

LIVRE BLEU DES THÈSES

promo **2020**

Jean-François **Denisse**



Thématiques



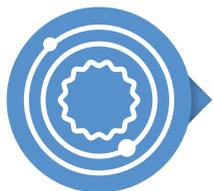
**Sciences
Microgravité**



**Sciences
Terre**



**Sciences
Univers**



**Technologies
Systèmes
Orbitaux**



**Technologies
Transport
Spatial**



**Sciences
Humaines
et Sociales**

« **Le Livre Bleu des thèses, Promotion 2020 Jean-François Denisse**, se veut une vitrine de la richesse, de la diversité et de l'excellence des travaux de recherche menés par les doctorants soutenus par le CNES. À travers cette compilation, nous mettons en lumière des thématiques innovantes, des approches méthodologiques originales et l'engagement intellectuel des jeunes chercheurs. Ce recueil offre un panorama vivant de la recherche doctorale témoignant de la vitalité des échanges entre les partenaires académiques, institutionnels et industriels essentiels pour relever les enjeux spatiaux de demain. Il illustre aussi l'importance de ces jeunes chercheurs dans la création de nouvelles connaissances et dans la construction de solutions novatrices pour l'avenir du spatial. »

François Jacq,
Président Directeur Général du CNES

Introduction

C'est avec une grande fierté que nous vous présentons la troisième édition du **Livre Bleu des Thèses**, Promotion 2020, dédiée à Jean-François DENISSE (*). Grâce à son programme de soutien aux recherches doctorales et post doctorales (Programme PDOC+), le CNES contribue à former les futurs acteurs de la recherche et de l'innovation aux niveaux scientifiques et technologiques les plus élevés. En 2020, 78 étudiants ont été sélectionnés pour mener des travaux de recherche prometteurs ou développer des technologies innovantes dans le domaine spatial, dans le cadre de leur thèse de doctorat.

La recherche spatiale, domaine d'excellence en constante évolution, repousse sans cesse les frontières du savoir et de l'innovation. Les doctorants, par leur curiosité, leur rigueur scientifique et leur créativité jouent un rôle fondamental au cœur de cette dynamique, en apportant des contributions précieuses aux grands défis du spatial.

À travers ce **Livre Bleu des Thèses (**), Promotion 2020 Jean-François DENISSE**, le CNES met en lumière les travaux remarquables réalisés par cette promotion, dont la diversité thématique illustre la richesse et la complexité des enjeux spatiaux contemporains : sciences de la microgravité, sciences de la Terre, sciences de l'Univers, technologies des systèmes orbitaux et technologies du transport spatial.

Avec l'arrivée de la pandémie de Covid, l'année 2020 restera marquée par un contexte mondial exceptionnel, qui a mis à l'épreuve notre capacité d'adaptation. Malgré de nombreuses contraintes, les doctorants, soutenus par le CNES ont poursuivi leurs recherches avec détermination et passion. Ce recueil témoigne non seulement de leur excellence scientifique, mais aussi de leur résilience avec pour principale ambition de mettre en avant les collaborations et la valorisation des savoirs produits par les jeunes chercheurs, au cœur des enjeux contemporains.

Nous saluons l'engagement de ces jeunes scientifiques, ainsi que celui de leurs encadrants, laboratoires et partenaires académiques et industriels. Ensemble, ils contribuent à faire du CNES un acteur majeur de la recherche et de l'innovation spatiale en France et à l'international.

Nous adressons aux étudiants soutenus par le CNES tous nos encouragements pour la suite de leur parcours, dans l'espoir que leurs découvertes continueront d'ouvrir de nouveaux horizons pour le spatial de demain.

Pascale Ultré-Guéraud, Directrice Adjointe des Programmes
& **Mioara Manda**, Sous-directrice Coordination Scientifique,
Direction de la Stratégie



(*) Ce livre bleu des thèses synthétise de façon non-exhaustive les projets de recherche et de développement pendant la période 2020-2024. Il illustre la diversité des applications dans le domaine spatial ainsi que la forte capacité d'innovation du CNES.

(**) Chaque thèse exposée dans ce Livre Bleu est accompagnée des coordonnées d'un référent au sein du CNES, habilité à fournir tout complément d'information.

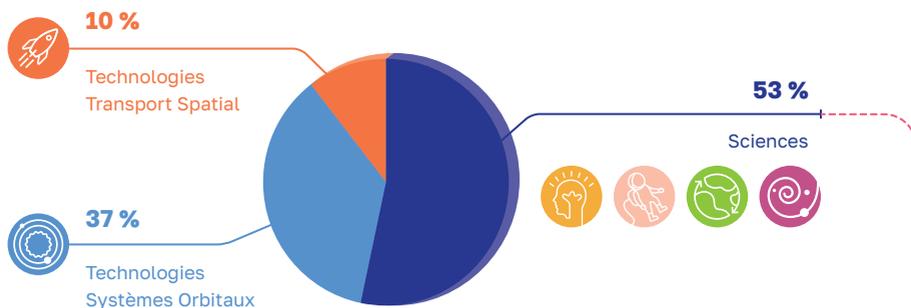
Bilan de campagne 2020

Allocations de recherche doctorale **111**

Doctorats **78**

Postdoctorats **33**

Répartition des allocations de recherche doctorales et postdoctorales en 2020



DOMAINE	DOCTORATS		POSTDOCTORATS		TOTAL	
Sciences	34	44 %	25	76 %	59	53 %
Technologies Systèmes Orbitaux	37	47 %	4	12 %	41	37 %
Technologies Transport Spatial	7	9 %	4	12 %	11	10 %
TOTAL	78	100 %	33	100 %	111	100 %

DÉTAILS DES SCIENCES	DOCTORATS		POSTDOCTORATS		TOTAL	
Sciences 2020	34	44 % *	25	76 % *	59	53 %
Sciences Terre	16	21 %	12	36 %	28	25 %
Sciences Univers	13	17 %	11	33 %	24	22 %
Sciences Microgravité	3	4 %	2	6 %	5	4 %
Sciences Humaines et Sociales	2 **	3 %	0	0 %	2	2 %

* Chiffres arrondis. ** Thèses non soutenues.

Remerciements

Aux partenaires

Le CNES souhaite remercier sincèrement l'ensemble de ses partenaires institutionnels, académiques et industriels. Grâce à leur soutien et engagement, le CNES est en mesure de réaliser sa mission de formation par la recherche des jeunes chercheurs et chercheuses qui deviendront la force vive de la politique scientifique et industrielle du futur.

Aux directeurs de thèses & aux équipes CNES

Cette troisième édition du Livre Bleu des thèses basée sur le travail des doctorants a été possible grâce à la participation active des directeurs de thèses, des référents CNES de la Promotion Jean-françois DENISSE, des correspondants des domaines thématiques, et en interne CNES à Caroline Bailly, Catherine Brieu, Michèle Dupire, Valérie Frede, Mioara Manda, Valérie Meunier et Lysiane Soulmi.

Sommaire

SCIENCES MICROGRAVITE



14 HOREAU Mathieu
Evaluation préclinique et clinique des effets de l'inactivité physique extrême sur la régulation du métabolisme du fer et des métaux non-ferreux chez l'homme et la femme

15 LEFRANC Barbara
Des environnements professionnels analogues au défi spatial : Étude des réponses adaptatives au stress et contre-mesures de santé pour un maintien opérationnel sous contrainte

16 ROBIN Adrien
Approche intégrative du déconditionnement induit par l'immersion sèche et l'alitement prolongé comme modèles de microgravité

SCIENCES TERRE



17 AL NAJAR Mahmoud
Modélisation de l'évolution côtière par l'apprentissage automatique

21 BOCQUET Marion
Observation et analyse des variations de volume des banquises arctique et antarctique par altimétrie spatiale entre 1994 et 2023

18 AUBRY Clémentyne
Restitution synergique radar-lidar multiplateforme pour nuages liquides et de phase mixte

22 FEBVRE Quentin
Apprentissage profond pour l'altimétrie satellitaire océanique : spécificités et implications pratiques

19 BALDE Hamadou
Télé-détection de la fluorescence induite par laser et par le soleil pour l'étude du fonctionnement hydrique et carboné des écosystèmes terrestres

23 FIRSOV Ilya
Point de vue géomagnétique sur l'écoulement et le cisaillement radial au toit du noyau terrestre

20 BELLET Valentine
Intelligence artificielle appliquée aux séries temporelles d'images satellites pour la surveillance des écosystèmes

24 GAUBERT Thierry
Télé-détection quantitative des traits foliaires des forêts tempérées à partir de mesures spectroscopiques

25 LE STER Loïc
Estimation des variations saisonnières et interannuelles de la biomasse et de la composition en phytoplancton du secteur indien de l'Océan Austral sur les deux dernières décennies et évaluation de leurs conséquences écologiques

28 RATYNSKI Mathieu
Étude des caractéristiques globales des ondes de gravité atmosphérique à l'aide des mesures de vent du satellite de l'ESA Aeolus

26 LECOMTE Hugo
Contraintes gravimétriques, magnétiques et géodésiques sur la dynamique du noyau fluide

29 THOUVENIN-MASSON Clovis
Variabilité de la salinité satellitaire et décharges de fleuves

27 PANDA Smita
Étude de la conversion du SO₂ en aérosols sulfatés dans les panaches volcaniques par analyse conjointe d'observations satellitaires hyperspectrales et polarimétriques

30 ZERAH Yoel
Apprentissage profond de représentations physiques de la végétation à partir de séries temporelles d'images satellite optiques

SCIENCES UNIVERS

31 **BASKEVITCH Claire-Alexandra**

Modélisation de l'interaction du plasma jovien avec l'environnement d'Europe

32 **BERTHOME Erwan**

Développement d'une électronique de proximité d'un détecteur de particules énergétiques à faible seuil en énergie pour l'étude des environnements plasmas planétaires (Mars et au-delà)

33 **CASTELLANI Florent**

Étude des performances scientifiques et instrumentales du spectrographe à champ intégral (X-IFU) de la mission Athena

34 **CHRAGA Adam**

Calcul et analyse en temps réel des fluctuations hors équilibre dans les fluides complexes : une nouvelle approche exploitant les processeurs graphiques et l'intelligence artificielle

35 **HOWARD Saburo**

Intérieurs des planètes géantes : de Juno à Plato

36 **MAIOLO Aurélia**

Les instruments spatiaux ECLAIRs et GRM de SVOM : étalonnage en orbite et analyse spectrale des sursauts gamma

37 **MALETCKII Boris**

Analyse en temps quasi réel des perturbations ionosphériques progressives pour les applications en science fondamentale, en risques naturels et en météorologie spatiale

38 **MALIN Mathilde**

Caractérisation d'exoplanètes géantes en IR moyen avec l'instrument MIRI du JWST

39 **MOULAY Valentin**

Recherche de chimie prébiotique et d'indices de vie sur les mondes océans par analyse in situ de matière organique

40 **NOUVEL DE LA FLECHE Alix**

Caractérisation d'un détecteur NIR et simulation des performances de la caméra CAGIRE pour le suivi des sursauts gamma détectés par la mission SVOM

41 **POVEDA Mathilde**

Détermination de sections efficaces à hautes températures et modélisation représentative des exoplanètes chaudes ciblées par ARIEL

TECHNOLOGIES SYSTEMES ORBITAUX

42 **AIT LAKBIR Hanane**

Analyse des sources d'erreurs systématiques dans le positionnement précis par GNSS : apport de la constellation Galileo

43 **ANTONSANTI Aubin**

Effets des radiations spatiales sur le courant d'obscurité des capteurs d'images CMOS avancés

44 **ASTRUC Séverin**

Conception et validation d'un micro-capteur pour la mesure de poussée de propulseurs électriques de satellites

45 **BENFANTE Marco**

Effets des radiations spatiales sur les photo-détecteurs infrarouges InGaAs

46 **BRILHAULT Quentin**

La continuité numérique basée sur l'apprentissage de modèles de transformation : Une approche d'interopérabilité dirigée par les modèles

47 **CALVIAC Romain**

Source d'Atomes Ultra-Froids pour les Capteurs Quantiques Embarqués : Conception et Mise en Oeuvre d'une Puce Magnétique à Réseau

48 **CARLE Clément**

Horloge atomique microonde à technologie de microcellule améliorée et régime d'interrogation impulsif

49 **CARRIZALES JUAREZ Ricardo**

Antennes reconfigurables en diagramme de rayonnement en utilisant l'intégration de matériaux à changement de phase (PCM)

50 **CERBELAUD Arnaud**

Télé-détection des inondations pluviales à l'aide d'imagerie satellite et d'apprentissage statistique pour l'évaluation de

51 **CINTAS Hugo**

Modélisation de l'Environnement Radiatif Atmosphérique et Mise en Œuvre de Mesures Expérimentales pour sa Validation

52 **DE MEJANES Naomi**

Etude numérique et expérimentale de l'influence de la plume d'un propulseur électrique sur les antennes micro-ondes à bord d'un satellite miniature

53 **FOSSA Alberto**

Propagation multi-fidélité d'incertitude orbitale en présence d'accélération stochastiques

- 54 GERNIGON Cédric**
Neural Network Quantization
Methods for FPGA On-Board
Processing of Satellite Images
- 55 GINISTY François**
Étude de l'évolution de
l'environnement radiatif spatial
terrestre et de sa reconstruction
- 56 HA Céline**
Métasurface et source
reconfigurables bande étroite
- 57 JOUNI Ali**
Effets des radiations spatiales sur
les détecteurs CMOS à avalanche
- 58 KELLER Marc**
Développement d'un capteur
en micro- et nano-technologies
régénératif pour la détection et la
mesure de traces de molécules
- 59 LANOUE Fabien**
Fabrication additive de pièces
multi-matériaux métal-céramique
- 60 LOGNONE Perrine**
Optimisation des liens télécom
sol-GEO haut débit à l'aide de
stratégies optiques et numériques
- 61 MAGGI Mattia**
Réseaux à fentes connectées à
bande large et à balayage large
pour les applications SatCom
- 62 PATINO ROSAS William**
Développement d'un lidar à
absorption différentielle intégrée
basé sur un spectromètre à
double peigne pour la surveillance
des gaz à effet de serre
- 63 PELLUET Célia**
Interféromètre atomique à sources
ultra-froides pour le test du principe
d'équivalence faible depuis l'espace
- 64 PERONI Raphael**
Télé-détection du contenu en
vapeur d'eau au-dessus et
autour de nuages convectifs

TECHNOLOGIES TRANSPORTS SPATIAUX

- 74 AIRIAU Magdeleine**
Analyse d'images expérimentales
par apprentissage profond pour la
caractérisation de la combustion
de l'aluminium en propulsion solide
- 75 BRETONES Maxime**
Vers la tétrazétidine :
réactivité de bishydrazines
- 76 GIOUD Thibault**
Simulation aux grandes
échelles de l'atomisation pour
moteur-fusée à injection liquide
en régime sous-critique
- 77 GRANGER Florian**
Modélisation de l'atomisation
primaire d'oxygène liquide dans
les flammes diphasiques des
moteurs fusées à ergols liquides

- 65 PEYSSON Quentin**
Modélisation 3D des conditions
de déclenchement d'avalanche
d'électrons (multipactor) dans
les composants RF spatiaux
- 66 PHILIPPART Arnaud**
Optimisation de la séparation
et la détection de molécules
organiques par chromatographie
en phase gazeuse basée sur les
technologies MEMS pour l'explo-
ration in situ d'environnements
planétaires et l'exobiologie
- 67 QUENNELLE Alice**
Méthode de correction
a-posteriori de mesures
d'antennes par ondelettes
- 68 ROBLES Pablo**
Optique adaptative pour les
liens Télécoms sol-satellite :
modélisation, optimisation
et experimentation
- 69 ROUBEAU-TISSOT Amael**
Interférométrie à dérive de
- fréquence pour la mesure
de la lumière parasite sur
l'instrument spatial LISA
- 70 STEICHEN Valentin**
Développement d'un analyseur en
énergie pour la caractérisation des
hautes atmosphères neutres et
ionisées terrestre et planétaires
- 71 SUQUET Etienne**
Caractérisation multi-fréquence du
canal de propagation et modélisa-
tion de la similitude en fréquence
instantanée pour optimiser des liens
satellitaires en bandes Ka et Q/V
- 72 TIMOUMI Ramzi**
Nouvelles stratégies pour l'analyse
des molécules organiques dans des
milieux d'intérêt astrobiologique :
vers une analyse in-situ
- 73 YILMAZ Dijwar**
Synthèse et caractérisation
de poly(diméthylsiloxane)s
auto-cicatrisants en
environnement spatial radiatif



- 78 LECLER Simon**
Modèles analytiques spectraux et
apprentissage automatique pour
la prévision des fluctuations de
pression en régime transsonique
pour les lanceurs spatiaux
- 79 OVANDO Michael**
Étude expérimentale et
modélisation physique de
- l'interaction entre injection et
acoustique en conditions de multi-
injection liquide-gaz ou injection
transcritique de fluides réels
- 80 VEREECKE Jean**
Vers une conception optimale des
réservoirs composites sans liner
pour le stockage cryogénique



Evaluation préclinique et clinique des effets de l'inactivité physique extrême sur la régulation du métabolisme du fer et des métaux non-ferreux chez l'homme et la femme

HOREAU Mathieu

ÉCOLE DOCTORALE
ED 605 - Biologie-Santé

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.11.2020 - 31.08.2023

DATE DE SOUTENANCE
21.12.2023

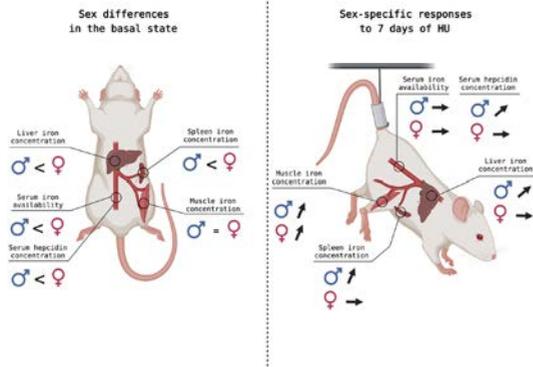
DIRECTEUR DE THÈSE
DERBRE Frédéric

LABORATOIRE
Laboratoire M2S et Institut NuMeCan

COFINANCEUR
INSERM

RÉFÉRENT
GAUQUELIN-KOCH Guillemette

Graphical abstract illustrant l'impact de l'inactivité physique extrême et du sexe sur la régulation systémique du métabolisme du fer chez le rat (Figure issue de l'article *Sex similarities and divergences in systemic and muscle iron metabolism adaptations to extreme physical inactivity in rats*. Horeau et al. 2024. J Cachexia Sarcopenia Muscle. <https://doi.org/10.1002/jcsm.13547>



Des environnements professionnels analogues au défi spatial : Étude des réponses adaptatives au stress et contre-mesures de santé pour un maintien opérationnel sous contrainte

LEFRANC Barbara

ÉCOLE DOCTORALE
ED Biose - Biologie Santé Environnement

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE
04.12.2023

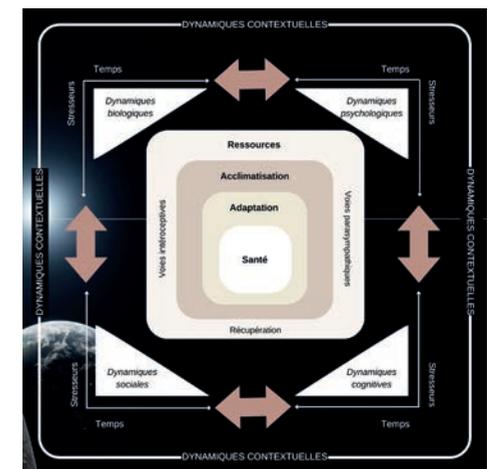
LABORATOIRE
IRBA

DIRECTEUR DE THÈSE
MARTIN-KRUMM Charles

COFINANCEUR
DGA

RÉFÉRENT
GAUQUELIN-KOCH Guillemette

Cette thèse étudie l'adaptation des astronautes aux conditions extrêmes des missions spatiales de longue durée en s'appuyant sur des environnements analogues sur Terre. Elle vise à analyser l'impact de ces environnements sur les capacités adaptatives humaines (psychologiques, cognitives, physiologiques et sensorielles) et à identifier les profils à risque pour proposer des contre-mesures de santé. Les résultats soulignent les défis physiologiques et cognitifs des missions spatiales, le rôle de l'IA dans l'identification des profils d'adaptation et l'importance du renforcement des voies intéroceptives et du tonus vagal pour maintenir les performances de l'équipage. L'étude met en avant la nécessité d'une sélection et d'un entraînement rigoureux des astronautes, en raison du caractère multifactoriel et non linéaire de l'adaptation.



Modèle biophysique des mécanismes interdépendants sous-jacents à l'adaptation (notamment la réponse du système nerveux autonome)..



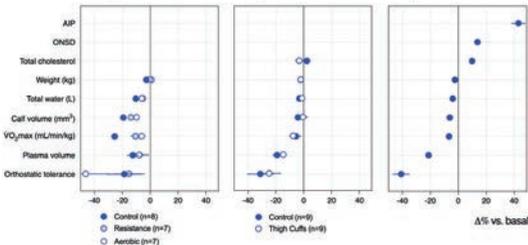
Approche intégrative du déconditionnement induit par l'immersion sèche et l'alitement prolongé comme modèles de microgravité

ROBIN Adrien

Cette thèse examine les effets de la microgravité sur le corps humain et les contremesures possibles. Elle poursuit trois objectifs : analyser les effets physiologiques de l'immersion sèche, tester des contremesures mécaniques et physiques, et adopter une approche intégrative incluant une comparaison homme-femme.

L'étude repose sur plusieurs simulations de microgravité : immersion sèche de 3 à 5 jours (chez hommes et femmes) et alitement prolongé de 90 jours avec exercices physiques.

Les résultats attendus visent à comparer ces modèles, l'immersion sèche reproduisant les effets immédiats et l'alitement permettant d'observer des adaptations plus lentes.



ÉCOLE DOCTORALE
ED 605 - Biologie-Santé
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2020 - 30.09.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
10.09.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
CUSTAUD Marc-Antoine
-
LABORATOIRE
MITOVASC, UMR CNRS 6015 / INSERM U1083
-
COFINANCEUR
Région des Pays de la Loire
-
RÉFÉRENT
GAUQUELIN-KOCH Guillemette

Effets comparatifs du déconditionnement induit par différents modèles de microgravité chez l'humain (alitement anti-orthostatique prolongé et immersion sèche de 5 jours).

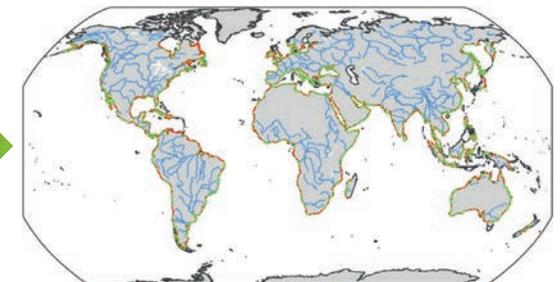


Modélisation de l'évolution côtière par l'apprentissage automatique

AL NAJAR Mahmoud

ÉCOLE DOCTORALE
ED 173 - Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
16.11.2020 - 15.11.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
30.11.2023
-
LABORATOIRE
LEGOS et ISAE-SUPAERO
-
DIRECTEUR DE THÈSE
ALMAR Rafael
-
COFINANCEUR
Région Occitanie
-
RÉFÉRENT
Jean-Marc DELVIT

Les systèmes côtiers sont soumis à de multiples pressions dues à l'augmentation des densités de population côtière et aux événements naturels extrêmes, ce qui rend la prédiction précise de leur évolution importante pour une gestion efficace des côtes ; cependant, cette tâche reste difficile en utilisant les techniques traditionnelles de collecte de données et de modélisation. Cette thèse examine le potentiel de la ML moderne et de l'observation de la terre dans deux problèmes de science côtière : la bathymétrie dérivée des satellites et la modélisation de l'évolution du trait de côte. Le travail se termine par une discussion sur les difficultés rencontrées, les limites des deux méthodologies et les perspectives à long terme qui peuvent être construites sur la base de ce travail.



Cette figure illustre la détection non supervisée des facteurs de changement du littoral basée sur une combinaison de deux modèles évolués par GP. Les modèles sont sélectionnés à partir d'une archive en fonction de la performance combinée maximale sur tous les points côtiers. Une analyse de sensibilité est appliquée dans l'analyse post-hoc afin de déterminer la variable motrice de chaque modèle.

Restitution synergique radar-lidar multiplateforme pour nuages liquides et de phase mixte

AUBRY Clémentyne

Les nuages de phase mixte sont composés de gouttes d'eau et de cristaux de glace à des températures inférieures à 0°C. L'étude de ces nuages est cruciale puisqu'ils ont un impact significatif sur le climat et demeurent une source d'incertitudes dans les modèles de prévisions. Les radars et les lidars sont deux d'instruments adaptés à l'étude de ces nuages et peuvent être déployés dans un avion ou un satellite. Cependant, leurs mesures ne permettent pas d'obtenir directement les propriétés des nuages. Pour cela, il est nécessaire d'utiliser des méthodes convertissant les mesures en propriétés nuageuses.

Cette thèse propose une nouvelle méthode permettant de restituer les propriétés des nuages de phase mixte, de glace et d'eau surfondue à partir de la synergie radar-lidar. Les résultats obtenus ont été comparés à des données collectées par des sondes in situ. La conformité entre les restitutions et les observations in situ valide l'approche proposée.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 129 - Sciences de l'Environnement d'Ile de France

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

05.04.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

DELANOË Julien

LABORATOIRE

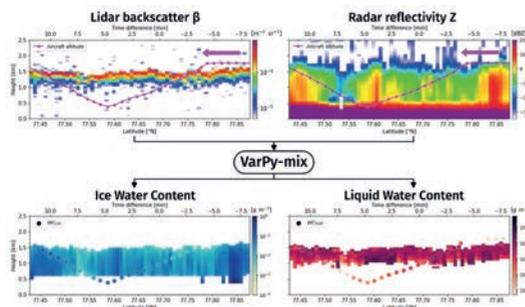
LATMOS

COFINANCEUR

DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)

RÉFÉRENT

DESCHAMPS Adrien



Méthode et résultats présentés dans Aubry et al. (2024) : les propriétés microphysiques nuageuses, tels que les contenus en eau (LWC) et en glace (IWC), sont restituées par VarPy-mix à partir de mesures radar et lidar. Les résultats obtenus sont comparés à des mesures in situ aéroportées, représentées par des points sur les graphiques présentant le LWC et l'IWC (trajectoire et direction en rose).

Téledétection de la fluorescence induite par laser et par le soleil pour l'étude du fonctionnement hydrique et carboné des écosystèmes terrestres

BALDE Hamadou

ÉCOLE DOCTORALE

ED 129 - Sciences de l'Environnement d'Ile de France

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 13.12.2023

DATE DE SOUTENANCE

13.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

GOULAS Yves

LABORATOIRE

LMD

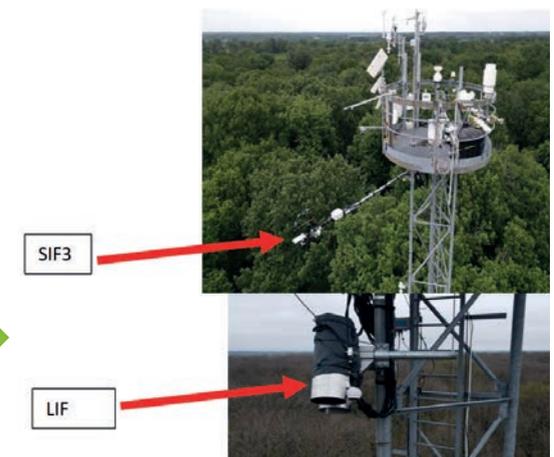
COFINANCEUR

ACRI-ST

RÉFÉRENT

MAISONGRANDE Philippe

La fluorescence chlorophyllienne induite par le soleil (SIF) est utilisée pour suivre la production primaire brute (GPP). Cependant, l'usage de la SIF est entravé par des facteurs confondants. On propose d'utiliser des observations à plusieurs échelles de la SIF, de la réflectance, de la GPP et du rendement de la fluorescence chlorophyllienne par mesure active (FyieldLIF), afin de 1) d'évaluer la force des liens GPP-SIF et de prédire la GPP à l'aide de mesures spatiales ; 2) d'examiner les liens FyieldLIF-SIFy (SIF normalisé par le rayonnement photosynthétiquement actif, PAR) et les effets de structure du couvert végétal sur la SIF; et 3) d'explorer l'influence de la structure de la canopée et des facteurs abiotiques sur les variations de la SIF et de la GPP et sur leurs liens.



Les instruments SIF3 (mesure passive de la fluorescence induite par le soleil) et LIF (fluorimètre actif) installés au sommet de la tour du site ICOS de la forêt de Fontainebleau-Barbeau avec un peuplement dominant de chênes sessiles (hauteur d'environ 25 m) et un sous-bois de charmes.

Intelligence artificielle appliquée aux séries temporelles d'images satellites pour la surveillance des écosystèmes

BELLET Valentine

Avec le changement climatique, la surveillance des écosystèmes est essentielle. Les séries temporelles d'images satellites (SITS) Sentinel-2 informent sur l'état et le fonctionnement de ces écosystèmes. L'objectif de cette thèse est le développement d'algorithmes de classification supervisée pour la production de cartes d'occupations du sol à grande échelle à partir de SITS. Nous avons proposé deux contributions principales. La première concerne la mise en place de processus gaussiens stochastiques variationnels pour des SITS pouvant gérer des millions d'échantillons pour l'apprentissage. La seconde porte sur l'optimisation du ré-échantillonnage des SITS optimisé par les données. Les expérimentations ont été menées en 2018 sur une zone d'environ 200 000 km² (environ 2 milliards de pixels) dans le sud de la France. Les résultats obtenus montrent que ces modèles sont plus performants que la méthode utilisée par les systèmes opérationnels actuels.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 653 - Sciences et Ingénierie (SI), Université de Limoges

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.09.2020 - 31.08.2023

DATE DE SOUTENANCE

29.02.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

FAUVEL Mathieu

LABORATOIRE

CESBIO

COFINANÇEUR

CS Group

RÉFÉRENT

INGLADA Jordi

Figure 2 : Carte d'occupation du sol obtenue à partir de séries temporelles d'images satellites Sentinel-2. Cette carte a été produite à partir d'un modèle basé sur des processus Gaussiens développé au cours de la thèse et à l'aide de la chaîne de production iota2.

Observation et analyse des variations de volume des banquises arctique et antarctique par altimétrie spatiale entre 1994 et 2023

BOCQUET Marion

ÉCOLE DOCTORALE

ED 173 - Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace (SD2UE)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

20.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

REMY Frédérique

LABORATOIRE

LEGOS et CLS

COFINANÇEUR

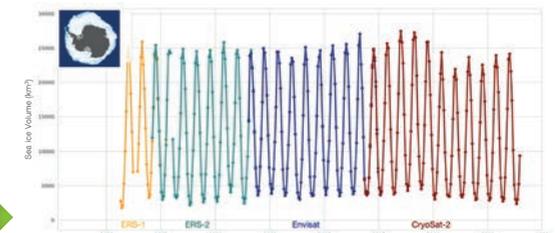
CLS

RÉFÉRENT

CARBONNIERE Aurélien

La glace de mer joue un rôle clé dans le climat global, notamment en régulant l'énergie absorbée par la Terre et en influençant la circulation océanique. Si l'étendue de la banquise arctique diminue depuis plus de 40 ans, celle de l'Antarctique a augmenté jusqu'en 2015 avant de connaître une phase de déclin.

Le paramètre d'épaisseur de la glace est un indicateur essentiel pour comprendre son évolution (notamment son extension) et la disponibilité de telles données homogènes sur du long-terme est limitée. Cette thèse vise donc à reconstruire des séries d'épaisseur de glace sur 30 ans (1994-2023) sur les deux hémisphères en calibrant les missions altimétriques passées avec les plus récentes : les résultats montrent un amincissement marqué en Arctique, tandis qu'en Antarctique, les tendances varient selon les régions. Cette étude offre une base précieuse pour affiner et améliorer ce paramètre d'épaisseur de glaces de mer dans les modèles climatiques.



Première observation spatiale sur 30 ans des variations de volume de la banquise Australe (Bocquet et al. 2023).

Apprentissage profond pour l'altimétrie satellitaire océanique : spécificités et implications pratiques

FEBVRE Quentin

Les interactions entre l'océan et l'atmosphère ont une grande influence sur le climat de la Terre. Des approches de modélisation régionale océan-atmosphère à haute résolution ont en particulier révélé que l'interaction mécanique à mésoéchelle entre les courants de surface et l'atmosphère («Current FeedBack») a des conséquences importantes sur les échanges énergétiques entre les deux milieux. L'objectif de cette thèse était de mieux comprendre le rôle de ce couplage sur le Golfe du Mexique, qui est une région avec une dynamique océanique particulièrement énergétique. Sur la base de simulations couplées haute résolution de la région, il a été montré que couplage joue un rôle clé sur la dynamique de la région. Il réduit l'activité de mésoéchelle d'environ 20%, mais il a surtout une influence sur la formation, les trajectoires et la dissipation des anneaux tourbillonnaires libérés par le Loop Current. Ces résultats mettent en avant l'importance de prendre en compte ces mécanismes de couplage dans les systèmes de prévision océanique de la région.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 601 MathSTIC

-

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**

01.10.2020 - 30.09.2023

-

DATE DE SOUTENANCE

05.12.2023

-

DIRECTEUR DE THÈSE

FABLET Ronan

-

LABORATOIRE

Lab-STICC

-

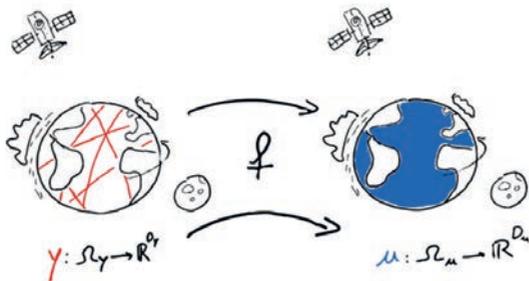
COFINANCEUR

IMT Atlantique

-

RÉFÉRENT

FAUGERE Yannice



Cartographie d'observation altimétrique Nadir. La partie gauche illustre le domaine observé en rouge tandis que la partie droite indique le domaine sur lequel nous visons à estimer la SSH.

Point de vue géomagnétique sur l'écoulement et le cisaillement radial au toit du noyau terrestre

FIRSOV Ilya
ÉCOLE DOCTORALE

 ED 105 Terre-Univers-
Environnement (TUE)

-

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**

01.11.2020 - 30.04.2024

-

DATE DE SOUTENANCE

13.05.2024

-

DIRECTEUR DE THÈSE

GILLET Nicolas

-

LABORATOIRE

ISTERre

-

COFINANCEUR

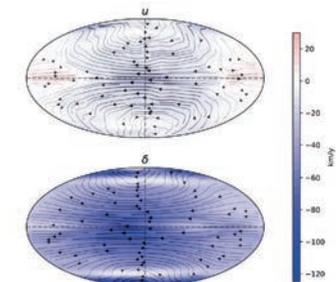
 Financement complet via
l'ERC Grant projet Graceful

-

RÉFÉRENT

MANDEA Mioara

Cette thèse traite de l'étude du champ magnétique terrestre et des écoulements dans le noyau externe, fluide à l'aide de simulations numériques. Ces simulations aident à comprendre la dynamique interne du noyau et à tester de nouvelles méthodes d'analyse des données géophysiques. L'étude utilise l'équation d'induction pour mieux contraindre la dynamique à la frontière noyau-manteau, notamment en analysant le cisaillement radial de l'écoulement. Des tests sur des simulations montrent que la contrainte aux limites (glissement libre ou non-glissement) influence les résultats. Un algorithme a été développé pour extraire précisément la vitesse sous la couche limite visqueuse, essentielle pour estimer les écoulements à partir des données géomagnétiques. L'inversion du cisaillement radial est plus complexe que celle des mouvements de surface et dépend fortement des hypothèses a priori (contrainte nulle ou quasi-géostrophique). Une comparaison avec des données géophysiques montre un accord raisonnable entre les méthodes d'inversion et de prolongement du champ de vitesse. Enfin, la méthode a été adaptée à la présence d'une couche conductrice sous le manteau, permettant d'estimer une limite supérieure de sa conductivité.



Écoulement fluide et cisaillement radial à la surface du noyau terrestre, inversés à partir des mesures magnétiques de la mission Swarm de l'ESA.

Téledétection quantitative des traits foliaires des forêts tempérées à partir de mesures spectroscopiques

GAUBERT Thierry

Les écosystèmes forestiers couvrent 10 % des terres et assurent des fonctions écologiques majeures, notamment la régulation climatique. Le suivi de leur végétation par télédétection hyperspectrale permet d'estimer des traits foliaires liés à la composition biochimique du feuillage (chlorophylles, caroténoïdes, eau, matière sèche). Cette thèse vise à développer une méthode généralisable pour estimer ces traits dans les forêts tempérées, en testant des approches physiques, statistiques et hybrides à l'échelle de la feuille et de la canopée, sur cinq sites en Californie. Les résultats montrent que les méthodes statistiques, notamment la régression par processus gaussien, sont les plus performantes, mais l'estimation à l'échelle de la canopée reste complexe, avec des erreurs importantes dues à la géométrie et au sous-bois, nécessitant des améliorations pour un suivi fiable.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 173 - Sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace (SDU2E)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.11.2020 – 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

11.06.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

BRIOTTET Xavier

LABORATOIRE

ONERA

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

MAISONGRANDE Philippe

Estimation des variations saisonnières et interannuelles de la biomasse et de la composition en phytoplancton du secteur indien de l'Océan Austral sur les deux dernières décennies et évaluation de leurs conséquences écologiques

LE STER Loïc

ÉCOLE DOCTORALE

ED 129 - Sciences de l'environnement d'Île de France (SEIF)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

10.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

05.10.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

GUINET Christophe

LABORATOIRE

CEBC

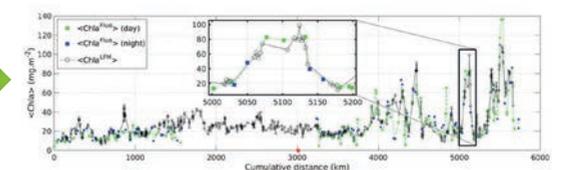
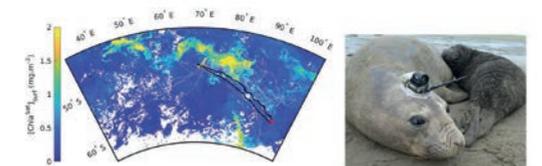
COFINANCEUR

CNRS (DR 20 via projet ERC)

RÉFÉRENT

FAUGERE Yannice

L'Océan Austral joue un rôle essentiel dans l'absorption et le stockage du carbone d'origine anthropique du fait de l'action combinée des pompes physique et biologique. Par ailleurs l'océan austral assure la moitié de la production primaire de la biosphère. Des analyses récentes suggèrent néanmoins une modification des concentrations en chlorophylle-a (Chl-a) de surface dans l'Océan Austral avec une tendance à l'augmentation, en particulier sur la période hivernale. L'objectif du projet est premièrement d'estimer les variations quantitatives en termes de biomasse phytoplanctonique dans le secteur indien de l'Océan Austral, et deuxièmement, d'apprécier les changements associés d'un point de vue qualitatif sur la composition des communautés phytoplanctoniques, ainsi que leurs impacts sur l'écologie de grands prédateurs tels que l'éléphant de mer.

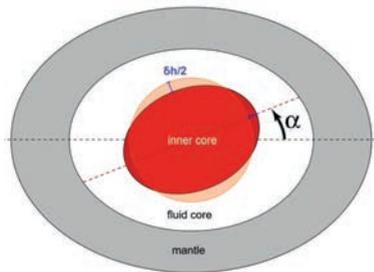


Trajet d'une femelle éléphant de mer équipée d'une balise CTD-Lumière-Fluorescence à Kerguelen en octobre 2019, superposé à une carte de chlorophylle-a. Les mesures d'atténuation de lumière (ChlaLFM) sont moins énergivores, plus abondantes et cohérentes avec les estimations par fluorescence (ChlaFluo).

Contraintes gravimétriques, magnétiques et géodésiques sur la dynamique du noyau fluide

LECOMTE Hugo

Cette thèse explore la dynamique du noyau terrestre en analysant les champs gravimétriques et magnétiques. Les mouvements convectifs du noyau fluide, générant le champ magnétique, subissent des perturbations, provoquant des variations de densité et de pression qui entraînent des variations du champ de gravité. Ce travail approfondit l'observabilité des signaux de la Terre interne par rapport aux signaux de surface (hydrologie, atmosphère...) et aux incertitudes des données gravimétriques spatiales. Il propose des méthodes d'interpolation améliorant la qualité des séries temporelles du champ de gravité. L'analyse des processus internes, combinant champs magnétiques, variations de la durée du jour et gravité, offre de nouvelles estimations des variations de masse à l'intérieur de la Terre. Les résultats soulignent la complexité de l'étude gravimétrique du noyau et proposent des pistes pour avancer dans cette compréhension.



Observation	Period (years)		
	5-6	8-12	20-30
IGG-SLR	0.8°	0.6°	
IGG-SLR - ISBA	0.3°	0.4°	
Zonal flows	0.018°		0.4°
LOD	0.1°-0.7°		0.09°-0.6°
Seismic rays	0.2°		0.8°-1.6°

ÉCOLE DOCTORALE
ED 413 - Sciences de la Terre et de l'Environnement
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.11.2020 – 31.10.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
25.10.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
ROSAT Séverine
-
LABORATOIRE
ITES
-
COFINANCEUR
Université de Strasbourg
-
RÉFÉRENT
MANDEA Mioara

Coupe équatoriale de la Terre avec une rotation azimutale α du noyau interne par rapport à la longitude 0° . Le noyau interne, de forme ellipsoïdale à l'équateur et représenté en bleu, présente une topographie δh (haut). Les valeurs de la limite supérieure de α , déterminées à partir de la série temporelle du coefficient $S_{2,2}$ du champ de gravité variable IGG-SLR pour $\delta h = 90$ m, sont comparées à d'autres estimations issues d'observations géophysiques (bas).

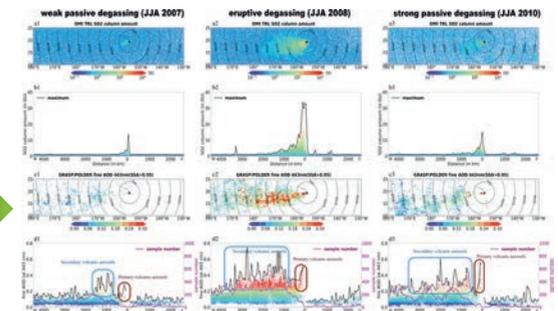
Étude de la conversion du SO₂ en aérosols sulfatés dans les panaches volcaniques par analyse conjointe d'observations satellitaires hyperspectrales et polarimétriques

PANDA Smita

ÉCOLE DOCTORALE
ED 104 - Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement (SMRE)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.12.2020 – 30.11.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
02.04.2024
-
DIRECTEURS DE THÈSE
DUBOVIK Oleg, BOICHU Marie, DERIMIAN Yevgeny
-
LABORATOIRE
Laboratoire d'Optique Atmosphérique
-
COFINANCEUR
Région Hauts-de-France
-
RÉFÉRENT
DESCHAMPS Adrien

La transformation du SO₂ en aérosols soufrés dans les panaches volcaniques est le résultat de processus chimiques et physiques complexes et difficiles à quantifier. Le traitement des observations satellitaires (1) de l'imageur polarimétrique PARASOL/POLDER par l'algorithme GRASP, qui fournit une information accrue sur l'abondance des particules fines et leurs propriétés d'absorption, et (2) de l'instrument hyperspectral Aura/OMI, qui permet le suivi des émissions de SO₂, ont été exploitées afin d'analyser le dégazage multi-annuel du volcan Kīlauea, Hawaï. L'analyse des observations démontre une diminution de l'abondance en SO₂ parallèle à une augmentation de l'épaisseur optique en aérosols fins non absorbants quand le panache vieillit. Le taux de conversion du SO₂ en aérosols est évalué, ainsi que la durée de vie de ces aérosols (de 60 à 90 heures), en accord avec les estimations globales de durée de vie des sulfates dans la troposphère.

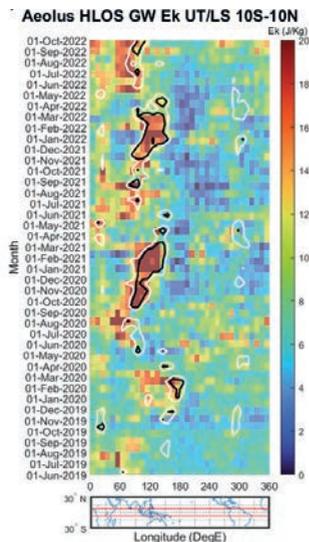
À mesure que le panache s'éloigne du volcan Kīlauea, la diminution de la colonne intégrée en SO₂ (OMI) (a : en carte, b : en coupe), anti-corrélée à l'augmentation de l'épaisseur optique en aérosols fins diffusants (GRASP/POLDER) (c,d), illustre la dynamique de formation de sulfates secondaires (contour bleu) au cours de trois types d'activité de dégazage : passif faible, éruptif et passif soutenu.



Etude des caractéristiques globales des ondes de gravité atmosphérique à l'aide des mesures de vent du satellite de l'ESA Aeolus

RATYNSKI Mathieu

La prédiction précise du climat global nécessite une meilleure compréhension des processus dynamiques dans l'atmosphère moyenne, en particulier les ondes de gravité internes (IGWs), qui influencent fortement la circulation atmosphérique. Leur étude est complexe en raison du manque de mesures de vent stratosphérique fiables. Cette thèse utilise les observations du satellite Aeolus (ESA) afin d'analyser les IGWs à l'échelle globale, en déterminant leurs caractéristiques (longueurs d'ondes, énergie, flux de quantité de mouvement). Les résultats sont validés par des lidars Doppler au sol et comparés aux données GPS radio-occultation. Le principal apport est la première climatologie globale des IGWs intégrant simultanément des profils de vent et de température.



Variation de l'énergie cinétique de l'IGW dans la basse stratosphère tropicale dérivée des profils de vent d'Aeolus (ombrage de couleur) et son lien avec l'activité convective (contours).

ÉCOLE DOCTORALE

ED 129 - Sciences de l'environnement d'Ile de France (SEIF)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.05.2021- 15.02.2024

DATE DE SOUTENANCE

14.02.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

KHAYKIN Sergey

LABORATOIRE

LATMOS

COFINANCEUR

ACRI-ST

RÉFÉRENT

DESCHAMPS Adrien

Variabilité de la salinité satellitaire et décharges de fleuves

THOUVENIN-MASSON Clovis

ÉCOLE DOCTORALE

ED 129 - Sciences de l'environnement d'Ile de France (SEIF)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 22.12.2023

DATE DE SOUTENANCE

22.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

BOUTIN Jacqueline

LABORATOIRE

LOCEAN

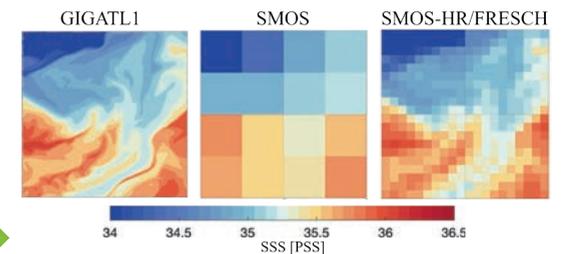
COFINANCEUR

CEA

RÉFÉRENT

FAUGERE Yannice

La thèse a porté sur les erreurs de représentativité des mesures in situ vis-à-vis des salinités à la surface de la mer (SSS) satellitaires, la variabilité de la SSS entre 10km et 50km, et l'influence des apports d'eau douce dans les tropiques. La prise en compte des erreurs de représentativité permet de réconcilier en grande partie les incertitudes estimées lors de la génération des champs satellitaires de SSS et les écarts aux mesures in situ (Thouvenin-Masson et al., 2022). Les champs satellitaires actuels manquent une grande partie de la variabilité de la SSS au-delà de 30° de latitude, qu'une mission satellitaire à 10km de résolution, telle que SMOS-HR pourrait résoudre. Dans la région de l'upwelling Sénégal-Mauritanie caractérisée par un important apport d'eau fluviale et des pluies, les variabilités interannuelles des débits de fleuve ont un effet sensible sur la SSS, plus ou moins marqué en fonction de la propagation des panaches qui dépendent des conditions de vent et de la circulation océanique.



SSS simulée par le modèle Gigat (J. Gula, pers. comm.) (figure à gauche), ramenée à une résolution de 50km (~résolution des SSS satellitaires actuelles, figure au centre), et de 10km (~résolution atteignable avec SMOS-HR, figure à droite), dans la région du Gulf Stream.

Apprentissage profond de représentations physiques de la végétation à partir de séries temporelles d'images satellite optiques

ZERAH Yoel

Le changement climatique transforme radicalement les écosystèmes, et la télédétection est essentielle pour observer ces évolutions. Grâce aux avancées en traitement du signal et en apprentissage automatique, l'exploitation des vastes données satellitaires, comme celles de la mission S2, permet de nombreuses applications, dont l'agriculture et la gestion des catastrophes. Cette thèse développe une méthode d'estimation de variables bio-physiques à partir des images de télédétection, en utilisant les Autoencodeurs Variationnels (VAE). L'approche intègre des modèles physiques pour extraire des représentations générales et interprétables, sans nécessiter de vérités terrain rares. Deux applications sont explorées : l'estimation des caractéristiques de la végétation via le modèle PROSAIL-VAE et la modélisation des variables phénologiques avec Phéno-VAE. Les résultats valident l'efficacité de cette approche pour mieux comprendre les interactions entre la biosphère et le climat.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 173 - Sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace (SDU2E)

—

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.12.2020 - 31.11.2023

—

DATE DE SOUTENANCE
20.06.2024

—

DIRECTEUR DE THÈSE
INGLADA Jordi

—

LABORATOIRE
CESBIO

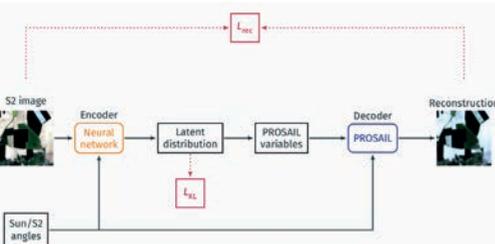
—

COFINANCEUR
Région Occitanie

—

RÉFÉRENT
INGLADA Jordi

Procédure d'intégration d'un modèle physique (PROSAIL) dans un auto-encodeur variationnel pour l'estimation de variables bio-physiques de la végétation.



Modélisation de l'interaction du plasma jovien avec l'environnement d'Europe

BASKEVITCH Claire-Alexandra

ÉCOLE DOCTORALE
ED 127 - Astronomie et Astrophysique Ile de France (AAIF)

—

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.11.2020 - 31.10.2023

—

DATE DE SOUTENANCE
08.12.2023

—

DIRECTEUR DE THÈSE
MODOLO Ronan

—

LABORATOIRE
LATMOS et LESIA

—

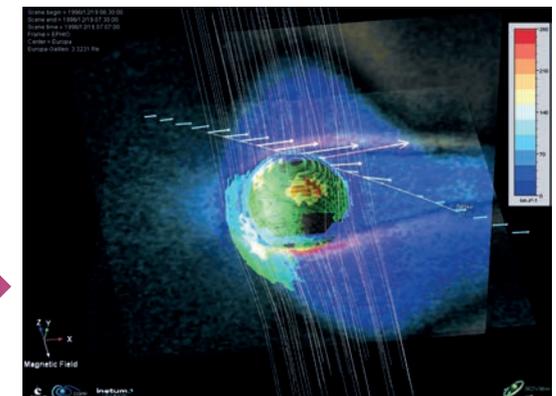
COFINANCEUR
DIM-ACAV+
Région Îl-de-France

—

RÉFÉRENT
AMSIF Kader

Europe, l'un des quatre satellites galiléens de Jupiter, constitue l'un des objectifs de la mission JUICE (JUper ICy moons Explorer) de l'ESA. En préparation des futures observations, un effort de modélisation a été entrepris pour caractériser le système magnétosphère de Jupiter-Europe. Pour caractériser l'interaction entre le plasma jovien, le champ magnétique et l'atmosphère d'Europe, le modèle LatHyS (LATMOS Hybrid Simulation) a été utilisé. De multiples simulations avec diverses conditions neutres et ionosphériques ont été comparées avec des observations de Galileo afin d'étudier la réponse du système à ces conditions. Afin d'avoir une description réaliste de l'environnement neutre et ionisé d'Europe, un couplage entre les modèles EGM avec LatHyS a été réalisé.

Figure 3D de l'interaction d'Europe avec le plasma jovien, réalisé avec le logiciel 3Dview. Les lignes de champ magnétiques sont représentées en ligne blanches et la densité des ions joviens O⁺ est indiquée à l'aide de trois iso-surfaces s'appuyant sur les contours n(O⁺) = 50 cm⁻³ (vert), 100 cm⁻³ (jaune), 120 cm⁻³ (rouge). La vitesse d'ensemble du plasma est également indiquée dans les plans de coupe XY et XZ. Les vecteurs présentent la vitesse d'ensemble du plasma le long de la trajectoire Galileo.

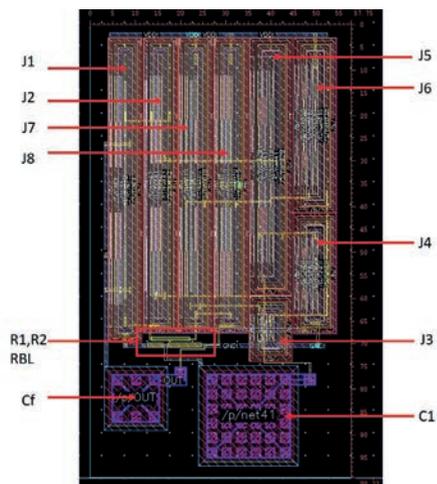


Développement d'une électronique de proximité d'un détecteur de particules énergétiques à faible seuil en énergie pour l'étude des environnements plasmas planétaires (Mars et au-delà)

BERTHOME Erwan

Cette thèse traite des mesures in situ de particules chargées pour l'étude des environnements plasmas en héliophysique, planétologie et météorologie spatiale. Il aborde les défis liés à la détection des plasmas spatiaux à haute énergie et décrit l'architecture de la chaîne de détection, notamment le choix du détecteur et de l'électronique de proximité analogique discrète pour le spatial.

Les résultats des tests avec injection et sources radioactives mettent en évidence certaines limitations, notamment les effets des capacités parasites, justifiant le développement d'une électronique de proximité ASIC. L'étude présente un modèle de transistor JFET et une nouvelle architecture électronique, dont les performances surpassent celles des solutions discrètes. Cette avancée ouvre des perspectives prometteuses pour l'intégration de cette technologie dans de futurs instruments spatiaux.



Layout ASIC du préamplificateur de charge développé.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 173 - Sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace (SDU2E)

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2020 - 30.09.2024

DATE DE SOUTENANCE
30.09.2024

DIRECTEUR DE THÈSE
DEVOTO Pierre

LABORATOIRE
IRAP

COFINANCEUR
STEEL Electronique

RÉFÉRENT
AMSIF Kader

Étude des performances scientifiques et instrumentales du spectrographe à champ intégral (X-IFU) de la mission Athena

CASTELLANI Florent

ÉCOLE DOCTORALE

ED 173 - Sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace (SDU2E)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

05.10.2020 - 04.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

17.11.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

PAJOT François

LABORATOIRE

Institut de Recherches en Astrophysique et Planétologie

COFINANCEUR

Airbus Defence and Space

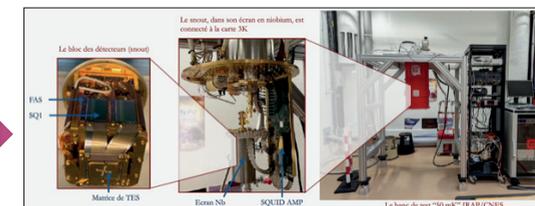
RÉFÉRENT

LAUDET Philippe

L'Univers chaud et énergétique est au coeur des thématiques de l'astronomie en rayons X. Le X-ray Integral Field Unit (X-IFU) de la mission Athena de l'agence spatiale européenne, donnera accès à la spectroscopie à haute-résolution en rayons X résolue spatialement dans la bande d'énergie 0.2 - 12 keV. J'étudie tout d'abord la faisabilité d'un cas scientifique de la mission : la caractérisation physique des groupes de galaxies distants à partir d'observations simulées numériquement, afin de reconstruire leurs profils thermodynamiques tridimensionnels. Je présente ensuite ma participation au développement d'un banc de test cryogénique à 50 mK développé à l'IRAP afin d'opérer des détecteurs de type micro-calorimètre à thermomètre supraconducteur (TES) dans le but d'effectuer une démonstration de la chaîne de lecture du X-IFU. Enfin j'expose ma contribution à la validation fonctionnelle d'un module d'adressage des pixels du X-IFU.

Banc de test 50 mK IRAP/CNES.

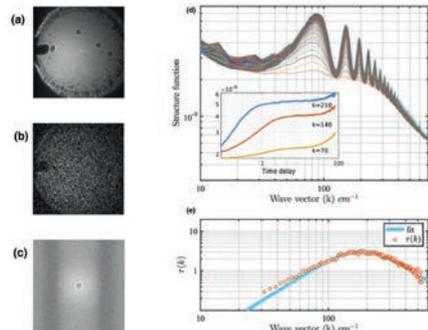
De gauche à droite : bloc détecteur NASA-NIST comprenant une matrice 32x32 microcalorimètres à thermomètre supraconducteur (TES), l'amplification front-end à SQUID (SQ1) et le circuit d'adressage (Flux Activated Switch FAS) ; vue intérieure avec écran supraconducteur en Niobium autour du bloc détecteur à 50 mK et étage de préamplification refroidi à 3K (SQUID AMP) ; banc dans le hall blanc de l'IRAP.



Calcul et analyse en temps réel des fluctuations hors équilibre dans les fluides complexes : une nouvelle approche exploitant les processeurs graphiques et l'intelligence artificielle

CHRAGA Adam

Cette thèse explore les fluctuations en non-équilibre (NEFs) dans les fluides, intensifiées par des gradients de variables thermodynamiques (concentration, température, pression) et analysées via des techniques optiques comme la shadowgraphie dynamique et la microscopie différentielle dynamique (DDM). Ces NEFs sont étroitement liées aux propriétés de transport du fluide, permettant une détermination simultanée des coefficients de transport régissant les processus physico-chimiques. La thèse propose une méthode innovante pour calculer la fonction de structure des NEFs en temps réel grâce aux GPU, surpassant les approches conventionnelles. Une fois cette fonction obtenue, l'analyse des coefficients de transport repose sur un modèle théorique adapté à chaque nombre d'onde. Comme le choix manuel du modèle est complexe et chronophage, une approche basée sur l'intelligence artificielle (IA) est développée pour sélectionner automatiquement l'équation d'ajustement optimale, améliorant ainsi la précision et l'efficacité du traitement des données.



ÉCOLE DOCTORALE
ED 211 - Sciences Exactes
et leurs Applications

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**
15.11.20 - 31.01.2024

DATE DE SOUTENANCE
31.01.2024

DIRECTEUR DE THÈSE
CROCCOLO Fabrizio

LABORATOIRE
LFCR

COFINANCEUR
ESA MAP TECHNES

RÉFÉRENT
Thierry BRET-DIBAT

Measurement of nonequilibrium concentration fluctuations in a free-diffusion experiment. a) Sample image. b) Difference of two images. c) 2D structure function. d) Angular average of 2D structure functions. e) -inset Structure function as a function of the time delay. e) Time decay obtained by fitting the structure functions with a single exponential decay. From Norouzisadeh et al. EPJE 2021.

Intérieurs des planètes géantes : de Juno à Plato

HOWARD Saburo

ÉCOLE DOCTORALE
ED 364 - Sciences
Fondamentales et Appliquées

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**
01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE
03.10.2023

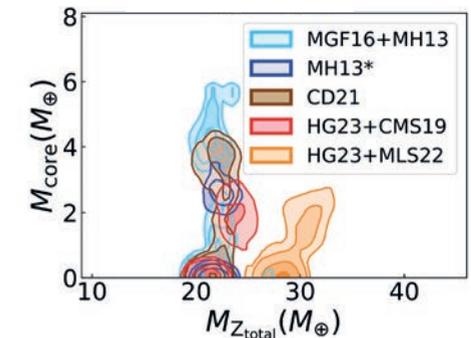
DIRECTEUR DE THÈSE
GUILLLOT Tristan

LABORATOIRE
LAGRANGE

COFINANCEUR
EDSFA

RÉFÉRENT
Francis ROCARD

Cette thèse explore l'intérieur de Jupiter afin de mieux comprendre sa formation et son évolution. Grâce aux données précises du champ gravitationnel fournies par la mission Juno, des modèles internes ont été développés en utilisant des calculs MCMC pour tester différentes configurations. Les résultats révèlent une enveloppe inhomogène et un intérieur plus chaud que prévu, avec des incertitudes liées aux interactions hydrogène-hélium dans l'équation d'état. Une table d'équation d'état a été conçue pour prendre en compte ces effets. Les modèles suggèrent un noyau dilué moins étendu, cohérent avec ceux de Saturne, mais n'expliquent pas l'abondance élevée d'éléments lourds dans l'atmosphère. Ces travaux sont essentiels pour l'étude des exoplanètes et l'interprétation des futures données de la mission Plato sur la formation des systèmes planétaires.



Contraintes sur la masse totale d'éléments lourds et la masse du noyau de Jupiter (en masses terrestres) d'après la mission Juno pour différentes équations d'état. D'après Howard et al. (A&A 2023).

Les instruments spatiaux ECLAIRs et GRM de SVOM : étalonnage en orbite et analyse spectrale des sursauts gamma

MAIOLO Aurélia

L'observatoire multi-longueurs d'onde SVOM étudie les sursauts gamma, issus de l'effondrement d'étoiles massives ou de la fusion d'objets compacts. Ce travail de thèse porte sur l'étalonnage des instruments ECLAIRs et GRM et l'analyse spectrale des sursauts gamma. Une banque d'événements du GRM a été développée avec GEANT4 pour tester des méthodes de modélisation du fond. La méthode usuelle d'ajustement temporel du fond est inefficace dans certains cas, comme lors d'un repointé du satellite. Un modèle physique à deux paramètres libres a été conçu pour corriger ces variations et améliorer la mesure du flux des sursauts gamma, avec une grande précision. L'étude de la nébuleuse et du pulsar du Crabe montre des résultats très précis, tandis que Cygnus X-1 présente un biais plus marqué. Ces résultats valident l'approche, sous réserve de confirmation post-lancement.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 166 - Information, Structures et Systèmes

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

27.10.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

PIRON Frédéric

LABORATOIRE

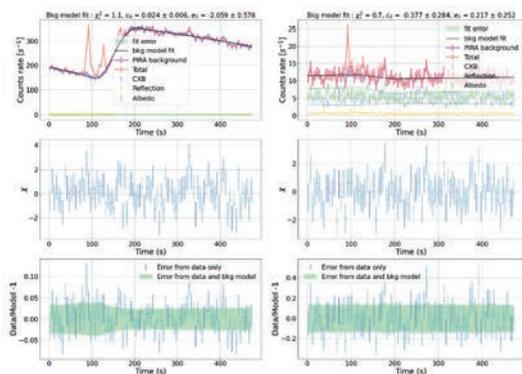
LUPM

COFINANCEUR

CNRS/IN2P3

RÉFÉRENT

LAUDET Philippe



Courbes de lumière et ajustement du fond avec le modèle physique pa-ramétrique d'une simulation d'un sursaut gamma très fluent pendant un repointé, vu avec ECLAIRs, dans les canaux d'énergie 6.8-9.3 keV (panneaux de gauche) et 130.3-146.2 keV (panneaux de droite).

Analyse en temps quasi réel des perturbations ionosphériques progressives pour les applications en science fondamentale, en risques naturels et en météorologie spatiale

MALETCKII Boris

ÉCOLE DOCTORALE

ED 560 - Sciences de la Terre, de l'Environnement et Physique de l'Univers

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.11.2023

DATE DE SOUTENANCE

01.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

ASTAFYEVA Elvira

LABORATOIRE

IPGP

COFINANCEUR

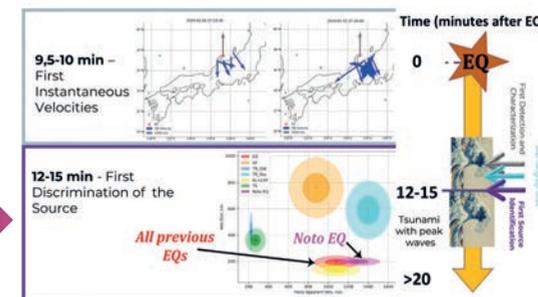
IPGP/UPC

RÉFÉRENT

Kader Amsif

L'ionosphère, région de la haute atmosphère terrestre (60-1000 km d'altitude), subit des perturbations appelées perturbations ionosphériques itinérantes (PII), causées par des phénomènes naturels et anthropiques (séismes, éruptions solaires, etc.). Cette thèse développe un détecteur automatique en temps quasi réel (TQR) des PII, capable d'analyser leurs caractéristiques et d'identifier leur origine. Pour ce faire, les données du contenu électronique total (TEC) issues des GNSS ont été exploitées. Deux nouvelles techniques compatibles TQR ont été mises au point : Une approche interférométrique pour estimer le vecteur vitesse horizontal apparent des PII, adaptée aux données GNSS à 1 et 30 secondes. Les hodocrones de temps quasi réel (HC-TQR), corrélant les PII avec leur source et estimant leur vitesse en quelques minutes après détection. Ces méthodes facilitent l'analyse des PII et leur lien avec des événements géophysiques et anthropiques, contribuant à l'évaluation des risques naturels et aux applications en météorologie de l'espace en temps quasi réel.

Application des techniques développées au cas du séisme survenu le 01/01/2024 à 07:10 UT au Japon («le séisme de Noto»). A 9.5-10 min après le séisme, notre méthode détecte des perturbations co-sismiques et estime leur vitesse et la direction de propagation. A 12-15 min après le séisme, notre algorithme détermine l'origine des perturbations détectées – elles sont d'origine sismique !



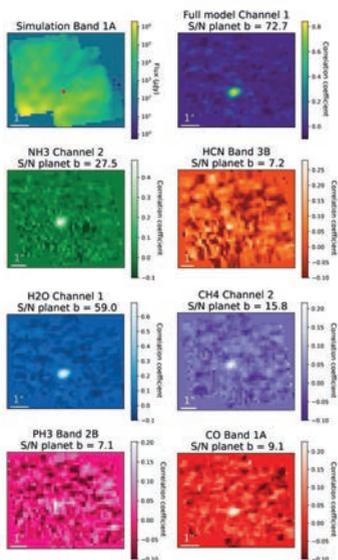
Caractérisation d'exoplanètes géantes en IR moyen avec l'instrument MIRI du JWST

MALIN Mathilde

L'instrument en IR moyen MIRI du James Webb Space Telescope (JWST) donne accès à une nouvelle fenêtre d'observation comparé au sol qui fournit un contraste favorable pour détecter l'émission des exoplanètes jeunes et géantes en imagerie directe et permet d'identifier des signatures de molécules.

Le premier objectif de la thèse consiste à explorer le potentiel du mode spectro-imageur pour la détection et la caractérisation de ces planètes en utilisant une méthode de corrélation avec des modèles d'atmosphères à partir de simulations afin de préparer les futures demandes de temps d'observation.

Le second objectif porte sur l'exploitation du mode coronographique des systèmes HR8799 et HD95086 qui permet de préciser certains paramètres de ces exoplanètes en lien avec les observations sols.



ÉCOLE DOCTORALE
ED 127 - Astronomie et Astrophysique d'Île-de-France

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE
22.03.2023

DIRECTEUR DE THÈSE
BOCCALETTI Anthony

LABORATOIRE
LESIA

COFINANCEUR
Sorbonne Université

RÉFÉRENT
MUSTIN Christian

Simulation d'une observation de l'exoplanète CJ 504b avec le spectro-imageur de MIRI obtenue par corrélation avec le modèle d'atmosphère EXOREM qui démontre la possibilité de détection des principales molécules présentes dans l'atmosphère H₂O, CH₄, NH₃, CO et potentiellement HCN et PH₃.

Recherche de chimie prébiotique et d'indices de vie sur les mondes océans par analyse in situ de matière organique

MOULAY Valentin

ÉCOLE DOCTORALE
ED 127 - Astronomie et Astrophysique d'Île-de-France

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.20 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE
23.10.2023

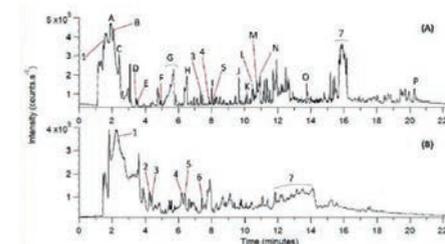
DIRECTEUR DE THÈSE
SZOPA Cyril

LABORATOIRE
LATMOS

COFINANCEUR
Région Ile de France - Domaine d'Intérêt Majeur Astrophysique et Conditions d'Apparition de la Vie (ACAV+)

RÉFÉRENT
Christian MUSTIN

La mise en évidence récente d'océans sous la surface de certains satellites glacés de Jupiter et de Saturne en font des objets d'intérêt pour l'exobiologie. C'est pourquoi des missions spatiales sont aujourd'hui dédiées à la recherche de traces de chimie prébiotique ou de vie à leur surface, ce qui nécessitera l'utilisation d'analyseurs chimiques adaptés. L'objectif de ce travail de thèse est de préparer la future analyse chimique in situ de ces lunes glacées par l'optimisation d'un analyseur basé sur la chromatographie en phase gazeuse, et des méthodes de préparation d'échantillon associées, afin de détecter des molécules organiques et biosignatures avec les contraintes analytiques qu'imposent l'exploration spatiale. Ce travail s'est appuyé sur l'étude d'échantillon analogues synthétiques (tholins pour Titan) mais aussi naturels (lac hypersalin pour Europe et Encelade).



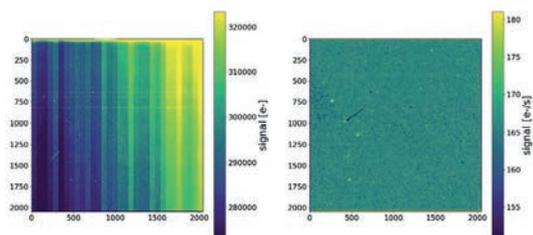
Analyse d'analogue d'aérosols de Titan avec les 2 colonnes chromatographiques sélectionnées pour l'instrument DraMS de la mission Dragonfly ((c)JPL/NASA)

Caractérisation d'un détecteur NIR et simulation des performances de la caméra CAGIRE pour le suivi des sursauts gamma détectés par la mission SVOM

NOUVEL DE LA FLECHE
Alix

Pour la mission d'astronomie spatiale SVOM, j'ai contribué à la caractérisation d'une caméra infrarouge destinée à suivre l'émission rémanente des sursauts gamma depuis le sol. Cette caméra CAGIRE utilise un capteur ALFA développé par la société Lynred et le CEA LETI.

J'ai modélisé le fonctionnement du détecteur et montré que ses principales caractéristiques étaient bien adaptées aux besoins de CAGIRE. Des analyses théoriques et la compréhension du fonctionnement du détecteur m'ont conduit à développer un pipeline de traitement des images de CAGIRE à la fois robuste, rapide, et adapté à son utilisation astrophysique. Ce pipeline, qui permet de corriger les non-linéarités du détecteur, le bruit de mode commun, l'impact des rayons cosmiques et le signal de persistance des acquisitions précédentes a fait l'objet d'un article paru dans Experimental Astrophysics. Grâce à cette thèse, nous sommes confiants quant aux performances du détecteur ALFA pour CAGIRE.



Simulated sky image before and after the preprocessing. This illustrates the ability of the preprocessing to get rid of detector features and defects.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 173 - Sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace (SDU2E)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2020 - 30.09.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
05.10.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
ATTEIA Jean-Luc
-
LABORATOIRE
IRAP
-
COFINANCEUR
Université Paul Sabatier
-
RÉFÉRENT
GEOFFRAY Hervé

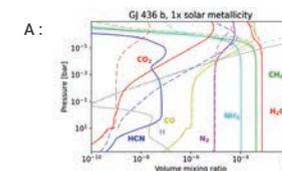
Détermination de sections efficaces à hautes températures et modélisation représentative des exoplanètes chaudes ciblées par ARIEL

POVEDA Mathilde

ÉCOLE DOCTORALE
ED 531 Sciences, ingénierie et environnement (SIE)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
02.12.2019 - 01.12.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
05.12.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
BENILAN Yves
-
LABORATOIRE
LISA
-
COFINANCEUR
CEA
-
RÉFÉRENT
MUSTIN Christian

Depuis la découverte de la première exoplanète en 1995, de nombreuses planètes extrasolaires de la taille de Jupiter et proches de leur étoile hôte ont été identifiées. Ces «Jupiters chauds», avec des températures atteignant 2000 K, nécessitent une meilleure compréhension de leurs caractéristiques atmosphériques pour étudier leur formation et évolution. L'objectif de cette thèse était de développer une plateforme de spectroscopie VUV pour mesurer des sections efficaces d'absorption à haute température (jusqu'à 1200 K). Après avoir optimisé les conditions expérimentales, des mesures ont été réalisées pour CO et C₂H₂, ainsi que les premiers spectres d'absorption de CO entre 300 et 800 K. Ces données, combinées à celles du synchrotron SOLEIL, ont permis d'étudier les variations d'intensité des bandes et d'améliorer le modèle cinétique 1D ATMO pour estimer leur impact sur la composition chimique de l'exoplanète GJ 436b. Cette plateforme permet désormais d'étudier d'autres molécules d'intérêt pour la chimie prébiotique, comme NH₃ ou HCN.

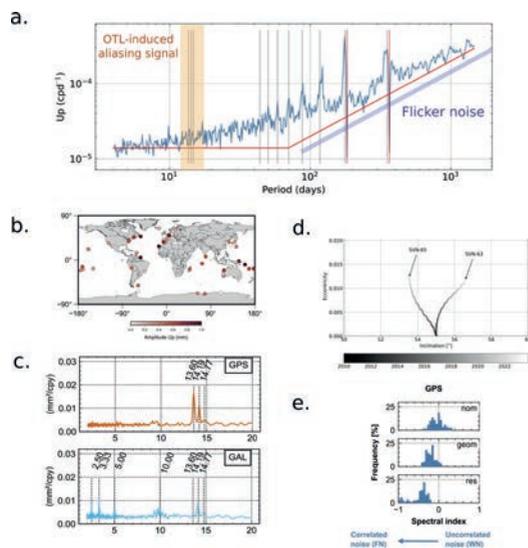
A : Composition chimique du Neptune Chaud GJ436b calculée avec les sections efficaces mesurées à hautes températures (traits pleins) comparé au schéma chimique précédent (tirets). Les profils d'abondances verticaux de chaque molécule sont représentés par différentes couleurs. B : plateforme spectroscopique VUV à haute température ; Le monochromateur est à gauche et le four avec cellule en quartz à droite.



Analyse des sources d'erreurs systématiques dans le positionnement précis par GNSS : apport de la constellation Galileo

AIT LAKBIR
Hanane

Les systèmes GNSS sont utilisés en géophysique pour mesurer la déformation terrestre avec une grande précision. Cependant, des erreurs systématiques dans les données GNSS, comme le bruit flicker et l'aliasing dû aux surcharges de marées océaniques (OTL), affectent l'interprétation des mouvements des stations. Cette étude compare différentes constellations GNSS, notamment Galileo, et identifie que le bruit flicker est spécifique au GPS, lié à la dynamique orbitale des satellites et à la géométrie des observations. Une nouvelle méthode multi-GNSS est proposée pour estimer les erreurs OTL, valider le modèle FES2014 et étudier l'aliasing chez GPS et Galileo.



ÉCOLE DOCTORALE
ED 173 - Sciences de l'univers,
de l'environnement et de
l'espace (SDU2E)
-
DEBUT / FIN
DE CONTRATS
12.10.2020 - 11.10.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
16.11.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
PEROSANZ Félix
-
LABORATOIRE
GET
-
COFINANCEUR
Région Occitanie
-
RÉFÉRENT
PEROSANZ Félix

Effets des radiations spatiales sur le courant d'obscurité des capteurs d'images CMOS avancés

ANTONSANTI Aubin

ÉCOLE DOCTORALE

ED 323 Génie Electrique,
Electronique et
Télécommunications

DEBUT / FIN
DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2024

DATE DE SOUTENANCE

31.03.2025

DIRECTEUR DE THÈSE

GOIFFON Vincent

LABORATOIRE

ISAE-SUPAERO

COFINANCEUR

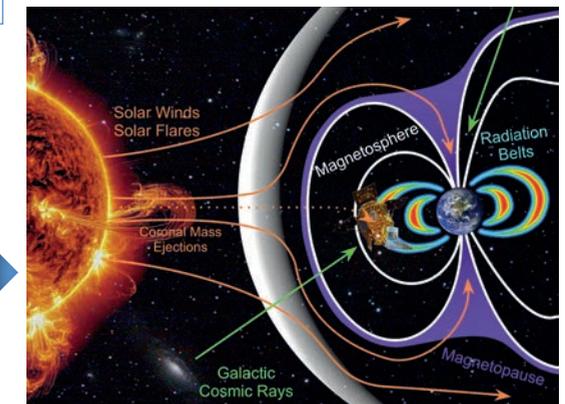
ISAE-SUPAERO

RÉFÉRENT

VIRMONTOIS Cédric

L'imagerie est essentielle aux missions spatiales pour l'observation de la Terre, l'exploration planétaire ou l'astronomie. Les capteurs CMOS s'imposent aujourd'hui grâce à leur faible consommation et leur intégration facilitée tout en bénéficiant de fortes avancées technologiques issues de l'effort visant à réduire la taille des pixels. Le rayonnement spatial reste toutefois un défi majeur : les doses ionisantes et non ionisantes dégradent leur fonctionnement. Dans le but de développer des capteurs toujours plus performants pour l'imagerie spatiale, cette thèse étudie les mécanismes de dégradation dans des capteurs CMOS avancés, en exploitant leur petite taille de pixel et leur architecture innovante.

Vue d'artiste des différentes sources de radiations spatiales (soleil, rayonnement cosmique et ceinture de radiations) perturbant le bon fonctionnement des satellites et de leurs systèmes d'imagerie. Les objets et distances ne sont pas à l'échelle. Modèle de Sentinelle-5 Par SkywalkerPL – Travail personnel. CC-BY-3.0.



Conception et validation d'un micro-capteur pour la mesure de poussée de propulseurs électriques de satellites

ASTRUC Séverin

Cette thèse présente le développement d'un micro-capteur innovant pour mesurer la poussée des propulseurs électriques de satellites, alternative aux balances de poussée traditionnelles. L'étude théorique identifie d'abord les phénomènes limitant la mesure dans le jet de plasma. Une première sonde basée sur une microcellule accélérométrique est ensuite testée avec des sources de gaz et de plasma. Les tests démontrent une résolution de 0.01 $\mu\text{N}\cdot\text{cm}^{-2}$ avec du gaz neutre, mais des limitations persistent avec le plasma. Une nouvelle architecture de cellule est conçue spécifiquement pour la mesure de poussée. Sa conception brevetée permet notamment de réduire la sensibilité aux vibrations et éviter les biais identifiés. Cette solution compacte et flexible pourrait standardiser la qualification des propulseurs électriques.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 572 - Ondes et Matières

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

13.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

ELIAS Paul-Quentin

LABORATOIRE

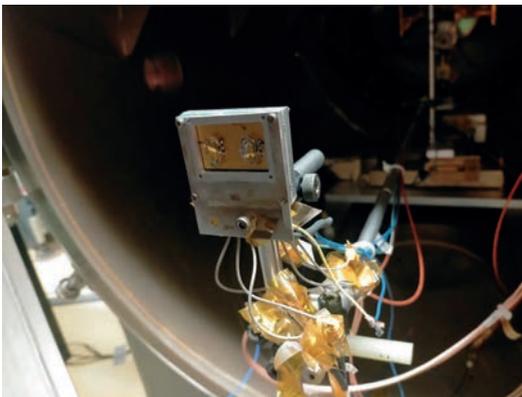
ONERA/DPHT

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

WELLER Ulysse



Capteur de poussée incluant deux microcellules accélérométriques à quartz utilisées pour l'étude des phénomènes limitants la mesure de poussée.

Effets des radiations spatiales sur les photo-détecteurs infrarouges InGaAs

BENFANTE Marco

ÉCOLE DOCTORALE

ED 323 - Génie Electrique, Electronique et Télécommunications (GEET)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

16.10.2024

LABORATOIRE

III-V Lab

DIRECTEUR DE THÈSE

GOIFFON Vincent

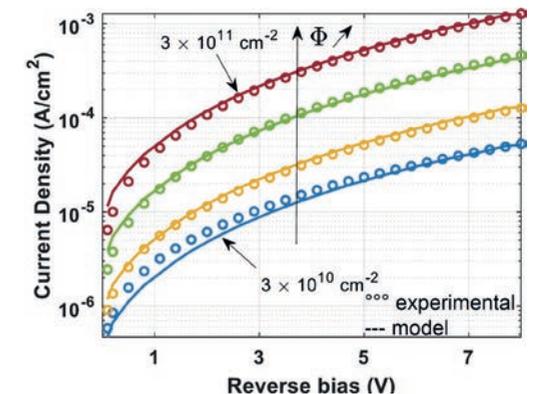
COFINANCEUR

TAS

RÉFÉRENT

DURNEZ Clémentine

Les détecteurs infrarouges InGaAs couvrent plusieurs domaines d'applications tels que l'observation de la Terre, la planétologie et les télécommunications optiques. Ces détecteurs sont aujourd'hui couplés à des circuits de lecture CMOS. L'objectif est d'étudier les mécanismes de dégradation de tels détecteurs lorsqu'ils sont exposés à l'environnement de rayonnement spatial. Cette thèse se focalise sur la dégradation du courant d'obscurité induite par les radiations.

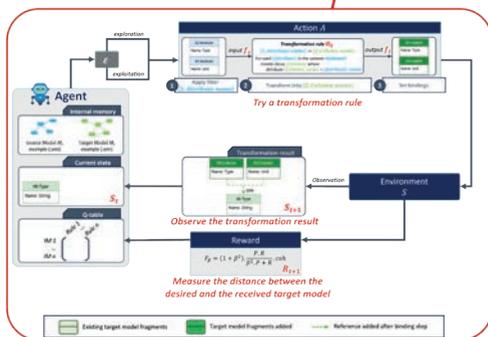
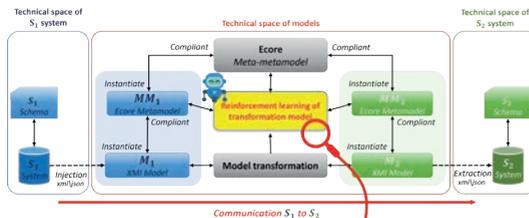


Validation du modèle de courant d'obscurité en fonction de la tension de polarisation à différents niveaux d'irradiation.

La continuité numérique basée sur l'apprentissage de modèles de transformation : Une approche d'interopérabilité dirigée par les modèles

BRILHAULT Quentin

Cette thèse s'inscrit dans la transformation numérique de l'industrie, visant à permettre une interopérabilité dynamique et durable entre systèmes distribués pour répondre à des tâches complexes (planification, détection d'anomalies, réduction de l'empreinte écologique). Elle s'appuie sur l'Architecture Dirigée par les Modèles (ADM) et les transformations de modèles, en utilisant des techniques d'apprentissage automatique pour automatiser l'apprentissage des règles de transformation entre métamodèles.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 432 - Sciences des Métiers de l'Ingénieur (SMI)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

06.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

ROUCOULES Lionel

LABORATOIRE

CNES / LISPEN

COFINANCEUR

Thales Alenia Space

RÉFÉRENT

PERREL Françoise

L'interopérabilité des systèmes est essentielle pour assurer la continuité numérique et favoriser l'Industrie 4.0. Un mécanisme de connexion plug and play, générique, automatique et évolutif permet d'intégrer les systèmes avec un minimum d'efforts. L'apprentissage par renforcement, notamment l'apprentissage Q, facilite l'inférence des relations entre métamodèles, garantissant une interopérabilité flexible et efficace.

Source d'Atomes Ultra-Froids pour les Capteurs Quantiques Embarqués : Conception et Mise en Oeuvre d'une Puce Magnétique à Réseau

CALVIAC Romain

ÉCOLE DOCTORALE

ED 482 - Sciences de la matière (SDM)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

15.10.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

GAUGUET Alexandre

LABORATOIRE

LCAR

COFINANCEUR

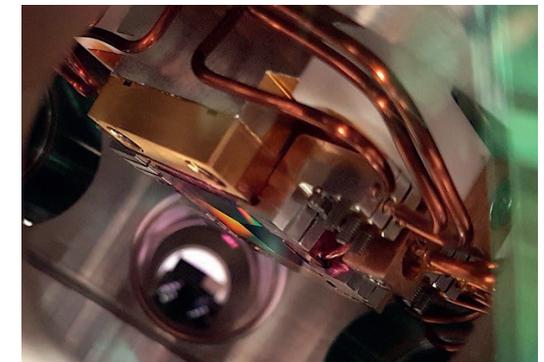
Région Occitanie

RÉFÉRENT

Lévêque Thomas

La thèse a porté sur la réalisation d'une nouvelle source compacte et robuste d'atomes ultra-froids de 87Rb sur puce. Cette source associe un réseau de diffraction pour le refroidissement laser à une puce magnétique optimisée pour le refroidissement par évaporation forcée. Grâce à cette architecture, nous avons obtenu un condensat de Bose-Einstein, établissant ainsi la première preuve de concept d'une source d'atomes ultra-froids exploitant une puce magnétique à réseau. Ce travail ouvre des perspectives prometteuses pour l'amélioration de cette technologie, en vue d'une production efficace d'atomes ultra-froids. À terme, cette avancée pourrait offrir une solution compétitive pour l'intégration dans des capteurs quantiques embarqués de nouvelle génération, répondant aux exigences des applications en géophysique, navigation et physique fondamentale.

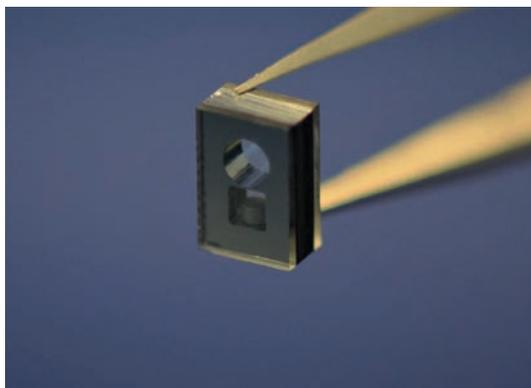
Photographie de la puce magnétique à réseau fabriquée dans l'enceinte à vide. On peut voir en rouge, à la surface du réseau, le nuage d'atomes de rubidium 87 capturés dans le piège magnéto-optique.



Horloge atomique microonde à technologie de micro-cellule améliorée et régime d'interrogation impulsif

CARLE Clément

Cette thèse a visé à proposer des solutions scientifiques et technologiques innovantes pour la démonstration d'une micro-horloge atomique CPT à la stabilité de fréquence long-terme améliorée. Un premier axe d'étude a concerné la mise en place de protocoles d'interrogation impulsif avancés, menant à une réduction de la sensibilité de la fréquence d'horloge aux variations du champ laser par plus de deux ordres de grandeur. Un second axe de recherche a porté sur le développement d'une nouvelle technologie de microcellule à vapeur de césium reposant sur l'exploitation de vannes ouvrantes et fermantes micro-fabriquées, combinées à l'utilisation de substrats de verre à faible perméation. Les résultats complémentaires de ces deux axes de recherche ont été valorisés par la démonstration d'une horloge à microcellule Cs-Ne avec une stabilité relative de fréquence de 7×10^{-11} à 1 s et 1.4×10^{-12} à 10^5 s.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 37 - Sciences Physiques
pour l'Ingénieur et
Microtechniques (SPIM)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

05.10.2020 - 04.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

24.11.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Rodolphe BOUDOT

LABORATOIRE

FEMTO-ST

COFINANCEUR

AID

RÉFÉRENT

François-Xavier Esnault

Horloge atomique microonde à technologie de microcellule améliorée et régime d'interrogation impulsif.

Antennes reconfigurables en diagramme de rayonnement en utilisant l'intégration de matériaux à changement de phase (PCM)

CARRIZALES JUAREZ Ricardo

ÉCOLE DOCTORALE

ED 653 - Sciences et
Ingénierie (SI),
Université de Limoges

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

10.01.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

CRUNTEANU-STANESCU
Aurelian

LABORATOIRE

XLIM UMR 7252 CNRS/
Université de Limoges

COFINANCEUR

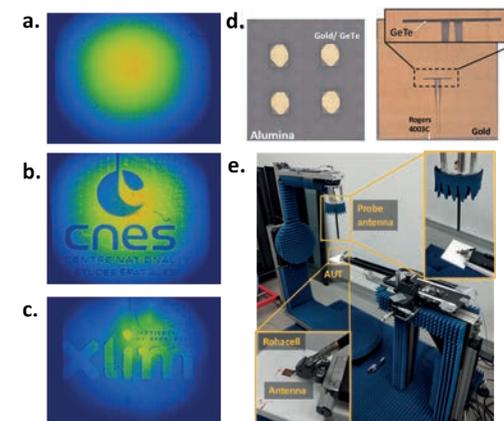
Bourse ministère

RÉFÉRENT

DAQUIN Priscillia

Ce travail porte sur l'étude, la caractérisation et activation optique de couches minces de matériaux à changement de phase (PCM) pour leur intégration dans des dispositifs reconfigurables haute fréquence, notamment des systèmes antennaires. Le principe de reconfiguration est obtenu en exploitant le contraste élevé de résistivité des PCMs entre son état amorphe (forte résistivité) et son état cristallin (faible résistivité). Ce changement d'état est non volatil et réversible et est obtenu par une courte impulsion laser. Les propriétés électromagnétiques du PCM ont également été caractérisées dans la bande des fréquences d'ondes millimétriques (environ 30 GHz) et utilisées pour la conception et la simulation précise d'un réseau d'antennes multi-reconfigurables (en état de polarisation et en fréquence de fonctionnement) fonctionnant à des fréquences autour de 30 GHz.

Thermal IR images of the a) amorphous GeTe layer b) its optical transformation to crystalline state by "writing" the CNES logo and c) "erasing" the CNES logo and re-writing the XLIM logo; d) fabricated polarization and frequency reconfigurable antennas array integrating GeTe with the excitation slot at backside of the device and e) the 3D scanner developed for recording the radiation pattern.



Téledétection des inondations pluviales à l'aide d'imagerie satellite et d'apprentissage statistique pour l'évaluation de modèles de susceptibilité au ruissellement intense pluvial

CERBELAUD Arnaud

Les inondations pluviales, causées par des épisodes souvent intenses et de courte durée, sont caractérisées par un ruissellement rapide en dehors des cours d'eau et représentent près de la moitié des sinistres liés aux inondations. Cette thèse a exploité l'imagerie multispectrale pour détecter les impacts au sol après des événements de ruissellement extrêmes. Un premier classificateur (SPCD) a permis une détection $\geq 70\%$ à l'aide d'images Sentinel-2. Les résultats ont été comparés à des cartes de susceptibilité issues du modèle IRIP©, confirmant sa pertinence. Une version améliorée IRIP+© a ensuite été proposée. Une seconde méthode, FuSVIPR, a raffiné SPCD en ajoutant des images à très haute résolution (Pléiades, aéroporté) pour renforcer la détection ($\geq 75\%$, $\leq 2\%$ de faux positifs). Validée avec succès sur un site externe en Afrique du Sud, FuSVIPR a aussi servi à tester IRIP+ et à guider la désagrégation de précipitations via un simulateur stochastique.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 173 - Sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace (SDU2E)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

13.06.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

BRIOTTET Xavier

LABORATOIRE

ONERA/INRAE

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENTS

Gwendoline BLANCHET /
Raquel RODRIGUEZ SUQUET

Résultats de détection des inondations pluviales par la méthode FuSVIPR sur tous les événements étudiés, avec un algorithme et une base d'apprentissage uniques (Aude 1 pour Random Forest, Alpes-Maritimes pour U-net) et basé sur 5 prédicteurs : (RGB)VHR, (Δ NDVI) S-2 et (Δ NDWI)S-2. Lignes bleues : vérités terrain ; pixels rouges : inondations pluviales détectées.

Modélisation de l'Environnement Radiatif Atmosphérique et Mise en Œuvre de Mesures Expérimentales pour sa Validation

CINTAS Hugo

ÉCOLE DOCTORALE

ED 166 - Information, Structures et Systèmes (I2S)

DEBUT / FIN

01.10.2020 - 31.11.2023

DATE DE SOUTENANCE

02/05/2024

DIRECTEUR DE THÈSE

WROBEL Frédéric

LABORATOIRE

Institut d'Électronique du Sud (IES)

COFINANCEUR

TRAD

RÉFÉRENT

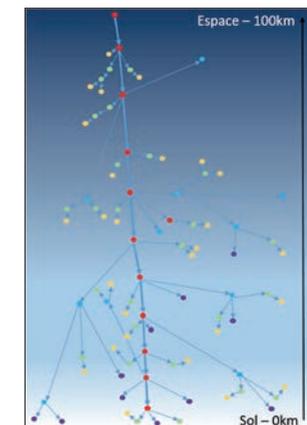
BEZERRA Françoise

Avec l'essor des systèmes intelligents et leur densification grâce à la miniaturisation des composants électroniques, la fiabilité face à l'environnement radiatif atmosphérique devient cruciale. Ce dernier, composé de diverses particules (neutrons, protons, muons, etc.), résulte du phénomène d'Extensive Air Shower (EAS).

Cette thèse vise à modéliser cet environnement et à réaliser des mesures in situ. À l'aide du toolkit Monte Carlo Geant4 et du framework Django, le modèle RAMSEES (Radiation Atmospheric Model for Single Event Effects Simulation) a été développé pour fournir les flux de particules à différentes altitudes. Il a ensuite été amélioré en intégrant l'impact du sol et l'angle des particules primaires.

Pour valider RAMSEES, des instruments embarqués sur ballons stratosphériques (BRAD et PIX) ont collecté des données jusqu'à 40 km d'altitude. Ces données ont permis de comparer trois modèles d'environnement radiatif : MAIRE, EXPACS et RAMSEES.

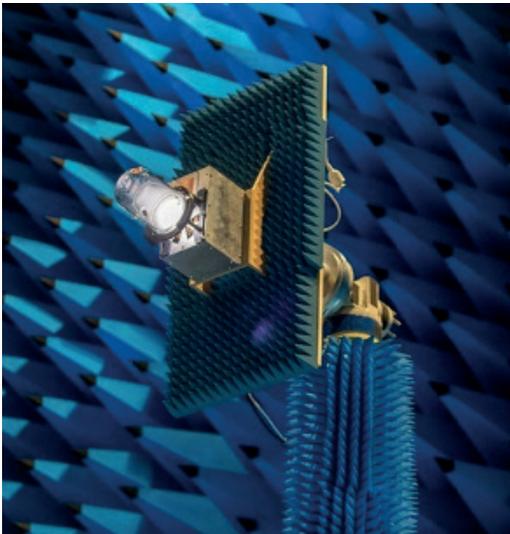
Illustration de la population de l'environnement radiatif atmosphérique terrestre via le phénomène de gerbe atmosphérique, une particule primaire venant de l'espace (rouge) crée des particules secondaires (vert, jaune, bleu, violet) en interagissant avec les molécules de l'atmosphère lors de son passage dans celle-ci. Certaines de ces particules secondaires génèrent, elles-aussi, de nouvelles particules secondaires enrichissant la gerbe atmosphérique.



Etude numérique et expérimentale de l'influence de la plume d'un propulseur électrique sur les antennes micro-ondes à bord d'un satellite miniature

DE MEJANES Naomi

Les nanosatellites connaissent un essor important en raison de leur polyvalence et de leur accessibilité. Parmi les technologies en développement, les propulseurs à effet Hall (HET) apparaissent comme des solutions prometteuses, à condition de réussir leur miniaturisation. Plusieurs entreprises travaillent activement à leur adaptation pour les nanosatellites. Toutefois, leur intégration pose un défi majeur : la compatibilité électromagnétique avec les systèmes de communication embarqués. Cette thèse se concentre sur cette problématique et propose des approches scientifiques pour garantir une cohabitation efficace entre propulsion et communication.



Prototype de plasma encapsulé simulant pour mesure au sol une plume de propulseur ionique.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 323 - Génie Electrique,
Electronique et
Télécommunications (GEET)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

08.10.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

PASCAL Olivier

LABORATOIRE

ISAE-SUPAERO DEOS /
LAPLACE

COFINANCEUR

ISAE-SUPAERO

RÉFÉRENT

LAQUERBE Vincent

Propagation multi-fidélité d'incertitude orbitale en présence d'accélération stochastiques

FOSSA Alberto

> Prix de la fondation ISAE-SUPAERO



ÉCOLE DOCTORALE

ED 309 - Systèmes (EDSYS)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS
01.12.2020 - 31.11.2023

DATE DE SOUTENANCE

14.02.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

ALAZARD Daniel

LABORATOIRE

ISAE

COFINANCEUR

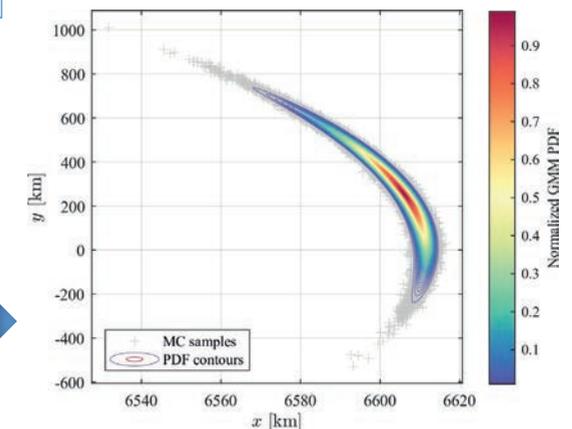
ISAE-Supaero

RÉFÉRENT

DELANDE Emmanuel

La propagation non linéaire d'incertitude est un défi clé en astrodynamique, avec des applications en surveillance spatiale et en gestion du trafic orbital. Cette thèse développe des méthodes efficaces basées sur l'algèbre différentielle (DA) et des approches multi-fidélité pour améliorer la précision et réduire le coût computationnel. La méthode LOADS ajuste dynamiquement la représentation de l'incertitude via des polynômes de Taylor et un mélange Gaussien adaptatif. Une stratégie multi-fidélité couple modèles à faible et haute précision pour optimiser la propagation. Enfin, ces techniques sont appliquées à la détermination d'orbite et validées sur des observations réelles, offrant une alternative performante aux simulations de Monte Carlo.

Propagation non linéaire des incertitudes pour un objet en orbite terrestre basse. Comparaison entre une simulation Monte Carlo (échantillons gris) et la méthode multi-fidélité proposée (lignes d'isoprobabilité).



Neural Network Quantization Methods for FPGA On-Board Processing of Satellite Images

GERNIGON Cédric

Cette thèse explore la quantification des réseaux neuronaux pour réduire leur charge computationnelle et permettre leur exécution à bord des applications spatiales, en particulier sur des accélérateurs FPGA. Une méthode d'optimisation pour une quantification mixte et uniforme des poids et activations est proposée, utilisant des largeurs de bits fractionnaires ajustées par descente de gradient. Une approche efficace de quantification en virgule flottante à faible précision est également présentée, adaptée d'une technique initialement conçue pour la quantification en nombres entiers/fixes. Enfin, l'étude analyse l'impact des connexions longues dans les modèles en U pour la segmentation sémantique, en mettant en évidence leur influence sur la précision et l'empreinte mémoire.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 601 - Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de la communication (MATISSE)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

18.12.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

SENTIEYS Olivier

LABORATOIRE

ICGM

COFINANCEUR

INRIA

RÉFÉRENT

COGGIOLA Clément

Étude de l'évolution de l'environnement radiatif spatial terrestre et de sa reconstruction

GINISTY François

ÉCOLE DOCTORALE

ED 166 - Information, Structures et Systèmes (I2S)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

12.10.2020 - 11.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

11.09.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

WROBEL Frédéric

LABORATOIRE

Institut d'Electronique et des Systèmes (IES)

COFINANCEUR

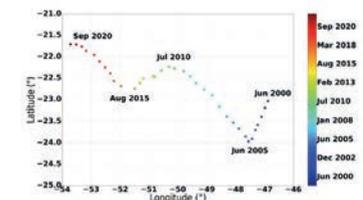
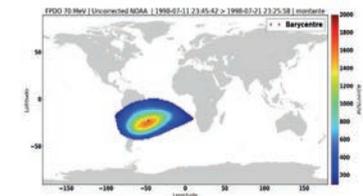
Région Occitanie

RÉFÉRENT

ECOFFET Robert

L'étude de l'environnement radiatif spatial terrestre est crucial pour la protection des satellites. Les scientifiques cherchent à modéliser cet environnement en utilisant des mesures de flux de particules (protons et électrons), principalement en orbite basse, pour extrapoler les conditions jusqu'à l'orbite géostationnaire. La première partie de la thèse compare des données de flux d'électrons entre différentes missions (CARMEN-2, CARMEN-3, CARMEN-4 et RBSP) et propose une méthode basée sur l'apprentissage supervisé pour estimer les flux en haute altitude à partir de mesures en orbite basse. Concernant les flux de protons, bien qu'aucune fonction de projection entre orbite basse et haute n'ait été établie, l'étude a permis d'encadrer ces flux statistiquement. Enfin, l'évolution de l'anomalie Sud-Atlantique (SAA) a été analysée sur plus de deux cycles solaires (1998-2022), révélant une anti-corrélation avec l'activité solaire et un déplacement progressif vers l'Ouest.

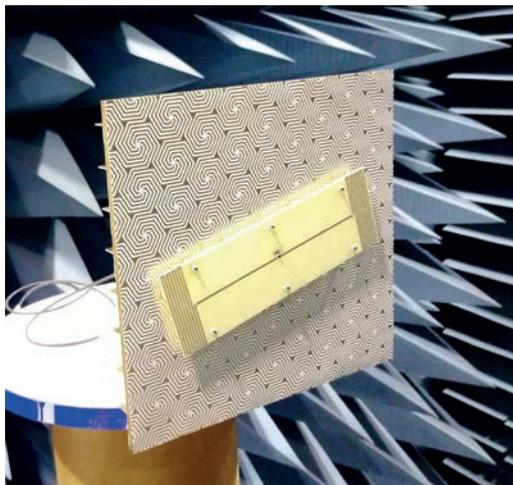
- pour la figure SAA-3 : Anomalie Sud-Atlantique en termes de flux de protons en janvier 2000 à partir des données de la mission NOAA-15.
- pour la figure Barycentre SAA : Evolution temporelle de la position du barycentre de la SAA évalué à partir des valeurs de flux de protons. On observe une dérive globale du barycentre vers l'Ouest : à peu près 7° en 24 ans. En termes de latitude, nous observons une oscillation au cours du temps et une dérive globale vers le Nord.



Métasurface et source reconfigurables bande étroite

HA Céline

Dans le domaine des antennes, les métamatériaux structurés ont été principalement utilisés comme surfaces magnétiques, surfaces filtrantes. Le principal inconvénient de ces matériaux est son comportement bande étroite. Des recherches récentes ont démontré qu'il était possible de modifier la réponse des métasurfaces en intégrant des composants RF reconfigurable en fréquence. La thèse s'inscrit dans la continuité de ces travaux avec un développement spécifique autour des métasurfaces massivement accordables. L'objectif est de développer une conception/optimisation conjointe entre la métasurface et l'excitateur de très faibles épaisseurs. Un démonstrateur final d'une métasurface reconfigurable de plusieurs centaines d'éléments actifs a été conçu, réalisé puis caractérisé. Il permet de valider la reconfiguration de l'antenne (par nature bande très étroite) sur une excursion en fréquence de plusieurs dizaines de pourcents.

**ÉCOLE DOCTORALE**

ED 220 Électronique,
électrotechnique,
automatique, traitement
du signal (EEATS)

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**

14.10.2019 - 15.01.2023

DATE DE SOUTENANCE

14.10.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

BORIES Serge

LABORATOIRE

CEA Léti

COFINANCEUR

CEA

RÉFÉRENT

DAQUIN Priscilla

Prototype d'antenne à faible profil à base de métasurface reconfigurable en fréquence.

Effets des radiations spatiales sur les détecteurs CMOS à avalanche

JOUNI Ali**ÉCOLE DOCTORALE**

323 - Génie Electrique,
Electronique et
Télécommunications

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

04.09.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

GOIFFON Vincent

LABORATOIRE

ST Microelectronics/ISAE

COFINANCEUR

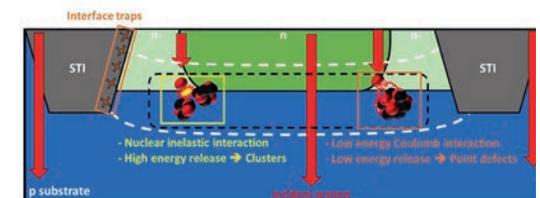
ST Microelectronics/ISAE

RÉFÉRENT

LALUCA Valérian

Cette thèse traite des effets des radiations spatiales sur les dispositifs SPAD (Single Photon Avalanche Diode). Ces photodiodes sont sensibles à de très faibles conditions de lumière, ce qui permet leur utilisation pour les applications de mesures de temps de vol (topographie d'objets célestes, rendez-vous spatiaux, ...). Or, l'espace est un environnement hostile en raison des radiations provenant du Soleil, des particules piégées dans la magnétosphère terrestre, et celles provenant de l'extérieur du système solaire. Expérimentalement, des pixels SPAD sont irradiés avec des protons, des rayons X et des rayons γ pour étudier la tenue aux radiations des SPADs: les caractéristiques des défauts d'interface entre les oxydes et le silicium, ainsi que les cascades de déplacements atomiques dans le silicium sont examinées, avec notamment la présence de comportement Random Telegraph Signal (RTS).

Illustration des effets des radiations sur un pixel SPAD (coupe 2-D) avec l'exemple de protons incidents : des états d'interface sont créés dans les oxydes isolant les pixels et des cascades de déplacements d'atomes sont générés dans le substrat silicium.



Développement d'un capteur en micro- et nano-technologies régénératif pour la détection et la mesure de traces de molécules

KELLER Marc

La détection des traces d'acides aminés en milieu spatial a toujours représenté un défi, en raison de la faible concentration de ces molécules et de la présence d'impuretés. De nos jours, les nanoparticules métalliques aux formes variées sont largement exploitées dans la fabrication de capteurs en raison de leurs propriétés fascinantes.

Cette thèse présente une méthode innovante pour créer un capteur à base de nanofleurs sur un résonateur QCM. L'adsorption d'acides aminés est ensuite réalisée par voie fluïdique, et la régénération de la surface du capteur est évaluée en testant la désorption provoquée de ces molécules.

La détection des molécules adsorbées est effectuée électrochimiquement, révélant les avantages et les limites de cette approche. Enfin, ce dispositif marque une première étape avant son intégration dans un système de laboratoire sur puce visant à abaisser les seuils de détection.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 182 - Physique et Chimie
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2020 - 30.09.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
22.12.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
MOUGIN Karine
-
LABORATOIRE
IS2M
-
COFINANCEUR
ST Microelectronics/ISAE
-
RÉFÉRENT
FAYE Delphine

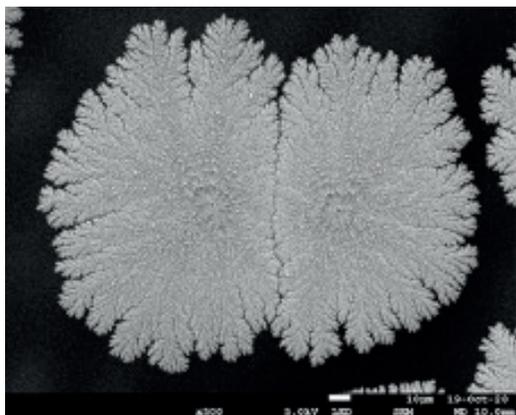


Image MEB des microstructures obtenues en forme de fleur après 3H de déposition (magnification X500).

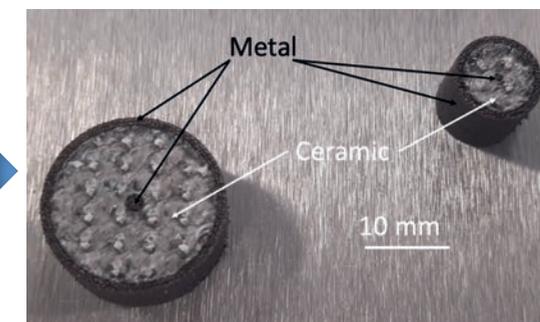
Fabrication additive de pièces multi-matériaux métal-céramique

LANOUE Fabien

ÉCOLE DOCTORALE
ED 482 - Sciences de la matière (SDM)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
05.10.2020 - 04.10.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
20.11.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
TAILHADES Philippe
-
LABORATOIRE
CIRIMAT
-
COFINANCEUR
Thales Alenia Space
-
RÉFÉRENT
KIRYUKHINA Kateryna

Le procédé de fabrication additive par fusion laser sur lit de poudre (L-PBF) permet de produire des pièces complexes, mais il est conçu pour des matériaux uniques. Cette thèse, réalisée en partenariat avec le CNES et Thales Alenia Space, vise à développer des pièces multimatériaux combinant métal et céramique. Un nouveau traitement d'activation chimique des poudres d'AlSi12 a été mis au point, réduisant la formation d'hydroxydes à la surface des grains et améliorant la densité et la cohérence mécanique des parties métalliques. L'optimisation des paramètres laser a permis d'obtenir des pièces céramiques densifiées à 94 % et des pièces métalliques à 84 %. Plusieurs démonstrateurs ont été fabriqués avec succès, notamment des structures coaxiales et des matériaux périodiques métal/céramique. Les premiers résultats en caractérisation hyperfréquence sont prometteurs pour les télécommunications spatiales.

Conducteurs coaxiaux céramique-métal fabriqués par fusion laser à partir d'une poudre AlSi12 unique, activée selon le procédé mis au point au cours du travail de thèse.



Optimisation des liens télécom sol-GEO haut débit à l'aide de stratégies optiques et numériques

LOGNONE Perrine

Avec l'essor des besoins numériques, les communications optiques par satellite offrent des débits très élevés, mais sont limitées par les perturbations atmosphériques dues à la turbulence, qui provoquent des fluctuations du signal. Ces perturbations entraînent des pertes de couplage du flux optique à bord du satellite, réduisant la fiabilité des transmissions. Cette thèse propose d'optimiser la précompensation par optique adaptative (OA) pour le lien montant, en tenant compte de la géométrie spécifique du pointage en avant. Quatre nouvelles méthodes exploitant les données des stations terrestres ont été développées pour réduire l'erreur de précompensation et améliorer le flux couplé. L'évaluation de ces méthodes repose sur un formalisme réciproque qui décrit précisément les erreurs de précompensation et leurs effets. Enfin, les performances des liaisons corrigées par ces méthodes ont été analysées, et un modèle statistique du canal précompensé par OA a été établi pour mieux caractériser ces transmissions.

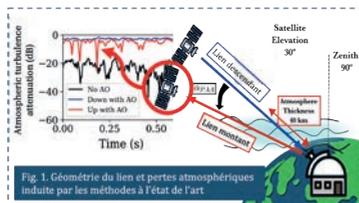
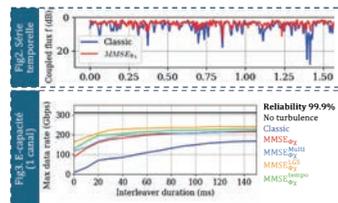


Fig. 1. Géométrie du lien et pertes atmosphériques induites par les méthodes à l'état de l'art.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 626 - Institut Polytechnique de Paris (IPP)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

13.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

REKAYA-BEN OTHMAN Ghaya

LABORATOIRE

ONERA/DOTA

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

BENAMMAR Bouhra

Géométrie du lien satellite, illustrations des pertes atmosphériques et des gains obtenus par compensation MMSE.

Réseaux à fentes connectées à bande large et à balayage large pour les applications SatCom

MAGGI Mattia

ÉCOLE DOCTORALE

ED 601 - Mathématiques et sciences et technologies de l'information et de la communication MathSTIC

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 31.12.2023

DATE DE SOUTENANCE

18.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

ETTORE Mauro

LABORATOIRE

IETR

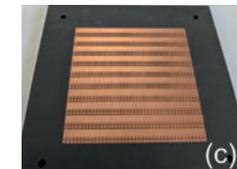
COFINANCEUR

AID

RÉFÉRENT

FRAGNIER Rémi CNES

Cette thèse porte sur la conception et la fabrication d'un prototype d'antenne à réseau phasé actif pour les communications par satellite (SatCom). Face à la demande croissante de systèmes à large bande et large scan, elle explore la technologie «Connected Slot» pour répondre aux exigences strictes : très large bande passante, faible ROS (< 3), bonne pureté de polarisation et couverture angulaire étendue (jusqu'à 60° en élévation). L'étude propose un réseau de 10x10 éléments intégrant des fentes rayonnantes, un plan de masse et des superstrats à couches diélectriques artificielles (ADLs) pour améliorer l'adaptation d'impédance et supprimer les ondes de surface. L'innovation vise à élargir la bande passante grâce à des ajustements sur le plan de rayonnement. Un prototype final est en cours de fabrication après des simulations et analyses approfondies.



Prototype en technologie PCB multicouches. (a) Empreinte des connecteurs d'alimentation. (b) Fentes rayonnantes. (c) Couches de diélectriques artificielles.

Développement d'un lidar à absorption différentielle intégrée basé sur un spectromètre à double peigne pour la surveillance des gaz à effet de serre

PATINO ROSAS William

Cette thèse explore l'utilisation de la spectroscopie à double (micro) peigne (DCS) pour améliorer les mesures par lidar IPDA dans la surveillance des gaz à effet de serre, notamment le CO₂. Contrairement aux lidars traditionnels, la DCS permet une émission simultanée et régulière de quelques longueurs d'onde, réduisant in fine les erreurs de mesure, par rapport aux lidars DIAL. L'étude aborde les défis techniques liés à l'implémentation de la DCS pour des cibles distantes et non-coopératives (≈ 1 km), en développant une architecture lidar adaptée, un modèle de performance et un traitement du signal optimisé. Un prototype sol fonctionnant à 1544 nm (H₂O) et 1572 nm (CO₂) a été conçu, atteignant des précisions de 3 % et 5 % respectivement, avec une cible étendue sur située à 700 m. Les résultats, en accord avec les mesures in situ, suggèrent des perspectives prometteuses pour des lidars de sondage atmosphériques plus robustes et flexibles.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 173 - Sciences de l'univers,
de l'environnement et de
l'espace (SDU2E)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

25.01.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

CEZARD Nicolas

LABORATOIRES

ONERA/DETA

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

HEBERT Philippe-Jean

Mesure Lidar avec le démonstrateur
COCLICO (Coherent Comb
Lidar for CO₂ sounding).

Interféromètre atomique à sources ultra-froides pour le test du principe d'équivalence faible depuis l'espace

PELLUET Célia

ÉCOLE DOCTORALE

ED 209 - Science et Physique
de l'Ingénieur (SPI)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

17.11.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

BATTELIER Baptiste

LABORATOIRE

LP2N

COFINANCEUR

ESA

RÉFÉRENT

LEVEQUE Thomas

Cette thèse explore l'utilisation des senseurs inertiels à onde de matière pour tester le principe d'équivalence faible, un postulat fondamental de la relativité générale remis en question par certaines théories quantiques de la gravité. Un test expérimental nécessitant un long temps de chute libre est envisagé dans le cadre du projet ICE, un prototype de laboratoire pour de futures missions spatiales. Les expériences sont menées à bord de l'avion Zéro-G et sur un simulateur de microgravité en laboratoire, permettant de mesurer l'accélération de deux espèces atomiques (rubidium 87 et potassium 39) par interférométrie atomique. La précision de ces mesures repose sur le refroidissement laser des atomes. Les premiers résultats montrent la production de nuages ultra-froids en microgravité et des avancées en interférométrie atomique, ouvrant la voie à un test de haute sensibilité du principe d'équivalence.

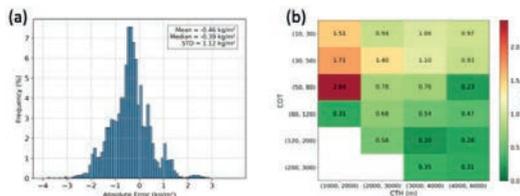
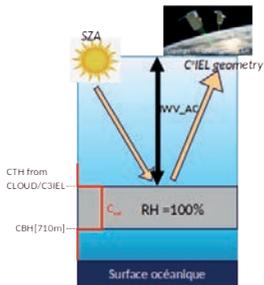
Test de l'universalité de la chute libre
avec des ondes de matière dans
l'espace. Deux atomes de masse
différentes dans le même champ
gravitationnel doivent « tomber »
avec la même accélération selon
le principe d'équivalence faible.



Téledétection du contenu en vapeur d'eau au-dessus et autour de nuages convectifs

PERONI Raphael

Les nuages et la vapeur d'eau jouent un rôle majeur dans l'atmosphère. Cette thèse a été effectuée dans le cadre de la mission spatiale C³IEL (Cluster for Cloud Evolution, Climate and Lightning), dont l'objectif est d'améliorer nos connaissances sur le développement des nuages convectifs en lien avec leurs environnements et l'activité électrique associée. L'objectif concernait la faisabilité de restituer le contenu intégré en vapeur d'eau au dessus des nuages en utilisant la méthode d'estimation optimale. L'algorithme d'inversion développé a été testé à partir de simulations de luminances synthétiques suivant l'hypothèse d'une atmosphère constituée de couches planes-parallèles homogènes. Les résultats obtenus sur des profils réalistes ont permis de montrer la faisabilité de cette restitution avec une précision inférieure à 1 kg/m² pour des nuages liquides optiquement dense.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 104 - Sciences de la Matière, du Rayonnement et de l'Environnement

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

21.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

CORNET Céline

LABORATOIRE

LOA

COFINANCEUR

Université de Lille

RÉFÉRENT

PIERANGELO Clémence

En haut : principe de restitution du contenu en vapeur d'eau au-dessus du nuage.

En bas : résultats obtenus sur les profils réalistes (ECMWF-IFS) en terme d'erreurs absolues (a) et de RMSE (b) suivant l'altitude du sommet du nuage (CTH) et son épaisseur optique (COT) - Peroni et al., AMT, 2025.

Modélisation 3D des conditions de déclenchement d'avalanche d'électrons (multipactor) dans les composants RF spatiaux

PEYSSON Quentin

ÉCOLE DOCTORALE

ED 323 - Génie Electrique, Electronique, Télécommunications et Santé (GEETS)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

24.11.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

SARRAILH Pierre

LABORATOIRE

ONERA/DPHY

COFINANCEUR

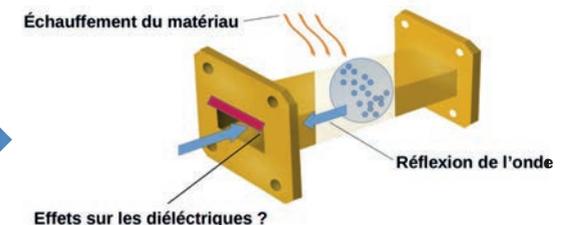
ONERA

RÉFÉRENT

Denis PAYAN

Cette thèse vise à développer un outil de simulation 3D du phénomène multipactor, intégrant les effets de charge d'espace en volume et la charge électrique des diélectriques. Un code 1D a d'abord été conçu pour étudier l'influence des paramètres numériques sur la dynamique électronique. Une fois cette base maîtrisée, la physique du multipactor a été explorée en profondeur. L'impact des diélectriques a été analysé en régime stationnaire, notamment en fonction du potentiel initial de surface. Un modèle simplifié de déclenchement de décharges a ensuite été élaboré pour évaluer les risques liés à l'émission de champ. Ces développements ont permis d'intégrer un module de simulation 3D dans le logiciel SPIS, testé sur des géométries simples, mais nécessitant encore des améliorations pour mieux modéliser les décharges.

Modélisation du multipactor et de ses effets sur les matériaux

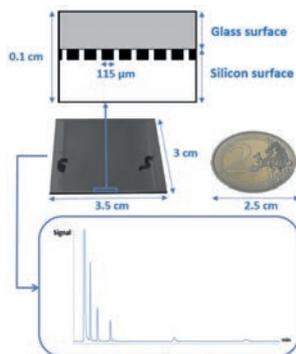


Principe de l'effet Multipactor dans les guides d'ondes.

Optimisation de la séparation et la détection de molécules organiques par chromatographie en phase gazeuse basée sur les technologies MEMS pour l'exploration in situ d'environnements planétaires et l'exobiologie

PHILIPPART Arnaud

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est utilisée pour l'exploration spatiale depuis 1975 car elle permet la détection et l'identification des molécules organiques. Cependant, pour explorer des environnements de plus en plus lointains et/ou réduire les consommations énergétiques, il s'avère nécessaire de miniaturiser les appareils embarqués. Les travaux de cette thèse s'inscrivent dans cet optique et ont eu pour but la fonctionnalisation chimique et le dépôt de phases stationnaires (PS) au sein de micro-colonnes en silicium fabriquées grâce aux technologies MEMS. Notamment, des films de polydiméthylsiloxane d'épaisseurs différentes (34 à 270 nm) ont été déposés avec succès et leur stabilité a été étudiée sur 8 mois. Deux micro-colonnes contenant des phases stationnaires similaires à celles présentes sur le rover Curiosity ont été préparées. Les performances se sont avérées suffisantes pour des applications simples telles que l'analyse d'hydrocarbures ou de molécules peu polaires.



Dimension d'une micro-colonne et analyse d'un mélange d'alcane sur une micro-colonne fonctionnalisée.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 508 - Ecole Doctorale Normande de Chimie

DEBUT / FIN

DE CONTRATS
15.11.2020 - 14.11.2023

DATE DE SOUTENANCE

12.01.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

CARDINAEEL Pascal

LABORATOIRE

SMS, UR3233

COFINANCEUR

Région Normandie

RÉFÉRENT

RIOLAND Guillaume

Méthode de correction a-posteriori de mesures d'antennes par ondelettes

QUENNELLE Alice

ÉCOLE DOCTORALE

ED 323 - Génie Electrique, Electronique, Télécommunications et Santé (GEETS)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS
01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

11.04.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

CHABORY Alexandre

LABORATOIRES

ENAC - EL/E

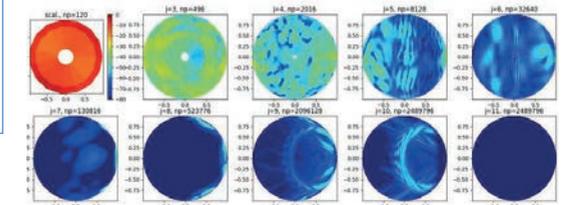
COFINANCEUR

DGA

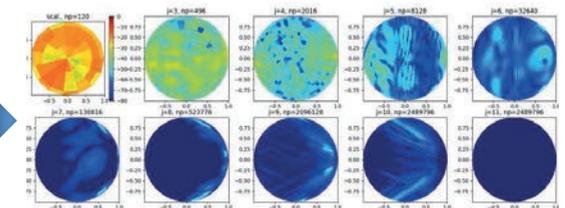
RÉFÉRENT

CONTRERES Romain

En antennes, les phases de conception et de prototypage sont suivies par une phase de mesures qui doit permettre d'évaluer avec fiabilité les performances atteintes par rapport aux spécifications attendues. Ces mesures sont effectuées sur des bancs ou des salles dédiées. Leur précision est limitée par des perturbations d'origines diverses. Afin de l'améliorer, une approche consiste à utiliser des algorithmes de correction en post-traitement. Cette thèse a pour objectif de développer des méthodes de corrections de mesures d'antennes basées sur une représentation des ondes en harmoniques et en ondelettes sphériques de spin. Les résultats sont testés sur des cas canoniques, des simulations et des mesures en chambre anéchoïque.



(a) Wavelet expansion of the upper half of the sphere



(b) Wavelet expansion of the lower half of the sphere

Analyse en ondelettes du rayonnement d'une antenne GNSS placée sur son porteur.

Optique adaptative pour les liens Télécoms sol-satellite : modélisation, optimisation et experimentation

ROBLES Pablo

Cette thèse vise à réduire les effets de la turbulence atmosphérique sur les communications optiques satellite-sol à haut débit. En orbite terrestre basse, le vent apparent accru aggrave l'erreur temporelle dans la correction du front d'onde. Pour y remédier, un algorithme de contrôle prédictif a été étudié, montrant des résultats de simulation prometteurs avec une réduction significative des évanouissements de couplage dans la fibre et une amélioration exceptionnelle de la qualité d'image pour l'imagerie satellitaire. Par ailleurs, un émulateur de turbulence appelé PICOLO a été développé pour tester en laboratoire de nouveaux concepts d'Optique Adaptative dans des conditions réalistes, ouvrant des perspectives pour une démonstration expérimentale future.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 352 - Physique et Sciences
de la Matière

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

14.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

NEICHEL Benoît

LABORATOIRE

ONERA/DOTA

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

BOUCHRA Benamar



Station de communication FEELINGS
qui devra intégrer la solution
développée dans la thèse.

Interférométrie à dérive de fréquence pour la mesure de la lumière parasite sur l'instrument spatial LISA

ROUBEAU-TISSOT Amael

ÉCOLE DOCTORALE

ED 364 - Sciences Fondamen-
tales et Appliquées (EDSFA)
Université Côte d'Azur

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

02.05.2021 - 30.04.2024

DATE DE SOUTENANCE

18.07.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

LINTZ Michel

LABORATOIRE

ARTEMIS

COFINANCEUR

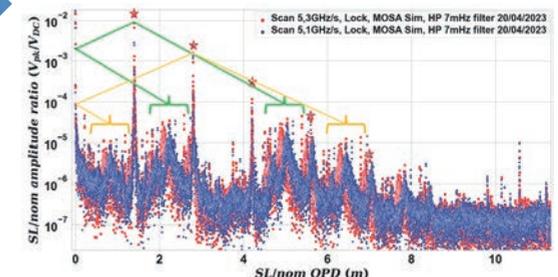
Région PACA

RÉFÉRENT

ETCHETO Pierre

La mesure de la lumière parasite est cruciale lors de l'intégration de tout interféromètre, en particulier lorsqu'il est dédié à la géodésie spatiale ou à la détection des ondes gravitationnelles : la réjection des perturbations doit permettre d'atteindre les objectifs fixés en terme de bruit sur la mesure d'interférence. Dans cette thèse est mis au point un instrument permettant d'identifier les différentes amplitudes de lumière parasite cohérente dans les interféromètres de la mission spatiale LISA. La méthode, inspirée de l'interférométrie à dérive de fréquence, exploite un balayage par verrouillage en phase d'un signal d'interféromètre Mach-Zehnder hétérodyne. Le dispositif est testé sur le démonstrateur interférométrique développé par la collaboration LISA-France.

Tracé des spectres du signal enregistré montrant les vraies contributions de lumière parasite (étoiles) et les bandes latérales associée à des perturbations acoustiques (accolades). Dans la méthode développée le balayage de fréquence à deux vitesses différentes permet de discriminer et éliminer les contributions des perturbations, et d'isoler les amplitudes optiques de lumière parasite cohérente.

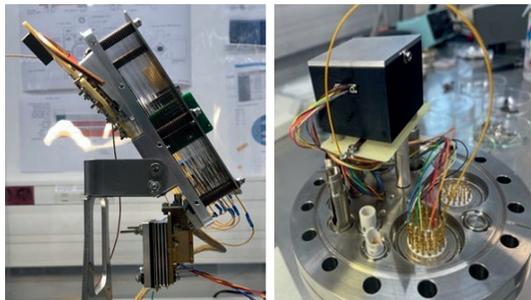


Développement d'un analyseur en énergie pour la caractérisation des hautes atmosphères neutres et ionisées terrestre et planétaires

STEICHEN Valentin

Le but de ma thèse était de développer, construire et tester un analyseur en énergie pour l'étude des hautes atmosphères planétaires : INEA (Ion and Neutral Energy Analyser). L'instrument vise à mesurer la structure énergétique des constituants neutres et ioniques présents dans cette région. Pour réaliser cette tâche difficile, INEA s'appuie sur deux concepts : une source d'ions innovante et un analyseur en énergie électrostatique, capable d'imager directement la distribution en énergie des particules. Un modèle numérique complet de INEA a été développé, une source d'ionisation basée sur l'utilisation de nanotubes de carbone comme émetteurs d'électrons testée et un premier prototype d'INEA conçu. M-INEA fait partie de la charge utile de la mission M-MATISSE/M7 en phase A à l'ESA et un émetteur d'électrons a été intégré à la mission PRELUDE SAT ; un CubeSat devant être lancé fin-2025.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 127 - Astronomie et Astrophysique d'Île de France
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.12.2020 - 31.12.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
18.12.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
LEBLANC François
-
LABORATOIRE
LATMOS
-
COFINANCEUR
UVSQ
-
RÉFÉRENT
BALDIT Elisa



Gauche : Prototype de l'instrument INEA en développement dans le cadre de la mission M-MATISSE/Phase A ESA. Droite : Modèle de vol de PSEE développé pour la mission Prelude-Sat/JAXA.

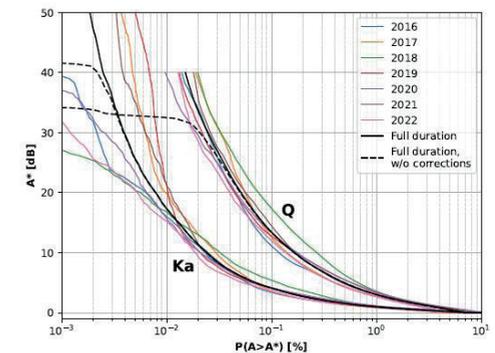
Caractérisation multi-fréquence du canal de propagation et modélisation de la similitude en fréquence instantanée pour optimiser des liens satellitaires en bandes Ka et Q/V

SUQUET Etienne

ÉCOLE DOCTORALE
ED 173 - Sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace (SDU2E)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.11.2020 - 31.10.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
11.03.2024
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Laurent FERAL
-
LABORATOIRE
ONERA/DEMRR
-
COFINANCEUR
ONERA
-
RÉFÉRENT
BOULANGER Xavier

La maîtrise du canal de propagation troposphérique est un enjeu majeur afin d'optimiser les systèmes de communication par satellites. En particulier, la caractérisation de l'atténuation due à la pluie est primordiale. La technique de similitude en fréquence permet d'évaluer l'atténuation troposphérique à une fréquence cible à partir de mesures à une autre fréquence. En opérations, elle peut être utilisée pour connaître en temps réel l'affaiblissement sur une liaison montante à partir de la mesure sur une liaison descendante. Le travail de cette thèse a tout d'abord consisté à quantifier et corriger les sources d'erreur affectant les mesures d'atténuation issues d'un récepteur balise. Ensuite, divers modèles de similitude en fréquence ont été évalués et des axes d'améliorations ont été proposés. En particulier, l'apport d'hypothèses microphysiques a été démontré à partir de données collectées par le CNES et l'ONERA en bandes Ku, Ka et Q en zone tropicale (Guadeloupe).

Annual Complementary Cumulative Distribution Function of Rain attenuation at Ka-band (20.2 GHz) and Q-band (39.7 GHz) collected by ONERA in Toulouse.



Nouvelles stratégies pour l'analyse des molécules organiques dans des milieux d'intérêt astrobiologique : vers une analyse in-situ

TIMOUMI Ramzi

Des études préliminaires ont montré une corrélation entre la nature de la matrice minérale et le rendement d'extraction de biomarqueurs. Ce travail évalue dans un premier temps le choix de l'extraction assistée aux ultrasons pour la matière organique présente dans des matrices complexes de type argileux comparées à d'autres techniques comme l'extraction assistée aux micro-ondes. Les paramètres influant sur l'extraction des molécules polaires comme le temps, la fréquence, le choix des solvants et leurs proportions sont également étudiés pour des applications de laboratoire mais également pour l'in-situ. Des stratégies de fonctionnalisation des extraits en amont de l'analyse ont été développées afin de combiner différents types d'analyses à partir d'une quantité limitée d'échantillon. Enfin, les premiers pas vers l'automatisation et la spatialisation de la stratégie de couplage de l'extraction/fonctionnalisation en une étape ont été décrits et appliqués à des chondrites carbonées.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 49 - Rosalind Franklin :
Energie, Environnement,
Biologie-Santé

—

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**
01.10.2020 - 30.09.2023

—

DATE DE SOUTENANCE
04.12.2023

—

DIRECTEUR DE THÈSE
GEFFROY Claude

—

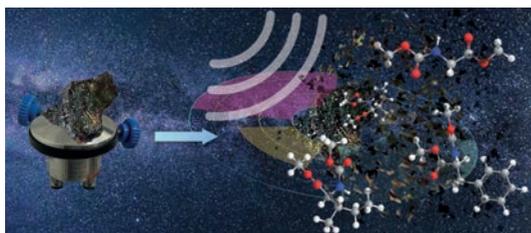
LABORATOIRE
IC2MP

—

COFINANCEUR
Région Nouvelle Aquitaine

—

RÉFÉRENT
RIOLAND Guillaume



Extraction ultrasonique de biomarqueurs polaires pour application en laboratoire et in situ.

Synthèse et caractérisation de poly(diméthylsiloxane)s auto-cicatrisants en environnement spatial radiatif

YILMAZ Dijwar

ÉCOLE DOCTORALE
ED 40 - Sciences Chimiques
Bordeaux

—

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**
01.10.2020 - 30.09.2023

—

DATE DE SOUTENANCE
04.10.2023

—

DIRECTEUR DE THÈSE
CARLOTTI Stéphane

—

LABORATOIRE
LCPO et ONERA/DPHY

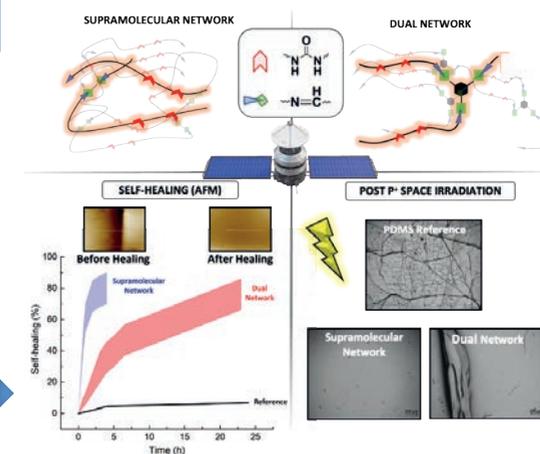
—

COFINANCEURS
ONERA

—

RÉFÉRENT
PERRAUD Sophie

Le poly(diméthylsiloxane) (PDMS) est largement utilisé pour des applications spatiales grâce à sa transparence et sa résistance thermique ou aux UV. L'exposition prolongée de ces matériaux à l'environnement géostationnaire entraîne leur jaunissement et leur fissuration. Afin d'augmenter leur durée de vie, des PDMS autocicatrisants ont été conçus puis irradiés aux protons, simulant un environnement spatial. Une approche basée sur des fonctions urée et diimine, avec ou sans points de réticulation chimique, a permis de former un réseau supra-moléculaire réversible et/ou covalent dynamique à température ambiante. Ces matériaux affichent une transparence et une auto-cicatrisation pouvant être rapide à 20°C (80% en 1 h), ainsi qu'une non-fissuration après une irradiation aux protons.



PDMS autoréparants.



Analyse d'images expérimentales par apprentissage profond pour la caractérisation de la combustion de l'aluminium en propulsion solide

AIRIAU Magdeleine

L'aluminium est ajouté au propergol solide pour améliorer la poussée, mais peut engendrer des instabilités thermo-acoustiques. La caractérisation des gouttes d'aluminium en combustion est donc essentielle pour la stabilité des moteurs fusées. Cependant, les modèles numériques manquent de données précises sur la taille et la vitesse des gouttes pour modéliser les phénomènes en jeu. Cette thèse a permis de développer un algorithme basé sur le deep learning pour analyser les images d'ombroscopie et extraire ces données. Mask R-CNN est identifié comme le meilleur réseau de neurones pour détecter les gouttes. Le réseau a été modifié afin que les données extraites soient plus représentatives. Un suivi multi-objet a été mis en place et permet d'obtenir plus de 6000 trajectoires fiables à différentes pressions. Les résultats montrent que la vitesse initiale des gouttes varie peu avec la pression, contrairement à leur diamètre. Cet algorithme sera prochainement appliqué à l'analyse de l'atomisation de gouttes en propulsion liquide.



Détection des gouttes d'aluminium lors d'un essai par ombroscopie à l'ONERA.

ÉCOLE DOCTORALE

ED - Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.11.2020 - 31.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

08.10.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

LE BESNERAIS Guy

LABORATOIRE

ONERA

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

DYANI Achraf

Vers la tétrazétidine : réactivité de bishydrazines

BRETONES Maxime

ÉCOLE DOCTORALE

ED 206 - Chimie, Procédés, Environnement

DEBUT / FIN

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

14.11.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

LACOTE Emmanuel

LABORATOIRE

LHCEP

COFINANCEUR

UBCL

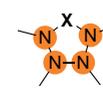
RÉFÉRENT

GUELOU Yann

Nous travaillons au développement de nouveaux propergols de rupture : les HEDM (High Energy Density Materials) fortement voire strictement azotés atteignant des performances énergétiques théoriques en rupture avec les technologies actuelles. Leur utilisation aurait comme avantage un gain de performances, la simplification de la technologie des lanceurs et la diminution des coûts. L'objectif principal de cette thèse est de développer de plusieurs précurseurs polyazotés inédits ainsi que de nouvelles stratégies vers des cibles HEDM. L'oxydation de bishydrazines diversement reliées en tétrazolidinones et thiatétrazolidines a été démontrée avec succès. Des preuves structurales de ces enchaînements inédits de quatre atomes d'azote successifs ont été obtenues par diffraction des rayons X.



formation sélective de liaison N-N



enchaînement inédit d'atomes d'azote par des liaisons énergétiques

Vers les HEDM : accès à des enchaînements à quatre azotes avec trois liaisons énergétiques.



Simulation aux grandes échelles de l'atomisation pour moteur-fusée à injection liquide en regime sous-critique

GIOUD Thibault

Cette thèse porte sur la simulation numérique LES (Large Eddy Simulations) de la combustion des moteurs-fusées en régime sous-critique en transition vers des domaines transcritiques et supercritiques. La modélisation de ces domaines thermodynamiques sont clés pour l'étude et caonception des moteurs de fusée à propulsion liquide cryogénique. L'étude s'appuie sur la méthode d'interface diffuse multi-fluides pour simuler les écoulements diphasiques, prenant en compte la complexité des interactions à l'interface liquide-gaz et les forces de tension de surface cruciales dans la simulation de l'atomisation des ergols. Une approche hybride est développée : les structures liquides les plus grosses sont simulées en Eulérien, tandis que les gouttes plus fines sont modélisées en Lagrangien après leur séparation. Un modèle d'atomisation secondaire est implémenté pour affiner la prédiction du spray final.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 468 - Mécanique, Energique, Génie Civil, Procédés (MEGeP)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2020 - 30.09.2023

DATE DE SOUTENANCE

27.05.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

ODIER Nicolas

LABORATOIRE

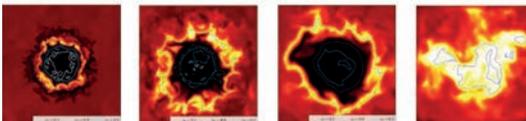
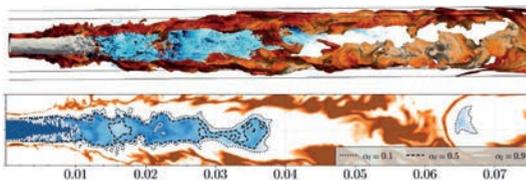
CERFACS

COFINANCEUR

ArianeGroup

RÉFÉRENT

Miguel MARTIN BENITO



Simulation aux grandes échelles d'une injection LOX sous critique / CH4 en conditions réactives.



Modélisation de l'atomisation primaire d'oxygène liquide dans les flammes diphasiques des moteurs fusées à ergols liquides

GRANGER Florian

ÉCOLE DOCTORALE

ED 468 - Mécanique, Energique, Génie Civil, Procédés (MEGeP)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

05.10.2020 - 04.10.2023

DATE DE SOUTENANCE

11.12.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

ESTIVALEZES Jean-Luc

LABORATOIRE

ONERA/DMPE

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

THERON Marie

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du développement de moteurs-fusées européens plus fiables et économiques, en ciblant la compréhension des instabilités de combustion haute fréquence dans les moteurs à ergols liquides. En collaboration avec le CNES, l'ONERA mène des recherches sur l'injection sub-critique d'oxygène liquide et ses étapes : atomisation, fragmentation, évaporation et combustion turbulente. Pour simuler ces phénomènes complexes, une stratégie de simulation LES (Large Eddy Simulation) a été développée dans le code CEDRE, avec un focus sur l'écoulement diphasique et la prédiction de l'atomisation primaire, encore mal maîtrisée. La thèse propose un enrichissement du modèle d'atomisation en intégrant une équation de transport de la densité d'aire interfaciale, permettant d'estimer la distribution locale des diamètres de gouttelettes. Ce modèle, basé sur une formulation existante, a été adapté à l'atomisation assistée, puis validé via des simulations DNS, et testé dans une première simulation LES complète du champ diphasique, pour un cas-test représentatif de l'injection dans un moteur-fusée.

Rendu réaliste de l'interface liquide/gaz (Hoarau et al., IJMF 2024). Le jet atomisant est représentatif des conditions d'injection d'une chambre de combustion d'un moteur fusée à ergols liquides.





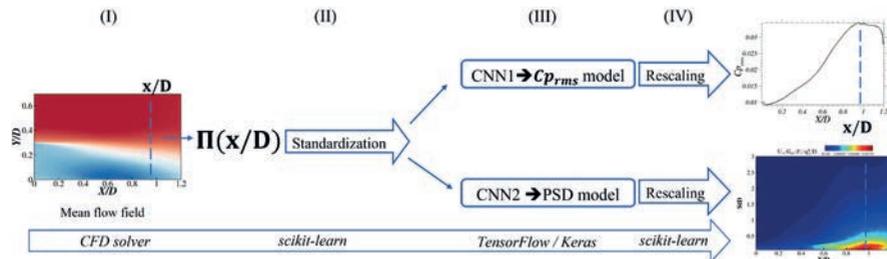
Modèles analytiques spectraux et apprentissage automatique pour la prévision des fluctuations de pression en régime transsonique pour les lanceurs spatiaux

LECLER Simon

La conception de lanceurs spatiaux nécessite des outils offrant le meilleur compromis coût/précision pour l'estimation des grandeurs aérodynamiques. En phase d'avant-projet, des modèles empiriques estiment le champ de pression instationnaire en régime transsonique, critique en raison des charges latérales instationnaires pouvant menacer l'intégrité du lanceur et de sa charge utile. Cette thèse vise donc à développer des modèles rapides de prévision des fluctuations de pression pariétale analytiques et par IA. Pour ce faire, une base de données de simulations numériques RANS et ZDES est constituée. Cette approche est étendue et généralisée à des conditions physiques diverses pour des écoulements décollés/recollés et en établissant un plan d'expérience basé sur des simulations ZDES.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 626 - Institut Polytechnique de Paris (IPP)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.11.2020 - 31.10.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
16.07.2024
-
DIRECTEUR DE THÈSE
DECK Sébastien
-
LABORATOIRE
ONERA/DAAA
-
COFINANCEUR
ONERA
-
RÉFÉRENT
LAMBARE Hadrien

Schéma de principe de mise en œuvre des réseaux de neurones de convolution pour la prévision du coefficient de pression fluctuante C_{prms} (CNN1) et du spectre de pression fluctuante (CNN2) à la paroi d'un lanceur spatial.



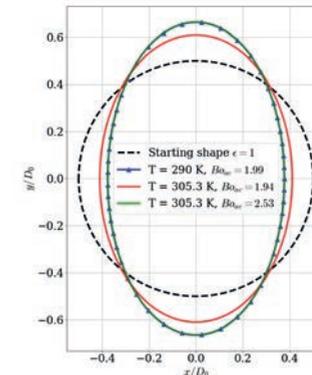
Étude expérimentale et modélisation physique de l'interaction entre injection et acoustique en conditions de multi-injection liquide-gaz ou injection transcritique de fluides réels

OVANDO Michael

ÉCOLE DOCTORALE
ED 591 - Physique, Sciences de l'Ingénieur, Matériaux, Énergie (PSIME)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
15.10.2020 - 14.10.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
03.10.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
BAILLOT Françoise
-
LABORATOIRE
CORIA
-
COFINANCEUR
Région Normandie
-
RÉFÉRENT
THERON Marie

Les moteurs-fusées peuvent présenter des instabilités thermoacoustiques issues d'un couplage entre fluctuations de pression et du taux de dégagement de chaleur, initiées par les phénomènes amont participant au processus de combustion. L'étude se focalise sur le comportement des fluides injectés lorsqu'ils sont soumis à des champs acoustiques stationnaires de haute intensité. Le modèle de champ acoustique diffracté par un objet subissant des effets non linéaires de radiation acoustique a été adapté aux objets acoustiquement transparents. Un système de forçage acoustique (180dB) a été implanté dans une veine travaillant en conditions sévères (50 bar et 323K) avec injection d'éthane transcritique environné par de l'azote supercritique. Un dôme modulable à plusieurs injecteurs d'eau assistée par air a été construit et implanté sur une chambre acoustique pressurisée (1-5 bar). Les effets non linéaires de diffraction acoustique impactant les jets augmentent avec la pression de chambre.

Modélisation de la déformation d'un jet de section circulaire en condition transcritique. La transmission des ondes acoustiques à l'intérieur de l'objet est prise en compte. A fort niveau, le phénomène de diffraction produit des effets non linéaires stationnaires du second ordre, caractérisés par le tenseur des contraintes de rayonnement sur la surface de l'objet, qui induisent une déformation.





Vers une conception optimale des réservoirs composites sans liner pour le stockage cryogénique

VEREECKE Jean

Ce texte traite de la conception de réservoirs composites sans liner pour les lanceurs spatiaux, un enjeu clé pour réduire leur masse et leurs coûts. Bien que ces matériaux offrent un bon rapport masse/performance, leur perméabilité reste un défi, car la pressurisation et les températures cryogéniques entraînent des micro-endommagements pouvant créer des fuites. Pour y remédier, une approche de modélisation prédictive de la perméabilité est développée, combinant la caractérisation du comportement des plis et la simulation basée sur la mécanique de la rupture incrémentale (FFM). Après validation expérimentale, le modèle est généralisé pour une utilisation en bureau d'études, permettant d'évaluer l'endommagement des plis sous charge thermomécanique. L'expérimentation finale aide à identifier les paramètres influençant la perméabilité et à définir les limites des prédictions.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 209 - Sciences Physiques et de l'Ingénieur (SPI)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

07.12.2020 - 06.12.2023

DATE DE SOUTENANCE

15.03.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

BOIS Christophe

LABORATOIRE

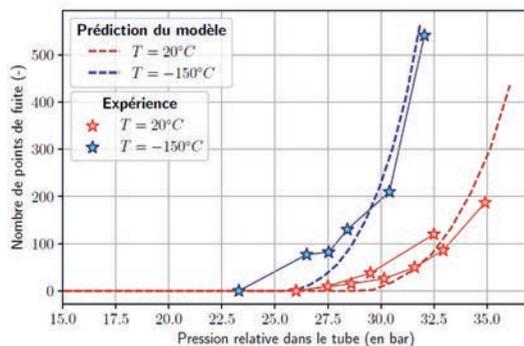
I2M Bordeaux

COFINANCEUR

ArianeGroup

RÉFÉRENT

LAVELLE Florian



Confrontation entre essais et modélisation du nombre de points de fuite à 20°C et à -150°C sur un tube en matériau composite à renfort de fibres de carbone.

Pour rejoindre l'aventure spatiale

Pour toute question relative au processus d'attribution des allocations de recherches doctorales et post-doctorales :

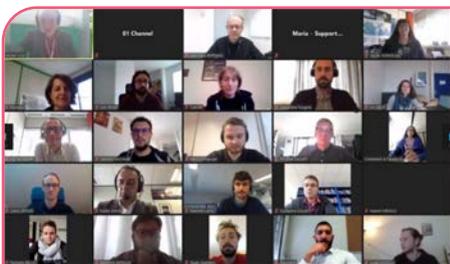
Madame Lysiane Soulmi, responsable des doctorants et post-doctorants est disponible à l'adresse email suivante : PhD@cnes.fr

Le site CNES.fr vous permet également de retrouver de nombreuses informations sur les doctorants et post-doctorants au CNES.

La communauté des Nouveaux Talents de la Recherche

Promotion 2020 | Jean-François DENISSE

Dans le cadre de son programme dédié aux doctorants et post-doctorants (PDOC+), le CNES organise chaque année plusieurs temps forts permettant de valoriser et de mettre en lumière les nouveaux talents de la recherche. Parmi eux, les JC1 (journée d'accueil des Jeunes Chercheurs) et les Journées JC2 consacrées à la présentation des travaux de recherche, constituent un moment privilégié de la vie scientifique du CNES. Elles consacrent le principe d'échange et de diffusion des savoirs, en réunissant conférences plénières et sessions orales au cours desquelles la diversité des domaines explorés s'exprime pleinement. Ces présentations permettent à chacun d'apprécier la richesse et l'actualité des résultats issus des recherches conduites avec le soutien du CNES. Elles offrent également un cadre de rencontre structurante entre doctorants, ingénieurs du CNES, représentants académiques, acteurs industriels et partenaires cofinanceurs. Ces interactions, fondées sur l'esprit de coopération et de partage, posent les bases durables de réseaux professionnels appelés à se développer et à s'affermir dans le temps.



La journée d'accueil JC1 (journée d'accueil des Jeunes Chercheurs) s'est tenue en distanciel - Mars 2021



Lauréats de la journée des JC2, plusieurs doctorants ont été distingués pour la qualité et la portée de leurs travaux :



Retrouver les présentations > ici

Doctorante : MALIN Mathilde
Laboratoire : LESIA, Meudon
Encadrant CNES : MUSTIN Christian
Thème : Sciences de l'Univers (p38)

Doctorante : NOUVEL DE LA FLÈCHE Alix
Laboratoire : IRAP
Encadrant CNES : GEOFFRAY Hervé
Thème : Sciences de l'Univers (p40)

Doctorante : ORTET Juliette
Laboratoire : CESBIO, Toulouse
Encadrant CNES : MAISONGRANDE Philippe

Doctorant : JOUNI Ali
Laboratoire : CNES, Toulouse
Encadrant CNES : LALUCAA Valerian
Thème : Technologies Systèmes Orbitaux (p57)

Doctorant : LE STER Loïc
Laboratoire : LOV/CEBC, Villefranche surMer
Encadrant CNES : FAUGERE Yannice
Thème : Sciences de la Terre (p25)

Doctorant : HOREAU Mathieu
Laboratoires : NuMeCan/Inserm/M2S lab, Bruz
Encadrant CNES : GAUQUELIN-KOCH Guillemette
Thème : Sciences Microgravité (p14)

Doctorante : LOGNONE Perrine
Laboratoire : ONERA/DOTA, Châtillon
Encadrant CNES : BENAMMAR Bouchra
Thème : Technologies Systèmes Orbitaux (p60)

Doctorant : RATYNSKI Mathieu
Laboratoire : LATMOS, Paris
Encadrant CNES : DESCHAMPS Adrien
Thème : Sciences de la Terre (p28)



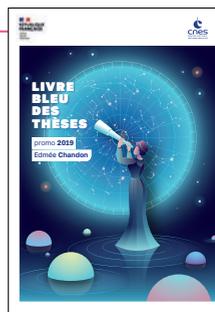
Journées de présentation des travaux de recherche JC2 (journée CNES Jeunes Chercheurs - Octobre 2022)

Devenir des doctorants

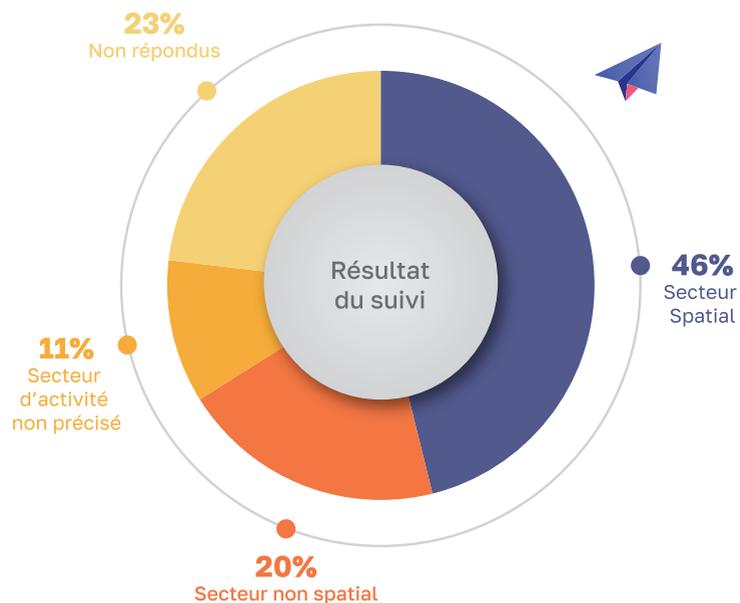
Promotion 2019 | Edmée CHANDON

Le suivi de la promotion 2019 met en évidence une insertion professionnelle majoritairement réussie dans le domaine spatial. Sur les **65 doctorants recensés**, près de la moitié (**46%**) travaillent aujourd'hui dans ce secteur, confirmant l'attractivité, la pertinence et la qualité des formations doctorales.

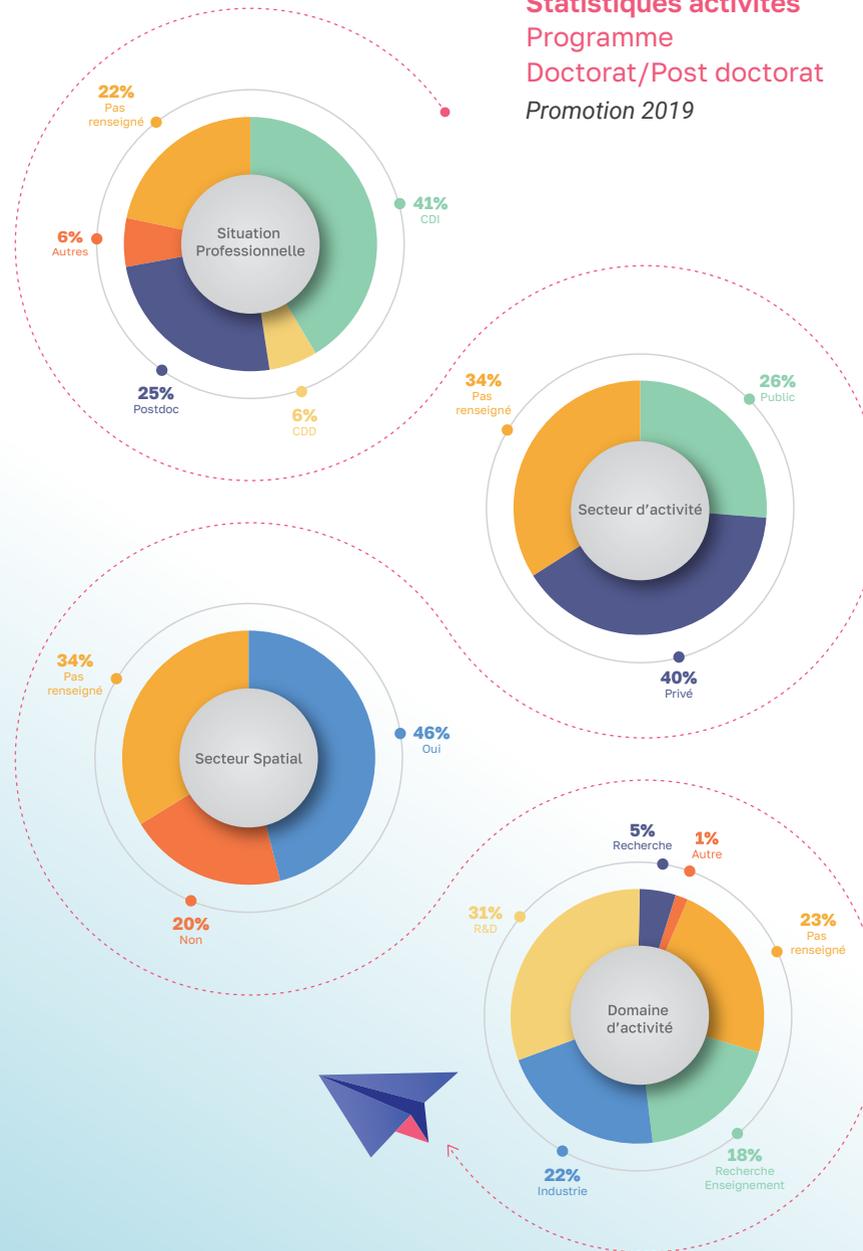
En parallèle, **13 diplômés (20%)** se sont orientés vers d'autres domaines scientifiques et techniques, reflétant la diversité des débouchés. Toutefois, les informations relatives au secteur d'activité de **7 doctorants (11%)** n'ont pas pu être précisées, et **15 personnes (23%)** n'ont pas répondu à l'enquête. Ces résultats témoignent d'une forte employabilité, tout en soulignant la nécessité de renforcer le suivi des parcours.



Lien vers le Livre Bleu des Thèses Promotion 2019



Statistiques activités Programme Doctorat/Post doctorat Promotion 2019



LES JEUNES CHERCHEURS AU CNES EN QUELQUES CHIFFRES

4 priorités

DEVELOPPER la formation de la jeune génération aux métiers du spatial

ASSURER un environnement scientifique d'excellence et une forte capacité d'innovation

SOUTENIR la recherche spatiale

RENFORCER les liens entre les jeunes chercheurs, la recherche académique, le CNES et l'industrie



140 jeunes chercheurs*

en moyenne chaque année

+ 3000



jeunes chercheurs

ont bénéficié du programme CNES depuis **1986**

60 laboratoires



hébergent des jeunes chercheurs CNES chaque année



1 appel à sujet/an et 1 appel à candidature/an



1 000 candidatures reçues, en moyenne chaque année

25 Co-financeurs

(industriels, organismes de recherche et collectivités publiques)



6 domaines liés à la recherche spatiale :

- Sciences humaines et sociales
- Sciences microgravité
- Sciences de la Terre
- Sciences de l'Univers
- Technologies Systèmes Orbitaux
- Technologies et Transports Spatiaux

3 ans et 3 mois

Durée moyenne
d'un doctorat



92% de soutenance des thèses



