUTIER Thomas Labo : LATMOS
EnVision adoptée par le comité du programme scientifique de l'ESA le 25 janvier 2024. - Le comité de politique industrielle (IPC) a approuvé la proposition d'acquisition du véhicule spatial (Spacecraft Procurement Proposal) le 31 janvier et l'appel d'offres (ITT) a été lancé par l'ESA le 14 février. Le kick-off de la phase industrielle a eu lieu en novembre 2024 (Prime contractor: TAS-I). - Début fenêtre de lancement EnVision novembre 2031 sur lanceur Ariane 6.4. - Stand up de VERITAS et redémarrage de l'activité projet au JPL et chez les partenaires européens. Ref : 9250 Thème : SS Action : Envision Porteur : WIDEMANN Thomas Labo : LESIA

La mission Juno est en orbite autour de Jupiter depuis le 5 juillet 2016 et a été prolongée jusqu'en 2025. Ses buts principaux sont de déterminer la structure interne et la composition de la planète, la structure de son champ magnétique ainsi que la dynamique de ses vents. Ref : 9224 Thème : SS Action : Juno Porteur : GUILLOT Tristan Labo : LAGRANGE
JUICE vise à explorer Jupiter et ses lunes glacées, en particulier leur habitabilité potentielle. JUICE va également étudier Jupiter, en tant qu'archétype de planète géante. Ref : 9439 Thème : SS Action : JUICE UVS Porteur : HUE Vincent Labo : LAM
Nous concevons un instrument LIBS miniaturisé (5 à 10x plus léger que ChemCam ou SuperCam) avec de nouvelles fonctions : capacité de ciblage et de microcartographie, ainsi que des opérations plus rapides. Cet instrument offre de nouvelles perspectives en exploration in situ. Son développement nécessite une redéfinition des objectifs scientifiques. Ref : 9219 Thème : SS Action : μLIBS Porteur : RAPIN Prénom Labo : IRAP
Le radar MARSIS, embarqué à bord de la sonde européenne Mars Express, sonde depuis 20 ans l'ionosphère et le sous-sol martiens à des fréquences comprises entre 1,8 et 5 MHz. Il travaille en synergie avec les observations du radar SHARAD/MRO. Ref : 9197 Thème : SS Action : Marsis MEX Porteur : KOFMAN Wlodek Labo : IPAG
La mission JUICE a été lancée en avril 2023. La mise en service du RIME s'est bien effectuée malgré quelques difficultés avec l'ouverture de l'antenne. Le radar a été utilisé, testé pendant le survol de la Terre et de la Lune lors du rebond gravitationnel. Les échos de la surface de la Lune ont été publiés sur le site de l'ESA. Ref : 9196 Thème : SS Action : RIME - JUICE Porteur : KOFMAN WLODEK Labo : IPAG
le spectromètre imageur MISE (PI : D. Blaney, JPL) est embarqué sur la mission Europa Clipper qui va effectuer 50 survols d'Europe, satellite de Jupiter, de 2030 à 2033. Il permettra d'étudier la composition de la surface et de l'exosphère de ce satellite. Ref : 9179 Thème : SS Action : EUROPA CLIPPER - MISE Porteur : LANGEVIN Yves Labo : IAS
Miniaturisation de notre chimie du Zn, Cu et développement K et Ca. Tests sur notre nouveau spectromètre de masse, Nu Sapphire, en vue des mesures pour les retours d'échantillons (MMX et Hayabusa2). Ref : 9202 Thème : SS Action : Hayabusa2 - samples Porteur : MOYNIER Frederic Labo : IPGP
L'ELM (Emirates Lunar Mission) est un programme d'exploration lunaire robotisée développé par le Mohammed Bin Rashid Space Centre (MBRSC) sur lequel collabore le CNES, notamment en fournissant des imageurs sur les rovers. Initialement baptisé Emirates Lunar Rover (ELR), le programme fait suite à l'échec de Rashid-1 (R1) en 2023 avec les deux missions Rashid-2 (R2) et Rashid-3 (R3) prévues pour 2026 et 2027. Ref : 9484 Thème : SS Action : ELR Porteur : FLAHAUT Jessica Labo : CRPG

SCIENCES DE LA MATIERE

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

Les mesures des coefficients de thermodiffusion de mélanges binaires, en collaboration avec les professeurs Bou Ali Mounir et Shevstova Valentina, ont donné lieu à deux communications, l'une présentée au 16-ème Congrès de Mécanique 21-24 mai 2024, Marrakech Maroc [Autre01] et l'autre au IMT15, Espagne 29/05 au 01/06 2023 à Tarragona. Ref : 9394 Thème : SdM Action : Thermodiffusion dans les mélanges ternaires Porteur : MOJTABI Abdelkader Labo : IMFT
Le travail porte sur le mûrissement des mousses, dû au transport de gaz entre des bulles, provoqué par les différences de pression entre ces bulles. L'objectif est d'observer le changement de régime de loi de croissance du rayon moyen des bulles à l'approche de la transition de jamming lorsque les bulles viennent au contact les unes des autres. Ceci ne peut se faire qu'en microgravité car les mousses près ou delà du jamming s'assèchent très rapidement sur terre à cause du drainage gravitaire. Ref : 9414 Thème : SdM Action : Hydrodynamique des Mousses Humides Porteur : SALONEN Anniina Labo : LPS
Ce projet vise au développement d'un nouvel insert pour l'étude des aérosols. L'objectif est de produire des aérosols dans des conditions physico-chimiques contrôlées pour aider à la compréhension de la microphysique des nuages. Ref : 9416 Thème : SdM Action : AEROSOL Porteur : ANTONI Mickael Labo : MADIREL
Caractérisation in situ de la solidification d'alliages transparents, analogues des alliages métalliques. Instruments DECLIC-DSI (CNES/NASA) et « Transparent Alloys » (ESA) à bord d'ISS Caractérisation in situ de la solidification d'alliages transparents facettés. Instrument de laboratoire. Ref : 9390 Thème : SdM Action : SolidTrans Porteur : BERGEON Nathalie Labo : IM2NP
Les études réalisées sont basées sur l'analyse du sang de cosmonautes Russes montrant une élévation de l'activité de l'enzyme amylase Cette enzyme dégrade le glycocalyx des globules rouges et peut induire également une dysfonction endothéliale Ref : 9408 Thème : SdM Action : Dynamique du Sang Porteur : MISBAH Chaouqi Labo : LIPHY
Ce travail s'inscrit dans la thématique générale de la sécurité à bord de systèmes soumis à des conditions de gravité réduite (martienne, lunaire, ou impesanteur). L'utilisation généralisée de batteries électriques et de systèmes de refroidissement fonctionnant avec des fluides frigorigènes peut amener à des situations accidentelles dramatiques. La fuite de gaz faiblement inflammables, mélangés avec l'oxygène de l'air, peut induire une explosion. Ref : 9386 Thème : SdM Action : Modes de propagation des flammes de brouillard Porteur : CHAUVEAU Christian Labo : ICARE
Les activités de l'IMFT portent sur l'étude des écoulements diphasiques liquide vapeur avec changement de phase, à l'échelle d'une bulle dans le cadre de l'expérience RUBI (Multiscale Boiling) de l'ESA ou en ébullition convective en un tube (COSMO) au cours d'expériences au sol et en vols paraboliques. Ref : 9392 Thème : SdM Action : MULTISCALE BOILING Porteur : COLIN Catherine Labo : IMFT
Le présent projet a pour objectif d'apporter une analyse théorique et numérique à l'expérience DIAMONDS portée par Guillaume Legros. Nous modélisons la propagation de flamme le long de fil électrique. Ref : 9401 Thème : SdM Action : DIAMONDS Porteur : CONSALVI Jean-Louis Labo : IUSTI
Les défauts topologiques cristal liquide sont très étudiés dans la communauté, non seulement pour leur intérêt fondamental mais aussi pour leurs propriétés d'attraction des nanoparticules. Nous travaillons dans ce cadre sur des bulles smectiques flottantes sous l'influence de champs électriques et sur des films minces sur substrats. Ref : 9398 Thème : SdM Action : LC-Micrograv Porteur : LACAZE Emmanuelle Labo : INSP
Le projet ESA Giant Fluctuations prévoit plusieurs expériences sur les fluctuations de non-équilibre dans des fluides complexes à bord de l'ISS. Le premier vol est prévu début 2026, puis 4 vols sont prévus jusqu'à 2030. La technique de choix est la shadowgraphie bi-chromatique. Ref : 9406 Thème : SdM Action : FLUNEX Porteur : CROCCOLO Fabrizio Labo : LFCR
L'objectif scientifique est d'étudier et de maîtriser les écoulements fluidiques associés aux dépôts et à la croissance de matériaux par électrodéposition, tout en explorant l'impact de l'orientation de la gravité terrestre. Ref : 9388 Thème : SdM Action : Instabilités hydrodynamiques aux interfaces Porteur : ZOUESHTIAGH Farzam Labo : IEMN
On étudie de nouvelles compositions de suspensions magnétorhéologiques (MR) exploitant le phénomène de blocage d'écoulement contrôlé par un champ magnétique. Le but est de pouvoir utiliser ces nouveaux fluides dans l'amortissement actif avec un champ magnétique aussi petit que possible Ref : 9396 Thème : SdM Action : Particules non colloïdales Porteur : BOSSIS Georges Labo : INPHYNI

DIAMONDS et UNBURNIT sont 2 bancs expérimentaux pour vols paraboliques qui contribuent, en coordination avec la topical team ExFires, à l'identification et la mise en œuvre de leviers permettant la maîtrise de la propagation de flamme de type incendie spatial. Ref : 9385 Thème : SdM Action : DIAMONDS Porteur : LEGROS Guillaume Labo : IJLRA
Mesurer, grâce à des expériences réalisées en conditions de microgravité et en conditions terrestres, les coefficients de diffusion et Soret de mélanges liquides binaires et ternaires par techniques optiques. Ref : 9405 Thème : SdM Action : Mélanges liquides ternaires Porteur : BATALLER Henri Labo : LFCR
Dans le cadre de cet APR, l'objectif de l'équipe est l'analyse des mécanismes fondamentaux intervenant dans la dynamique de formation des microstructures de solidification d'alliages métalliques, sur la base d'expériences en apesanteur (ISS, fusée-sonde et vols paraboliques) et en gravité normale. Ref : 9391 Thème : SdM Action : SolidMet Porteur : NGUYEN THI Henri Labo : IM2NP
Le programme de recherche «Heat and mass transfer in near and supercritical fluids» est centré sur l'étude (à l'équilibre et hors équilibre, sur Terre comme dans l'Espace) de systèmes fluides modèles universels, denses, hyperdilatables et hypercompressibles. Le programme expérimental s'appuie sur la mise en œuvre de l'instrument spatial DECLIC et l'utilisation des inserts : ALI, HTI, et du futur insert SCWO, à bord de l'ISS dans le cadre d'un accord bilatéral CNES-NASA. Ref : 9387 Thème : SdM Action : DECLIC Porteur : MARRE Samuel Labo : ICMCB
Pour optimiser la réponse immunitaire de l'organisme, les Globules Blancs se localisent à la périphérie des vaisseaux et les Globules Rouges au centre en microcirculation. Ce phénomène de ségrégation appelé margination est piloté par les interactions hydrodynamiques et reste aujourd'hui mal compris. Ref : 9383 Thème : SdM Action : Margination dans les suspensions biologiques Porteur : LEONETTI Marc Labo : CINAM
The impact of altered blood flow and microgravity on microcirculation is crucial in physiological adaptation to stays in space. We focus on the role of the endothelium (the luminal part of blood vessels) on interactions between circulating blood cells and vessel walls. Ref : 9407 Thème : SdM Action : DYSFENDOT Porteur : BUREAU Lionel Labo : LIPHY
Des expériences de solidification en microgravité permettent d'étudier la formation de microstructures sans convection. Nous développons des modèles de champ de phase et des codes de simulation qui permettent d'accompagner et d'interpréter de telles expériences. Ref : 9418 Thème : SdM Action : Solidification directionnelle Porteur : PLAPP Mathis Labo : PMC
Le projet PHOeBUS s'intéresse à l'interaction entre le battement d'aile, la portance et les vortex générés dans le vol des papillons en les plaçant en conditions de gravité altérée afin d'observer les adaptations de son mouvement de battement d'aile et de l'écoulement engendré. Ref : 9412 Thème : SdM Action : Butterflies Porteur : BOURGOIN Mickael Labo : LPENSL
Le projet étudie instabilités électro-thermo-convectives dans un liquide diélectrique confiné dans des cavités soumises à un gradient de température et une différence de potentiel de haute fréquence en vue de leurs applications à la microgravité et à la microfluidique. Ref : 9410 Thème : SdM Action : INTEHLDI Porteur : MUTABAZI Innocent Labo : LOMC
Ce projet soutient le développement, l'amélioration, la caractérisation et l'usage du banc d'essai pour les WheelCams sur le rover MMX ainsi que le développement d'outils d'analyse d'images permettant d'estimer les propriétés des matériaux. Ref : 9422 Thème : SdM Action : MMX WheelCam testbed Porteur : MURDOCH Naomi Labo : ISAE
Cette expérience s'intéresse à l'atomisation assistée et la formation de spray, application largement utilisée en ingénierie notamment pour la propulsion aéronautique et spatiale, et plus particulièrement sur le rôle de la gravité sur les mécanismes grande échelle de fragmentation du liquide par le gaz. Ref : 9404 Thème : SdM Action : Spray formation Porteur : MACHICOANE Nathanaël Labo : LEGI
Nous étudions les phénomènes physiques impliqués dans le fonctionnement du caloduc oscillant (pulsating heat pipe en anglais, PHP). Il s'agit d'un appareil pour la gestion thermique des composants électroniques, y compris embarquées sur des engins spatiaux. Ref : 9423 Thème : SdM Action : Oscillation des ménisques Porteur : NIKOLAYEV Vadim Labo : SPEC
Les expériences réalisées concernent la capillarité avec des applications importantes en géo-mécanique, comme l'étude et la compréhension des phénomènes de retrait et de fissuration, ou de perte de stabilité dans les sols granulaires partiellement saturés. Ref : 9403 Thème : SdM Action : Capillarité Porteur : MILLET Olivier Labo : LASIE
Le but est de réaliser un système microfluidique de transport sélectif de microparticules en suspension dans l'air en utilisant l'effet cliquet, appelé ratchet dans la littérature. Ce système fonctionnera dans un environnement de microgravité durant les vols paraboliques. Ref : 9424 Thème : SdM Action : Transport via ratchet Porteur : BELTRAME Philippe Labo : EMMAH

Le projet AEBIO a pour ambition de démontrer la capacité de champs électriques variables à substantiellement impacter la dynamique de bulles en croissance dans un fluide diélectrique, et à favoriser leur détachement en micropesanteur. Ref : 9420 Thème : SdM Action : AEBIO Porteur : SIEDEL Samuel Labo : SIMAP
L'expérience repose sur l'utilisation du dispositif DIAMONDS développé pour les vols paraboliques et vise à évaluer le comportement au feu sous différents taux d'oxygène et en microgravité, de polymères (e.g., polyéthylène et PMMA) contenant des retardateurs de flamme. Ref : 9421 Thème : SdM Action : Polysoot Diamonds Porteur : BOURBIGOT Serge Labo : UMET
Projets TRANSPARENT ALLOYS/SEBA et SETA (ESA) : observation in situ (temps réel) de la dynamique spatio-temporelle des microstructures de solidification biphasée (croissance diffusive) d'alliages eutectiques transparents en micropesanteur, dans l'ISS, et au sol. Ref : 9397 Thème : SdM Action : TRANSPARENT ALLOYS Porteur : AKAMATSU Silvere Labo : INSP
1. Expérience de turbulence diphasique de bulles d'air dans de l'eau 2. Expérience de convection thermique dans SF6 au voisinage du point critique liquide-vapeur 3. Expérience « Fluidics » pour l'étude de la turbulence d'ondes à bord de l'ISS. Ref : 9411 Thème : SdM Action : Turb Porteur : FAUVE Stephan Labo : LPENS
Les objectifs de notre projet consistent à étudier la structure et le vieillissement des mousses de fluides complexes, dans le domaine des mousses humides ou proches de la transition de blocage. Notre projet est relié au projet MAP de l'ESA « Soft Matter Dynamics / Hydrodynamics of wet foams » avec l'instrument « Soft Matter Dynamics » de l'ISS. Ref : 9399 Thème : SdM Action : Mousses de fluides complexes Porteur : COHEN-ADDAD Sylvie Labo : INSP
Les activités visent à améliorer la compréhension de la dynamique et de la rhéologie du sang dans des situations d'intérêt pour le vol spatial et des applications biomédicales, par des expériences au sol et en microgravité (expérience KRABS sélectionnée pour la fusée MASER 17 et vols paraboliques) Ref : 9415 Thème : SdM Action : Rhéologie sanguine Porteur : PODGORSKI Thomas Labo : LRP
Ce projet s'inscrit dans l'AO de l'ESA SciSpacE (AO-2022-SR-0106_CDIC-V). Notre consortium regroupe 5 laboratoires (Allemagne, Belgique, Hongrie, Italie et France). Nous avons participé à quatre missions en fusée sonde (CDIC I, II, III et IV) : MASER 10, et 13 et TEXUS 57. Ref : 9395 Thème : SdM Action : Structures chimio-hydrodynamiques et instabilités Porteur : PIMIENTA Véronique Labo : IMRCP
Drop Evaporation (DrE) dans le HTH2 devrait être vectorisé sur l'ISS en 2026/2027. Un nouveau doctorant (Roudy ISSA) a été recruté sur financement ministériel pour approfondir et prolonger le travail théorique et numérique. DropWet a volé sur VP181. Ref : 9400 Thème : SdM Action : Mouillage et évaporation de gouttes Porteur : MEDALE Marc Labo : IUSTI
Nous étudions l'évaporation d'une goutte de liquides simples et complexes sur un substrat soluble. Nous nous intéressons à la fois aux écoulements dans et autour de la goutte, et au dépôt périphérique apparu à la fin de l'évaporation, qui présente des morphologies variées et originales. Ref : 9389 Thème : SdM Action : Evaporation de goutte Porteur : COLOMBANI Jean Labo : ILM
Le projet a pour but le développement du procédé de mesure des propriétés thermo-physiques des métaux à l'état liquide sur Terre en utilisant la lévitation électromagnétique (EM), couplée ou pas à un champ EM DC. MAGLEV servira à la fois de support et d'alternative aux expériences dans l'espace. Ref : 9419 Thème : SdM Action : Lévitation Electromagnétique Porteur : CHAUSSSENDE Didier Labo : SIMAP
On s'intéresse aux problèmes de transition de phase dans les fluides proches de leur point critique liquide-liquide (fluides binaires) et liquide-vapeur (fluides super / sous critiques). Il existe peu d'études sur la modélisation de ces problèmes et les applications sont nombreuses et variées. Ref : 9384 Thème : SdM Action : Hydrodynamique des transitions de phase Porteur : AMIROUDINE Sakir Labo : I2M

SCIENCES DE LA VIE

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

Plusieurs équipes financées par le CNES ont collaboré (1) sur un projet humain afin de valider les effets de la dry immersion chez la femme et chez l'homme, et (2) sur un projet animal pré-clinique pour valider des contremesures placées avant et pendant une période de microgravité simulée. Ref : 9449 Thème : SdV Action : Muscles Porteur : CHOPARD Angele Labo : DMEM
Protocole EXENERGY conduit dans le cadre de l'étude BED REST BRACE de l'ESA menée au MEDES. Ref : 8982 Thème : SdV Action : EXENERGY Porteur : BERGOUIGNAN Audrey Labo : IPHC
Etude du déconditionnement cardiaque, métabolique et osseux lié à l'impesanteur en simulation au sol par un protocole d'allitement de 60 jours avec inclinaison tête en bas puis récupération en situation de gravité artificielle + ou - exercice physique. Etude de l'os fémoral par IRM multiparamétrique Ref : 9455 Thème : SdV Action : Os Porteur : LEPORQ Benjamin Labo : CREATIS
Les données des deux expérimentations de 4 et 8 mois à Moscou ont été analysées, interprétées et présentées dans des articles. Nous en avons un en révision et un autre en cours de finalisation. D'autres données issues de ces mêmes missions pourront ensuite être encore valorisées. Ref : 9447 Thème : SdV Action : Emotion in space analog environment Porteur : BOLMONT Benoit Labo : 2LPN
La microgravité provoque un vieillissement vasculaire accéléré (EVA), compromettant la santé et l'efficacité des astronautes lors de missions prolongées. Les troubles moteurs associés à ces altérations vasculaires rappellent les symptômes parkinsoniens, bien que réversibles dans certains cas. Les contremesures actuelles sont insuffisantes, et la mesure de l'EVA en vol reste difficile. Une méthode innovante utilisant la vitesse de l'onde de pouls doigt-orteil a montré sa faisabilité lors de l'expérience MAEVA en 2023. L'étude MICROVASC-MOB évaluera l'impact de la microgravité et du stress sur la rigidité artérielle et le contrôle moteur, ainsi que l'effet bénéfique d'un exercice pré-vol. Ref : 9448 Thème : SdV Action : Cardiovasculaire Porteur : BOUTOUYRIE Pierre Labo : PARCC
DeltaG Loco avait pour but d'étudier l'influence potentielle d'un entraînement à la variation des conditions d'allègement sur les adaptations neuromusculaires du patron de course au champ gravitaire modifié. DeltaG Reaching a été pour sa part reporté en l'absence de support financier. Ref : 9454 Thème : SdV Action : Neurosciences Porteur : BRINGOUX Lionel Labo : ISM
Le contexte scientifique et appliqué de l'étude élargit la problématique de l'adaptation comportementale de groupes isolés et confinés plus loin dans l'espace (Deep Space), au delà du temps (Deep Time) et des climats changeants (Deep Climate). Ref : 9440 Thème : SdV Action : Ethologie Porteur : TAFFORIN Carole Labo : ETHOSPACE
Les études réalisées sont basées sur l'analyse du sang de cosmonautes Russes montrant une élévation de l'activité de l'enzyme amylase Cette enzyme dégrade le glycocalyx des globules rouges et peut induire également une dysfonction endothéliale Ref : 8985 Thème : SdV Action : Dynamique du Sang Porteur : MISBAH Chaouqi Labo : LIPHY
Le déconditionnement cardiovasculaire est un syndrome complexe qui résulte principalement de l'absence de gravité et qui induit des modifications physiopathologiques affectant le cœur, les vaisseaux ainsi que les boucles de régulation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle. Ref : 9442 Thème : SdV Action : Cardiovasculaire Porteur : CUSTAUD Marc-Antoine Labo : Mitovasc
L'objet de l'étude est de déterminer les facteurs neuromusculaires du déconditionnement musculaire induit par l'hypoactivité. Pour cela, nous appuyons sur une recherche expérimentale chez l'animal (hindlimb tail suspension) et chez l'humain (suspension unilatérale de jambe). Ref : 9452 Thème : SdV Action : Muscles Porteur : FREYSSENET Damien Labo : LIBM
Nos recherches portent sur la relation bidirectionnelle entre le sommeil et les fonctions vestibulaires, en étudiant les effets des changements de gravité sur le sommeil mais aussi comment les troubles de sommeil préexistants contribuent à la tolérance aux changements de gravité. Ref : 8979 Thème : SdV Action : AstroSleep Porteur : ALTENA Ellemarije Labo : INCIA
Nos recherches visent à comprendre, chez l'humain, les effets de la gravité sur le système vestibulaire. Un accent particulier est mis sur la phase critique qui précède l'adaptation, au cours de laquelle se produit le mal des transports spatiaux qui affecte 60 % des cosmonautes. Ref : 8980 Thème : SdV Action : GRAVISMIS Porteur : GUILLAUD Etienne Labo : INCIA

Investigation des effets de l'environnement spatial, tels que la micropesanteur et les radiations cosmiques, sur la croissance des plantes, en vue de les intégrer dans des systèmes de support de vie autonomes pour les missions spatiales de longue durée. Ref : 8984 Thème : SdV Action : Acclimatation des plantes Porteur : CARNERO DIAZ Eugénie Labo : ISYEB
Nous comparons les réponses moléculaires à l'inactivité et/ou à la microgravité chez divers modèles, principalement aujourd'hui l'ours brun hibernant. Ref : 8983 Thème : SdV Action : Ours Porteur : BERTILE Fabrice Labo : IPHC
L'impact de la microgravité sur la jonction neuromusculaire a très peu été étudié. L'objectif scientifique de cette proposition de recherche est donc de caractériser les adaptations de la jonction neuromusculaire lors de variations du facteur gravitaire. Ref : 8987 Thème : SdV Action : Jonction NeuroMusculaire Porteur : GIRARD Emmanuelle Labo : SFR
StandHeart (CardioBrain) étudie l'effet de la pesanteur sur les indices de fonction cardiaque diastolique. WoTip est consacré aux liens entre cognition spatiale et perception du temps. GravCog est une approche diagnostique de la classification des troubles vertigineux en vue de proposer des contremesures. WOTip vise à comprendre dans quelle mesure et comment la gravité (et donc l'impesanteur) affecte la perception des mouvements, l'orientation spatiale et la perception du temps. VESTIBULAR HEALTH : L'objectif de cette étude est de comparer les fonctions du système neurovestibulaire (orientation spatiale, perception 3D, mouvements oculaires, posture, marche, navigation) des astronautes à bord de l'ISS et lors du retour sur Terre avec celles de patients vestibulaires ou de sujets sains en gravité partielle lors du vol parabolique. Ref : 9461 Thème : SdV Action : Neurosciences Porteur : NORMAND Herve Labo : COMETE
L'agriculture dans l'espace constitue une étape critique pour la production alimentaire de futures missions (Mars ou stations sur la Lune). Dans ce contexte, il est pertinent d'évaluer l'impact de bioagresseurs des cultures et le projet IMOTEP cible les risques liés aux nématodes phytoparasites. Ref : 9451 Thème : SdV Action : IMOTEP Porteur : FOLCHER Laurent Labo : ANSES
SMS2G étudie les altérations de la barrière sang-cerveau après hypergravité et NEBULA le fonctionnement cérébral après microgravité simulée avec et sans contremesure complexe comprenant exercice et cocktail d'anti-inflammatoire, anti-oxydant et poudre de nacre. Ref : 8981 Thème : SdV Action : Gravi brain Porteur : MOREL Jean-Luc Labo : INCIA
Environ 50% des astronautes sont confrontés à des problèmes immunitaires durant une mission de longue durée à bord de l'ISS. Afin de préserver leur santé, il est donc nécessaire de comprendre comment le système immunitaire est altéré lors d'une mission spatiale, ou lors de l'exposition à des modèles mimant les stress rencontrés en vol. Ref : 9453 Thème : SdV Action : Immunologie Porteur : FRIPPIAT Jean-Pol Labo : SIMPA
Nous cultivons en lévitation acoustique des sphéroïdes de cellules ou des agrégats de cyanobactéries de grandes dimensions. Nous voulons à la fois étudier l'activité de réseaux de neurones 2D ou 3D en microgravité et étudier les possibilités de manipulation par la force acoustique d'objets dont les dimensions sont proches de la longueur d'onde acoustique ($ac \approx \text{dagrégat}$), ce qui ne correspond pas au cadre standard utilisé pour la lévitation acoustique ($ac \gg \text{dagrégat}$). Pour les réseaux de neurones 2D ou 3D, l'objectif est d'étudier l'influence des changements de gravité et de l'acoustique sur leur activité. Ref : 8986 Thème : SdV Action : Cell Culture Porteur : AIDER Jean-Luc Labo : LPMMH
Le contexte principal de l'expérience s'inscrit dans le cadre de l'étude de l'activité électrique motrice musculaire (EMG) reliée à l'analyse du protéome contractile du muscle gastrocnémien pendant une période 30 jours de microgravité simulée (HU) chez la souris. Ref : 9458 Thème : SdV Action : Muscles Porteur : STEVENS Laurence Labo : LAPMS
Bedrest BRACE , projet ' LOADS ' : Artificial gravity mitigates bedrest bOne and cArDiovascular deconditioning. La perte des minéraux osseux est pour partie excrétée suite à une augmentation de la résorption ostéoclastique mais on pose l'hypothèse qu'une autre partie diffuserait dans les parois artérielles et serait responsable de l'augmentation de leur rigidité. De plus il y a des régulations croisées entre les deux systèmes qu'il convient d'étudier. Projet NEBULA : « Nutrition and Exercise Biology for UnLoaded Astronauts ». Il vise à améliorer les contre-mesures prévenant la détérioration de l'appareil musculo-squelettique pendant la mise en suspension de l'arrière train chez la souris ainsi que pendant la période de remise en charge. Les contremesures consistent en une combinaison d'exercices physiques d'endurance et de résistance (avant et pendant la suspension) associée à un cocktail nutritionnel optimisant les effets bénéfiques de l'exercice physique. Projet EDOS 2 : Early detection Of Osteoporosis in Space 2 - Dix cosmonautes ont déjà été traités dans la thèse de Peter Fernandez « Adaptation osseuse aux vibrations corps entier ou à l'absence de gravité » soutenue le 26 mai 2023. Les résultats confirment les conclusions précédentes de EDOS 1, à savoir que tous les compartiments osseux (corticaux et trabéculaires) sont affectés négativement en réponse à plusieurs mois de vol spatial. Cependant le radius et le tibia réagissent différemment, avec, au tibia une perte rapide en cortical et trabéculaire au retour et une récupération incomplète chez la plupart des sujets, même après 18 mois. Au radius, les choses se gâtent à partir du 6e mois, notamment en trabéculaire... Cette série de 10 sujets doit être complétée de 4 autres sujets. Ref : 9459 Thème : SdV Action : Os Porteur : VICO Laurence Labo : SAINBIOSE
Préserver la masse musculaire est un enjeu majeur de santé publique. L'objectif du projet est d'identifier des stratégie(s) de prévention pharmacologiques ou nutritionnelles pour limiter l'atrophie musculaire lors de situations de microgravité. Ref : 9444 Thème : SdV Action : Muscles Porteur : COMBARET Lydie Labo : UNH

• Détermination des facteurs psychologiques impliqués dans l'adaptation aux situations extrêmes. • Analyses des relations entre les variables psychologiques, sociales, professionnelles et environnementales dans l'adaptation à ces situations extrêmes. • Elaboration et la validation de questionnaires évaluant l'adaptation dans les dimensions individuelles et collectives évoquées (psychologique, sociale, professionnelle et environnementale) spécifiques aux ICE. • Les difficultés principales de projet sont liées au faible nombre de participants dans les milieux isolés étudiés. Ref : 9464 Thème : SdV Action : Psychologie Porteur : NICOLAS Michel Labo : DREPI
Le but de notre projet de recherche au sens large est de mieux comprendre l'interaction entre les informations multi-sensorielles, y compris les gravicepteurs, dans la coordination visuo-motrice chez l'Homme et chez l'animal. Ref : 8978 Thème : SdV Action : Sensori-Motor Integration Porteur : TAGLIABUE Michele Labo : INCC
L'objectif de RadioBota, plus précisément la tâche 5 portant sur les métabolites secondaires, consiste à examiner l'effet cumulatif des radiations sur des plants de tomates naines (Micro-Tom) sur plusieurs générations. Afin de réaliser une évaluation quantitative des métabolites secondaires. Ref : 9450 Thème : SdV Action : Plantes Porteur : COURTADE-SAIDI Monique Labo : GSBMS
La prise en charge de l'arrêt cardiaque en micro gravité a récemment fait l'objet de recommandations internationales. La place de dispositifs de compression thoracique automatisés pour remplacer l'homme dans le massage cardiaque reste à définir. Nous proposons une étude contrôlée pour évaluer l'intérêt de ces dispositifs versus massage cardiaque manuel en OG par méthode HandStand. Ref : 9456 Thème : SdV Action : Porteur : REYNETTE Nathan Labo : CHRU Nancy
La mission consistait à mieux comprendre les effets de vieillissement cellulaire pendant l'exposition à un faible débit de dose de radiation tel qu'on peut le mesurer dans l'ISS. Nos marqueurs (couronnes formées par la protéine ATM), un modèle mathématique et MarSimulator étaient nos outils. Ref : 9443 Thème : SdV Action : RAFFAEL-Radiobiologie Porteur : FORAY Nicolas Labo : RDSE
Etude des modifications morphologiques (épaisseur pariétale, diamètre, volume...) et fonctionnelle (distensibilité, fraction d'éjection...) d'un ensemble de vaisseaux et d'organes non cardiovasculaires suspectés de subir des modifications significatives en vol spatial et modèles analogues sur Terre. Cette étude est réalisée dans le cadre des projets CSA Vasc Aging et NASA Cipher. Ref : 9441 Thème : SdV Action : Cardiovasculaire Porteur : ARBEILLE Philippe Labo : UMPS
L'expérience spatiale Plant Posture in Space, sélectionnée par la NASA (appel d'offre ROSBio18-FG_1-0177) et soutenue par le CNES, vise à élucider si les conditions spatiales dans l'ISS (confinement, microgravité, radiations) modifient la sensibilité proprioceptive des plantes et impactent leur forme et leur tenue mécanique. Ref : 9463 Thème : SdV Action : Plantes Porteur : LEGUE Valerie Labo : PIAF
L'EXPERIENCE n'a pas encore débuté car l'instrument nécessaire n'a pas été acquis. Ref : 9466 Thème : SdV Action : Porteur : WOTRING Virginia Labo : ISU
NEBULA_MICROBIOTA, dans le cadre de l'expérimentation multicentrique NEBULA, analyse l'impact préventif de l'entraînement HIIT sur le microbiote intestinal des souris et l'identification de clusters bactériens, sensibles à la modulation d'activité physique. Ref : 9445 Thème : SdV Action : 3D-MyoBiot Porteur : KOECHLIN-RAMONATXO Christelle Labo : DMEM

ATMOSPHERE

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

La mousson asiatique (ASM) est un phénomène climatique majeur, influençant la composition chimique de la haute troposphère et de la basse stratosphère (UTLS) par la convection et les émissions locales. Le projet DYNAMICA vise à étudier les processus dynamiques responsables de la distribution des polluants dans l'UTLS pendant l'ASM.

Ref : **9816** Thème : ATMO Action : DYNAMICA Porteur : BOYNARD Anne Labo : LATMOS

Le projet TOTICE fait suite aux proposition IASI et IASI-NG et est centré sur l'étude de l'ozone troposphérique. Le projet fournit notamment un cadre pour les activités françaises dans le Tropospheric Ozone Assessment Report (TOAR) et les préparations pour les futurs produits ozone pour IASI-NG et IRS.

Ref : **9827** Thème : ATMO Action : TOTICE Porteur : BOYNARD Anne Labo : LATMOS

Notre objectif dans ce projet est l'évaluation des mesures obtenues par le photomètre CIMEL 318-T (standard dans le réseau AERONET pour les stations fixes au sol), qui a été adapté pour effectuer des mesures en bateau (en collaboration entre le LOA et l'entreprise CIMEL dans le cadre du laboratoire commun AGORA). Dans ce cas, il a été installé à bord du R.V. Marion Dufresne dans le cadre des activités du projet MAP-IO.

Ref : **9533** Thème : MTO Action : OABI-One Porteur : TORRES Benjamin Labo : LOA

Restitution validation et exploitation des données SOFRID-IASI-N2O pour documenter les émissions de N2O des sols et des cultures (CESBIO) et des océans (CNRM). Le N2O est un important gaz à effet de serre qui joue un rôle central dans la consommation de l'ozone stratosphérique. Sa fraction molaire dans l'atmosphère a augmenté de 25% depuis 1750. Toutefois, peu d'observations permettent de documenter les valeurs des flux de N2O émis par l'océan. Documentation et évaluation (comparaison à des observations ou entre modèles) des émissions marines de N2O produites par la composante océan-biogéochimie marine NEMO-PISCESv2gaz incluse dans le modèle de climat CNRM-ESM2-1

Ref : **9824** Thème : ATMO Action : IASI-N2O Porteur : BERTHET Sarah Labo : CNRM

T3.4 : Amélioration de la distribution de différents types d'aérosols au sein du modèle de Météo-France MOCAGE en utilisant l'assimilation de données (épaisseur optique et profils lidar).

Ref : **9498** Thème : MTO Action : EECLAT Porteur : BOUNIOL Dominique Labo : CNRM

Restitution validation et exploitation des données SOFRID-IASI-N2O pour documenter les émissions de N2O des sols et des cultures (CESBIO) et des océans (CNRM). Finalisation et optimisation de la chaîne de traitement SOFRID-N2O (v5.0) avec une nouvelle matrice a priori de N2O non diagonale.

Ref : **9825** Thème : ATMO Action : IASI-N2O Porteur : BARRET Brice Labo : LAERO

Comparaison et validation des données IASI-O3 de trois groupes (LISA, LATMOS, LAERO) dans le cadre du projet international TOAR-II d'étude de l'ozone troposphérique et de ses tendances.

Ref : **9826** Thème : ATMO Action : TOTICE Porteur : BARRET Brice Labo : LAERO

Le projet ETAPES vise à quantifier les variabilités spatio-temporelles d'ammoniac et de température aux échelles régionale et locale à partir des données satellites pour évaluer le lien entre NH3 et température dans la formation des particules fines, en particulier durant des épisodes de pollution.

Ref : **9817** Thème : ATMO Action : ETAPES Porteur : VIATTE Camille Labo : LATMOS

Le but de ce projet est de fédérer la communauté française au groupe consultatif de la mission Nitrosat. L'expertise française dans ses travaux sur le NH3, le NO2, et l'exploitation des données satellitaires permettra d'approfondir les recherches pour la préparation de Nitrosat.

Ref : **9845** Thème : ATMO Action : NITROSAT Porteur : CLERBAUX Cathy Labo : LATMOS

Les missions IASI (et IASI-NG dans le futur) surveillent la composition de l'atmosphère par satellite. Notre projet concerne 1/ le développement des outils de traitement pour restituer les concentrations, 2/ la distribution via le Pôle AERIS et 3/ l'analyse de ces observations (feux, volcans, pollutions etc.).

Ref : **9830** Thème : ATMO Action : IASI4trends&events Porteur : CLERBAUX Cathy Labo : LATMOS

Le passage en phase B de la mission C3IEL s'est effectué au mois d'avril 2024. Les études de développement sont en cours avec un passage en phase C prévu en 2025.

Ref : **9556** Thème : MTO Action : C3IEL Porteur : CORNET Celine Labo : LOA

Au LISA nous contribuons au projet FIRESAT avec deux actions distinctes : l'étude des propriétés et effet radiatif des panaches des feux à l'été 2022 en France (T3.2), la mise en place d'une climatologie des feux en Afrique australe par synergie de mesures spatiales et in situ (T4).

Ref : **9822** Thème : ATMO Action : FIRESAT Porteur : DI BIAGIO Claudia Labo : LISA

Ce projet faisait partie des projets APR « IASI thème II (Propriétés physiques : surface, thermodynamique et nuages) » et « EECLAT (T2.4 – Upper Tropospheric Cloud Systems: complete 3D structure & radiative effects) ». Ref : 9526 Thème : MTO Action : CIRSSys3D Porteur : STUBENRAUCH Claudia Labo : LMD
Le projet Space-based Optical Lightning Detection (SOLID) a pour but de fédérer la communauté française autour des exploitations scientifiques et opérationnelles de l'observation des éclairs depuis l'espace, et d'activités instrumentales en soutien aux campagnes de cal/val. Ref : 9509 Thème : MTO Action : SOLID Porteur : DEFER ERIC Labo : LAERO
The main objective of EECLAT is to optimize the coordination of the research activities related to the validation of the CALIPSO mission, the scientific exploitation of the A-Train (with emphasis on CloudSat and CALIPSO), and the preparation/validation of the upcoming, EarthCare and AOS missions. Ref : 9703 Thème : MTO Action : EECLAT Porteur : DELANOE Julien Labo : LATMOS
Afin de réduire les incertitudes sur la colonne intégrée d'air sec sondé par l'instrument MicroCarb, il est nécessaire d'améliorer la spectroscopie de la bande B4 à 1.27 μm de O2 en déterminant les paramètres spectroscopiques des raies d'absorption et les coefficients binaires de la CIA ainsi que leur dépendance en température. Ref : 9841 Thème : ATMO Action : MicroCarb spectroscopie Porteur : MONDELAIN Didier Labo : LIPHY
Dans le cadre de la mission MERLIN, nous avons mesuré par technique CRDS les paramètres spectroscopiques des six composantes du multiplet R(6) de la bande 2v3 du 12CH4 vers 6077 cm^{-1}, ainsi que leur dépendance en température pour de l'air sec en collaboration avec le LMD (UMR 8539). Ref : 9839 Thème : ATMO Action : MERLIN Porteur : MONDELAIN Didier Labo : LIPHY
L'expérience Stratéole-2 met en œuvre des ballons stratosphériques longue durée pour documenter le rôle de la basse stratosphère tropicale dans le fonctionnement de la machine climatique globale. Les données temps réel sont utilisables pour la prévision numériques du temps à l'échelle planétaire. Ref : 9500 Thème : MTO Action : Stratéole-2 Porteur : DOERNBECHER Alexis Labo : CNRM
In frame of SOLID project, we developed The SDA-2 (Short Dipole Antenna-2) instrument coupled to an optical system. Few campaigns performed in 2015-2022 in frame of SOLID project allowed to validate and improve the SDA-2 instrumental concept and to perform a fine cross-analysis with the VHF SAETTA and Meteorage data. Ref : 9517 Thème : MTO Action : SOLID Porteur : SERAN Elena Labo : LATMOS
Stratéole 2 est une mission basée sur des mesures sous ballons longue durée destinée à étudier les processus dynamiques et la composition de la basse stratosphère équatoriale (ondes, QBO, circulation de Brewer Dobson, déshydratation à l'entrée dans la stratosphère) Ref : 9503 Thème : MTO Action : STRAT2 Porteur : RIVIERE Emmanuel Labo : GSMA
ARGOS a pour but d'utiliser l'imagerie à haute résolution des nouvelles missions Copernicus telles que TROPOMI (à bord de S-5 P) pour le suivi des émissions de polluants d'intérêt pour la qualité de l'air et de gaz à effet de serre en France : NOx, COVNM, CO, CH4 et CO2. Ref : 9814 Thème : ATMO Action : ARGOS Porteur : DUFOUR Gaëlle Labo : LISA
Le projet TOTICE fait suite aux proposition IASI et IASI-NG et est centré sur l'étude de l'ozone troposphérique. Le projet fournit notamment un cadre pour les activités françaises dans le Tropospheric Ozone Assessment Report (TOAR) et les préparations pour les futurs produits ozone pour IASI-NG et IRS. Ref : 9828 Thème : ATMO Action : TOTICE Porteur : DUFOUR Gaëlle Labo : LISA
Le projet ETAPES vise à quantifier les variabilités spatio-temporelles d'ammoniac et de température aux échelles régionale et locale à partir des données satellites pour évaluer le lien entre NH3 et température dans la formation des particules fines, en particulier durant des épisodes de pollution. Ref : 9818 Thème : ATMO Action : ETAPES Porteur : DUFOUR Gaëlle Labo : LISA
Les aérosols de la stratosphère jouent un rôle important sur le climat et l'équilibre de la couche d'ozone. Leur bilan et leur évolution sont fortement impactés par les événements extrêmes que sont les éruptions volcaniques et les feux de forêts intenses, ces derniers étant bien plus fréquents ces dernières années. Ref : 9525 Thème : MTO Action : EXTRASAT Porteur : BERTHET Gwenaél Labo : LPC2E
ARGOS a pour but d'utiliser l'imagerie à haute résolution des nouvelles missions Copernicus telles que TROPOMI (à bord de S-5 P) pour le suivi des émissions de polluants d'intérêt pour la qualité de l'air et de gaz à effet de serre en France : NOx, COVNM, CO, CH4 et CO2. Ref : 9815 Thème : ATMO Action : ARGOS Porteur : PISON Isabelle Labo : LSCE
Ce projet vise à utiliser les mesures de haute qualité de protoxyde d'azote (N2O) dans l'infrarouge thermique de l'instrument TANSO-FTS-2 (sur GOSAT-2) pour fournir la première estimation des sources de N2O à l'échelle globale partir d'observations spatiales. Ref : 9820 Thème : ATMO Action : GOSAT-2 N2O Porteur : PISON Isabelle Labo : LSCE

CO-PDD est un site instrumenté labellisé par le CNRS/INSU et impliqué dans ACTRIS. Il a pour objectif de documenter l'évolution de la troposphère par mesures in-situ et télédétection pour étudier les processus liant gaz, aérosols, nuages et précipitations. Ref : 9513 Thème : MTO Action : EXTRA-SAT Porteur : BARAY Jean-Luc Labo : LAMP
Ce projet vise à l'observation innovante des aérosols par la future mission conjointe NASA/CNES/JAXA/CSA appelée AOS « Atmosphere Observing System » embarquant un lidar et un polarimètre multi-angulaires. Ref : 9600 Thème : MTO Action : AOS - C2OMODO Porteur : CUESTA Juan Labo : LISA
L'objectif du MULTISPEQA est le développement et la mise en œuvre des méthodes innovantes pour observer les polluants majeurs de l'air via l'exploitation des observations satellitaires à haute résolution spectrale (hyperspectral) et dans multiples domaines spectraux (multispectral). Ref : 9843 Thème : ATMO Action : MULTISPEQA Porteur : CUESTA Juan Labo : LISA
Les modélisations du bilan radiatif laissent apparaître un biais dans l'Océan Austral, attribué à une couverture nuageuse qui laisse passer un rayonnement trop important. Un piste pour éclaircir l'origine de ce biais est l'existence d'un impact significatif et non encore pris en compte dans les modèles de la biologie marine sur les flux d'aérosol noyaux de condensation et glaciation nuageuse. Ref : 9514 Thème : MTO Action : OABI-One Porteur : SELLEGRI Karine Labo : LAMP
La contribution du LATMOS est focalisée sur l'évaluation des erreurs sur le CH ₄ stratosphérique dans des modèles et leurs impacts sur les inversions, en collaboration avec le LSCE, ainsi que les SLCFS en région arctique et les activités associées à la Cal/Val. Ref : 9838 Thème : ATMO Action : Merlin Porteur : LAW Kathy Labo : LATMOS
Les travaux réalisés constituent la tâche 8 de la proposition SOLID (Space-based Optical Lightning Detection) coordonnée par Éric Defer (Laéro). Cette tâche consiste à préparer l'assimilation des observations du futur Lightning Imager (LI) de la mission MTG. Ref : 9499 Thème : MTO Action : SOLID Porteur : MARTET Maud Labo : CNRM
L'exploitation des futurs instruments spatiaux (EarthCare, AOS) passe par une connaissance approfondie du rapport de dépolarisation et du rapport lidar des aérosols minéraux, et ce à plusieurs longueurs d'onde (355, 532, 1064 nm) et ce pour différentes granulométries. Ref : 9504 Thème : MTO Action : EECLAT Porteur : MIFFRE Alain Labo : ILM
On s'attache dans cette étude à restituer les précipitations à partir de données satellite sur les LEO équipés de radiomètres hyperfréquence passifs et de radar. Pour ce faire on a utilisé des méthodes d'apprentissages profonds (U-net) et des méthodes de classifications non-supervisées. Ref : 9515 Thème : MTO Action : DRAIN Porteur : VILTARD Nicolas Labo : LATMOS
Ces activités visent à préparer des produits innovants destinés aux missions CALIPSO et EarthCare, principalement à partir de mesures radiométriques. Ces produits concernent notamment la concentration en nombre de gouttelettes d'eau et de cristaux de glace. Ref : 9550 Thème : MTO Action : EECLAT T1,4 Porteur : SOURDEVAL Odran Labo : LOA
Ce projet explore l'apport de l'infra-rouge (IR) hyper-spectrale dans la contrainte de la distribution en taille N(D) de cristaux de glace. Cette utilisation encore nouvelle des mesures de IASI serait d'une grande utilité dans la restitution du nombre de cristaux de glace (Ni). Ref : 9530 Thème : MTO Action : CIRSsys3D Porteur : SOURDEVAL Odran Labo : LOA
Dans le cadre des activités de recherches liées à la validation et à l'exploitation scientifique des mesures de CLOUDSAT et CALIPSO de l'A-Train (et des mesures de ATLID et du Doppler CPR de EarthCARE), la participation du LaMP se focalise sur l'utilisation et la validation des produits nuages (T2), sur le développement d'outils de transfert radiatif (simulateur lidar et radar McRALI)(T4) ainsi que la mise en œuvre de bases de données issues des observations aéroportées, sol et bateau (T5). Ref : 9512 Thème : MTO Action : EECLAT Porteur : JOURDAN Olivier Labo : LAMP
MERLIN est une mission Franco-Allemande pour la mesure active des colonnes de méthane atmosphérique par LIDAR s'appuyant sur les réflexions de surface et une mesure différentielle (méthode integrated path differential absorption ou IPDA) dont le lancement est prévu en 2029. La France est responsable de la plateforme (MYRIADE évolution) et l'Allemagne de la charge utile. Ref : 9837 Thème : ATMO Action : MERLIN Porteur : BOUSQUET Philippe Labo : LSCE
Les observations au limbe depuis l'espace, permettent de déduire un profil de température de 30 à 80 km avec une résolution verticale d'environ 1 km. Cette méthode sera appliquée au futures données de la mission de l'ESA ALTIUS. Ref : 9667 Thème : MTO Action : Tlimb Porteur : KECKHUT Philippe Labo : LATMOS
L'équipe SSPA développe des instruments mesurant la pression sous ballon atmosphériques pour la détection des événements tectoniques sur Vénus. Elle participe à l'expérience CNES Stratéole-2 pour valider le concept de mesure sur Terre et démontrer l'imagerie de l'atmosphère à partir des infrasons. Ref : 9812 Thème : MTO Action : VENUSGEOX Porteur : GARCIA Raphael Labo : ISAE

Ce projet faisait partie des projets APR « IASI thème II (Propriétés physiques : surface, thermodynamique et nuages) » et « EECLAT (T2.4 – Upper Tropospheric Cloud Systems: complete 3D structure & radiative effects) ». Il est piloté par Claudia Stubenrauch a qui nous prêtres main forte pour la manipulation des données TOOCAN. Ref : 9520 Thème : MTO Action : CIRSSys3D Porteur : ROCA Rémy Labo : LEGOS
Notre projet vise à obtenir des observations de protoxyde d'azote (N₂O) depuis l'espace afin d'estimer les sources de N₂O à l'échelle globale. Nous avons commencé avec les observations de GOSAT (Kangah et al., JGR, 2017), nous poursuivons avec les observations de IASI (Chalinel et al., 2022) et voulons continuer avec les observations de GOSAT2 (proposition acceptée JAXA). Le projet regroupe des scientifiques (France et international) qui sont aussi impliqués dans la définition d'un nouveau projet spatial MIN2OS (Ricaud et al., 2021) soumis à l'ESA EE12 en septembre 2023 et non retenu. Ref : 9819 Thème : ATMO Action : GOSAT-2 N₂O Porteur : RICAUD Philippe Labo : CNRM
Etude de la température humide, un indice de confort thermique et son évolution avec les données IASI, pour produire un framework pour IASI-NG et IRS. Ref : 9516 Thème : MTO Action : IASI MITH Porteur : SAFIEDDINE Sarah Labo : LATMOS
L'objectif des travaux en cours est une validation du concept NanoCarb pour la mesure de CO₂ et CH₄ en vue i) de disposer de charges utiles pour les futures campagnes aéroportées scientifiques et (ii) d'affiner la proposition de mission spatiale SCARBO (Space Carbon Observatory). Ref : 9844 Thème : ATMO Action : Nanocarb Porteur : GOUSSET Silvère Labo : IPAG
Le projet FIRESAT étudie l'impact des feux sur la composition chimique de la troposphère et sur la qualité de l'air, en exploitant les observations satellitaires. Il vise plus spécifiquement à mieux quantifier les émissions par les feux intenses, leur altitude proche des sources et leur transport. Ref : 9821 Thème : ATMO Action : FIRESAT Porteur : TURQUETY Solène Labo : LATMOS
Restitution validation et exploitation des données SOFRID-IASI-N₂O pour documenter les émissions de N₂O des sols et des cultures (CESBIO) et des océans (CNRM). Ref : 9823 Thème : ATMO Action : IASI-N₂O Porteur : FERRANT Sylvain Labo : CESBIO
Le contexte des études menées par le LMD est le développement de la mission MicroCarb pour la mesure du rapport de mélange en CO₂ dans l'atmosphère. La mission est prévue au lancement courant 2025. Ref : 9842 Thème : ATMO Action : MicroCarb spectroscopie Porteur : DELAHAYE Thibault Labo : LMD
Le contexte est le développement de la mission lidar IPDA spatiale MERLIN pour la mesure du rapport de mélange en CH₄ dans l'atmosphère. La mission est passée en phase D avec un lancement prévu à la fin de la décennie. Les activités CNES sont en phase de gel, seules les activités scientifiques se poursuivent. Ref : 9840 Thème : ATMO Action : MERLIN Porteur : CASSE Vincent Labo : LMD
Projet 1 : Etude de l'impact des nuages sur le changement climatique via la construction de séries longues lidar à partir de mesures d'instruments satellite successifs. Projet 2 : Evolution des nuages stratosphériques polaires (PSC) en lien et impact sur la reformation de la couche d'ozone au cours du siècle à venir. Ref : 9508 Thème : MTO Action : EECLAT Porteur : NOEL Vincent Labo : LAERO
L'objectif des travaux en cours est une validation du concept NanoCarb pour la mesure de CO₂ et CH₄ en vue i) de disposer de charges utiles pour les futures campagnes aéroportées scientifiques et (ii) d'affiner la conception instrumentale pour la mission spatiale SCARBO (Space Carbon Observatory). Ref : 9676 Thème : ATMO Action : Nanocarb Porteur : CROIZE Laurence Labo : ONERA OTA
Stratégie de validation des missions spatiales GES (MicroCarb, MERLIN, IASI-NG) Projet multi-instruments MAGIC pour améliorer notre connaissance des GES Télédétection FTIR depuis le sol (mesures TCCON et COCCON - instrument EM27/SUN) Ref : 9832 Thème : ATMO Action : MAGIC Porteur : TÉ Yao Labo : LERMA
Advancement of POLarimetric Observations (APOLO)-2024 a été organisé du 18 au 21 novembre 2024 à Kyoto, Japon : https://apolo.loa.univ-lille.fr/ Ref : 9668 Thème : MTO Action : APOLO Porteur : DUBOVIK Oleg Labo : LOA
Le LATMOS a développé deux instruments qui ont fonctionné avec succès pendant les deux premières campagnes : le bolomètre BOLDAIR (PI A. Hauchecorne) et le lidar BeCOOL (PI F. Ravetta). Les données du bolomètre s'avèrent difficile à exploiter. Mise en œuvre d'une solution alternative avec le radiomètre TAPIR. Ref : 9519 Thème : MTO Action : STRATEOLE Porteur : WILSON Richard Labo : LATMOS
IASI-NG est la future mission qui remplacera le sondeur hyperspectral infrarouge IASI en 2025-2026. Il bénéficiera d'une résolution spectrale et d'un bruit instrument améliorés, ce qui est en fait un instrument idéal pour quantifier des espèces gazeuses, pour initialiser des modèles de composition atmosphérique. C'est un instrument très important du fait de son information sur la thermodynamique et la chimie de l'atmosphère pour la prévision numérique du temps. Ref : 9501 Thème : MTO Action : IASI-PNT Porteur : FOURRIE Nadia Labo : CNRM
Le projet de mission AOS résulte du Decadal Survey (NASA). C2OMODO contribue à la problématique scientifique de AOS touchant aux systèmes convectifs précipitants. La phase B a débuté en Juillet 2024. Ref : 9669 Thème : MTO Action : AOS - C2OMODO Porteur : BROGNIEZ Helene Labo : LSCE

FORUM, 9è Earth Explorer de l'ESA, mesurera l'essentiel du spectre infrarouge (100-1600 cm⁻¹) émis par la Terre à haute résolution spectrale (0.5 cm⁻¹) et volera en tandem avec IASI-NG à partir de 2027.

Ref : **9502** Thème : MTO Action : FORUM Porteur : LIBOIS Quentin Labo : CNRM

Le projet EXTRA-SAT vise à supporter et valoriser l'exploitation des données satellitaires du CNES pour l'observation, la caractérisation et l'estimation de l'impact atmosphérique et climatique des événements extrêmes ayant atteint l'UTS, comme les éruptions volcaniques et les feux extrêmes.

Ref : **9524** Thème : MTO Action : EXTRA-SAT Porteur : SELLITTO Pasquale Labo : LISA

OCEAN

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

Il s'agit d'étudier la possibilité de formation des vagues scélérates dans les mers croisées : rencontre de deux systèmes de vagues se propageant dans des directions différentes. Une étude faiblement non linéaire en profondeur infinie est envisagée.
Ref : **9766** Thème : Ocean Action : CROSSEAS Porteur : ABID Malek Labo : IRPHE

L'expérience s'inscrit dans le cadre de l'amélioration du modèle de transfert radiatif OSOAA en accès libre hébergé par le CNES depuis 2016 et maintenu par la société CS-group (Toulouse) avec le soutien financier du CNES. Le projet s'effectue dans le cadre d'un accord de consortium global en cours de signature entre le CNES et le CSIRO.
Ref : **9708** Thème : Ocean Action : Implémentation fluo code OSAA Porteur : CHAMI Malik Labo : LAGRANGE

Le biais d'état de mer (SSB) est l'erreur principale dans les mesures de hauteur d'eau (SSH) en altimétrie. Les mesures 2D de KaRIn à haute résolution donnent l'opportunité de revisiter ce SSB. Pour cela il est primordial d'analyser l'impact de l'état de mer sur les performances de SWH et SSH.
Ref : **9754** Thème : Ocean Action : SEAWISDOM Porteur : MARTIN Adrien Labo : NOVELTIS

Le projet porte sur l'impact du couplage air-mer sur la couche limite atmosphérique. Nous voulons caractériser le lien entre les différentes données mesurées par le satellite SWOT (hauteur de la surface de la mer et tension de vent de surface) aux échelles de 5 à 200km.
Ref : **9737** Thème : Ocean Action : POSEIDON-SWOT Porteur : LAPEYRE Guillaume Labo : LMD

L'objectif de cette expérience est de développer un service national de traitement de données GNSS pour les campagnes de CAL/VAL altimétriques passées et futures. Ceci inclut le positionnement cinématique précis (bateaux, bouées) et le développement du traitement de la réflectométrie GNSS.
Ref : **9787** Thème : Ocean Action : FOAM Porteur : SANTAMARIA Alvaro Labo : GET

Le consortium <https://swot-adac.org> a développé un consortium international pour coordonner plusieurs campagnes pendant la fast-sampling phase de SWOT, dont la campagne BioSWOT-Med portée par le MIO, afin d'exploiter les données SWOT pour l'étude du couplage physique-biogéochimie à fine échelle.
Ref : **8974** Thème : Ocean Action : BioSWOT-AdAC Porteur : DOGLIOLI Andrea Labo : MIO

L'objectif du projet est de reconstruire/identifier/valider les données satellites du courant de surface, à l'aide d'observation par HFRADAR, de simulations numériques et de méthodes d'apprentissage. Les données d'altimétrie et du SAR Sentinel sont utilisées.
Ref : **9744** Thème : Ocean Action : SFUSVEL Porteur : MOLCARD Anne Labo : MIO

Le projet GLISS a pour objectif de tirer partie des systèmes d'observation en place (glider, mouillage, campagne) en Méditerranée et dans les Mers Nordiques afin de comparer les données les mesures satellite SWOT de courants de surface avec des mesures in situ.
Ref : **9745** Thème : Ocean Action : GLISS Porteur : BOSSE Anthony Labo : MIO

L'activité principale de l'année 2024 a été des études et de la coordination pour la préparation du « Concept Study Report » de « ODYSEA » suite à la présélection à l'appel Earth System Explorer de la NASA.
Ref : **9743** Thème : Ocean Action : COURANTS Porteur : ARDHUIN Fabrice Labo : LOPS

SWOT4COST exhibits a strong synergy between three WPs: (WP1) COastal and eSTuarine hydrodynamic and morphodynamic MONitoring from SWOT, (WP2) COastal and eSTuarine MOdelling with SWOT Data Assimilation; (WP3) Promoting of SWOT mission and applications in the COastal and eSTuarine environments for scientific and socio-economic COMmunities (COST COM).
Ref : **8963** Thème : Ocean Action : SWOT-DAHM-River-Discharges Porteur : RICCI Sophie Labo : CECI

L'expérience Sea Change vise à améliorer les observations du niveau de la mer aux échelles climatiques pour permettre 1) de mieux comprendre les causes actuelles de la montée et de l'accélération du niveau de la mer 2) de mieux comprendre la physique du cycle globale de l'eau et de l'énergie au cœur duquel se situe l'océan 3) d'évaluer les modèles de climat et leur capacité à prédire les variations futures du niveau de la mer 4) d'estimer la hausse du niveau de la mer à la côte et ses causes 5) d'analyser le bilan du niveau de la mer à l'échelle régionale
Ref : **9783** Thème : Ocean Action : SeaChange Porteur : MEYSSIGNAC Benoît Labo : LEGOS

Etude des capacités et des performances d'un lidar spatial profileur dédié à l'observation des océans pour l'estimation des propriétés optiques et biogéochimiques de la colonne d'eau. Initiation pour la création d'une communauté française sur le lidar océan.
Ref : **9539** Thème : Ocean Action : LidarOcean Porteur : JAMET Cédric Labo : LOG

• Appliquer les algorithmes LOG développés sur Landsat-8, Sentinel-2, VNREDSAT-1, aux bandes de couleur de l'eau THRISHNA sur des produits simulés (c.-à-d. correction sunglint, masques eau/nuages, correction atmosphérique, produits basés sur SPM et TUR) • Évaluer la robustesse des algorithmes développés (Vantrepotte et al., ; Ngoc et al., 2019, Han et al., 2016 ;) sur des produits simulés • Réaliser d'autres algorithmes AC en utilisant l'algorithme existant (Polymer, C2RCC) pour établir des comparaisons • Calcul des produits de couleur de l'eau (SPM ; Han et al., 2016, TUR), à partir d'une chaîne de traitement bien établie sur des capteurs de couleurs de l'eau (Landsat8-9_OLI, S2_MSI) pour d'autres comparaisons Programme OSYNECO TOSCA-CNES • Essayer de comprendre le lien entre les effets d'émissivité et les produits TUR pour des types d'eau spécifiques Ref : 9791 Thème : Ocean Action : TRISHNA_CLEC Porteur : VERPOORTER Charles Labo : LOG
Ce projet propose une analyse de données multi-satellites (SST, SSH, couleur) visant à fournir une caractérisation des fronts de surface dans l'océan global ainsi que leur impact sur la chlorophylle de surface (Chl-a). Ref : 9772 Thème : Ocean Action : MULTI-SAT Porteur : LEVY Marina Labo : LOCEAN
Amélioration de la modélisation dynamique et des mesures utilisées en orbitographie précise pour les missions d'océanographie spatiale afin de réduire les erreurs interannuelles d'orbite régionales affectant la mesure du niveau moyen des mers à l'échelle des bassins océaniques. Ref : 9788 Thème : Ocean Action : POD Porteur : COUHERT Alexandre Labo : GET
Le projet Maeva vise une meilleure compréhension des mécanismes de génération, d'intensification et de dissipation des vagues extrêmes. Il repose sur les données des missions CFOSAT et SWOT, combinées à des développements numériques, et complétées de mesures in situ. Ref : 9769 Thème : Ocean Action : MAEVA Porteur : DORMY Emmanuel Labo : DMA
L'expérience vise à proposer l'état de l'art des algorithmes et de leur qualification pour les produits de température de surface (SST) de la mer en zone côtière et des eaux intérieures issus de TRISHNA. Des propositions et la validation de méthodes concernant les masques nuages/eau/terre/glace font également partie des objectifs. Ref : 9560 Thème : Ocean Action : TRISHNA_CLEC Porteur : AUTRET Emmanuelle Labo : LOPS
SWOT-Brésil se focalise sur les petites échelles de la dynamique océanique au large de l'Amérique du Sud, dans la bande tropicale, le long du plateau continental. Deux zones clés (génération d'ondes internes, échanges courants-tourbillons, production primaire remarquables): plateau Amazone (AMAZOMIX) ; le long des Bancs d'Abrolhos (SWOT-Abrolhos) et de la dorsale Vitoria-Trindade. Ref : 8968 Thème : Ocean Action : SWOT Brésil Porteur : HERNANDEZ Fabrice Labo : LEGOS
Le projet fait suite à SWOT-Brésil. Il vise la description par SWOT des échelles fines à large de 1) la circulation de l'Atlantique tropical ouest, 2) les vagues de chaleur marines, 3) les ondes côtières et 4) les ondes internes, leur dynamique et variabilité. Ref : 9699 Thème : Ocean Action : SWOT-SWATI Porteur : ARTANA Camila Labo : LOCEAN
SWOT for SOUTH AMERICA is an integrated proposal organized into 5 interconnected WPs covering several thematic dealing with the study of the water cycle and hydrology in South America in the SWOT context. As a reminder, the proposed WPs are as follow: 1. WP1 on the estuary of the Amazon: Pls: Fabien Durand (IRD-LEGOS) and Otto Rotunno Filho (UFRJ-Brazil) 2. WP2 on freshwater storage variability in surface (and sub-surface) of South America with focus on the Amazon basin and its link to climate: Pls: Fabrice Papa (IRD-LEGOS) and Javier Tomasella (CEMADEN, Brazil) 3. WP3 on lakes storage and climate variability in SA: Jean-Francois Cretaux (CNES-LEGOS) and Rodrigo Abarca del Rio (Uni-Concepcion, Chile) 4. WP4 on floodplains hydrology and dynamics at high resolution: Marie-Paule Bonnet (IRD-ESPACEDDEV) and Ayan Fleischmann (Mamirauá Inst. for Sustai Dev., Brazil) 5. WP5 dealing with the Cal/Val of SWOT and its science applications for Altimetry missions in South American rivers: Adrien Paris (Ocean Next-LEGOS) and Juan Gabriel Leon (Uni.Colombia at Cali, Colombia) Ref : 8966 Thème : Ocean Action : SWOT FOR SOUTH AMERICA Porteur : PAPA Fabrice Labo : LEGOS
Les réserves eaux de surface (SWS), c'est-à-dire la quantité d'eau douce stockée dans les rivières, les zones humides, les plaines d'inondation et les lacs, et leurs variations sont des éléments primordiaux du cycle de l'eau et de l'hydrologie de la surface terrestre, fortement liées à la variabilité du climat. Elles sont également très importantes pour la gestion des ressources en eau. Cependant, il est encore très difficile d'obtenir des estimations précises des variations des SWS, en particulier pour les plaines d'inondation et les zones humides, avec un échantillonnage spatio-temporel adéquat. Notre proposition se concentre sur une meilleure compréhension des processus liés aux cycles de l'eau et du carbone qui se produisent dans les grandes zones humides en utilisant les données SWOT. Ref : 9733 Thème : Ocean Action : WHYGHGS Porteur : PAPA Fabrice Labo : LEGOS
Le projet SEASONS prévoit une analyse systématique des performances des systèmes d'observation existants (satellitaire et BGC-Argo) de la biomasse phytoplanctonique, dans le but d'améliorer les simulations globales produites par les modèles opérationnels. Ref : 9538 Thème : Ocean Action : SEASONS Porteur : D'ORTENZIO Fabrizio Labo : LOV
Les données des capteurs de CFOSAT sont étudiées afin de montrer leur utilité et usage sur les zones polaires : pour l'observation de la banquise et pour la détection des icebergs, et ce sur les deux pôles ; de plus, une nouvelle méthode de calibration instrumentale de cosmologie est testée. Ref : 9847 Thème : Ocean Action : 4SICI Porteur : GIRARD-ARDHUIN Fanny Labo : LOPS

L'objectif principal de ce projet est de renforcer les liens scientifiques et les échanges en matière de mesures altimétriques, de traitement des données, de validation et d'applications entre les experts travaillant sur différentes surfaces terrestres (océan ouvert et côtier et eaux continentales). Ref : 9781 Thème : Ocean Action : PRIAM Porteur : BIROL Florence Labo : LEGOS
La compréhension de ces structures fines échelles est devenue un enjeu majeur dans le cadre de la mission large fauchée SWOT, mais également dans le contexte de la proposition Odysea portée par Sarah Gille (UCSD/SIO ; Rodriguez et al., 2019) représentant un effort conjoint CNES/NASA. Ref : 9758 Thème : Ocean Action : NICITA Porteur : GASPARIN Florent Labo : LEGOS
La correction précise de la marée et de la surcote reste un enjeu majeur dans l'exploitation de la donnée altimétrique spatiale, et le projet vise à satisfaire les exigences toujours plus grandes dans ce domaine, en particulier les mers côtières. Ref : 9782 Thème : Ocean Action : Ocean-High-Freq-Dynamics Porteur : LYARD Florent Labo : LEGOS
This project proposes to study altimetry-derived Lagrangian structures in the South Indian Ocean, along three axes: • their decadal variability, including possible trends related to climate change. • their integrated impact at different levels of the trophic web. • their contribution in terms of knowledge basis for marine protected areas. Ref : 9779 Thème : Ocean Action : KERTREND-SAT Porteur : D'OVIDIO Francesco Labo : LOCEAN
Le projet BIOSWOT-ADAC coordonne les activités du consortium ADAC et inclue deux campagnes. La partie portée par le LOCEAN est le Work Package 1 de coordination. Ref : 8972 Thème : Ocean Action : BIOSWOT-AdAc Porteur : D'OVIDIO Francesco Labo : LOCEAN
• Comparaison des mesures SWIM avec les simulations numériques ECMWF pour les vitesses de vent et les hauteurs significatives de vagues • Comparaison des mesures SWIM avec des mesures obtenues par une ou plusieurs bouées Spotter au large de l'Irlande Ref : 9811 Thème : Ocean Action : CFOSAT-ARANSAT Porteur : DIAS Frédéric Labo : Centre Borelli
SWOT provides a view of the ocean at near-nadir incidence angles and high resolution, measuring surface elevation, back-scatter and Doppler, including sub-pixel information. All these measurements are affected by wind-generated waves. The so-called sea state bias is expected to be one of the strongest source of bias in KaRIN measurements. Its geophysical origins and impacts on interferometric measurement deserve extended dedicated analysis. Ref : 9851 Thème : Ocean Action : VAGUES Porteur : NOUGUIER Frédéric Labo : LOPS
Dans cette proposition multi-laboratoires, le LEGOS contribue à la collecte de données de SSS in situ pour la cal/val SMOS via le SNO-SSS, et à des études thématiques sur la SSS dans les océans tropicaux et l'Océan Austral combinant données in situ, SMOS et modèles. Ref : 9806 Thème : Ocean Action : SMOS-OCEAN Porteur : ALORY Gaël Labo : LEGOS
Développer de nouveaux algorithmes proches de l'intelligence artificielle pour identifier la niche écologique des espèces grâce aux mesures satellitaires, ce qui permettra d'estimer les changements spatio-temporels du plancton à des résolutions spatio-temporelles inédites. Ref : 9762 Thème : Ocean Action : PLANKTOSAT Porteur : BEAUGRAND Grégory Labo : LOG
The main objective of this project is to improve the exploitation of sea state satellite observations in the coastal zone (defined herein as the 0-50km coastal strip) and stimulate the uptake of this data for scientific and civil applications. Ref : 9848 Thème : Ocean Action : SEASTAC Porteur : DODET Guillaume Labo : LOPS
SWOT est capable de fournir des cartes de hauteur des surfaces d'eau avec une précision centimétrique. SWOT offre, outre la possibilités de mesurer la hauteur de la surface de la mer et du franc-bord de la banquise. Ref : 9696 Thème : Ocean Action : Porteur : GUINET Christophe Labo : CEBC
Dans le contexte de modifications anthropiques des cycles de l'azote et du phosphate, notre étude a pour objectif de développer de nouveaux algorithmes permettant de caractériser les variations spatiales et temporelles de l'azote, PON, et du phosphate organique particulaire, POP à partir d'observations de la couleur de l'eau. Ref : 9761 Thème : Ocean Action : COUL-PNP Porteur : LOISEL Hubert Labo : LOG
Le projet TRISHNA CLEC pour la contribution LEGOS est centré sur la définition des caractéristiques scientifiques et techniques de la future mission TRISHNA dans l'IRT à très haute résolution spatiale (~60m) et applications en côtier et lagunaire dans le golfe du Lion. Ref : 9792 Thème : Ocean Action : TRISHNA CLEC Porteur : DADOU Isabelle Labo : LEGOS
L'objectif du projet est d'évaluer l'amélioration apportée par les données SWOT pour étudier la dynamique à méso-submésoséchelle dans le golfe de Guinée (GG) avec le projet SWOT-GG (jusque 06/2024) et en continuité avec le projet SWOT-ETAO (depuis 07/2024) dans l'océan Atlantique Tropical Est (ETAO). Ref : 8969 Thème : Ocean Action : SWOT-GG Porteur : DADOU Isabelle Labo : LEGOS
Mieux cerner les besoins scientifiques vis à vis de mesures de salinité à la surface de la mer à 10-15km de résolution, promotion de la mission, collaborations nationales et internationales Ref : 9809 Thème : Ocean Action : SMOS-HR Porteur : BOUTIN Jacqueline Labo : LOCEAN

Travaux d'accompagnement scientifique des mesures SMOS-Salinité sur l'océan. Ref : 9807 Thème : Ocean Action : SMOS-OCEAN Porteur : BOUTIN Jacqueline Labo : LOCEAN
L'objectif général de SARGAT est d'améliorer les connaissances de base sur les processus qui régissent le transport, l'agrégation et l'échouage des Sargasses pélagiques. Ref : 9536 Thème : Ocean Action : SARGAT Porteur : JOUANNO Julien Labo : LEGOS
L'objectif du projet INVASEA (Remote sensing of INVASive macroalgae in coastal arEAs) est de développer un algorithme de télédétection d'espèces de macroalgues rouges invasive, en particulier de l'espèce <i>Gracilaria vermiculophylla</i> , à partir d'une approche combinant la spectroradiométrie de terrain et de laboratoire, l'utilisation d'images multispectrales acquises par drone à très haute résolution spatiale, et le développement d'un algorithme de détection de ces macroalgues applicables à Sentinel 2. Ref : 8961 Thème : Ocean Action : INVASEA Porteur : BARILLE Laurent Labo : ISOMer
SWOT data will enable us to characterize air-sea interactions, validate numerical simulations, study their importance, and better represent them in our models. Inter-comparisons will enable us to assess which part of the signal is captured by the data. Ref : 8970 Thème : Ocean Action : I-CASCADE Porteur : RENAULT Lionel Labo : LEGOS
This project is derived from the TOSCA STREAM (F. Ardhuin). It focuses on the ocean-atmosphere coupling and on the route of energy in the Ocean, i.e., the part led by L. Renault. This proposal is directly related to the satellite project ODYSEA that will aim to measure surface current and stress. Ref : 9740 Thème : Ocean Action : M-ODYSEA Porteur : RENAULT Lionel Labo : LEGOS
CFOSAT data will enable us to characterize Air-Sea-Wave interactions, validate numerical simulations, study their importance, and better represent them in our models. Numerical simulations will enable us to disentangle the various coupling loops. Ref : 9765 Thème : Ocean Action : THETHYS Porteur : RENAULT Lionel Labo : LEGOS
Ce projet est motivé par les interactions entre la marée interne et la méso/sous mésoéchelle dans la région de la Nouvelle-Calédonie couverte par une fauchée SWOT lors de la phase de cal/val. Le projet s'appuie sur de la modélisation à haute résolution et sur les campagnes SWOTALIS dans le contexte de SWOTAdac. Ref : 8971 Thème : Ocean Action : SWOT in the tropics Porteur : GOURDEAU Lionel Labo : LEGOS
The main objective of PATASWOT is to improve our understanding of the physical processes impacting the Patagonian continental shelf and adjacent open ocean through the use of SWOT data, traditional satellite altimetry, in-situ and model output data. Ref : 9728 Thème : Ocean Action : PATASWOT Porteur : RUIZ-ETCHEVERRY Laura Labo : IFAECl
Des simulations numériques des équations exactes sont entreprises afin d'effectuer des comparaisons avec les équations faiblement nonlinéaires et/ou la réanalyse de cas connus avec formation de vagues scélérates en présence de mers croisées. Ref : 9767 Thème : Ocean Action : CROSSEAS Porteur : MARC FRANCIUS Labo : MIO
SEASTERS vise à améliorer la compréhension du fonctionnement et de la variabilité de la dynamique couplée océan-atmosphère du système régional climatique d'Asie du Sud-Est (SEA), de son rôle dans le climat régional et global et de sa réponse au changement climatique. Ref : 9537 Thème : Ocean Action : SEASTERS Porteur : HERRMANN Marine Labo : LEGOS
Exploitation des mesures de la mission SMOS concernant le développement de produits de salinité de surface de l'océan et de vent de surface. Animation de la communauté scientifique nationale et internationale autour de la mesure de la salinité de surface par satellite et sa validation. Etudes scientifiques basées sur l'exploitation des mesures de salinité et de vents forts de surface issues de SMOS, AQUARIUS et SMAP. Préparation des futures missions radiométriques bande L (CIMR, SMOS-HR, FRESH). Ref : 9808 Thème : Ocean Action : SMOS OCEAN Porteur : REUL Nicolas Labo : LOPS
Comme mentionné dans la proposition, les travaux de ce projet sont réalisés dans le cadre du projet FOAM dont le renouvellement a été accepté lors de l'appel OSTST (2025-2028) : voir la proposition https://share.obspm.fr/s/5aEdY8pQFgzeJSm Ref : 9805 Thème : Ocean Action : FOAMS Porteur : BONNEFOND Pascal Labo : SYRTE
Étude de l'effet des fronts de sub-mésoéchelle sur la production primaire de surface et les écosystèmes. Dans le contexte de SWOT, comment peut-on estimer la production primaire de surface dans les fronts de sub-mésoéchelle à partir de données satellites (altimétrie et couleur de l'océan) ? Ref : 9801 Thème : Ocean Action : DIEGO Porteur : RIVIERE Pascal Labo : LEMAR
Utilisation de données spatiales d'altimétrie, de température de surface et de couleur de l'eau pour développer des méthodes d'initialisation de projections ensemblistes visant à évaluer comment le changement global impacte le fonctionnement des écosystèmes marins régionaux. Ref : 9760 Thème : Ocean Action : POSYDONIE Porteur : BRASSEUR Pierre Labo : IGE
Cette expérience vise à mieux caractériser la variabilité rapide (marée interne en particulier) à la surface de l'océan en vue de la meilleure valorisation des données SWOT. Ref : 9850 Thème : Ocean Action : DIEGO Porteur : PONTE Aurélien Labo : LOPS

Le projet consiste à exploiter les données SWOT pour l'étude des zones humides, c'est-à-dire dans des zones avec végétation. Pour cela, une meilleure compréhension de l'impact de la végétation est nécessaire, avec l'aide de jeu de données déjà existants. Les données SWOT sont nouvelles et un gros travail doit être fait pour qu'elles puissent être utilisées en conjonction avec les bases actuelles. Ref : 9736 Thème : Ocean Action : WHYGHGS Porteur : PRIGENT Catherine Labo : LERMA
• Publication de la méthode S2Shores de corrélation spatiale • Atlas global S2Shores disponible début 2025 (publication Scientific data prochainement de présentation des données, HydroWebNext pour partage et Gitlab pour le code open source) • Démarrage des travaux de thèse de Philémon Durel (LOPS/LEGOS avec Nicolas Rascles sur des capteurs agiles permettant d'observer une scène de vagues sous différents angles • Travaux et présentation conférence de la future méthode S2Shores dite Cube, en fonctionnement « pairwise » Ref : 9540 Thème : Ocean Action : S2Shores Porteur : ALMAR Rafael Labo : LEGOS
Nos activités visent à explorer et développer des méthodes basées sur l'apprentissage profond pour l'amélioration des produits altimétriques haute résolution autour de la thématique DUACS. Ref : 9780 Thème : Ocean Action : DUACS-HR Porteur : FABLET Ronan Labo : LAB-STICC
Nos activités visent à explorer et développer des méthodes basées sur l'apprentissage profond pour l'exploitation des données de la mission SWOT, en particulier pour des objectifs de calibration et reconstruction des champs altimétriques et courants de surface. Ref : 9800 Thème : Ocean Action : DIEGO Porteur : FABLET Ronan Labo : LAB-STICC
This project aims to investigate how phytoplankton functional type distributions in the Southern Ocean influence marine cloud properties by studying relationships between ocean biology, aerosol formation, and cloud condensation nuclei (CCN) and ice nuclei particles (INP). Key objectives include advancing phytoplankton group retrieval algorithms, quantifying atmospheric aerosol fluxes, and assessing the impact of biological sea spray on cloud properties using advanced models. Ref : 9810 Thème : Ocean Action : OABI-One Porteur : EL HOURANI Roy Labo : LOG
Utilisation des données SWOT pour mesurer la topographie des zones humides côtières (estran) et des plaines d'inondation. Ref : 9739 Thème : Ocean Action : WHYGHGS Porteur : SALAMEH Edward Labo : M2C
Le projet PALMAS, porté par l'IGE, vise à améliorer le traitement des données SWOT pour des applications océaniques et hydrologiques. Datlas contribue à travers des tâches sur la séparation des ondes internes, le débruitage des données SWOT, et la cartographie de SSH déployée sur des infrastructures cloud. Ref : 9709 Thème : Ocean Action : SWOT PALMAS Porteur : ANDRE Christine Labo : DATLAS
Le travail réalisé dans le cadre de ce projet correspond à la valorisation scientifique du satellite CFOSAT. Les participants au projet appartiennent à la CFOSAT science team, du côté français et chinois. Ref : 9768 Thème : Ocean Action : MULTIFLUX Porteur : SCHMITT Francois Labo : LOG
Le projet vise à caractériser, et séparer, les régimes dynamiques (dominés par les ondes internes ou la turbulence quasi-géostrophique) à travers une synergie de données (en particulier, flotteurs lagrangiens). Ref : 9917 Thème : Ocean Action : DIEGO Porteur : BERTI Stefano Labo : UML
In LAGOON, we aim to qualify these different missions to monitor offshore wave incident conditions, and their potential to provide information on waves in large lagoons such as those of New Caledonia and Rangiroa atoll (French Polynesia), located in the Pacific Ocean. Ref : 9846 Thème : Ocean Action : LAGOON Porteur : JULLIEN Swen Labo : LOPS
IMHOTEP étudie la réponse océanique aux fluctuations interannuelles des runoffs des grands fleuves et de la fonte du Groenland via des simulations déterministes et ensemblistes océan-banquise- iceberg NEMO globales, et au regard d'observations spatiales et in-situ. Ref : 9785 Thème : Ocean Action : IMHOTEP Porteur : LLOVEL William Labo : LOPS
L'objectif du projet est de tirer partie de la configuration exceptionnelle du delta du Gange pour explorer le potentiel de la télédétection spatiale pour l'étude de la dynamique littorale, dans la zone de surf (la zone de déferlement des vagues). Ref : 9756 Thème : Ocean Action : POSPOW Porteur : KRIEN Yann Labo : LEGOS
Le projet Maeva vise une meilleure compréhension des mécanismes de génération, d'intensification et de dissipation des vagues extrêmes. Il repose sur les données des missions CFOSAT et SWOT, combinées à des développements numériques, et complétées de mesures in situ. Ref : 9723 Thème : Ocean Action : MAEVA-SWOT Porteur : DORMY Emmanuel Labo : DMA
Avec le LiDAR du M2C, l'objectif est de mesurer la SSH en Méditerranée et le profil hydrologique du Rhône à haute résolution pour valider les données SWOT. Ces mesures amélioreront les modèles océanographiques et hydrologiques en collaboration avec l'équipe LiDAR du SCRIPPS (États-Unis). Ref : 9719 Thème : Ocean Action : LIDAR SWOT Porteur : FROIDEVAL Laurent Labo : M2C

Le projet Maeva vise une meilleure compréhension des mécanismes de génération, d'intensification et de dissipation des vagues extrêmes. Il repose sur les données des missions CFOSAT et SWOT, combinées à des développements numériques, et complétées de mesures in situ. Ref : 9770 Thème : Ocean Action : MAEVA Porteur : ORUBA Ludivine Labo : LATMOS
The common thread of the Alg-o-Nord research program is the need to improve our estimates and trends of primary production (PP) at the scale of the Arctic Ocean, as well as at specific high-resolution locations (fjords, glacier/river-ocean continuum). This requires a major effort on the Arctic continental shelves to better characterize and document the complexity of these waters. Ref : 9775 Thème : Ocean Action : Alg-o-nord Porteur : ARDYNA Mathieu Labo : TAKUVIK
L'objectif de ce projet est l'étude des marées internes (ITs), et des ondes solitaires internes (ISW) associées, au large du plateau amazonien et leur impact sur les changements locaux ou régionaux de la température et de la concentration en chlorophylle grâce à : imagerie de télédétection (différents capteurs/satellites), modèle et données AMAZOMIX in situ dédiées et de leur interaction avec la mésoéchelle dans la région. Une première étape est donc la description de cette mésoéchelle. Ref : 9561 Thème : Ocean Action : MIAMAZ-ETI Porteur : KOCH-LARROUY Ariane Labo : LEGOS
EUREC4A-OA est un vaste projet international, articulé autour d'une campagne d'envergure d'un mois, qui vise à faire progresser la compréhension de la dynamique de petite échelle océanique et les processus régissant les échanges océan-atmosphère à ces échelles ainsi que leur impact. Ref : 9562 Thème : Ocean Action : EUREC4A-OA Porteur : SPEICH Sabrina Labo : LMD
Le projet Maeva vise une meilleure compréhension des mécanismes de génération, d'intensification et de dissipation des vagues extrêmes. Il repose sur les données des missions CFOSAT et SWOT, combinées à des développements numériques, et complétées de mesures in situ. Ref : 9771 Thème : Ocean Action : MAEVA Porteur : PLANES Serge Labo : CRIOBE
La mission franco-chinoise CFOSAT dédiée à la mesure du spectre directionnel des vagues (instrument SWIM) et du vent à la surface de l'océan est en phase d'exploitation (lancement en octobre 2018). Le travail consiste à suivre les développements récents sur l'amélioration des données SWIM, ainsi que les échanges avec la science team pour une meilleure exploitation des de ces données. De nouveaux paramètres comme la dérive de Stokes et la probabilité de glace dans les zones marginales ont fait l'objet de démonstration dans les conférences Ref : 9764 Thème : Ocean Action : CFOSAT-Coordination Porteur : AOUF Lotfi Labo : CNRM
La proposition s'inscrit dans le cadre de l'OSTST et consiste à l'évaluation des données satellitaires de vagues (altimétrie, et autres...) sur les modèles opérationnels de prévision des états de mer. Le développement d'études d'impact de nouvelles données et l'amélioration de la physique des modèles font partie également des objectifs de la proposition. Ref : 9722 Thème : Ocean Action : SWOT - WAVES Porteur : AOUF Lotfi Labo : CNRM
The main project goal is to study mesoscale and sub-mesoscale water dynamics (both in ice-free and ice-covered period) of large deep lakes (such as Hovsgol and Sevan) using multi-satellite remote sensing observations and dedicated field work. Ref : 9778 Thème : Ocean Action : LAKEDDIES Porteur : KOURAEV Alexei Labo : LEGOS
We expect that the SWOT satellite will provide new data for studies of rivers and lakes, and would like to assess robustness of SWOT estimates over several water objects located in environmental conditions that are typical for high latitudes. Ref : 9735 Thème : Ocean Action : SWIRL Porteur : KOURAEV Alexei Labo : LEGOS
SCOEPUS a été proposé dans le cadre de la ST SWOT. Les objectifs sont (1) d'évaluer les produits SWOT (données, corrections, flags) sur le plateau continental (océan côtier), dans les estuaires et dans les lagunes côtières, (2) d'explorer l'apport des observations SWOT à l'étude de la variabilité du niveau d'eau et de la circulation et d'étudier l'observabilité des marées internes. Ref : 9802 Thème : Ocean Action : COCTO-FO-SCOPEUS Porteur : AYOUB Nadia Labo : LEGOS
BACI vise à utiliser des produits altimétriques satellitaires et des modèles opérationnels de pointe dans l'Atlantique Sud-Ouest pour améliorer notre compréhension des processus physiques qui ont de grands impacts sur les écosystèmes marins et le climat tant régional que global. Ref : 9786 Thème : Ocean Action : BACI Porteur : ARTANA Camila Labo : LOCEAN

SURFACES CONTINENTALES

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

Le projet SuFECiS vise à analyser les impacts des facteurs environnementaux (précipitation, évapotranspiration, végétation, eau souterraine) sur la santé des populations du sud-ouest de Madagascar. Cette région est semi-aride et le projet est plus particulièrement axé sur les problématiques de sécheresse.

Ref : **9875** Thème : SurfCont Action : SuFECiS Porteur : OLIOSO Albert Labo : URFM

TRISHNA (Thermal infraRed Imaging Satellite for High-resolution Natural resource Assessment) est un projet de mission à haute résolution spatio-temporelle dans l'InfraRouge Thermique (IRT) mené en collaboration entre les agences française et indienne CNES-ISRO.

Ref : **9876** Thème : SurfCont Action : TRISHNA CV Porteur : OLIOSO Albert Labo : URFM

TRISHNA (Thermal infraRed Imaging Satellite for High-resolution Natural resource Assessment) est un projet de mission à haute résolution spatio-temporelle dans l'InfraRouge Thermique (IRT) mené en collaboration entre les agences française et indienne CNES-ISRO.

Ref : **9874** Thème : SurfCont Action : TRISHNA-ES Porteur : OLIOSO Albert Labo : URFM

Le Domaine d'Expertise Scientifique Theia « Cartographie Numérique des Sols » regroupe 20 membres permanents issus de différents laboratoires de recherche (INRAE UR Info&Sols, UMR SAS, UMR LISAH, CESBIO, ONERA, IPGP, UMR EcoSys, BRGM).

Ref : **9854** Thème : SurfCont Action : CES CNS Theia Porteur : RICHER-DE-FORGES Anne Labo : INFO&SOLS

Le projet STERREO, mené dans des bassins versants tropicaux et alpins associe télédétection, géochimie et observations in situ pour relier les processus de pente et l'érosion, tout en intégrant le rôle de la végétation.

Ref : **9640** Thème : SurfCont Action : STERREO Porteur : LUCAS Antoine Labo : IPGP

L'expérience "SMOS-TE" participe au développement des données et des applications de la mission ESA/CNES "SMOS" sur les Terres Emergées. Les activités visent à améliorer la qualité des données d'humidité superficielle des sols de la mission SMOS, ainsi qu'à développer des applications, telles que les études sur la végétation, la synergie multi-capteurs (longues séries de SM), l'analyse de séries temporelles (événements extrêmes).

Ref : **9616** Thème : SurfCont Action : SMOS TE Porteur : MIALON Arnaud Labo : CESBIO

Ce projet rentre dans le cadre de travaux en lien avec l'ancien CES Température de Surface et Emissivité du pôle THEIA à travers 3 WPs portant sur la génération de produits liés aux variables que sont la température de surface et l'émissivité.

Ref : **9674** Thème : SurfCont Action : CES Température de Surface et Emissivité Porteur : MICHEL Aurélie Labo : ONERA OTA

Ce projet s'intéresse aux grandes échelles spatiales. En effet, l'intérêt de la mission SWOT à l'échelle continentale/globale est d'observer l'ensemble des grands bassins versants et des lacs, notamment ceux encore peu observés in-situ.

Ref : **9620** Thème : SurfCont Action : Vers une meilleure compréhension du cycle hydrologique global avec SWOT Porteur : BOONE Aaron Labo : CNRM

Le projet vise à développer une cartographie annuelle des stocks de carbone des forêts de France métropolitaine (et de l'Europe à terme) à 50 m de résolution spatiale.

Ref : **9916** Thème : SurfCont Action : CForest_50m Porteur : VEGA Cédric Labo : LIF

Le projet SEMTI-SENT propose de développer une méthode automatique non-supervisée de pré-classifications de séries temporelles d'images satellitaires (notamment Sentinel 1 et 2) à partir de descriptions sémantiques des caractéristiques bas-niveau.

Ref : **9653** Thème : SurfCont Action : SEMTISENT Porteur : ARVOR Damien Labo : LETG

Nous avons réalisé des expériences sur deux sites d'études : i) en France sur la région de la Val-de-Loire et ii) en Afrique sur la région de Koumbia au Burkina Faso. Pour chaque site d'étude nous avons considéré deux périodes différentes (deux années) pour tester l'utilisation de données out-of-year.

Ref : **9867** Thème : SurfCont Action : REUSTIS Porteur : IENCO Dino Labo : TETIS

L'archipel de Kerguelen dans le subantarctique subit parmi les plus fortes variations climatiques de la planète. A l'aide de données de télédétection et de données de terrain, l'objectif est de caractériser l'ensemble de l'archipel et l'évolution de son substrat tant dans les aspects végétations, glaces, sols.

Ref : **9661** Thème : SurfCont Action : THEIA EVOLKER Porteur : ARMYNOT DU CHÂTELET Eric Labo : LOG

Notre objectif est d'étudier la réponse des glaciers aux changements climatiques, estimer leurs pertes de masse ainsi que leur contribution à la ressource en eau régionale et à la hausse du niveau des mers. Ref : 9648 Thème : SurfCont Action : dMASS-GLACIERS Porteur : BERTHIER Etienne Labo : LEGOS
Le projet DOC-Rivers consiste à inverser le carbone organique dissous à partir d'image Sentinel2 et Landsat8 et 9 dans les bassins des 6 grands fleuves arctiques en Sibérie et en Amérique du Nord. Ref : 9662 Thème : SurfCont Action : DOC-Rivers Porteur : JEGOU Fabrice Labo : LPC2E
SAMBA is an integrated proposal organized into 5 interconnected WPs covering several thematic dealing with the study of the water cycle and hydrology in the Amazon basin and in South America in the SWOT context. ● WP1 assesses SWOT surface water extent products and the general understanding of the SWOT measurements in rivers and wetlands and their applications to our questions related to the Amazon. ● WP2 focuses on SWOT water height and discharge estimates, their comparison with other estimates, the variability and the impacts of floodplains dynamic on discharge algorithm. ● WP3 explores SWOT water volume changes in rivers and floodplains on the global Amazon, with a case study in the Mamiraua floodplains and the dynamics of river-floodplain connectivity (region well instrumented and the main focus of the IRD Jeune Equipe Associée – AMAWE which started in 2024). ● WP4 investigates the use of SWOT data in hydrologic-hydrodynamic models such as MGB using the data assimilation technique. This WP aims to study the improvement in simulations of the hydrodynamic processes and mechanisms at play in Amazon rivers and floodplains, which can be revealed thanks to the integration of large-swath altimetry data, such as SWOT, and MGB. ● WP5 has an integrative goal: the validation of SWOT retrieved geophysical parameters using our deployed in situ network (Mamiraua, SBG-ANA, cal/val SWOT, etc.). We will test the coherence between the SWOT data and a) the COPERNICUS altimetry data and b) in situ data using extensive databases of discharge (ADCP measurements), slope (GNSS measurements covering thousands of km of river profile) and water level (PT, in situ network from national agencies). Furthermore, as part of this WP, we will continue with our local partners our SWOT cal/val field trip effort to acquire additional concomitant and long-term data (CalNaGeo, Cyclopée, PT, GNSS, drones, etc.) for comparison with SWOT measurements. Ref : 9650 Thème : SurfCont Action : SWOT FOR SOUTH AM SAMBA Porteur : PAPA Fabrice Labo : LEGOS
Le bassin du Congo, 2ème plus grand fleuve mondial en termes de superficie et d'apports d'eau douce à l'océan reste l'un des bassins fluviaux le moins étudié du monde. Ainsi, nos connaissances des caractéristiques hydro-climatologiques de la région, et de la variabilité associée, demeurent insuffisantes. Il est donc crucial de mieux comprendre son comportement hydrodynamique et de caractériser sa vulnérabilité face au changement climatique. Les observations spatiales et les modèles jouent un rôle clé dans ce contexte. Ref : 9644 Thème : SurfCont Action : DYBANGO Porteur : PAPA Fabrice Labo : LEGOS
Nos activités s'inscrivent dans le développement de l'algorithme de traitement des données de la mission BIOMASS à travers la définition d'un modèle spatiotemporel d'estimation de la permittivité en bande P des différentes essences d'arbres. Ref : 9637 Thème : SurfCont Action : BIOMASS Porteur : DEMONTOUX François Labo : IMS
Nos travaux s'inscrivent dans le cadre de l'exploitation des données de la mission SMOS. Nos recherches portent sur la conception d'instrumentations pour la mesure in-situ de la permittivité des sols sur de longues périodes. Les jeux de données que nous recueillerons permettront d'améliorer le modèle diélectrique utilisé dans l'algorithme de SMOS. En particulier l'objectif est d'améliorer l'interprétation des données radiométriques sur les sols gelés (permafrost). Ref : 9684 Thème : SurfCont Action : SMOS-TE Porteur : DEMONTOUX François Labo : IMS
The overall objective of SWOT-Hydro2-Learning is to develop innovative and effective approaches to maximise information extraction from SWOT and multi-source data for improved runoff inversions and hydrological-hydraulic modelling at high resolution and catchment river network scale. Ref : 9730 Thème : SurfCont Action : SWOT-Hydro2-Learning Porteur : MONNIER Jérôme Labo : IMT
The overall objective of SWOT-Hydro2-Learning is to develop innovative and effective approaches to maximise information extraction from SWOT and multi-source data for improved runoff inversions and hydrological-hydraulic modelling at high resolution and catchment river network scale. Ref : 9729 Thème : SurfCont Action : SWOT-Hydro2-Learning Porteur : ROUX Hélène Labo : IMFT
Le projet propose d'étudier le potentiel des techniques de machine learning appliquées à l'imagerie Sentinel (-1 et -2) pour estimer le rendement des parcelles de Quinoa en fonction (i) des conditions initiale des sols au moment du semis (salinité, carbone organique, azote, phosphore, texture, pH) et (ii) de l'évolution du climat et des indices de végétations tout au long du cycle phénologique. Ref : 9887 Thème : SurfCont Action : SuFECIS Porteur : SATGE Frédéric Labo : ESPACE-DEV
L'UMR 7300 ESPACE est impliquée dans deux actions du programme spatial franco-indien TRISHNA : CRYOSPHERE (ID1) (Permafrost : suivi des dynamiques de Pergélisol sur l'espace Arctique) et THRISNAGU ISEULT (ID2). Ref : 9625 Thème : SurfCont Action : THRISNAGU ISEULT Porteur : GADAL Sébastien Labo : ESPACE
SMOS s'est révélé au cours de sa mission un capteur d'intérêt majeur pour l'étude de la cryosphère. Notre activité consiste à mieux comprendre les observations sur la calotte Antarctique et à exploiter ce signal pour retrouver la température interne au ou la présence d'eau liquide (fonte). SMOS s'est également révélé très utile sur le continent africain pour améliorer l'estimation quantitative des précipitations par satellite et pour son potentiel sur l'estimation des rendements agricoles. Nous travaillons actuellement sur l'idée que SMOS pourrait également renseigner sur la profondeur et le dynamique des nappes souterraines. Ref : 9634 Thème : SurfCont Action : SMOS-TE Porteur : PICARD Ghislain Labo : IGE

La mission Trishna offrira des données thermiques avec des résolutions spatiales et temporelles sans précédent, ouvrant la voie à de nouvelles applications dans les régions montagneuses. Notre activité vise à évaluer la calibration de Trishna dans ces zones et de développer des applications liées au bilan d'énergie et à la fonte des surfaces enneigées. Ref : 9636 Thème : SurfCont Action : Trishna Porteur : PICARD Ghislain Labo : IGE
Il s'agit des travaux de support à la préparation de la mission TRISHNA pour le volet Ecosystème Stress. Ref : 9594 Thème : SurfCont Action : TRISHNA-ES Porteur : BOULET Gilles Labo : CESBIO
L'objectif du projet SHARE est de mieux accéder à l'information neige sèche et humide contenue dans les observations SAR et InSAR de Sentinel-1 au-dessus des zones de relief. L'enjeu du projet est de réussir le partage de développements et de méthodologies entre plusieurs communautés scientifiques. Ref : 9659 Thème : SurfCont Action : SHARE Porteur : JAMES Guillaume Labo : LJK
L'objectif de ce projet est de comprendre la réponse des prairies de moyenne montagne (Vosges) au Changement Climatique à travers leur productivité et leur phénologie. Les archives satellitaires et les caméras phénologiques sont au coeur du projet en permettant ce suivi aux différentes échelles spatio-temporelles que nécessitent les processus en jeu. Ref : 9658 Thème : SurfCont Action : PHENOMENE Porteur : HERRAULT Pierre-Alexis Labo : LIVE
Les algorithmes de débit INRAE et Cerfacs CECI ont continués à être développés de façon complémentaire afin de traiter des aspects différents en termes d'échelles d'application, de dynamiques modélisées, et de produits estimés (Débit 1D, Floodplain DEM, Flood extent). Les runs à échelle globale ont été effectués avec les vraies données SWOT via la plateforme Confluence. Ref : 9853 Thème : SurfCont Action : SWOTDAHMY HYDROS Porteur : OUBANAS HIND Labo : G-EAU
Pour le volet « santé » du projet, l'objectif consiste à étudier la corrélation entre les indicateurs issus de l'observation de l'environnement et l'incidence des maladies dans la région sud de Madagascar. Nous faisons l'hypothèse que le stress hydrique, observable par différents outils de télédétection, pourrait prédire les risques sanitaires avec un délai plus ou moins long en fonction des maladies étudiées. Ref : 9631 Thème : SurfCont Action : SuFECiS Porteur : GARDON Jacques Labo : HSM
Le projet SylvoSanSat vise à améliorer le suivi des problèmes sylvo-sanitaires en associant : i) des observations in situ par des experts forestiers, ii) des méthodes utilisant la télédétection pour détecter précocement des symptômes et quantifier la ressource en bois associés, et iii) des modèles permettant de décrire, comprendre, et anticiper la dynamique spatio-temporelle de ces problèmes. Ref : 9868 Thème : SurfCont Action : SYLVOSanSat Porteur : FERET Jean-Baptiste Labo : TETIS
Le service Hydroweb est destiné à renseigner les utilisateurs scientifiques et autres sur des variables d'état liées à l'hydrologie des surfaces continentales à partir de diverses données satellites. La base de données de séries temporelles de hauteur d'eau par altimétrie satellitaire développée au LEGOS a été transférée au CNES en 2016 qui en a donné la gestion à CLS. Les données sont distribuées via le pôle THEIA. Désormais la BD Hydroweb est distribuée sur le site Hydroweb.next qui délivre également les données SWOT et des produits d'imagerie satellitaire. Le projet a aussi pour ambition de valoriser l'altimétrie et l'imagerie spatiale pour différentes applications en hydrologie (autour des lacs, réservoirs, fleuves et plaines inondées) Ref : 9646 Thème : SurfCont Action : Hydrologie-Spatiale Porteur : CRETAUX Jean-François Labo : LEGOS
Le travail de PI en 2024 a consisté à : animation de l'équipe scientifique, et valorisation / présentation de la mission lors de conférences et séminaires, ainsi que deux campagnes cal/val au printemps 2024, rédaction de plusieurs articles, et enfin passage de témoin au nouveau PI, Hind Houbanas. Ref : 9647 Thème : SurfCont Action : SWOT-PI Porteur : CRETAUX Jean-François Labo : LEGOS
Le contexte est la mission infrarouge thermique TRISHNA à haute résolution spatio-temporelle menée en collaboration entre la France et l'Inde. Les travaux présentés concernent les volets CalVal et Stress des Ecosystèmes. Des sites expérimentaux sont maintenus en France (Estampes, Pic du Midi) et en Inde (Nawagam, Malegaon, Berambadi) pour la cal/val et l'étude de la plus value de l'imagerie thermique dans la modélisation. Ref : 9617 Thème : SurfCont Action : TRISHNA Porteur : ROUJEAN Jean-Louis Labo : CESBIO
En appui du déploiement de la chaîne de traitement OBS2CO sur HydroWeb-Next, des activités de CAL-VAL sont nécessaires afin de calibrer et valider les algorithmes d'inversion (niveau 2B) mais aussi les corrections spécifiques aux surfaces en eaux comme la correction du glint (niveau 2A) dans les images Sentinel-2. Ref : 9701 Thème : SurfCont Action : OBS2CO CALVAL Porteur : MARTINEZ Jean-Michel Labo : GET
The DART improvements that we are implementing in this 3D Earth project have been highlighted by the scientific community (TETIS, IGN, CEREMA, IPGP, AMAP, ONERA, Bonn University, CzechGlobe, CRNS, HKP University) that supports the application of DART as a community code at CNRS. Ref : 9612 Thème : SurfCont Action : 3D-Earth-3D DART modelling Porteur : GASTELLU-ETCHEGORRY Jean-Philippe Labo : CESBIO
Ce projet de recherche porte sur le suivi de l'état sanitaire de la végétation arborée et son impact sur la qualité de l'air et les îlots de chaleur urbains. Pour cela, les données SENTINEL-2 sont exploitées en version super-résolution pour s'affranchir de leur résolution spatiale limitée. Ref : 9652 Thème : SurfCont Action : SR4VEG Porteur : CORPETTI Thomas Labo : LETG

Le projet propose de développer et produire une cartographie annuelle des stocks de carbone des forêts de France métropolitaine (et de l'Europe à terme) à 50 m. L'objectif est de créer un produit qui soit diffusé annuellement par le pôle THEIA. L'approche méthodologique générale s'appuie sur des méthodes d'apprentissage machine prenant en entrées les données S1 et S2. Ref : 9856 Thème : SurfCont Action : CForest_50m Porteur : WIGNERON Jean-Pierre Labo : ISPA
L'expérience "SMOS-TE" participe au développement des données et des applications de la mission ESA/CNES "SMOS" sur les Terres Emergées. Les activités visent à améliorer la qualité des données d'humidité superficielle des sols de la mission SMOS, ainsi qu'à développer des applications, telles que les études sur la végétation, la synergie multi-capteurs (longues séries de SM), l'analyse de séries temporelles (événements extrêmes). Ref : 9859 Thème : SurfCont Action : SMOS TE Porteur : WIGNERON Jean-Pierre Labo : ISPA
Cette expérience s'inscrit dans le cadre de la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne, où l'hétérogénéité des pratiques agricoles et des contraintes hydriques limite les rendements. L'objectif est d'évaluer et de cartographier les écarts de rendement et les niveaux d'intensification des cultures grâce à des approches combinant télédétection, modélisation et machine learning. Ref : 9908 Thème : SurfCont Action : INTENSE-SAHEL Porteur : LAVARENNE Jérémy Labo : TETIS
Le CRBE est impliqué dans le projet BIOMASS-VALO via (1) les activités in-situ de soutien à la mission (validation et calibration), (2) l'assimilation de données BIOMASS dans les modèles, en particulier via une collaboration avec le LSCE et le développement du modèle TROLL. Ref : 9623 Thème : SurfCont Action : BIOMASS-VALO Porteur : CHAVE Jerome Labo : EDB
La proposition s'inscrit dans le cadre du groupe « Stress des écosystèmes » (Ecosystem Stress, ES) de la mission CNES/ISRO TRISHNA, autour de deux types d'actions : préparation de l'ATBD et démonstration du potentiel de la méthode d'estimation EVASPA Ref : 9630 Thème : SurfCont Action : TRISHNA_ES Porteur : DEMARTY Jérôme Labo : HSM
Le projet SylvoSanSat vise à améliorer le suivi des problèmes sylvosanitaires en associant : i) des observations in situ par des experts forestiers, ii) des méthodes utilisant la télédétection pour détecter précocement des symptômes et quantifier la ressource en bois associés, et iii) des modèles permettant de décrire, comprendre, et anticiper la dynamique spatio-temporelle de ces problèmes. Ref : 9911 Thème : SurfCont Action : SYLVOSanSat Porteur : JOLLY Anne Labo : ONF
Dans le contexte de la préparation de la mission FLEX, nous réalisons des mesures in situ de la fluorescence de la végétation, couplées avec des mesures du fonctionnement photosynthétique, afin d'améliorer notre compréhension des relations entre observations spatiales et photosynthèse. Nous avons également démarré une thèse de doctorat en codirection impliquant des membres de l'ESE et du LMD qui est dédiée à la modélisation de la fluorescence induite par le soleil et son intégration dans un modèle SVAT développé au sein de l'ESE. Ref : 9624 Thème : SurfCont Action : VELIF Porteur : SOUDANI KAMEL Labo : ESE
L'objectif du projet SHARE est de mieux accéder à l'information neige sèche et humide contenue dans les observations SAR et InSAR de Sentinel-1 au-dessus des zones de relief. L'enjeu du projet est de réussir le partage de développements et de méthodologies entre plusieurs communautés scientifiques. Ref : 9621 Thème : SurfCont Action : SHARE Porteur : KARBOU Fatima Labo : CNRM
Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de la construction d'un nouveau système de simulation du manteau neigeux à 250 mètres de résolution (EDELWEISS) qui permettra l'assimilation d'observations satellites à haute résolution (dont à terme celles de TRISHNA). Ref : 9619 Thème : SurfCont Action : TRISHNA-CRYO Porteur : LAFAYSSSE Matthieu Labo : CNRM
La thématique urbaine est l'un des principaux axes scientifiques de la future mission infrarouge thermique TRISHNA. La résolution spatiale ainsi que la revisite de cette future mission permettront des investigations fines du microclimat urbain à l'échelle du quartier mais requiert un traitement adapté des données IRT. Ref : 9675 Thème : SurfCont Action : TRISHNA Porteur : ROUPIOZ Laure Labo : ONERA OTA
Le CESBIO et ses partenaires ont mis en place de nombreuses expériences in situ en cours ou passées qui ont combinés des mesures des flux convectifs, de la physiologie des couverts et des mesures de proxy-detection dans plusieurs domaines de longueur d'onde. Ces jeux de données offrent une opportunité unique d'analyser l'apport des différents domaines de longueurs d'onde pour la détection du stress hydrique. Ref : 9613 Thème : SurfCont Action : SECTEL Porteur : JARLAN Lionel Labo : CESBIO
Depuis 2016, les cartes OCS OSO couvrant la France sont produites dans le cadre du CES OSO du pôle THEIA. Il apparaît indispensable d'améliorer la pertinence de ce produit en détectant mieux les classes existantes, en augmentant leur nombre et en analysant la dynamique intra-annuelle des zones agricoles (OSO saisonnier). Ref : 9610 Thème : SurfCont Action : BIOMASS-VALO Porteur : VILLARD Ludovic Labo : CESBIO
Suivi des petits plans d'eau sahéliens par télédétection : dynamique hydrologique et qualité de l'eau à l'échelle régionale. Évaluation et exploitation des données SWOT. Ref : 9628 Thème : SurfCont Action : SPLASH Porteur : GRIPPA Manuela Labo : GET

Le projet se concentre sur l'évaluation, grâce à des mesures in situ déployées à cet effet, et l'application de SWOT, en synergie avec d'autres satellites pour le suivi de centaines de milliers de petits réservoirs, dans le Nord Est semi-aride du Brésil, au Céara et Pernambuco. Ref : 9725 Thème : SurfCont Action : SABWAS Porteur : GOSSET Marielle Labo : GET
L'expérience consiste à utiliser les données thermiques hyperspectrales de l'instrument HyTES pour quantifier les incertitudes dans l'extraction de la température de surface terrestre (LST) pour différents types de végétation en France. Cela fait partie des activités de validation de la mission TRISHNA dans le but d'évaluer la valeur de ces sites à des fins de validation. Malheureusement, les mesures prévues n'ont pas encore été entreprises en raison de problèmes techniques Ref : 9861 Thème : SurfCont Action : TRISHNA Porteur : IRVINE Mark Labo : ISPA
Le projet TeDirLu examine et quantifie les effets directionnels sur la température de la surface terrestre (LST) à l'échelle du pixel TRISHNA (60m). Le projet analyse les données aéroportées de trois villes françaises et utilise des simulations DART pour étudier l'impact de la géométrie locale sur les effets directionnels. Le projet permettra de mieux comprendre les variations de la température de surface terrestre et de développer des modèles directionnels améliorés. Le projet reste au point mort suite à la préparation des données de l'étude, faute de candidats pour effectuer les analyses nécessaires. Enfin trouvé le projet avancera rapidement jusqu'en 2025. Une réunion de lancement est prévue les 11 et 12 décembre. Ref : 9855 Thème : SurfCont Action : TeDirLU Porteur : IRVINE Mark Labo : ISPA
Développement d'approches IA (Deep Learning) pour l'analyse et la cartographie géomorphologique automatisée sur la base de données de télédétection satellitaire. Ref : 9629 Thème : SurfCont Action : MORPHO-DL Porteur : FERRY Matthieu Labo : GM
We have applied to APR2023 for a TOSCA financial participation to the organization of two international workshops in 2023 at the International Space Science Institute (ISSI) in Bern, Switzerland. We have solicited the TOSCA APR2023 to cover travel costs for all the DELTAsia team members (i.e. 15 persons, equivalent to ~14k) and the submission fees for two publications that expect to deliver from the synergies within the team (~5k). Ref : 9657 Thème : SurfCont Action : DELTAsia Porteur : BECKER Mélanie Labo : LIENSS
Développement d'une mission micro-ondes passives en bande-L avec une résolution de ~10 km. Recherche sur des applications géophysiques et sur des techniques d'acquisition et reconstruction d'image. Coordination de la communauté nationale, collaboration internationale et communication. Ref : 9605 Thème : SurfCont Action : SMOS-HR Porteur : RODRIGUEZ FERNANDEZ Nemesio Labo : CESBIO
Le projet propose de développer et produire une cartographie annuelle des stocks de carbone des forêts de France métropolitaine (et de l'Europe à terme) à 50 m. L'objectif est de créer un produit qui soit diffusé annuellement par le pôle THEIA. L'approche méthodologique générale s'appuie sur des méthodes d'apprentissage machine prenant en entrées les données S1 et S2. Ref : 9866 Thème : SurfCont Action : CForest_50m Porteur : BAGHDADI Nicolas Labo : TETIS
La mission BIOMASS traite une question fondamentale concernant notre compréhension de la composante surface continentale du système « Terre ». Dans le cycle de carbone, l'état, la dynamique et l'évolution de la biosphère terrestre sont les éléments les moins connus, à toutes les échelles d'espace et de temps. Parmi les informations recherchées, la biomasse forestière constitue une information clé, le carbone constituant environ 50% de la biomasse aérienne d'une forêt. Ref : 9869 Thème : SurfCont Action : Biomass Porteur : BAGHDADI Nicolas Labo : TETIS
Ce projet a pour but de comparer des méthodes développées ou en cours de développement sur le suivi du couvert forestier par télédétection dans différents laboratoires français et d'identifier les pistes d'amélioration des méthodes existantes. Ref : 9860 Thème : SurfCont Action : FORVACSS Porteur : FRAPPART Frédéric Labo : ISPA
Le projet FORVACSS vise à fédérer quatre laboratoires français travaillant sur la thématique forêt (ISPA, CESBIO, TETIS et LSCE). Les axes de recherche du projet sont: - l'estimation de la biomasse des forêts françaises et de ses variations temporelles au moyen de la fusion de données d'imagerie spatiale - le suivi de la superficie forestière et le dénombrement des arbres au moyen de l'imagerie spatiale à très haute résolution (Planet) Ref : 9870 Thème : SurfCont Action : FORVACSS Porteur : BAGHDADI Nicolas Labo : TETIS
Le projet ITKS2 vise à évaluer les potentialités des images issues de Sentinel2 pour le suivi des itinéraires techniques des cultures pérennes en contexte méditerranéen. La première étape s'est focalisée sur la gestion des enherbements dans les parcelles viticoles et le déploiement des filets insectproof dans les parcelles arboricoles. Des parcelles issues de nos observatoires de terrain disposent d'informations temporelles précises sur l'état des couverts et les dates des interventions liées à leur gestion ainsi que les dates de déploiement ou retrait des filets insectproof. Ref : 9863 Thème : SurfCont Action : ITKS2 Porteur : DEVAUX Nicolas Labo : LISAH
Le projet porte sur l'étude des techniques de gestion durable des terres au Sahel. Il s'agit ici d'évaluer la possibilité d'identifier les ouvrages mis en place pour contrer la dégradation des terres et de suivre le développement de la végétation à partir de données de télédétection. Ref : 9666 Thème : SurfCont Action : GDSATEL Porteur : DUSSEUX Pauline Labo : PACTE

The overall objective of SWOT-Hydro2-Learning is to develop innovative and effective approaches to maximise information extraction from SWOT and multi-source data for improved runoff inversions and hydrological-hydraulic modelling at high resolution and catchment river network scale. Ref : 9885 Thème : SurfCont Action : SWOT-Hydro2-Learning Porteur : GARAMBOIS Pierre-André Labo : RECOVER
L'objectif général du projet EPHEMERE vise à étudier la phénologie d'un agroécosystème semi-aride en Inde du Sud par télédétection pour (1) caractériser la cinématique de la végétation et pour (2) analyser les interactions entre les dynamiques observées et la ressource en eau. Ref : 9654 Thème : SurfCont Action : EPHEMERE Porteur : CORGNE Samuel Labo : LETG
Dans le cadre de TRISHNA CRYO, le CESBIO est en charge de l'expérience PICTIR qui vise à analyser l'apport de l'imagerie thermique dans la modélisation du manteau neigeux. Il s'agit d'un dispositif expérimental dans les Pyrénées qui comprend une caméra thermique, un radiomètre et des acquisitions stéréo Pléiades. Ref : 9615 Thème : SurfCont Action : TRISHNA cryo Porteur : GASCOIN Simon Labo : CESBIO
L'objectif de ce projet est de développer un cadre méthodologique pour la prédiction et la cartographie des scores de sécurité alimentaire dans les pays les moins avancés, qui puisse traiter des données hétérogènes par l'utilisation de techniques avancées de science des données et apprentissage automatique. Ref : 9907 Thème : SurfCont Action : SCOSSA Porteur : MADEC Simon Labo : TETIS
Le projet SuFECiS consiste à analyser les impacts des facteurs environnementaux (précipitation, végétation, eau souterraine) sur la santé des populations du sud-ouest de Madagascar. Cette région est semi-aride et le projet est plus particulièrement axé sur les problématiques de sécheresse. Ref : 9665 Thème : SurfCont Action : SuFECiS Porteur : CARRIERE Simon Labo : METIS
Cette proposition de recherche vise à caractériser les propriétés physiques des surfaces naturelles par imagerie optique. Elle tire partie de nouvelles acquisitions multi-angulaires satellitaires, de nouvelles méthodes de restitution de la topographie, et de nouveaux outils de modélisation du transfert radiatif. Ref : 9639 Thème : SurfCont Action : SURFACES Porteur : JACQUEMOUD Stéphane Labo : IPGP
This poroject aims to validate SWOT products for Canadian lakes, compared the results to the SWOT requirements, identified potential issue with the products and work with CNES project team to leverage these issue. Ref : 9645 Thème : SurfCont Action : SNORKS SNORKS2 Porteur : BIANCAMARIA Sylvain Labo : LEGOS
SLIM porte sur l'intégration des données GEDI, ICESat2 et Sentinel 2 & 1 dans des approches d'Inventaire Forestier Multisource (IFM) pour caractériser les forêts avec des précisions spatiales et temporelles améliorées afin de mieux faire face aux enjeux émergents liés au changement global Ref : 9872 Thème : SurfCont Action : SLIM Porteur : DURRIEU Sylvie Labo : TETIS
Cette proposition a pour objectif de permettre la poursuite de l'animation initiée dans le cadre du projet ANISETTE (https://anisetite.cirad.fr/), qui est désormais terminé, via l'animation de la communauté participant au CES RMI. Ref : 9890 Thème : SurfCont Action : CESRMI Porteur : CATRY Thibault Labo : ESPACE-DEV
En 2024 nous avons poursuivi le travail de 2023 sur l'impact de la résolution spatiale de l'humidité du sol (4, 8, 12, 24, 40 km) sur l'indemnisation financière basé sur le concept de l'assurance indicielle. Ref : 9635 Thème : SurfCont Action : SMOS-HR Porteur : PELLARIN Thierry Labo : IGE
Pour lutter contre les conflits d'usage de l'espace, et compte tenu du rôle que joue l'agriculture dans l'amélioration de la sécurité alimentaire, plusieurs pays d'Afrique Subsaharienne ont entrepris de lancer de nouveaux programmes de formalisation des droits foncier dont les impacts sont généralement étudiés par le biais d'enquêtes ménage coûteuses, non exhaustives et difficiles à reproduire pour un suivi régulier et efficace. Ref : 9909 Thème : SurfCont Action : FLAIR Porteur : LEBOURGEOIS Valentine Labo : TETIS
Cette proposition a pour objectif de préparer l'exploitation scientifique des missions de fluorescence de la végétation (mission FLEX de l'ESA) en favorisant le développement de produits photosynthèse « haut-niveau » basés sur la fluorescence induite par le soleil (SIF) et sur d'autres observables optiques du couvert végétal. Ref : 9614 Thème : SurfCont Action : VELIF Porteur : LE DANTEC VALERIE Labo : CESBIO
L'objectif du projet AgrHyd vise l'utilisation d'un modèle agro-hydrologique (SWAT) comme agrégateur de données de télédétection pertinentes pour améliorer les connaissances actuelles sur les flux et les stocks d'eau dans les bassins versants fortement anthropisés, au travers d'une approche systémique spatialisée Ref : 9606 Thème : SurfCont Action : AgrHyd Porteur : GRUSSON Youen Labo : CESBIO
Dans le contexte de la préparation de la mission FLEX de l'ESA, nous réalisons des mesures in situ de la fluorescence de la végétation, par des méthodes actives et passives, couplées avec des mesures du fonctionnement photosynthétique, afin d'améliorer notre compréhension des relations entre observations spatiales et photosynthèse. Nous développons également un instrument aéroporté (LASVEG) couplant mesures actives de la fluorescence par lidar et mesures passives de la fluorescence et de la réflectance. Nous avons également démarré une thèse de doctorat en co-direction impliquant des membres de l'ESE et du LMD qui est dédiée à la modélisation de la fluorescence induite par le soleil et son intégration dans un modèle SVAT développé au sein de l'ESE. Ref : 9660 Thème : SurfCont Action : VELIF Porteur : GOULAS YVES Labo : LMD

Le projet HIRACLES propose d'optimiser la méthodologie de restitution 3D du front de falaise grâce aux images dépointées Pléiades (suite du projet CNES EROFALITT), grâce à une étape préalable de détection de l'érosion (en tant que changement ou objet) par Deep Learning sur les images obliques. Ref : 9655 Thème : SurfCont Action : HIRACLES Porteur : LETORTU Pauline Labo : LETG-BREST
Dans le contexte du lancement de la mission HYDROGNSS prévu pour octobre 2025, nous avons proposé d'élargir les configurations de l'instrument aéroporté GNSS-R GLORI (nouvelle bande de fréquence L5/E5) pour des travaux de calibration et validation de cette mission. Ref : 9611 Thème : SurfCont Action : SCOMAG Porteur : ZRIBI Mehrez Labo : CESBIO
Le projet MonStockDo a pour objectif d'évaluer les données Sentinel-2 et Venüs pour le suivi spatialisé du stock en eau bleue au sein de petites retenues agricoles sur trois sites d'étude (en Tunisie, Inde et France) ayant des contextes d'usages, des modes de gestion et des cycles hydrologiques contrastés. Ref : 9892 Thème : SurfCont Action : MonStockDo Porteur : GOMEZ Cécile Labo : LISAH
Utilisation de sites continentaux (lac : Issykkul, et petits lacs pyrénéens, et rivières à Madagascar) pour la cal/val des altimètres nadir LRM et SAR (sentinel-3A, Sentinel3B, Jason-CS-Sentinel-6, Jason-CS) ou interférométrie à large fauchée en bande Ka (SWOT) Ref : 9715 Thème : SurfCont Action : SWOT CAL-VAL Porteur : CRETAUX Jean-François Labo : LEGOS
Le projet MATHIS (Méthode Automatique de Télédétection des Habitats Informels pour la Santé) s'inscrit dans le domaine thématique Télé-épidémiologie. Il se situe dans un contexte où la densification urbaine non maîtrisée et la concentration de populations vulnérables dans les favelas favorisent la diffusion de maladies. Ref : 9888 Thème : SurfCont Action : MATHIS Porteur : DESSAY Nadine Labo : ESPACE-DEV
The project study thermal signature of lake ice and snow on ice. The link between state of ice cover and satellite measures is still largely empirical, and requires dedicated in situ studies in the context of better understanding of ice structure, microtopography and metamorphism, physics of satellite measurements, and numerical modelling Ref : 9649 Thème : SurfCont Action : TrishnaCryosphere Porteur : KOURAEV Alexei Labo : LEGOS
Utilisation des données SWOT sur les plaines d'inondation : physique de la mesure, hydrologie, hydrodynamique et bilan carbone. Ref : 9862 Thème : SurfCont Action : WHYGHGS Porteur : FRAPPART Frédéric Labo : ISPA
Le but de cette expérience est de comprendre la qualité des données SWOT. Cécile CAZALS a été accueillie à l'INRAE et ce qui a été attendu de nous est de lui transférer le code d'estimation de l'humidité du sol, de la former, et enfin de l'accompagner dans son utilisation du code d'estimation de l'humidité. Ref : 9884 Thème : SurfCont Action : HUMIDITE-SOLS-SWOT-Cal-Val Porteur : BAGHDADI Nicolas Labo : TETIS

TERRE SOLIDE

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

L'activité « champ de gravité variable » au sein des équipes GET et LEGOS consiste à restituer le potentiel gravitationnel global de la Terre et ses variations temporelles (satellites SLR, GRACE/GFO), ainsi qu'à en déduire les transferts de masse d'eau à la surface de la terre qui sont responsables en grand partie de ces variations de potentiel gravitationnel.

Ref : **8920** Thème : TerreSol Action : GraviEtudes Porteur : BLAZQUEZ Alejandro Labo : LEGOS

Le projet de TomoSAR-valorisation vise à relever les défis associés aux Big InSAR Data (i) en étendant le développement de TomoSAR afin de lui permettre de fonctionner sur le cluster MUSE Meso@LR de l'Université de Montpellier et (ii) en offrant un accès gratuit au traitement TomoSAR à la communauté scientifique.

Ref : **9877** Thème : TerreSol Action : TomoSAR-valorisation Porteur : HO TONG MINH Dinh Labo : TETIS

Le 6 février 2023, un tremblement de terre catastrophique a frappé la Turquie et la Syrie, causant une destruction généralisée et une perte de vies humaines. L'objectif principal du projet TurkeyInSAR est de relever ce séisme en décomposant le déplacement 3D à l'aide des méthodes de pixel offset tracking et de phase InSAR.

Ref : **9878** Thème : TerreSol Action : TurkeyInSAR Porteur : HO TONG MINH Dinh Labo : TETIS

Cette proposition représente le soutien aux activités du Centre d'Analyse du Service International GNSS (IGS) pour la génération des produits et leur valorisation auprès des clients institutionnels (CNES, EUSPA, ESA) et de la communauté scientifique des géosciences et du temps/fréquence.

Ref : **9549** Thème : TerreSol Action : CA-IGS Porteur : SANTAMARIA Alvaro Labo : GET

Cette proposition représente le soutien aux activités du Centre d'Analyse du Service International GNSS (IGS) pour la génération des produits et leur valorisation auprès des clients institutionnels (CNES, EUSPA, ESA) et de la communauté scientifique des géosciences et du temps/fréquence.

Ref : **9570** Thème : TerreSol Action : GNSS pour l'IGS et applications précises Porteur : SANTAMARIA Alvaro Labo : GET

Calcul des produits géodésiques (Repères de référence, EOPs, orbites, etc.) via un traitement homogène de toutes les données de la géodésie spatiale par un filtre de Kalman puis utilisation de ces produits pour le traitement des données des satellites altimétriques et l'obtention d'une série de niveau moyen des mers de la meilleure qualité possible.

Ref : **9582** Thème : TerreSol Action : Donnees-geodesiques-estimation-reference-CC Porteur : POLLET Arnaud Labo : IPGP

Le projet GraviSSyM a pour cadre la validation et l'exploitation des données de gravimétrie spatiale actuellement disponibles ainsi que la préparation des futures missions dédiées à leur acquisition.

Ref : **8919** Thème : TerreSol Action : GraviSSyM Porteur : CADIO Cecilia Labo : GM

Cette expérience a pour but de développer des méthodes temps-réel permettant de détecter des perturbations ionosphériques engendrées par des aléas naturels, et, à partir d'elles, évaluer des paramètres des aléas naturels (e.g. hauteur des ondes des tsunamis et leur vitesse de propagation)

Ref : **9571** Thème : TerreSol Action : IONO-natural-hazards-space-weather Porteur : ASTAFYEVA Elvira Labo : IPGP

Notre projet s'inscrit dans un consortium européen d'exploitation de la mission ESA Swarm ainsi que du suivi de la mission (conseils scientifiques et techniques). Lancée en novembre 2013 la mission Swarm comporte 3 satellites mesurant en continu le champ magnétique terrestre.

Ref : **9592** Thème : TerreSol Action : SWARM-Exploitation Scientifique Porteur : THEBAULT ERWAN Labo : OPGC

Avec l'explosion du volume de données produites par les traitements InSAR naissent de nouvelles problématiques de visualisation pour la découverte, l'analyse et la présentation des données. InsarViz vise à répondre à certaines de ces questions par le développement d'outils dédiés.

Ref : **9753** Thème : TerreSol Action : InsarViz Porteur : THOLLARD Franck Labo : ISTERRE

La mission Swarm a pour objectif de mesurer et étudier les champs magnétiques produits par les sources présentes sur Terre (noyau, lithosphère, ionosphère, magnétosphère, etc.). Elle embarque (entre autres) des magnétomètres absolus ASM sous la responsabilité scientifique de l'IPGP, fournissant les données scalaires à 1 Hz nominales de la mission, mais également et à titre expérimental, soit des données vectorielles à 1 Hz, soit des données scalaires Burst à 250 Hz.

Ref : **9574** Thème : TerreSol Action : SWARM-Suivi et exploitation de la mission Porteur : HULOT Gauthier Labo : IPGP

NanoMagSat est un projet de constellation de nanosatellites dédiés à la mesure du champ magnétique et de l'environnement ionosphérique en orbite basse. La constellation comporte un satellite lancé en orbite polaire (altitude environ 545 km, inclinaison de l'ordre de 87°) et deux satellites lancés sur deux orbites inclinées à 60° (également à 545 km d'altitude) déphasés de 6h00 en heure locale, afin de balayer ces heures locales rapidement et améliorer le retour scientifique par rapport à la mission Swarm, dont NanoMagSat est destiné à prendre la suite avec un éventuel recouvrement. Cette constellation pourrait ensuite mener au développement d'un réseau de nanosatellites bon marché étendant vers l'espace le réseau INTERMAGNET des observatoires magnétiques terrestres pour suivre au long terme l'évolution du champ magnétique terrestre et de l'environnement ionosphérique, offrant d'importantes perspectives scientifiques et sociétales. Ref : 9573 Thème : TerreSol Action : NanoMagSat Porteur : HULOT Gauthier Labo : IPGP
L'objectif du projet est la modélisation précise des phénomènes de charge superficielle sur les déplacements mesurés par les différentes techniques géodésiques (GNSS, gravimétrie spatiale et altimétrie radar) à l'aide des meilleurs modèles de circulation disponibles, avec une investigation de l'influence de la rhéologie, et notamment la composante viscoélastique. Ref : 9588 Thème : TerreSol Action : Déformation et Rhéologie Porteur : BOY JEAN-PAUL Labo : ITES
Notre ambition est d'apporter des contraintes spatiales et temporelles (échelle 102 à 104 ans) des dépôts des méga-avalanches situés au pied du massif du Huascaran (Pérou) et ainsi établir le contexte paléoclimatique favorable à leur déclenchements. Ref : 9679 Thème : TerreSol Action : Avalanches Pérou Porteur : CARCAILLET Julien Labo : ISTERRE
L'objectif de ce projet est de développer une stratégie pour quantifier les flux de sable et de poussière saisonniers à décennaux dans les déserts sur de longues distances avec une résolution infrakilométrique, à partir d'un couplage entre physique des dunes et données spatiales. Ref : 9677 Thème : TerreSol Action : DUNES Porteur : BARRIER Laurie Labo : IPGP
Nous utilisons des images radar Sentinel1 pour suivre l'évolution d'une faille active au Venezuela : la faille d'El Pilar. Cette faille est rapide (~2 cm/an) et présente un glissement asismique particulier très peu profond (<5km). C'est donc un cas d'étude intéressant pour comprendre l'activité des failles. Ref : 9680 Thème : TerreSol Action : Faille Venezuela Porteur : POUSSE Léa Labo : ISTERRE
Les moyens d'observation actuels des séismes et des tsunamis dans l'océan sont limités aux terres émergées. Nous proposons dans ce projet de développer les techniques de sondage de l'ionosphère pour compléter le dispositif de surveillance actuel des tsunamis, de leur initiation par un fort séisme sous-marin à leur propagation en plein océan. Ref : 9566 Thème : TerreSol Action : UV-TEC-GEOX Porteur : ROLLAND Lucie Labo : GEOAZUR
Notre projet a pour but de fournir un modèle géophysique multi-paramètres (densité, vitesses sismiques) de référence de la croûte et du manteau supérieur aux échelles à la fois locales (Pyrénées) et globales (la France). L'originalité de notre approche est de combiner des données sismiques, gravimétriques globales (satellite GOCE) et locales (sol du BGI) existantes. Ref : 9568 Thème : TerreSol Action : JIGASCALE3D-GRAVI_FORMATER Porteur : MARTIN Roland Labo : GET
Un défi principal pour atteindre les fréquences rapides de la dynamique du noyau est une bonne séparation des signaux internes et externe. Notre découverte d'ondes dans le noyau donne un cadre pour comprendre l'origine du signal magnétique observé, dont les secousses magnétiques. Ref : 9548 Thème : TerreSol Action : Core-SWARM Porteur : GILLET Nicolas Labo : ISTERRE
Il s'agit d'améliorer les méthodes de traitement des mesures GNSS des stations terrestres permanentes afin de réduire les biais et inhomogénéités dans les séries de position (composante verticale) et retards troposphériques pour le suivi du changement climatique. Ref : 9542 Thème : TerreSol Action : GéoSpaRC Porteur : BOCK Olivier Labo : IPGP
L'expérience vise à utiliser des méthodes non-linéaires pour fouiller dans les données de géodésie spatiale à la recherche de signaux originaux, de faible amplitude, pour observer le système climatique, la Terre interne et le changement global. Ref : 9590 Thème : TerreSol Action : GEOMINING Porteur : DE VIRON Olivier Labo : LIENSS
Ce projet engagé est dédié à l'exploitation des données de gravimétrie spatiale (GRACE, GOCE, GRACE Follow-On, futures missions gravimétriques) pour la compréhension de la dynamique terrestre interne. Ref : 9577 Thème : TerreSol Action : GRACE Porteur : PANET Isabelle Labo : IPGP
Cette proposition au CNES vise à accompagner les activités de recherche du centre d'analyse IDS IGN-IPGP/JPL sur le traitement des mesures DORIS par filtre de Kalman avec le logiciel GipsyX en collaboration avec le JPL/NASA. Ref : 9581 Thème : TerreSol Action : IDS Porteur : NAHMANI Samuel Labo : IPGP
Le CNES est étroitement associé au Master Fundamentals of Remote Sensing (FRS), anciennement Méthodes physiques en télédétection (MPT), depuis sa création en 1984. Il apporte à cette formation un soutien matériel et moral indispensable pour son fonctionnement, son développement et son rayonnement. Ref : 9578 Thème : TerreSol Action : Fundamentals-Remote Sensing Porteur : RODRIGUEZ Sébastien Labo : IPGP

Les amplitudes des signaux gravito-élastiques induits en surface par différents processus dans le noyau et à ses frontières sont modélisés et comparés à la précision des observables géodésiques, gravimétriques et magnétiques disponibles grâce aux mesures spatiales et terrestres. Ref : 9587 Thème : TerreSol Action : Contraintes géodésiques, gravimétriques et magnétiques sur la dynamique du noyau Porteur : ROSAT Séverine Labo : ITES
Ce projet a pour but de caractériser le signal magnétique généré au sol par les systèmes de courants magnétosphériques, en vue d'une meilleure description des champs magnétiques d'origines internes à la terre dont, en particulier, le champ généré dans le noyau. Ref : 9575 Thème : TerreSol Action : MODMAG Porteur : LESUR Vincent Labo : IPGP
Le projet représente la contribution du CNES au fonctionnement de l'observatoire magnétique de Kourou, installé par l'IPGP en 1995 sur le site du Centre Spatial Guyanais (CNES-CSG). Ref : 9580 Thème : TerreSol Action : Observatoire Magnétique Kourou Porteur : LESUR vincent Labo : IPGP
Ce projet vise à optimiser l'utilisation des données radar satellitaire pour le suivi temporel du transport de magma vers la surface et de la stabilité des édifices volcaniques. Il s'agit d'améliorer la compréhension des processus physiques et la surveillance opérationnelle des volcans. Ref : 9584 Thème : TerreSol Action : Modélisation en temps réel des données géodésiques satellitaires et de terrain pour la surveillance opérationnelle des volcans Porteur : PINEL Virginie Labo : ISTERRE
Ce travail s'inscrit dans l'action de recherche sur la mesure des déformations et de la topographie à très haute résolution à partir d'imagerie optique satellitaire, en utilisant les méthodes de corrélation d'images. Ref : 9544 Thème : TerreSol Action : DeformationHR Porteur : KLINGER Yann Labo : IPGP
Ce programme consiste à étudier les structures d'impact terrestres en utilisant des données spatiales : imagerie et géophysique. Il s'agit d'un domaine émergent au niveau national et international, surtout pour la partie géophysique. Ref : 9565 Thème : TerreSol Action : Géoimpact Porteur : QUESNEL Yoann Labo : CEREGE
Amélioration de l'exactitude de la « définition du repère » de l'ITRF en termes d'origine, d'échelle, d'orientation et de leurs évolutions temporelles. L'exactitude requise pour les paramètres du référentiel terrestre est de 0.1 mm/an, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. Il est nécessaire d'évaluer continuellement l'exactitude de l'origine et de l'échelle du repère. Ref : 9576 Thème : TerreSol Action : IRTF Porteur : ALTAMIMI Zuheir Labo : IPGP
L'objectif du projet est d'améliorer la qualité des séries temporelles InSAR sur la France par rapport aux séries brutes FLATSIM, afin de contraindre les déplacements de petite amplitude et à grande échelle, et d'analyser le champ de vitesse grande échelle pour contraindre les signaux hydrologiques et tectoniques sur la France. Ref : 9595 Thème : TerreSol Action : FLATSIM Porteur : DOIN Marie-Pierre Labo : ISTERRE
L'OGT collecte des données géodésiques de haute qualité depuis maintenant 25 ans dans le Pacifique Sud. Il maintient 20 instruments qui contribuent à définir l'ITRF (Int. Terrestrial Reference Frame), dont une station laser MOBLAS-8, un réseau de GPS, une station DORIS, une station Beidou, cinq marégraphes. L'OGT a été labellisé par l'INSU en 2014. Dans le futur que nous espérons proche, l'OGT deviendra l'Observatoire Géodésique et Géophysique de la Polynésie française (OG2P), un observatoire géodésique fondamental, avec une extension vers les techniques VLBI, un renouvellement de la station laser, et la migration vers un nouveau site plus adapté. Ref : 9918 Thème : TerreSol Action : Observatoire-Géodésique-Tahiti Porteur : KEITAPU Maamaatuaiahutapu Labo : OGT
Le projet est consacré à l'étude des variations temporelles de la rotation de la Terre en procédant à leur détermination astrogéodésique et à leur modélisation théorique. Ref : 9598 Thème : TerreSol Action : EOP Porteur : BIZOUARD Christian Labo : SYRTE
RMagEDrone - Imagerie géophysique multi-échelles (structure et dynamique) des édifices volcaniques, apports des mesures aéroportées par drones (thermiques infrarouge, magnétisme) aux imageurs satellitaires et inter-validation. Ref : 9591 Thème : TerreSol Action : RMagEDrone Porteur : GAILLER Lydie Labo : OPGC
Les indices d'activité magnétique sont largement utilisés dans une grande variété de domaines de recherche (notamment en météorologie de l'espace - Space Weather – et climatologie spatiale – Space Climate) ainsi que dans des applications civiles et militaires. Ref : 9586 Thème : TerreSol Action : ISGI Porteur : CHAMBODUT Aude Labo : ITES

SCIENTES HUMAINES ET SOCIALES

Synthèse actions APR et activités 2024 marquantes

How can the analysis of CNES-developed games as practical tools for multilogue communication on space issues shed light on game design, participant interaction, communication obstacles, lack and inconsistency of law and the potential for altering outcomes for the space governance?

Ref : **9712** Thème : SHS Action : Droit spatial Porteur : BECKER Mélanie Labo : LiENSS

How can the analysis of CNES-developed games as practical tools for multilogue communication on space issues shed light on game design, participant interaction, communication obstacles, lack and inconsistency of law and the potential for altering outcomes for the space governance?

Ref : **9711** Thème : SHS Action : Espace durable et gamification Porteur : HUROVA Anna Labo : LiENSS

Dans un contexte où les industriels et les agences spatiales font de la logistique une notion centrale, il est essentiel de réaliser une étude sur les pré-requis et les éléments fondamentaux de la logistique sur terre afin de mieux révéler les similitudes et les différences qui peuvent exister au sein de la logistique spatiale.

Ref : **9710** Thème : SHS Action : Logistique spatiale Porteur : SOUBES VERGER Isabelle Labo : Centre A.Koyre