



Grenoble - Alpes Space Research

lundi 29 septembre 2025

PROGRAMME
& ABSTRACTS

PROGRAMME I

8h30 - 17h

8h30 - 8h45 Accueil

8h45-9h00 Introduction de la journée

9h00-10h45 Session 1 : Instrumentation spatiale pour l'observation de la Terre et de l'Univers

9h00 : Des cubesats en espace profond : La tomographie radar de la structure interne des astéroïdes Dimorphos et Apophis avec les missions HERA/ESA, RAMSES/ESA et CAM/Caltech -- Alain Herique (IPAG)

9h15: The COSmological Microwave Observations Calibration source (COSMOCal) -- Andrea Catalano (LPSC)

9h30 : Theia : les défis technologiques de l'astrométrie spatiale à très haute précision menée à Grenoble pour explorer exoplanètes et matière noire -- Fabien Malbet (IPAG)

9h45 : Mid-infrared photonics for space-based interferometry -- Jean-Philippe Berger (IPAG)

10h00 : Les développements et activités spatiales de Lynred -- Bruno Fièque (Lynred)

10h15 : SWIFTS: Un spectromètre miniature pour la caractérisation embarquée de gaz, lasers télécom et autres applications nécessitant une très haute résolution spectrale -- Guillermo Martín (IPAG)

10h30 : NanoMagSat, une constellation de microsatellites pour la mesure du champ magnétique terrestre -- Jean-Michel Léger (CEA LETI)

10h45-11h15 : Pause café & Posters

11h15-13h00 : Session 2 : Télédétection et IA embarquée

11h15 : Intelligence artificielle pour la télédétection -- Jocelyn Chanussot (INRIA)

11h30 : La télédétection comme outil de la géographie pour l'aide à la gestion des territoires -- Pauline Dusseux (IUGA)

11h45 : Mesure de la déformation du sol par imagerie satellitaire, application à l'étude de cycle sismique au Mexique -- Erwann Pathier (ISTerre)

12h00 : Observation de la cryosphère polaire depuis l'espace dans les domaines microonde, thermique et optique -- Ghislain Picard (IGE)

12h15 : Hybridation des mesures de vitesse glaciaires à partir d'imagerie satellite et time-lapse terrestre grâce à l'Intelligence Artificielle -- Johan Berthet (Styx4D)

12h30 : Hydrologie spatiale : Activités autour de SMOS, GRACE et SWOT à l'IGE -- Thierry Pellarin (IGE)

12h45 : Altimétrie spatiale et dynamique océanique de surface -- Emmanuel Cosme (IGE)

13h00-14h00 : Déjeuner

14h00-14h30 : Keynote

Le Spatial au service de la durabilité sur la Terre -- Maria-Gabriela Sarah (ESA)

14h30-15h30 : Session 3 : Télécommunications spatiales

14h30 : Thingsat : un véhicule de recherche pour les communications SatIoT -- Didier Donsez (LIG)

14h45 : Conception et caractérisation des antennes pour les applications spatiales -- Tan-Phu Vuong (CROMA)

15h00 : Impression 3D d'absorbants radiofréquence (RF) - application au secteur spatial -- Camille Crouzet (HYMAG'IN)

15h15: Next-Generation Beamforming Antennas for CubeSats: Design Bottlenecks and Research Opportunities -- Antonio Clemente (CEA LETI)

15h30-16h00 : Pause café & Posters

16h00-17h00 : Session 4 : Gestion des risques spatiaux & Santé dans l'espace

16h00 : SPARK : la passivation électrique pour une fin de vie satellitaire sûre -- Quentin Mannes (Ascend Beyond Space)

16h15: SWING (Space Weather Impact oN Ground) -- Elisa Robert (CSUG)

16h30 : Manta Voyager, vers un assistant médical de poche pour l'exploration spatiale et les applications duales -- Cyril Boyault (OneTreck)

16h45 : Bien-être préventif pour le spatial -- Olivier Lavastre (IMEP)

17h00-17h30 : Discussion

17h30 : Clôture de la journée

LISTE DES POSTERS

Conception d'un Réseau d'Antennes Avancées pour le Radar de Surveillance Spatial SORASYS -- Jamil Fouany (CISTEME)

Conception et simulation d'un blindage EMI à base de métamatériau absorbant pour application spatiale -- Lamyâ Ibili (CROMA)

From NanoBob to RIQS: Towards the Future Quantum Internet -- Erik Kerstel (LiPhy)

Integrated Circuit hardening with MRAM -- Grégory Di Pendina (SPINTEC)

Prévenir la biocontamination dans l'espace : stratégies innovantes de surfaces antimicrobiennes pour les vols habités -- Guillaume Nonglaton (CEA LETI)

Instrumentation spatiale pour l'observation de la Terre et de l'Univers

Des cubesats en espace profond : La tomographie radar de la structure interne des astéroïdes Dimorphos et Apophis avec les missions HERA/ESA, RAMSES/ESA et CAM/Caltech

Alain Herique *¹, Sonia Zine¹, Yves Rogez¹

¹ IPAG, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble, France

Notre connaissance de la structure interne des astéroïdes repose entièrement sur des déductions tirées d'observations télédéTECTées de la surface et de modélisations théoriques. Le corps est-il un morceau de roche monolithique ou un amas de débris, et quel est son degré de porosité ? Ces blocs sont-ils homogènes ou hétérogènes ? Des mesures directes de la structure interne profonde d'un astéroïde sont nécessaires pour mieux comprendre l'accrétion des astéroïdes et leur évolution dynamique à des fins scientifiques, de défense planétaire et d'exploration. En orbite, les radars sondeurs sont les instruments les plus aboutis pour atteindre l'objectif de caractérisation de la structure interne. Des petits satellites associés à un vaisseau principal permettent d'obtenir la couverture spatiale requise.

C'est le cas avec le cubesat Juventas et son radar JuRa, composante de la mission HERA /Esa qui a été lancée en octobre 2024 vers le système binaire Didymos / Dimorphos. JuRa est un radar monostatique, codé BPSK à une fréquence porteuse de 60 MHz et une bande passante de 20 MHz.

99942 Apophis est un astéroïde potentiellement dangereux qui s'approchera de la Terre à une distance de 32 000 kilomètres en avril 2029. La mission RAMSES de l'ESA et la mission CAM de Caltech sont deux missions en cours de développement visant à rejoindre Apophis avant son passage près de la Terre et à l'observer pendant plusieurs mois. RAMSES emportera Farinella, un cubesat instrumenté d'un radar monostatique clone de JuRa tandis que CAM emportera un radar bistatique utilisant deux cubesats permettant une meilleure diversité des géométries d'observation.

*Intervenant

The COSmological Microwave Observations Calibration source (COSMOCal)

Andrea Catalano * ¹

¹ LPSC, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble, France

In the context of the next generation of microwave polarization experiments, COSMOCal project aims to produce an unified calibration model between large and small aperture telescopes. The scientific case and the instrumental configuration will be presented.

*Intervenant

Theia : les défis technologiques de l'astrométrie spatiale à très haute précision menés à Grenoble pour explorer exoplanètes et matière noire

Fabien Malbet *¹, Manon Lizzana¹, Fabrice Pancher¹, Hugo Rousset ,
Sebastien Soler¹

¹ IPAG, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble, France

La mission Theia, proposée à l'ESA dans le cadre du programme Voyage 2050, vise à repousser les limites de l'astrométrie spatiale avec une précision sub-microseconde d'angle, ouvrant deux nouvelles fenêtres sur l'Univers : la détection systématique de planètes habitables de type terrestre autour des 100–200 étoiles solaires les plus proches, et l'étude de la matière noire via l'étude des mouvements stellaires dans les galaxies naines et les perturbations gravitationnelles dans la Voie lactée. En combinant un télescope de 0,8 mètre en orbite autour du point L2, des très grands détecteurs CMOS innovants, et une calibration optique simplifiée, Theia pourra surpasser les performances du satellite Gaia d'un facteur 20 à 50 pour les cibles brillantes. Portée par un consortium européen, cette mission répondra à des questions fondamentales en exoplanétologie, cosmologie et astrophysique compacte, tout en préparant le terrain pour les futures missions d'imagerie directe d'exoplanètes comme *Habitable Worlds Observatory* (HWO).

Les performances de Theia reposent en partie sur des avancées technologiques développées à Grenoble, notamment au sein de l'IPAG (UGA/CNRS) financé par le LabEx FOCUS et le CNES. L'équipe grenobloise joue un rôle clé dans la conception des prototypes comme les détecteurs 46MP *GigaPyx* de l'entreprise locale Pyxalis et sous peu 220MP, garantit une stabilité inégalée tout en simplifiant l'architecture globale de la mission. Ces innovations positionnent Grenoble comme un acteur majeur dans la réalisation de cette mission ambitieuse, où précision, simplicité et robustesse se combinent pour explorer les frontières de l'astrométrie spatiale.

*Intervenant

Mid-infrared photonics for space-based interferometry

Jean-Philippe Berger ¹, Manon Lallement ^{* 1}, Louis Gemmerlé ¹, Pierre Labeye ², Stéphane Curaba ¹, Guillermo Martin ², Rémi Armand ²

¹ IPAG, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble, France

² CEA, LETI, Grenoble, France

The direct detection and characterization of temperate exoplanets requires space-based instruments capable of reaching extremely high contrast at mid-infrared wavelengths. The LIFE (Large Interferometer for Exoplanets) mission concept proposes a formation-flying nulling interferometer operating between 4–20 μm , designed to probe the atmospheres of Earth-like exoplanets around nearby stars. A critical challenge for such an instrument is the development of compact, stable, and broadband beam combination technologies suitable for space. In this context, and with the support of PEPR Origins, we have explored the potential of mid-infrared photonic integrated circuits (PICs) based on Si/SiGe waveguide technology developed at CEA-LETI. We present the first results of an assessment conducted at IPAG, investigating their performance and suitability for nulling interferometry in space. We discuss the expected advantages in terms of miniaturization, stability, and scalability, as well as the technological hurdles related to throughput, birefringence and broadband operation. These results provide a first step towards integrating mid-infrared PICs into future LIFE-like space interferometers, and open the path for dedicated laboratory demonstrations with four-beam nulling architectures.

^{*}Intervenant

Les développements et activités spatiales de Lynred

Bruno Fièque * 1

¹ LYNRED Grenoble, France

Lynred, fabricant de détecteurs infrarouges, est un acteur majeur du domaine. Cette présentation donnera une vision des développements de Lynred en particulier concernant les activités spatiales.

Après une présentation générale de l'entreprise, l'héritage spatial de Lynred sera développé ainsi que l'offre actuelle pour les différents cas d'usage (Observation de la Terre, Météorologie, Sciences et exploration de l'Univers).

Lynred est située à Veurey-Voroize (38) et a des liens historique fort avec l'écosystème industriel et institutionnel local.

*Intervenant

SWIFTS: Un spectromètre miniature pour la caractérisation embarquée de gaz, lasers télécom et autres applications nécessitant une très haute résolution spectrale

Guillermo Martin *¹, Alain Morand², Silvère Gousset¹, Noémie Mestre¹

¹ IPAG, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble, France

² CROMA, CNRS, Grenoble INP, UGA, Université Savoie Mont Blanc, France

SWIFTS est un spectromètre miniature qui repose sur un principe d'interférométrie d'onde stationnaire. L'intérêt du SWIFTS est d'atteindre une très haute résolution spectrale grâce à un système compact, léger et de faible dimension (typ. < 10cm x 5cm x 1cm, détecteur inclus). Dans un SWIFTS, on génère à l'intérieur même d'un guide d'onde, un interférogramme produit par deux ondes contra-propagatives obtenues par la division du faisceau optique puis recombinées en utilisant une configuration en boucle (Mode Gabor). Ce motif d'interférence est alors diffracté vers le détecteur collé au-dessus du guide par un réseau de discontinuités métalliques de tailles nanométriques, sans aucune pièce mobile.

On peut ainsi atteindre des résolutions spectrales de quelques 10000 sur un composant centimétrique, avec une étendue spectrale qui est uniquement limitée par le pixel pitch du détecteur. Grâce à sa très faible taille et poids, on peut envisager des applications embarquées.

Le but de cette présentation est de montrer des résultats récents des performances du spectro SWIFTS en mode Gabor, de faire un bilan de ses forces et faiblesses et discuter des applications possibles: a) La Spectrométrie haute résolution pour les applications environnementales : Monitoring de Gaz (CO₂, CH₄...in situ et embarquée) b) La métrologie Lasers Télécom (profils de raie d'émission, monitoring des réseaux télécom) et c) La mesure de contraintes par réflectométrie sur Fibres de Bragg.

*Intervenant

NanoMagSat, une constellation de microsatellites pour la mesure du champ magnétique terrestre

Jean-Michel Léger *¹

¹ Laboratoire d'Electronique et des Technologies de l'Information (LETI) – CEA – MINATEC 17, rue des Martyrs, 38054, Grenoble Cedex 9, France

Genèse et objectifs de la mission NanoMagSat + description de la charge utile

*Intervenant

Télédétection et IA embarquée

Intelligence artificielle pour la télédétection

Jocelyn Chanussot * ¹

¹ INRIA – Centre Inria de l'Université Grenoble Alpes – France

L'intelligence artificielle offre de nombreuses perspectives pour l'exploitation optimale des données de télédétection, quelles que soient les modalités d'acquisition (optique, radar, lidar, thermique, hyperspectral). Nous présenterons des projets en cours, notamment dans le cadre de l'institut MIAI Cluster et dans la perspective de création d'une équipe dédiée au sein d'INRIA (ReSeT: Remote Sensing Team @INRIA).

Les thèmes abordés incluent:

- analyse de données
- les modèles de fondation en télédétection
- compression de modèle pour l'IA embarquée

*Intervenant

La télédétection comme outil de la géographie pour l'aide à la gestion des territoires

Pauline Dusseux *¹

¹ Pacte, Institut d'urbanisme et de géographie alpine – Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Sciences Po Grenoble – France

Cette présentation va proposer des cas d'application variés concernant l'usage de données de télédétection pour répondre à des problématiques géographiques en lien avec la gestion intégrée des territoires et de l'environnement.

L'utilisation de la télédétection par les géographes peut être diverse : développement méthodologique, adaptation de méthode à de nouvelles thématiques, utilisation de processus maîtrisé pour répondre à des questions nouvelles.

Quelques exemples non exhaustifs : le suivi des végétations d'alpage en contexte du changement climatique, étude et suivi des outils de gestion durable des terres au Sahel, trajectoires paysagères dans des bassins versants à usages mixtes et lien avec la qualité de l'eau, cogestion des pâturages et cartographie de paysages au Maroc, télédétection et géographie physique pour le suivi de glaciers rocheux en transition, etc...

L'objectif de cette présentation est de présenter un panel de recherches conduit par les chercheurs en géographie physique du laboratoire Pacte.

*Intervenant

Mesure de la déformation du sol par imagerie satellitaire, application à l'étude de cycle sismique au Mexique

Erwan Pathier * 1

¹ ISTerre – UGA/ CNRS/ USMB / IRD/ UGE – France

L'observation de la Terre par imagerie satellitaire permet par différentes méthodes d'imagerie satellitaire optique ou radar de mesurer les déformations de la surface du sol d'origines variées naturelles et/ou anthropiques avec une résolution spatiale pouvant atteindre quelques décimètres et une précision de mesure pouvant aller jusqu'au mm/an suivant les techniques employées. Le laboratoire ISTerre de l'OSUG, s'intéresse aux applications de ses méthodes pour étudier les aléas telluriques (séismes, glissements de terrain, activité volcanique). Un exemple d'application de l'interférométrie radar satellitaire pour l'étude du cycle sismique au niveau de la zone de subduction du Mexique sera développé. Cet exemple sera suivi d'une brève présentation du Service National d'Observation ISDeform de l'INSU-CNRS (Imagerie Satellitaire des Déformations de la Terre) dont l'OSUG est l'OSU porteur et qui a pour vocation d'accompagner les observatoires, la communauté scientifique française et ses partenaires au Sud dans l'utilisation de ces données satellitaires. Sa principale mission est de fournir à la fois des bases de données/produits (interférogrammes, séries temporelles, modèle numérique de terrain) sur des cibles à fort intérêt scientifique ainsi que des services de traitement systématique ou à la demande.

*Intervenant

Observation de la cryosphère polaire depuis l'espace dans les domaines microonde, thermique et optique.

Ghislain Picard * 1

¹ IGE – Univ. Grenoble Alpes, Grenoble INP UGA, CNRS, IRD, INRAE – France

Les régions polaires sont à la fois parmi les plus isolées et les plus hostiles de notre planète, et sont le siège de changements environnementaux majeurs, qui peuvent affecter l'ensemble du globe, particulièrement à travers la hausse du niveau des mers. C'est donc sans surprise que la télédétection spatiale joue un rôle absolument crucial pour recueillir un large gamme de précieuses données sur les surfaces englacées, la banquise et les sols gelés.

Notre groupe à l'Institut des Géosciences de l'Environnement est actif dans ce domaine depuis 40 ans et s'implique sur une variété d'activités:

- 1- La modélisation du transfert radiatif dans les domaines micro-onde et optique, en support au développement d'algorithmes de traitement et de nouvelles missions satellite.
- 2- La détection et la quantification des processus de surface sur les calottes antarctique et groenlandaise, notamment la fonte et les propriétés de la neige.
- 3- Le développement et l'installation d'instruments innovants sur le terrain pour la calibration/validation in-situ des satellites, en optique et en altimétrie dans les régions polaires.
- 4- Le développement de missions spatiales nouvelles, comme Cryorad un spectro-radiomètre micro-onde de l'Earth Explorer 12 de l'ESA pour sonder l'intérieur des calottes et la banquise, ou le satellite Trishna pour mesurer la température de surface de la neige.

Cette présentation illustrera nos travaux récents dans ces 4 types d'activités.

*Intervenant

Hybridation des mesures de vitesse glaciaires à partir d'imagerie satellite et time-lapse terrestre grâce à l'Intelligence Artificielle

Johan Berthet *¹, Pierre Lemaire¹, Alexandre Baratier¹, Benoît Urruty¹,
Dérédel Arthur

¹ STYX 4D – France

L'effondrement des glaciers de Birch et de la Marmolada ont montré que la déstabilisation rapide des langues glaciaires dans un contexte de réchauffement climatique fait peser des risques élevés sur les infrastructures et les humains environnants.

Dans ce travail, nous explorons la capacité des approches modernes de vision par ordinateur par apprentissage profond à réaliser le suivi glaciaire ; l'enjeu étant de produire, à l'aide de capteurs préexistants et/ou peu coûteux d'installation, une mesure robuste à une résolution spatiale et temporelle plus fine que celle jusqu'ici disponible. Plus spécifiquement, nous avons exploré leur application à la mesure des vitesses glaciaires en hybridant images time-lapse terrestres (fortement résolues mais sujettes aux effets de masque et de perspective) et Sentinel-2 (large-échelle et systématiques, mais peu résolues).

Dans ces travaux, nous montrons comment tirer avantage des réseaux de neurones généralistes d'appariement de points (LoFTR) associés aux estimateurs robustes récents (MAGSAC) afin recaler efficacement les séries temporelles d'images, terrestres comme satellite. L'addition d'un réseau d'estimation de profondeur (DepthAnything) permet ensuite de reprojeter précisément entre elles les deux modalités. Enfin, malgré de nombreuses mesures bruitées, nous montrons comment tirer avantage de RAFT (flot optique par réseau profond) grâce à des estimateurs robustes, afin de bénéficier de mesures de vitesse fortement résolues spatialement et temporellement, en terrestre comme en satellite. En pointant les avantages et les faiblesses actuelles de l'IA, nous entendons montrer comment l'exploiter aujourd'hui, et diriger les futurs entraînements des réseaux neuronaux pour le suivi des milieux naturels.

*Intervenant

Hydrologie spatiale : Activités autour de SMOS, GRACE et SWOT à l'IGE

Thierry Pellarin *¹, Jean-Martial Cohard¹, Alexandre Zoppis¹, Francisco Amaral¹

¹ IGE – CNRS, IRD, INRAE, UGA, Grenoble INP UGA – France

Depuis 2002, le satellite GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment, NASA/DLR) fournit des informations sur les variations de la gravité terrestre, et indirectement sur la quantité d'eau dans les sols. Depuis 2009, le satellite SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity satellite, ESA) mesure le taux d'humidité dans les 5 premiers centimètres des sols. Depuis 2023, le satellite SWOT (Surface Water Ocean Topography, NASA/CNES) estime les hauteurs d'eau et la pente des fleuves. Les observations de ces trois satellites ont été exploitées à l'IGE pour mieux comprendre le cycle de l'eau continentale, mais également pour des applications plus indirectes pour retrouver le rendement des cultures, le taux de précipitations ou encore la profondeur des nappes phréatiques. Une illustration des activités autour de l'exploitation de ces données à l'IGE sera donnée.

*Intervenant

Altimétrie spatiale et dynamique océanique de surface

Emmanuel Cosme *¹, Florian Le Guillou², Valentin Bellemin-Laponnaz¹

¹ IGE – Univ. Grenoble Alpes, Grenoble INP UGA, CNRS, IRD, INRAE – France

² Datlas – Oxalys – France

L'altimétrie spatiale (mesure des variations de la topographie de la surface de l'océan) est la principale source d'information sur la dynamique océanique de surface à emprise globale. Elle a récemment vécu une petite révolution avec la mission SWOT (Surface Water and Ocean Topography, NASA/CNES) qui embarque un altimètre à large fauchée, contrairement à ses prédécesseurs limités à la mesure au nadir. Cette présentation fera un focus sur les méthodes mathématiques et numériques employées dans l'exploitation de ces observations afin de cartographier la dynamique de surface de l'océan.

*Intervenant

Télécommunications spatiales

Thingsat : un véhicule de recherche pour les communications IoT par satellites

Didier Donsez * ¹

¹ Laboratoire d'Informatique de Grenoble – UGA, CNRS – France

Le projet ThingSat, porté par le CSUG et plusieurs laboratoires de l’Université Grenoble Alpes (LIG, CROMA, LCIS, LiPhy), développe et évalue des protocoles de communication longue distance basés sur la modulation LoRa, adaptés aux applications de l’Internet des Objets par satellite (SatIoT) et aux réseaux mondiaux basse consommation (LPWAN, Low Power Wide Area Network). LoRa présente l’avantage d’être robuste au bruit et aux interférences, tout en permettant des communications fiables sur de très longues distances avec une puissance d’émission très faible (25 mW). Cette efficacité énergétique favorise la miniaturisation des charges utiles (nanosatellites, cubesats, pocketcubes, HAPS) et réduit considérablement le coût des stations sol. Elle permet de s’appuyer à la fois sur les réseaux de radioamateurs comme TinyGS et Meshtastic et sur les infrastructures LoRaWAN existantes pour capter les signaux des satellites. LoRa se révèle ainsi particulièrement pertinente pour connecter des objets en zones isolées (déserts, océans, régions polaires, forêts primaires, vallées montagneuses).

Une première charge utile développée par le CSUG a été mise en orbite à bord du cubesat STORK-1 (SatRev) en 2022, cependant les expériences ont été interrompues après la perte de communication du satellite fin 2023. Deux nouvelles missions sont programmées sur les cubesats SOWA et Nymph, avec des lancements prévus mi-2026, tandis que des essais se poursuivent à bord de ballons stratosphériques du CNES. La charge utile ThingSat équipera également la constellation des cubesats de l’AMI CMA COMETES (2027-2029).

Les expérimentations porteront sur le benchmarking des liaisons LoRa CSS et LR-FHSS (868 MHz, 2,4 GHz) avec étude de la résistance à l’effet Doppler, la réception de trames LoRaWAN depuis l’espace, la conception d’algorithmes store-and-forward pour réseaux tolérants au délai, et l’intégration de mécanismes cryptographiques asymétriques pour la diffusion de données authentifiées. Les applications visées concernent la synchronisation des horloges des terminaux terrestres, la répétition de trames en cas d’urgence, ainsi que des cas d’usage concrets tels que le suivi de glaciers arctiques, le monitoring de conteneurs d’hélium liquide, la surveillance de fermes piscicoles et le monitoring de forêts équatoriales.

*Intervenant

Conception et caractérisation des antennes pour les applications spatiales

Tan-Phu Vuong *^{1,2}, Nhu Huan Nguyen¹

¹ CROMA – CNRS / Grenoble INP UGA / UGA / Université Savoie Mont Blanc – France

² CSUG – UGA / Grenoble INP UGA – France

La conception des dispositifs passifs et antennaires est l'une de principale thématique de recherche de l'équipe DHREAMS (Dispositifs HypeRfréquences pour l'Electronique duRable et les Milieux complexeS) de CROMA – UMR 5130 (CNRS/Grenoble INP-UGA/UGA/Université Savoie Mont Blanc). Dans ce papier, nous présenterons nos activités dans le domaine de conception et de caractérisation des antennes pour les applications spatiales.

*Intervenant

Impression 3D d'absorbants radiofréquence (RF) - application au secteur spatial

Camille Crouzet *¹, Philippe Le Bouteiller¹, Tristan Fougeroux¹, Thomas Gaudisson¹, Mathieu Bertrand¹

¹ HYMAG'IN - Bâtiment Galilée, 1270 rue de la Piscine, 38400 Saint-Martin-d'Hères, France

Startup Grenobloise, HYMAG'IN produit et développe des matériaux absorbant radiofréquence (RF) pour des environnements électromagnétiques contraints. HYMAG'IN propose des solutions innovantes pour le découplage d'antennes, la miniaturisation d'antennes, la réduction des interférences électromagnétiques et la furtivité radar. En complément de nos produits sur étagère, HYMAG'IN propose également son expertise unique en sciences des matériaux et en électromagnétisme/radiofréquence pour réaliser des solutions sur mesure. Nous sommes à-même à travailler sur des sujets allant de la production de matériaux sur mesure jusqu'à de la simulation et prototypage rapide de systèmes RF.

Dans le cadre de cette présentation, nous proposons de présenter 1) les propriétés en fréquence de nos matériaux et l'apport de l'impression 3D sur les performances électromagnétiques, et 2) des exemples d'usages dans le domaine spatial. Les absorbants RF sont en effet très utilisés dans le secteur spatial pour :

- le découplage et la miniaturisation d'antennes par l'utilisation de matériaux aux propriétés en fréquence connues (permittivité, perméabilité);
- l'amélioration des performances des circuits RF (charges RF, réduction d'interférences);
- l'élimination d'interférences liées au confinement des électroniques dans des boîtiers métalliques;
- la mesure de performances d'antennes.

Nous proposons d'entrer en détail sur certains sujets via des exemples notamment sur le découplage d'antennes, mais aussi d'ouvrir sur des sujets plus larges afin de recueillir les points de vue des experts présents dans la salle. L'apport de l'impression 3D d'antennes sera largement discuté et mis en avant pour ses avantages de prototypage rapide mais surtout pour sa capacité unique à structurer les matériaux absorbants en épaisseur (multilayer) mais aussi en surface (métamatériaux, métasurfaces). Cet avantage unique apporte un degré de liberté supplémentaire pour les chercheurs et ingénieurs experts antennes, RF et CEM.

*Intervenant

Next-Generation Beamforming Antennas for CubeSats: Design Bottlenecks and Research Opportunities

Antonio Clemente * ¹, Christophe Delaveaud ¹

¹ Laboratoire d'Electronique et des Technologies de l'Information (LETI) – CEA – MINATEC 17, rue des Martyrs, 38054, Grenoble Cedex 9, France

Beamforming antennas are key enablers for future CubeSat missions using low Earth orbit (LEO) constellations, where reliable radiofrequency links to ground stations, broadband terminals, and IoT devices require highly directional and reconfigurable radiation patterns—an essential aspect of the emerging Internet of Space paradigm. Achieving these capabilities below 1 GHz and across broadband channels is particularly challenging due to the severe size, weight, and power constraints of CubeSat platforms. Conventional reflector architectures demand relatively large apertures, precise mechanical deployment, and accurate pointing systems to achieve the required gain over the large required field of view. Furthermore, reflector-based beamforming solutions are often impractical for broadband and low-frequency (< 6 GHz) applications, motivating the exploration of more compact and reconfigurable antenna architectures. On the other hand, phased arrays, even if they represent an extremely flexible solution for electronic beam steering, require complex feed networks, numerous active elements, and significant power consumption. This presentation, discusses two potential research directions and antenna architectures to overcome these limitations. The first solution leverages the concept of **superdirective compact antennas**, which maximize directivity within sub-wavelength topologies through optimal current distribution, offering high gain without large deployable structures. The second approach employs **programmable electromagnetic surfaces**, which can dynamically control the phase modulation across a reconfigurable aperture, enabling low-profile, energy-efficient, and broadband beam steering. Both strategies are analyzed in terms of scalability, integration feasibility, and suitability for CubeSat-based LEO constellations. These emerging concepts highlight promising pathways towards compact, reconfigurable, and high-performance beamforming antennas that could enhance CubeSat communication capabilities in next-generation satellite networks.

*Intervenant

Gestion des risques spatiaux & Santé dans l'espace

SPARK : la passivation électrique pour une fin de vie satellitaire sûre

Quentin Mannes *¹, Clement Profit¹, David Mainwaring¹

¹ Ascend Beyond Space – Chavanod – France

Les batteries sont à l'origine d'environ 8 % des nuages de débris en orbite, ce qui met en évidence la nécessité de solutions fiables de passivation électrique en fin de mission.

SPARK est un dispositif innovant qui déconnecte et décharge de manière définitive et sécurisée les batteries des satellites, réduisant ainsi significativement les risques d'explosion. Compact, tolérant aux défaillances et immunisé au rayonnement (DIT), il constitue une solution idéale pour les satellites de taille moyenne, avec une capacité allant jusqu'à 1,5 kW.

Cette présentation exposera le contexte et les enjeux, décrira la conception et les essais de SPARK, et présentera la feuille de route vers sa qualification comme solution de référence pour une fin de vie satellitaire sûre et durable.

*Intervenant

SWING (Space Weather Impact oN Ground)

Elisa Robert *¹, Mathieu Barthélémy^{1,2}, James Roudet³, Edith Clavel³,
Denis Bousquet⁴

¹ Centre Spatial Universitaire de Grenoble – UGA, Grenoble INP UGA – France

² IPAG – UGA, CNRS – France

³ Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble (G2ELab) – CNRS, UGA, Grenoble INP UGA – France

⁴ AXA XL – AXA France – France

Le projet SWING est le fruit d'une collaboration entre le Centre Spatial Universitaire de Grenoble (CSUG), la fondation UGA, AXA XL et le Fonds AXA pour la Recherche, ainsi que le G2ELAB. Il a démarré en 2024 et se terminera à l'été 2026. Ce projet de deux ans vise à mieux comprendre l'impact de la météorologie de l'espace sur les infrastructures terrestres, et plus spécifiquement sur les réseaux électriques, pipelines, réseaux ferroviaires et câbles sous-marins. L'objectif est de sensibiliser le secteur de l'assurance et le reste de la société à ces risques.

Les événements météorologiques spatiaux sont des sources de perturbations pour les infrastructures sols. On peut citer comme exemple, les tempêtes géomagnétiques qui sont responsables de ce que l'on appelle les courants induits géomagnétiquement (Geomagnetically Induced Currents - GICs) qui entraînent des perturbations (pouvant aller jusqu'au blackout) dans les réseaux électriques. Les systèmes étant tous interconnectés, des réactions en cascade peuvent se produire.

Au Québec, en 1989, une panne d'électricité a duré neuf heures, privant six millions de personnes d'électricité. Le coût des dommages matériels causés à Hydro-Québec a été estimé à environ 27 millions de dollars canadiens. Un autre évènement, en 2003, à Malmö, où le réseau de transport d'électricité a subi une panne de 90 minutes qui a privé d'électricité 50 000 personnes. Le coût économique de cet impact était d'environ 0,5 million de dollars américains en raison de l'électricité non fournie.

D'autres risques affectent les systèmes de communication par radio et par satellite qui peuvent être perturbés pendant plusieurs minutes, voire plusieurs heures, impactant des secteurs tels que le maritime, l'aviation, l'agriculture, le financier, ou encore les électroniques terrestres. Les systèmes avioniques ne sont pas épargnés et peuvent être endommagés par des particules énergétiques solaires, ou encore l'équipage et les passagers des avions qui peuvent être irradiés pendant des tempêtes solaires.

Afin de quantifier ces différents risques. Des études statistiques se concentrent actuellement sur l'analyse d'indices géomagnétiques dans le but de corrélérer les occurrences des événements de météorologie de l'espace et leurs intensités (i.e, type Mars 1989 ou Octobre 2003). En outre, d'autres travaux en cours avec le G2ELAB vont avoir pour objectif de modéliser les GICs dans différents conducteurs à partir de données des magnétomètres.

*Intervenant

Manta Voyager, vers un assistant medical de poche pour l'exploration spatiale et les applications duales

Cyril Wyon-Boyault *¹, Eric Folco¹, Mathilde Proponnet-Guerault¹

¹ Onetreck (Reckonect SAS) – OneTreck – France

Manta Voyager est un assistant médical de poche de 400 g, autonome et économique en énergie (10–30 W), conçu pour fonctionner sans cloud. Il embarque des modèles d'IA pour assister le diagnostic et la prise en charge en environnements extrêmes, notamment dans le spatial.

*Intervenant

Bien-être préventif pour le spatial

Olivier Lavastre * 1

¹ CROMA – CNRS / Grenoble INP / UGA / Université Savoie Mont Blanc – France

Un problème sérieux de santé en milieu spatial est autrement plus compliqué à gérer que sur Terre. Toute technologie ou approche préventive présente un intérêt si elle peut détecter avant même l'arrivée de symptômes une évolution anormale de l'état de bien-être d'une personne susceptible de partir en mission ou déjà en mission dans l'espace. Ceci peut représenter une voie de rectification et éviter ainsi d'aller vers un état mal-être impliquant dès lors une traitement curatif. Un exemple de diversité de capteurs et de traitement mathématique pour détecter une évolution anormale sera présentée.

*Intervenant

Posters

Conception d'un Réseau d'Antennes Avancées pour le Radar de Surveillance Spatial SORASYS

Jamil Fouany *¹, Hervé Parvery¹, Anthony Disserand¹

¹ Centre d'Ingénierie des Systèmes en Télécommunication, en ÉlectroMagnétisme et en Electronique –
CISTEME – France

Le projet SORASYS vise à développer un radar de surveillance spatiale offrant à la France et à l'Europe une capacité souveraine de détection et de cartographie des débris en orbite. Ce système repose sur un réseau d'antennes linéaires (1D) comportant plusieurs centaines d'éléments émetteurs (TX) et récepteurs (RX), fonctionnant en polarisation circulaire et conçu pour délivrer plusieurs dizaines de kilowatts. Grâce à un balayage électronique, il couvre un champ angulaire de $\pm 60^\circ$. Placé au foyer d'un réflecteur parabolique et incliné pour optimiser les performances, le dispositif atteint un gain de 46 dBi dans l'axe et 40 dBi aux angles extrêmes, assurant une couverture large et précise. Il permet ainsi de détecter et suivre des objets de quelques centimètres jusqu'à 2 000 km d'altitude, contribuant activement à la prévention des collisions et à la protection des infrastructures spatiales critiques

*Intervenant

Conception et simulation d'un blindage EMI à base de métamatériaux absorbants pour application spatiale

Lamyâ Ibili *^{1,2}, Thierry Lacrevaz¹, Grégory Houzet¹, William Feuray²,
Nicolas Corrao¹, Tan Phu Vuong¹

¹ CROMA – CNRS / Grenoble INP / UGA / Université Savoie Mont Blanc – France

² KNDS Ammo France – 7 route de Guerry, 18023 Bourges Cedex, France

Les interférences électromagnétiques (EMI), issues de sources internes ou externes, peuvent gravement perturber le fonctionnement des dispositifs électroniques embarqués, en particulier dans les domaines aéronautique et spatial. Les solutions traditionnelles de blindage, telles que la cage de Faraday, restent limitées face aux contraintes modernes de légèreté, de large bande et de robustesse en environnements extrêmes. Les métamatériaux absorbants offrent une alternative prometteuse grâce à leurs propriétés électromagnétiques particulières dans une plage de fréquences donnée, permettant de contrôler efficacement la réflexion et l'absorption des ondes indésirables. Leur conception sub-longueur d'onde et leur capacité à intégrer des fonctions supplémentaires (résistance mécanique et thermique, stabilité chimique) en font des candidats idéaux pour développer des blindages multifonctionnels adaptés aux satellites, véhicules spatiaux et avions de nouvelle génération. Ces avancées ouvrent la voie à des solutions plus légères, compactes et performantes, répondant aux exigences croissantes de compatibilité électromagnétique dans les applications spatiales et aéronautiques.

*Intervenant

From NanoBob to RIQS: Towards the Future Quantum Internet

Erik Kerstel ^{* 1,2}, Sacha Gressani ^{2,3} , Jean-Marc Merolla ^{2,3} , Mathieu Bertrand ⁴ , Laurent de Forges de Parny ⁴ , Mathias van den Bossch ⁴ , Eleni Diamanti ⁵ , Patrick Gelard ⁶ , Sebastien Tanzilli ⁷ , Olivier Alibert ⁷

¹ Laboratoire Interdisciplinaire de Physique (LIPhy) – Univ. Grenoble Alpes, CNRS – France

² Centre Spatial Universitaire de Grenoble – Univ. Grenoble Alpes, Grenoble INP UGA – France

³ emtoST Besancon, France

⁴ Thales Alenia Space, Toulouse, France

⁵ Sorbonne Université, France

⁶ CNES, Toulouse, France

⁷ Université de Nice et CNRS, France

**erik.kerstel@univ-grenoble-alpes.fr*

One of the most remarkable predictions of the second quantum revolution is that of the feasibility of a quantum information network able to distribute quantum entanglement between different endpoints ("users"). Such a "quantum internet" will enable entanglement-based sensing, clock synchronization, and quantum physics measurements like gravitational wave detection and very large baseline interferometry, all with unprecedented precision. It will also be the backbone of distributed, cloud quantum computing. Of the various quantum technologies that would gain from a quantum information network, quantum communications is considered the most mature. As a striking example, quantum key distribution (QKD), being the first commercial quantum technology, provides a unique means to establish, at remote locations, identical random strings of secret bits. For the foreseeable future, satellites are the only option enabling exchanging secret keys on a global scale, while limiting the number of trusted relay nodes in the network.

Here we report on our efforts to develop a satellite demonstrator of entanglement distribution between two quantum optical ground stations. As a first step we have defined and carried out at the CSUG a feasibility analysis of a CubeSat mission called NanoBob (1).

NanoBob is to demonstrate QKD between an optical ground station (OGS) and a nanosatellite. Keeping the entangled photon source on the ground, the space segment is less complex, yielding a lower power consumption, smaller package, and increased reliability; all at a lower cost, especially when multiple satellites service a limited number of OGSs. The space segment payload is also versatile: the receiver is compatible with multiple QKD protocols and other quantum physics experiments. In order to extend the geographical reach of the OGSs at the metropolitan scale and the number of end-users that can exploit the same OGS we will design a "plug-and-play" synchronized quantum network, thus demonstrating a complete infrastructure for global and metropolitan scale QKD. We will discuss the mission concept and the outcome

^{*}Intervenant

of the definition and feasibility studies. In particular we will discuss several key technological challenges and the proposed solutions.

In a next step towards a quantum information network we have carried out a detailed study of the double-link atmospheric and optical system losses and their effect on the key performance indicators of a satellite entanglement distribution demonstrator, in which the satellite contains an entangled photon pair source and sends one photon of pair to an optical ground station near Paris, and the other to a second station in Calern (Cote d'Azur). The outcome of this study has enabled the identification of critical system components, such as the single photon detection systems and entangled photon pair sources, and their requirements (2).

References

- (1) Kerstel, E.; Gardelein, A.; Barthelemy, M.; CSUG Team, T.; Fink, M.; Joshi, S. K.; Ursin, R. Nanobob: A CubeSat Mission Concept for Quantum Communication Experiments in an Uplink Configuration. *EPJ Quantum Technology* **2018**, *5* (1), 6.
- (2) de Forges de Parny, L.; Alibart, O.; Debaud, J.; Gressani, S.; Lagarrigue, A.; Martin, A.; Metrat, A.; Schiavon, M.; Troisi, T.; Diamanti, E.; Gélard, P.; Kerstel, E.; Tanzilli, S.; Van Den Bossche, M. Satellite-Based Quantum Information Networks: Use Cases, Architecture, and Roadmap. *Communications Physics* **2023**, *6* (1), 12.

Integrated Circuit hardening with MRAM

Gregory Di Pendina * ¹

¹ SPINTEC – CEA, CNRS, UGA, Grenoble INP UGA – France

Plusieurs études préliminaires (2 thèses soutenues) ont montré que les caractéristiques des Jontions Tunnel Magnétiques, élément de base des mémoires MRAM, leur permet d'être intégrées aux circuits pour applications spatiales. Dans le cadre d'un projet interne et d'une thèse en fin de première année, plusieurs circuits hybrides CMOS/MRAM sont proposés, en cours de design et bientôt fabriqués. Dans les prochains mois, plusieurs campagnes d'irradiation sont envisagées afin de démontrer la robustesse de ce type de circuit. Par ailleurs, des simulations TCAD sont également en cours afin de corrélérer ces résultats et permettre de prédire l'évaluation de tout type de circuit.

*Intervenant

Prévenir la biocontamination dans l'espace : stratégies innovantes de surfaces antimicrobiennes pour les vols habités

Guillaume Nonglaton *¹, Amelia Jane Whiteley¹, Florian Bitterolf¹,
Vincent Jousseau¹, Cedric Ducros¹, Christelle Tixier-Dublanche²,
Yoann Roupioz³, Laurence Lemelle⁴

¹ Univ. Grenoble Alpes, CEA, Leti – CEA – France

² Univ. Limoges, CNRS, IRCCyN, UMR 7315, Limoges – Univ. Limoges – France

³ Laboratoire des Systèmes Moléculaires et nanoMatériaux pour l'Energie et la Santé (SyMMES) – UGA-CNRS-CEA – France

⁴ Laboratoire de Géologie de Lyon - Terre, Planètes, Environnement – Ecole Normale Supérieure de Lyon – France

Les vols habités vers l'orbite terrestre basse, la Lune et, à terme, Mars, posent un défi majeur : la contamination biologique. Dans les habitats clos, la microflore transportée par l'équipage peut proliférer, favorisée par l'isolement prolongé et les systèmes de support de vie en boucle fermée. Outre les risques pour la santé des astronautes, la biocontamination menace également l'intégrité des équipements spatiaux. Exposés à l'environnement spatial, certains micro-organismes peuvent développer une résistance accrue et muter, transformant des espèces initialement bénignes en agents pathogènes.

Pour limiter ces risques, des stratégies innovantes sont nécessaires. Les expériences MATISS (2016–2024), menées avec le CNES en collaboration avec l'ENS de Lyon, ont évalué des revêtements perfluorés hydrophobes sur l'ISS.¹ Lors de MATISS-3, encore en cours d'analyse, d'autres approches prometteuses ont été testées, telles que des surfaces zwitterioniques superhydrophiles et des revêtements fonctionnalisés par des peptides antimicrobiens. Ces biopolymères inspirés de la biologie constituent une alternative intéressante aux antibiotiques et nanoparticules.²

Parallèlement, la thèse d'Amelia Whiteley (2021–2024) a exploré le dépôt de polymères antibiofouling par *initiated Chemical Vapor Deposition* (iCVD), combiné à la topographie de surface.³ Cette approche, sans solvant ni fluor, a montré des résultats encourageants, mais demeure contrainte par des limitations liées à la taille des substrats traitables et à la nature des précurseurs utilisables.⁴

Depuis décembre 2024, dans le cadre de la thèse de Florian Bitterolf (2024–2027), nous développons une nouvelle génération de couches antimicrobiennes biocompatibles, durables et sans substances nocives, en utilisant le dépôt par plasma atmosphérique froid. Cette technologie, adaptée aux grandes surfaces, met particulièrement l'accent sur l'intégration de biopolymères inspirés de la biologie, notamment des peptides antimicrobiens, pour mieux protéger équipages et équipements dans les futures missions spatiales.

*Intervenant

References

- (1) Lemelle, L.; Rouquette, S.; Mottin, E.; Le Tourneau, D.; Marcoux, P. R.; Thévenot, C.; Maillet, A.; Nonglaton, G.; Place, C. Passive Limitation of Surface Contamination by perFluoroDecylTrichloroSilane Coatings in the ISS during the MATISS Experiments. *npj Microgravity* **2022**, *8* (1). <https://doi.org/10.1038/s41526-022-00218-3>.
- (2) Pardoux, É.; Boturyn, D.; Roupioz, Y. Antimicrobial Peptides as Probes in Biosensors Detecting Whole Bacteria: A Review. *Molecules* **2020**, *25* (8). <https://doi.org/10.3390/molecules25081998>.
- (3) Durand, H.; Whiteley, A.; Mailley, P.; Nonglaton, G. Combining Topography and Chemistry to Produce Antibiofouling Surfaces: A Review. *ACS Appl. Bio Mater.* **2022**, *5* (10), 4718–4740. <https://doi.org/10.1021/acsabm.2c00586>.
- (4) Whiteley, A.; Nonglaton, G.; Jousseau, V. Poly(VP-Co-V3D3), an Insoluble Hydrophilic Copolymer Coating Deposited via Initiated Chemical Vapor Deposition to Prevent Bacterial Adhesion and Biofilm Formation. *ACS Appl. Bio Mater.* **2025**. <https://doi.org/10.1021/acsabm.5c00974>.

Liste des sponsors



Cet événement a bénéficié d'un soutien financier de l'UGA, Grenoble INP-UGA et Grenoble Alpes Métropole dans le cadre de l'appel à manifestations scientifiques, campagne 2025.



La Fondation Partenariale Université Grenoble Alpes ambitionne de renforcer les coopérations entre l'université et le monde socio-économique.



Le projet COMETES (COmpétences Et METiers pour l'ESpace), porté par l'Université de Toulouse et co-construit avec 26 partenaires présents dans cinq régions, est lauréat pour la priorité France 2030 « Prendre toute notre part à la nouvelle aventure spatiale ».