

LIVRE BLEU DES THÈSES

promo **2019**

Edmée Chandon



Thématiques



**Sciences
Humaines
et Sociales**



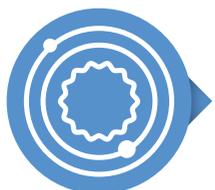
**Sciences
Microgravité**



**Sciences
Terre**



**Sciences
Univers**



**Technologies
Systèmes
Orbitaux**



**Technologies
Transport
Spatial**

« Pour cette seconde édition du **Livre Bleu des Thèses, promotion 2019 Edmée Chandon**, le CNES met en lumière l'importance du travail collectif, ancré dans une tradition académique qui valorise la rigueur et l'innovation, au cœur de ses missions. Ces recherches, par leur originalité et leur profondeur, enrichissent le patrimoine scientifique du CNES, contribuant ainsi au progrès de la société dans son ensemble. À travers ce Livre Bleu des Thèses, le CNES met en valeur ses jeunes chercheurs ainsi que leurs encadrants qu'ils soient académiques ou industriels. »

Philippe BAPTISTE,
Président Directeur Général du CNES

Introduction

C'est avec une grande fierté que nous vous présentons la seconde édition du **Livre Bleu des Thèses**, promotion 2019, dédiée à Edmée CHANDON (*). À travers son programme de soutien aux recherches doctorales et postdoctorales, le CNES contribue à former les futurs acteurs de la recherche et de l'innovation aux plus hauts niveaux scientifiques et technologiques.

En 2019, 73 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. Ces recherches couvrent un large éventail de disciplines : systèmes orbitaux, systèmes de transport spatial, sciences utilisant les moyens spatiaux (sciences de la Terre, de l'Univers, exploration), ainsi que les sciences humaines et sociales.

Ces jeunes chercheurs entament leur parcours professionnel au CNES dans un cadre académique et industriel, profitant d'un encadrement de qualité et évoluant dans un environnement scientifique et technique d'excellence. Cet ouvrage met en lumière la qualité de la collaboration au sein de la communauté scientifique et industrielle, où le partage des connaissances et l'échange d'idées sont essentiels pour progresser. La diversité et la richesse des recherches présentées dans ce Livre Bleu reflètent non seulement l'état actuel des connaissances dans le domaine spatial, mais aussi les défis futurs à relever. La transition vers des missions spatiales de plus en plus ambitieuses, la gestion des débris spatiaux, l'observation de la Terre et l'exploration martienne sont autant de thématiques qui continueront de mobiliser la communauté scientifique dans les années à venir. La promotion 2019 s'inscrit pleinement dans cette dynamique d'innovation, d'excellence et d'audace.

Chaque thèse présentée dans ce Livre Bleu témoigne de l'engagement et du talent des jeunes chercheurs soutenus par le CNES. Elle illustre également la qualité de l'accompagnement assuré par les ingénieurs et chercheurs du CNES, qui suivent les doctorants en étroite collaboration avec divers partenaires académiques et industriels. Ainsi, pour chaque thèse présentée dans ce Livre Bleu, un contact au CNES est référencé, afin que les lecteurs puissent obtenir des informations complémentaires. La Direction Générale et la Direction de la Stratégie reconnaissent et soutiennent activement le développement de ces compétences. Dans une démarche de renforcement du partage des connaissances scientifiques, le CNES organise chaque année des journées d'accueil pour les Jeunes Chercheurs de première et deuxième année (JC1 et JC2).

L'espace a toujours été un domaine de fascination et d'ambition. Le CNES souhaite à chacun de ces jeunes chercheurs un avenir brillant, où ils continueront d'explorer, de découvrir et de tracer la voie de l'excellence dans la recherche spatiale.

Pascale Ultré-Guérard, Directrice Adjointe des Programmes
& **Mioara Manda**, Sous-directrice Coordination scientifique

(*) Ce livre bleu des thèses synthétise de façon non-exhaustive les projets de recherche et de développement pendant la période 2018-2022. Il illustre la diversité des applications dans le domaine spatial ainsi que la forte capacité d'innovation du CNES.

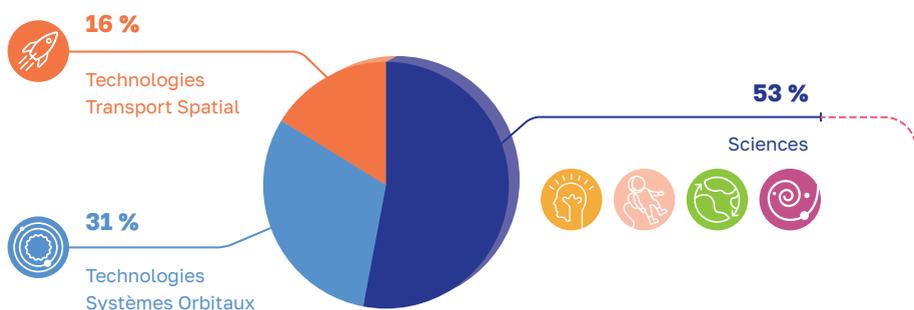
Bilan de campagne 2019

Allocations de recherche doctorale **106**

Doctorats **73**

Postdoctorats **33**

Répartition des allocations de recherche doctorales et postdoctorales en 2019



DOMAINE	DOCTORATS		POSTDOCTORATS		TOTAL	
Sciences	30	41 %	26	79 %	56	53 %
Technologies Systèmes Orbitaux	31	42 %	2	6 %	33	31 %
Technologies Transport Spatial	12	17 %	5	15 %	17	16 %
TOTAL	73	100 %	33	100 %	106	100 %

DÉTAILS DES SCIENCES	DOCTORATS		POSTDOCTORATS		TOTAL	
Sciences 2019	30	41 %	26	79 %	56	53 %
Sciences Terre	14	19 %	12	37 %	26	24 %
Sciences Univers	12	17 %	11	33 %	23	22 %
Sciences Microgravité	3	4 %	3	9 %	6	6 %
Sciences Humaines et Sociales	1	1 %	0	0 %	1	1 %

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 seconde 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 Edmée Chandon et en interne CNES à Caroline Bailly, Michèle Dupire, Valérie Frede, Mioara Manda, Valérie Meunier, Cécile Vignolles et Lysiane Soulmi.

Sommaire

SCIENCES MICROGRAVITE

14 Corentin GUILLOT

Effets du niveau d'activité contractile du muscle strié squelettique sur les Progéniteurs Fibro-Adipeux (FAPs)

15 Ophélie HELISSEN

Développement d'un modèle de modification de la pression intracrânienne chez la souris - conséquences sur l'activité sympathique - PIC - SYMP

16 Xiaolong ZHANG

Modélisation de caloduc oscillant



SCIENCES TERRE

17 Rimal ABEED

Interaction pollution de l'air et agriculture

18 Colette BADOUDINE

Estimation de la diversité taxonomique de la canopée supérieure d'une forêt tropicale humide à partir de données de hyperspectrales

19 Marie BOUIH

Transferts de masse associés aux très grands séismes de subduction par la mission GRACE

20 Milena CORCOS

Processus impactant le cycle de vie des cirrus à la tropopause tropicale : apports des observations de Stratéole-2

21 Flavien CORNUT

Capacités à améliorer la caractérisation des aérosols par le futur lidar à haute résolution spectrale de la mission AOS (the Atmosphere Observing System)

22 Benjamin KITAMBO

Étude de la ressource en eau en lien avec le climat dans le bassin du Congo : Approche intégrée utilisant des données in situ, la télédétection et la modélisation hydrologique

23 Marco LARRAÑAGA

La dynamique du Golfe du Mexique et sa modulation par les interactions air-mer

24 Marie MONTERO

Etude de la variabilité de la salinité de surface dans le Golfe du Bengale à partir d'estimations satellitaires radiométriques en bande C/X et d'un modèle d'océan

25 Samuel MWANGI

Estimation de l'évapotranspiration à l'aide des données directionnelles en infrarouge thermique

26 Dilek SAVAS

Modélisation inverse des émissions de NOx dans les zones urbanisées de l'hémisphère Nord : application du système d'inversion CIF-CHIMERE aux observations OMI et TROPOMI

27 Clément SORIOT

Caractérisation de la banquise Arctique à partir d'observations micro-ondes multi-satellites

28 Roïya SOUSSI

Cartographie de l'humidité de sol en zone racinaire à l'échelle globale et avec une résolution kilométrique

29 Florian ZEDEK

Localisation de la déformation co-sismique par sondage ionosphérique multi-GNSS



SCIENCES UNIVERS



30 Benjamin ARCIER
Détection de sources transitoires de haute énergie avec l'instrument spatial SVOM/ECLAIRS

31 Elise CLAVÉ
Analyses spectroscopiques multi-techniques avec SuperCam, Mars 2020 – Application à l'étude des carbonates

32 Shaymaa HUSSEIN
Recherche de sursauts gamma avec SVOM/MXT: Développement et caractérisation du logiciel scientifique embarqué

33 Mingzhe LIU
Diagnostics du vent solaire et de la poussière à partir de la sonde Parker Solar Probe

34 Samuel MANCEAU
Développement d'un magnétomètre à jonction tunnel miniaturisé pour applications spatiales

35 Sabrina MENINA
Atténuation des ondes sismiques dans la lithosphère martienne à partir des données InSight-SEIS : séparation et stratification des processus de diffusion et d'absorption

36 Baptiste PINOT
Etude de la structure profonde de Mars à l'aide de mesures gravimétriques du sismomètre SEIS et perspectives pour la sismologie 6-Axes

37 Malak SADKI
Amélioration de la représentation des écoulements en rivière par l'intégration des barrages-réservoirs et l'apport de la mission altimétrique SWOT

38 Arnaud SANDERINK
Caractérisation de la composition des poussières hypervéloces dans les environnements planétaires

par un spectromètre de masse intégrant le CosmOrbitrap – étape vers sa spatialisation

39 Valentin SAUVAGE
Study of a new sub-K cryogenic system for futures CMB missions

40 Léon VIDAL
Validation expérimentale des performances interférométriques de LISA

41 Soboh W. S. AL QEEQ
Processus de conversion d'énergie liés aux fronts de dipolarisation dans la queue géomagnétique

TECHNOLOGIES SYSTEMES ORBITAUX



42 Jose Alenjandro ARROYO SANCHEZ
Conception et optimisation d'antennes à métasurface pour des applications satcom et communications spatiales

43 Guillaume BACLET
Référence de fréquence basée sur la spectroscopie de l'acétylène dans des fibres creuses et asservissement de phase optique basée sur une détection et rétroaction par FPGA

44 Benjamin BATAILLE
Étude des écoulements oscillants à l'intérieur d'un régénérateur de type réticulaire : impact des dimensions internes sur la fréquence de travail

45 Lorenzo BYRDE
Étude expérimentale et numérique de la combustion d'un Monergol vert ionique en vue d'un dimensionnement de moteur orbital

46 Xavier CADIOT
Couplages dynamiques non-linéaires entre structure principale et secondaire appliqués aux structures spatiales

47 Gabriel CALASSOU
Téledétection par imagerie hyperspectrale pour la cartographie des émissions de particules d'aérosols dans l'atmosphère

48 Iris DE GELIS
Apprentissage profond de séries temporelles de nuages de points 3D

49 Duy DO HUY
Module mélangeur ultra-sensible intégré et encastrable dans le domaine THz

50 Adrien DORISE
DIAGnostic embarqué pour le durcissement RADiation des électroniques spatiales (DIAG-RAD)

51 Quentin GIBARU
Modèle de transport d'électron basse énergie pour les diélectriques en application spatiale

52 Ezgi GULCAY
Exploration numérique des performances d'absorption des matériaux hybrides de type MOFs vis-à-vis des contaminants usuels du domaine du spatial

53 Marwan JADID
Conception d'antenne directive miniature et agile sur plusieurs octaves

54 Ervan KASSARIAN
Modélisation LFT des systèmes multi-corps flexibles. Application au co-design mécanique / contrôle de ligne de visée pour les ballons stratosphériques

55 Nourdine KERBOUB
Dosimétrie par fibre optique, applications aux études spatiales et à la physique des hautes énergies

56 Morgan LESAGE
Etude expérimentale de l'interaction de plasmas d'air avec des matériaux présents dans les débris spatiaux

57 Corentin LUBEIGT
Traitement du signal innovant pour la télédétection par GNSS

58 Julie MAGRI
Interféromètre à conversion de fréquences ALOHA en bande L : Tests en laboratoire et intégration au réseau de télescopes CHARA

59 Paul NICAISE
Développement des détecteurs à inductance cinétique (MKIDs) pour les applications astronomiques dans le visible et le proche infrarouge

60 Lucas NICOLLE
Modélisation multi-échelle du couplage électrostatique entre un propulseur plasma et les sous-systèmes d'un satellite tout-électrique

61 Raphaël PICCON
Réalisation d'un gradiomètre atomique basé sur des séparatrices de Bragg

62 Nolan VARAIS
Réflectométrie GNSS par mesure de phase de porteuse - Application à l'altimétrie précise à haute résolution

63 Dorian VERT
Réalisation et optimisation d'un système de récupération d'horloge pour lien à très haut débit ciblant les technologies nanométriques

64 Daniel VILLEGAS PINTO
Contributions à la conception de trajectoires dans des systèmes perturbés : application aux systèmes Terre-Lune et lunes martiennes

TECHNOLOGIES TRANSPORTS SPATIAUX

65 Khalil ALIANE
Méthodes pseudo-spectrales multiparticules pour les tubes à onde progressive : modèle et applications

66 Romane BELLEC
Apport des NHC-Boranes pour la synthèse et la réactivité de nouveaux systèmes énergétiques polyazotés

67 Joris CAZÉ
Modélisation et simulation du phénomène de cavitation de

fluides cryogéniques au sein de turbopompes de moteurs spatiaux

68 Alek LAGARRIGUE
Architecture et protocoles de télécommunications quantiques - conception et mise en œuvre spatiales

69 Valentin LECHNER
Etude expérimentale des paramètres influençant la stabilisation de la flamme LOX/CH4 dans un moteur fusée

70 Hubert MÉNOU
Replanification en ligne de trajectoire de secours pour un véhicule réutilisable «tossback»

71 Valentin MORIN
Etude numérique de l'injection d'eau pour la réduction du bruit de jet de lanceurs spatiaux

72 Antoine MOUZE-MORNETTAS
Modélisation et réduction de la cinétique chimique LOx-Méthane pour des applications moteur-fusée

73 Mark NOUN
Prédiction et mitigation des instabilités de cavité issues de couplages fluide-structure

74 Elena QUERO GRANADO
Développement d'un modèle 1,5D de chambre de combustion d'un moteur hybride pour une application système





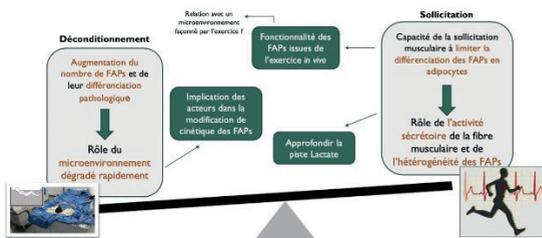
Effets du niveau d'activité contractile du muscle strié squelettique sur les Progéniteurs Fibro-Adipeux (FAPs)

Corentin GUILHOT

La littérature récente fait état de changements dans le devenir/comportement des cellules souches résidentes pendant le déconditionnement musculaire (DM). Les progéniteurs fibro-adipeux (FAPs) sont une population de cellules souches très impliquées dans le maintien de l'homéostasie musculaire. Pendant le DM, les FAPs sont connues pour être responsables de l'accumulation ectopique de dépôts fibro-adipeux. Par ailleurs, l'activité physique est considérée comme une contremesure efficace limitant le développement du DM. Jusqu'à présent, peu de données étaient disponibles quant à l'impact de l'inactivité ou de l'activité physique sur les cellules souches musculaires résidentes, autres que les progéniteurs musculaires (SCs) et notamment les FAPs. Notre objectif était donc de comprendre comment le niveau d'activité contractile du muscle peut agir sur la dynamique de ces cellules.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 463 - Sciences du Mouvement Humain (SMH)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
15.12.2022
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Angèle CHOPARD
-
LABORATOIRE
DMEM
-
COFINANCEUR
Université d'Ottawa, Canada
-
RÉFÉRENT
Guillemette GAUQUELIN-KOCH

L'hypoactivité entraîne un déconditionnement musculaire se traduisant en partie par une augmentation du nombre et de la différenciation des progéniteurs fibro-adipeux (FAPs) à l'origine de dépôts ectopiques de graisses. L'exposition des FAPs à des conditions d'exercice réduit leur prolifération et leur entrée dans le lignage adipogénique, avec le lactate comme un facteur clé et contribue à illustrer les effets de l'exercice comme contremesure efficace.



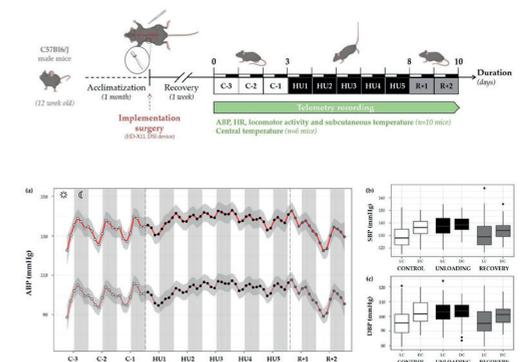
Développement d'un modèle de modification de la pression intracrânienne chez la souris - conséquences sur l'activité sympathique - PIC - SYMP

Ophélie HELISSEN

ÉCOLE DOCTORALE
ED 151 - Biologie-Santé-Biotechnologie
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
04.11.2019 - 03.11.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
14.11.2022
-
LABORATOIRE
I2MCT
-
DIRECTEURS DE THÈSE
Anne PAVY-LE TRAON
-
COFINANCEUR
Fondation de France
-
RÉFÉRENT
Guillemette GAUQUELIN-KOCH

La microgravité modifie l'homéostasie cardiovasculaire (CV), neurosensorielle, musculaire et osseuse et de façon moins bien définie la réponse immunitaire, le sommeil et les rythmes circadiens. En raison d'opportunités limitées de vols spatiaux, des expériences de simulation des effets de la microgravité sont menées sur Terre chez l'Homme et l'animal. Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à l'adaptation CV et à sa régulation par le système nerveux autonome (SNA) dans un modèle murin de microgravité simulée, la suspension par le train arrière à -30°. La microgravité provoque une migration des fluides corporels vers la région thoraco-céphalique, aboutissant à une hypervolémie centrale par la mise en jeu de mécanismes neurohormonaux et CV. Au retour sur Terre, le déconditionnement du système CV se manifeste par une tachycardie et une intolérance orthostatique, reflétant une incapacité du système à réguler la pression artérielle (PA) en position debout. Malgré ces résultats, l'adaptation de la régulation CV par le SNA en microgravité reste mal comprise.

Arterial blood pressure changes before, during HU and recovery, (a) Mean variations of systolic (SBP, red full curve) and diastolic (DBP, red dotted curve) blood pressure were represented during 3 days of control (C-3 to C-1, white circle), 5 days of unloading (HU1 to HU5, black circle) and 2 days of recovery (R+1 and R+2, grey circle). White and grey bars indicate 12/12-hour light (LC) and dark (DC) periods. Grey area represented confidence interval (n=8 mice).



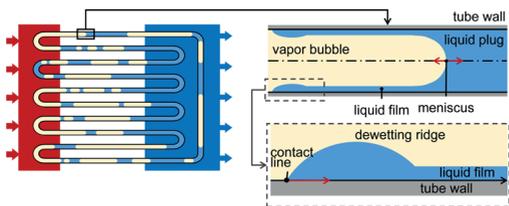


Modélisation de caloduc oscillant

Xiaolong ZHANG

La gestion thermique des appareils de puissance est nécessaire afin d'éviter la surchauffe des éléments émetteurs de chaleur (moteurs, processeurs), notamment ceux de satellites. Des moyens de transfert de chaleur de plus en plus efficaces (tels que caloducs) sont recherchés. Le caloduc oscillant (Pulsating Heat Pipe, PHP) est un simple tube capillaire plié en méandre et bouclé sur lui-même. Le PHP renferme un fluide diphasique sous la forme d'un train de bouchons liquides séparés par des bulles de vapeur. L'oscillation des bouchons liquides commence spontanément après le début du chauffage. Les bouchons se déplacent entre les zones chaude et froide engendrant l'échange de chaleur. L'objectif de la thèse est de comprendre théoriquement et modéliser l'hydrodynamique diphasique en présence d'oscillations et changement de phase afin d'améliorer le code de calcul CASCO (Code Avancé de Simulation de Caloduc Oscillant) développé au CEA.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 564 - Physique en Ile de France (PIF)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
07.10.2019 - 30.10.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
14.12.2022
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Vadim NIKOLAYEV
-
LABORATOIRE
CEA/IRAMIS
-
COFINANCEUR
CEA
-
RÉFÉRENT
Christophe DELAROCHE



Caloduc oscillant et le profil des interfaces liquide-vapeur à l'intérieur de son tube.



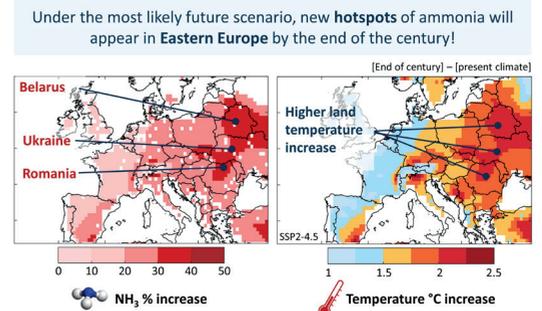
Interaction pollution de l'air et agriculture

Rimal ABEED

ÉCOLE DOCTORALE
ED 129 - Sciences de l'Environnement d'Ile de France (SEIF)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 31.12.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
20.04.2023
-
LABORATOIRE
LATMOS
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Sarah SAFIEDDINE
-
COFINANCEUR
ED 129
-
RÉFÉRENT
Carol DENIEL

L'ammoniac (NH₃), principalement émis par l'agriculture, est la forme d'azote la plus abondante dans l'environnement. Le NH₃ contribue à la perte de biodiversité, aux épisodes de pollution par les particules fines et à l'acidification des surfaces. Dans ma thèse, j'étudie l'évolution temporelle et spatiale de l'ammoniac dans les régions agricoles du monde entier, mesurée par IASI (Infrared Atmospheric Sounding Interferometer). J'étudie d'abord l'effet des fluctuations météorologiques sur les concentrations de NH₃ provenant des pratiques agricoles. Je me concentre ensuite sur l'échange sol-atmosphère en dérivant un facteur d'émission de NH₃ du sol. Pour réaliser mes études, j'utilise divers ensembles de données : des données météorologiques provenant de la réanalyse ERA5, la couverture terrestre et la surface brûlée provenant de l'instrument MODIS, et des données de simulation provenant du modèle GEOS-Chem. Enfin, je regarde la guerre civile syrienne, et je relie le cours politique des événements avec les fluctuations de l'ammoniac atmosphérique dans des régions clés de la Syrie.

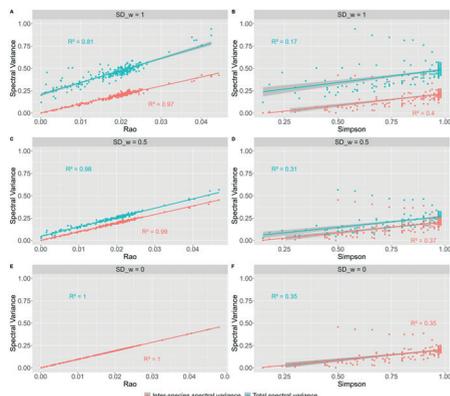
Ammonia (NH₃) and skin temperature (T_{skin}) increase by the end of the century under the SSP2-4.5 climate scenario. On the left, NH₃ increase in percentage, highlighting the three countries where new NH₃ hotspots appear (Belarus, Ukraine, and Romania). On the right, increase of T_{skin} in degree C, highlighting the spots where temperature increases the most.



Estimation de la diversité taxonomique de la canopée supérieure d'une forêt tropicale humide à partir de données de hyperspectrales

Colette BADOUDINE

On évalue le potentiel de la télédétection hyperspectrale aéroportée pour cartographier la biodiversité floristique d'une forêt tropicale. Des données d'inventaire forestier collectées sur la station de Paracou en Guyane française sont complétées par des acquisitions aéroportées d'imagerie hyperspectrale à très haute résolution spatiale du visible au proche infrarouge. La variation dans l'espace de l'information spectrale, résumée par la variance totale du tableau de réflectance, est utilisée comme prédicteur de la diversité floristique. On analyse l'influence de différents prétraitements des données hyperspectrales sur la capacité de la variance spectrale à prédire la diversité alpha et beta des espèces de la canopée. On identifie des limites de principe à l'application de la partition de la variance spectrale dans des communautés très riches. Celles-ci sont liées notamment à la variabilité de la variance intraspécifique et à la distance spectrale hétérogène entre espèces.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 584 - Biodiversité, Agriculture, Alimentation, Environnement, Terre, Eau (GAIA)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

31.03.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Raphaël PELISSIER

LABORATOIRE

AMAP

COFINANCEUR

IRD la demi-bourse sur fonds propres

RÉFÉRENT

Philippe MAISONGRANDE

Des communautés de diversité variée sont simulées à partir des spectres expérimentaux. La variance spectrale intraspécifique est ensuite graduellement réduite: originale (SD_w = 1), divisée par 2 (SD_w = 0.5), nulle (SD_w = 0) en préservant la variance interspécifique. La diversité floristique n'est bien prédite que si la distance spectrale inter-espèce est régularisée (indice de Rao, à gauche).

Transferts de masse associés aux très grands séismes de subduction par la mission GRACE

Marie BOUIH

ÉCOLE DOCTORALE

ED 560 - Sciences de la Terre et de l'Environnement et Physique de l'Univers de Paris (STEP'UP)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.01.2019 - 30.11.2022

DATE DE SOUTENANCE

24.11.2022

DIRECTEURS DE THÈSE

Isabelle PANET

LABORATOIRE

IPGP

COFINANCEUR

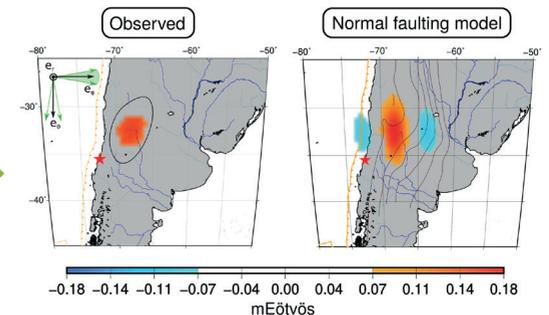
ED STEP'UP

RÉFÉRENT

Mioara MANDEA

Comprendre les processus à l'origine du déclenchement des grands séismes de subduction et identifier des signaux pré-sismiques reste un enjeu majeur. Mais le rôle joué dans la génération de ces séismes par les mouvements de la plaque plongée lors de sa descente dans le manteau reste mal connu, du fait du manque d'observations sensibles en profondeur. Nous utilisons la gravimétrie satellitaire pour combler cette lacune observationnelle, grâce à une sensibilité unique aux redistributions de masses à toutes les profondeurs. Notre analyse révèle un signal de gravité anormal au nord-est de la zone épiscopale du séisme de Mw 8.8 à Maule (Chili, 2010), dont l'amplitude augmente au cours des mois précédant la rupture. Nous montrons que ce signal est probablement d'origine interne, et s'explique par un étirement de la plaque plongeante vers 150 km de profondeur. Le séisme géant pourrait trouver son origine dans une propagation vers la surface de cette déformation de la plaque plongée.

Comparaison entre les signaux gravimétriques pré-sismiques observés avant le séisme de Maule (gauche), et modélisés (droite), exprimés en gradients de gravité horizontaux de façon à souligner les signaux orientés Nord/Sud. A droite : signaux prédits par un modèle de dislocation en faille normale à 150km de profondeur, équivalent à un séisme de magnitude 8.2. D'après Bouih et al. (2022).



Processus impactant le cycle de vie des cirrus à la tropopause tropicale : apports des observations de Stratéole-2

Milena CORCOS

Cette thèse s'intéresse à l'observation des ondes de gravité dans la tropopause tropicale (TTL pour tropical tropopause layer) par ballons surpressurisés, et à leur impact sur les cirrus. Dans un premier temps, l'activité des ondes de gravité est quantifiée grâce aux observations in-situ des ballons surpressurisés des deux premières campagnes de Stratéole-2. Dans un second temps, l'impact des ondes de gravité sur les cirrus est étudié grâce à la combinaison des mesures lagrangiennes des fluctuations de températures avec un modèle de microphysique prenant en compte la nucléation homogène, croissance et sédimentation des cristaux de glace, ainsi qu'une représentation très simplifiée du cisaillement de vent. Les résultats démontrent l'importance des ondes de gravité pour reproduire les observations des cirrus. Enfin, la variabilité de l'amplitude des ondes étant décrite dans la première partie de la thèse, une étude de sensibilité des résultats à cette variabilité est réalisée.

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN

DE CONTRATS
01.11.2019 - 28.02.2023

DATE DE SOUTENANCE

03.02.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Rival PLOUGONVEN

LABORATOIRE

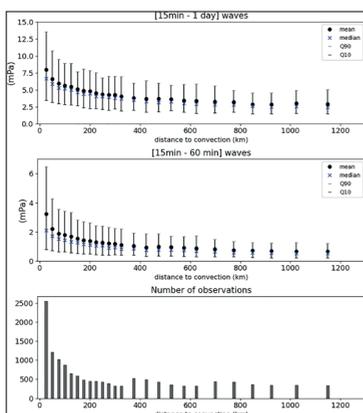
LMD

COFINANCEUR

ED 129

RÉFÉRENT

Adrien DESCHAMPS



Flux de quantité de mouvement des ondes de gravité (ordonnée) en fonction de la distance à la convection (abscisse) estimés à partir des mesures ballon de Stratéole 2.

Le panneau du haut correspond à l'ensemble du spectre des ondes de gravité, le panneau du milieu aux ondes de haute fréquence (périodes entre 15 et 60 minutes). Le panneau du bas montre la densité d'observation.

Capacités à améliorer la caractérisation des aérosols par le futur lidar à haute résolution spectrale de la mission AOS (the Atmosphere Observing System)

Flavien CORNUT

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN

DE CONTRATS
01.01.2020 - 31.03.2023

DATE DE SOUTENANCE

30.03.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Laaliz EL AMRAOUI

LABORATOIRE

CNRM

COFINANCEUR

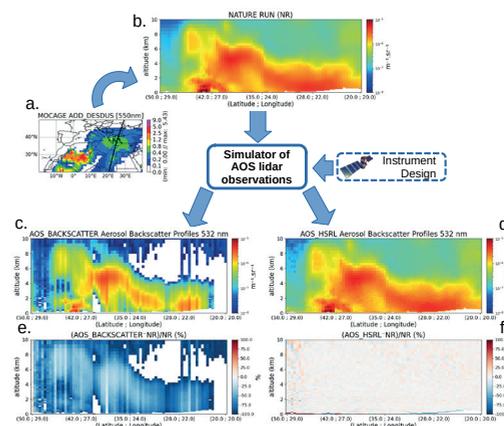
MÉTÉO FRANCE

RÉFÉRENT

Pierre TABARY

Cette thèse évalue les bénéfices d'un Lidar satellitaire à Haute Résolution Spectrale à 532 nm dans le cadre du programme spatial international Atmosphere Observing System (NASA, CNES, JAXA, CSA) pour améliorer l'observation des aérosols et leur description dans un Modèle de Chimie Transport, avec une attention particulière à leur distribution verticale. L'objectif scientifique de cette mission est d'approfondir nos connaissances sur les aérosols et les nuages et notamment leurs interactions avec le climat et l'environnement. Les lidars à rétrodiffusion élastique (exemple CALIOP) sont limités par leur difficulté à séparer le signal moléculaire du signal particulaire, source incertitudes pour l'étude des aérosols. La technique à Haute Résolution Spectrale s'émancipe de cette contrainte en exploitant le phénomène de décalage Doppler induit par l'agitation thermique des particules et molécules dans l'atmosphère.

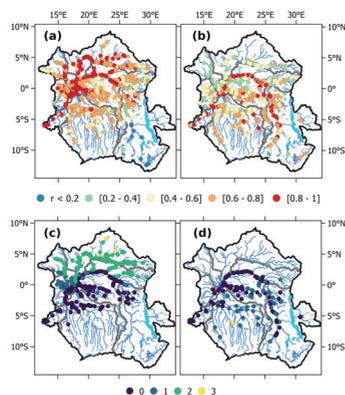
Méthode et résultats obtenus dans l'article Cornut et al. 2023 pour un événement de poussières désertiques. Le Nature Run (a), les propriétés optiques de l'aérosol (c, d) et comparaisons et analyse des biais (e, f).



Étude de la ressource en eau en lien avec le climat dans le bassin du Congo : Approche intégrée utilisant des données in situ, la télédétection et la modélisation hydrologique

Benjamin KITAMBO

Le bassin du Congo, le deuxième plus grand au monde, joue un rôle majeur dans les cycles de l'eau et du carbone, avec un fort impact sur le climat global. Pourtant, ses caractéristiques hydro-climatiques restent encore mal connues, principalement en raison de sa complexité et du manque d'observations in situ adéquates. Une approche robuste basée sur une combinaison multi-échelle de mesures in situ et issues de la télédétection, associées à la modélisation hydrologique, permet ainsi de caractériser l'hydrologie de surface en termes de hauteur d'eau, étendue d'eau et stock d'eau de surface du bassin et sa variabilité. Ainsi, ces travaux ont révélé les temps de transfert de l'eau douce à travers le bassin et la contribution relative de chaque sous-bassin au débit du fleuve, caractérisée par un régime hydro-climatique bimodal. Cela a contribué au développement d'un modèle hydrologique dont l'utilisation est précieuse pour la prévision et la gestion des ressources en eau du bassin.



ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.03.2020 - 30.04.2023

DATE DE SOUTENANCE

12.04.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Fabrice PAPA

LABORATOIRE

LEGOS

COFINANCEUR

IRD

RÉFÉRENT

Philippe MAISONGRANDE

Contribution régionale au débit du fleuve Congo. (a) Corrélation optimale entre les hauteurs d'eau dérivées de l'altimétrie (ERS-2, ENV, SRL, J2/3, et S3A) pour chaque sation virtuelle et le niveau d'eau in situ à Brazzaville/Kinshasa pour la période d'août-février et (b) pour la période de mars-juillet. (c-d) Décalage temporel (en mois) associé, respectivement, aux panneaux (a-b).

La dynamique du Golfe du Mexique et sa modulation par les interactions air-mer

Marco LARRAÑAGA

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.11.2019 - 31.12.2022

DATE DE SOUTENANCE

24.02.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Julien JOUANNO

LABORATOIRE

LEGOS

COFINANCEUR

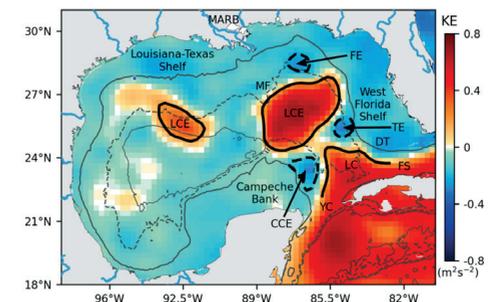
UT3

RÉFÉRENT

Annick SYLVESTRE-BARON

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 méso-échelle 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 méso-échelle 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.

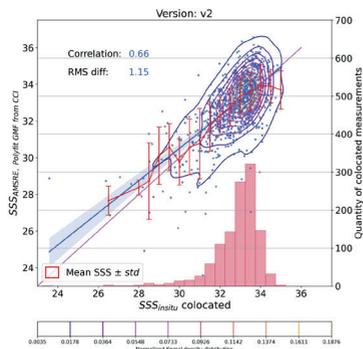
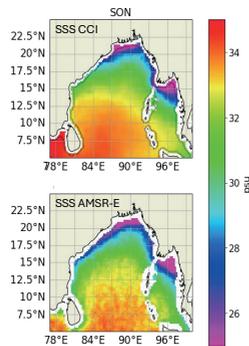
Principales caractéristiques de la dynamique du Golfe du Mexique illustrées par un instantané de l'anomalie de hauteur de mer AVISO pour le 5 mars 1998. Les contours continus mettent en évidence le Loop Current (LC) et les tourbillons qu'il libère (LCE). Les contours en pointillés mettent en évidence les tourbillons frontaux du Loop Current. Les contours gris correspondent aux profondeurs de 200 m, 2500 m et 3500 m.



Étude de la variabilité de la salinité de surface dans le Golfe du Bengale à partir d'estimations satellitaires radiométriques en bande C/X et d'un modèle d'océan

Marie MONTERO

La salinité de la surface de la mer (SSS) influence les précipitations régionales et la productivité biogéochimique dans la baie du Bengale (BoB). Avant les radiomètres bande L, les données de SSS dans la BoB étaient insuffisantes pour décrire les variations à l'échelle du bassin. Cette thèse vise à reconstruire les variations de SSS à l'échelle du bassin et à analyser des phénomènes côtiers à mésoéchelle en utilisant des données satellitaires radiométriques en bande C & X.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 598 - Sciences de la Mer et du Littoral (SML)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

04.11.2019 - 30.04.2023

DATE DE SOUTENANCE

18.04.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Jean TOURNADRE

LABORATOIRE

LOPS

COFINANCEUR

Région Bretagne

RÉFÉRENT

Annick SYLVESTRE-BARON

En haut : Moyenne de la SSS de septembre à novembre à partir des données CCI (en haut ; 2010-2019) et des données AMSR-E (en bas; 2002-2011).

En bas : Diagramme de dispersion de la SSS d'AMSR-E par rapport à la SSS co-localisée des données in situ avec leur distribution de densité de noyau en contours colorés. L'histogramme rouge montre la distribution des mesures co-localisées.

Estimation de l'évapotranspiration à l'aide des données directionnelles en infrarouge thermique

Samuel MWANGI

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2019 - 31.01.2023

DATE DE SOUTENANCE

02.02.2023

DIRECTEURS DE THÈSE

Gilles BOULET

LABORATOIRE

CESBIO

COFINANCEUR

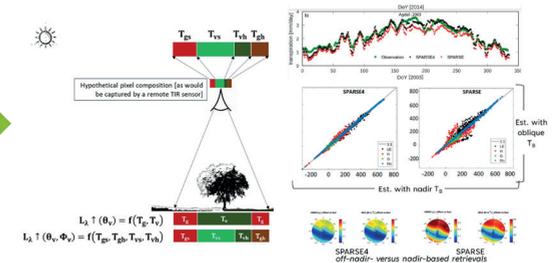
ICUBE

RÉFÉRENT

Philippe MAISONGRANDE

Dans de nombreuses méthodes d'estimation de l'évapotranspiration, la température de surface (LST) est une variable essentielle. Différentes LST sont observées en fonction du type de surface, de la configuration géométrique de visée, et de la position du soleil. Dans cette étude, nous avons étendu le modèle SPARSE via un couplage avec un modèle de transfert radiatif directionnel pour améliorer la cohérence directionnelle de l'estimation du flux. Sur des surfaces homogènes ou hétérogènes, les deux modèles n'ont montré aucune différence observable dans leurs flux totaux. Néanmoins, en incorporant la direction du soleil et en discriminant les éléments éclairés/ombragés, la partition des flux entre le sol et la végétation a été améliorée. Une étude expérimentale et une étude synthétique ont montré que la sensibilité des estimations de la température des flux et des composants à la direction d'observation du capteur est considérablement réduite lorsque le modèle étendu est utilisé.

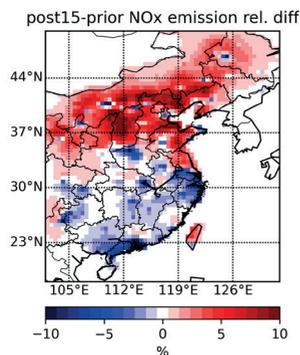
À gauche, schéma des 2 modèles de simulation de l'évapotranspiration : original, SPARSE, et étendu pour prendre en compte les températures des éléments au soleil (indice « s ») ou à l'ombre (indice « h »), SPARSE4 ; « g » = sol, « v » = végétation ; à droite : estimation de la transpiration par les 2 modèles (haut), cohérence directionnelle expérimentale (milieu) et synthétique (bas).



Modélisation inverse des émissions de NOx dans les zones urbanisées de l'hémisphère Nord : application du système d'inversion CIF-CHIMERE aux observations OMI et TROPOMI

Dilek SAVAS

L'impact sur la santé de la pollution de l'air conduit à la mise en place de politiques de réduction des émissions de polluants. Pour évaluer ces politiques, l'approche par inversion atmosphérique, qui utilise les observations atmosphériques pour contraindre les émissions, est prometteuse. Nous avons ainsi testé le système de modélisation inverse CIF, couplé au modèle de chimie-transport CHIMERE en utilisant les observations du satellite OMI. Le système CIF-CHIMERE a été appliqué pour évaluer l'impact des fortes réglementations sur les émissions de NOx mises en place en Chine depuis 2011. Nous avons estimé les émissions de NOx pour 2015 et 2019 et montré que la réduction des émissions est limitée aux zones urbanisées tout en restant dans les limites des objectifs d'atténuation (10-15%). On a aussi appliqué le système pour évaluer les changements des émissions de NOx en Europe causés par le confinement de 2020 et exploré le potentiel des observations à haute résolution de TROPOMI NO2.



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

—

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.11.2019 - 31.10.2022

—

DATE DE SOUTENANCE
08.06.2023

—

DIRECTEUR DE THÈSE
Gaëlle DUFOUR

—

LABORATOIRE
LISA

—

COFINANCEUR
Institut national information géographique et forestière (IGN)

—

RÉFÉRENT
Carole DENIEL

Correction des émissions anthropiques des oxydes d'azote correspondantes à 2010 estimées pour l'année 2015 par modélisation inverse avec le système CIF-CHIMERE et les observations satellitaires de NO2 de OMI. Les réductions, attendues compte tenu des mesures de mitigation prises par les autorités, sont observées (en bleu) dans les régions fortement urbanisées et le sud de la Chine.

Caractérisation de la banquise Arctique à partir d'observations micro-ondes multi-satellites

Clément SORIOT

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

—

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.12.2019 - 30.11.2022

—

DATE DE SOUTENANCE
16.11.2022

—

DIRECTEUR DE THÈSE
Catherine PRIGENT

—

LABORATOIRE
LERMA

—

COFINANCEUR
ESTELLUS

—

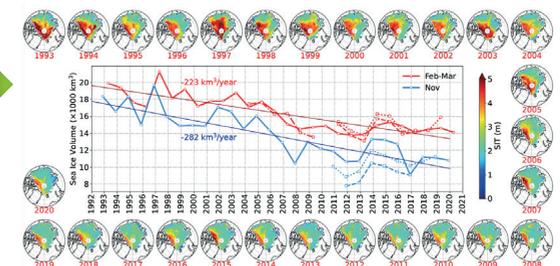
RÉFÉRENT
Anne LIFERMANN

Les observations satellites microondes fournissent des informations sur la banquise, depuis les années 1970, par tous les temps, jour et nuit. Cette thèse a pour but d'améliorer la compréhension des signaux microondes sur la glace et de préparer à deux missions de l'ESA : le Copernicus Imager Microwave Radiometer (CIMR) et le Copernicus polar Ice and Snow Topography Altimeter (CRISTAL). Tout d'abord, les co-variabilités des signaux microondes passifs et actifs sont analysées par classification et interprétées avec un modèle de transfert radiatif. Ensuite, un algorithme d'épaisseur de la glace est développé, avec des microondes passives, par IA. Les comparaisons avec les mesures in situ et les données satellitaires altimétriques sont prometteuses. L'algorithme est appliqué entre 1992 et 2020, pour fournir les plus longues séries de l'épaisseur et du volume des glaces arctiques. Finalement, la sensibilité des formes d'onde altimétrique à l'épaisseur de la neige est testée.

Évolution du volume de la glace arctique pour mars-avril (rouge) et novembre (bleu).

- Traits continus : algorithme microonde passif (18 et 36 GHz), appliqué aux satellites SSM/I et SSMIS.
- Tirets : produit CS2 du CCI ESA.
- Pointillés : produit CS2 du CTOH.
- Tirets/points : produit ICESat.

Les cartes correspondent à l'épaisseur de glace issue des microondes passives, pour les mois de mars.



Cartographie de l'humidité de sol en zone racinaire à l'échelle globale et avec une résolution kilométrique

Roïya SOUSSI

L'humidité du sol est une variable cruciale pour l'agriculture. L'humidité du sol de la zone racinaire (RZSM) est particulièrement intéressante car les plantes puisent l'eau dans la zone où se développent les racines. Cette thèse se focalise sur la prédiction de la RZSM à large échelle et à résolution subkilométrique en utilisant les réseaux de neurones artificiels ANNs. La première partie concerne la prédiction de la RZSM à l'aide d'un modèle ANN qui repose uniquement sur les données in-situ de l'humidité de la surface du sol. Dans l'ensemble, le modèle s'est avéré fiable dans les zones où alternent des cycles humides et secs mais moins performant sur les zones à forts taux d'évaporation par exemple. Ces limitations nous ont menés à évaluer l'impact de l'ajout de variables d'entrée dans le modèle ANN. Le dernier axe concerne la cartographie de la RZSM à l'échelle de l'Europe continentale en utilisant le modèle ANN appliqué sur de nouvelles données issues de la télédétection.

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

14.12.2022

DIRECTEUR DE THÈSE

Mehrez ZRIBI

LABORATOIRE

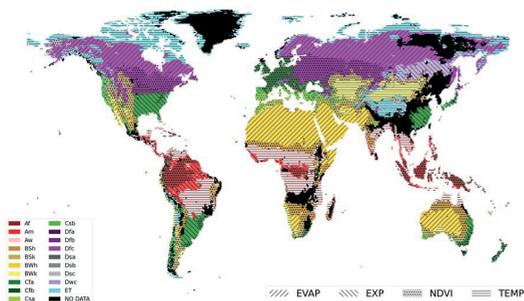
CESBIO

COFINANCEUR

Projet ANR RET-SIF

RÉFÉRENT

Philippe MAISONGRANDE



Carte mondiale des modèles ANN les plus performants par classe climatique, basée sur le taux de changement de corrélation moyen ; les couleurs correspondent aux classes climatiques et les hachures correspondent à l'entrée la plus contributive aux prédictions, à savoir EVAP (efficacité d'évaporation), EXP (filtre exponentiel SWI), NDVI et TEMP (température de surface du sol).

Localisation de la déformation co-sismique par sondage ionosphérique multi-GNSS

Florian ZEDEK
ÉCOLE DOCTORALE

ED 364 - Sciences Fondamentales et Appliquées (SFA)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

12.01.2018 - 30.11.2021

DATE DE SOUTENANCE

02.07.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

Lucie ROLLAND

LABORATOIRE

GEOZUR

COFINANCEUR

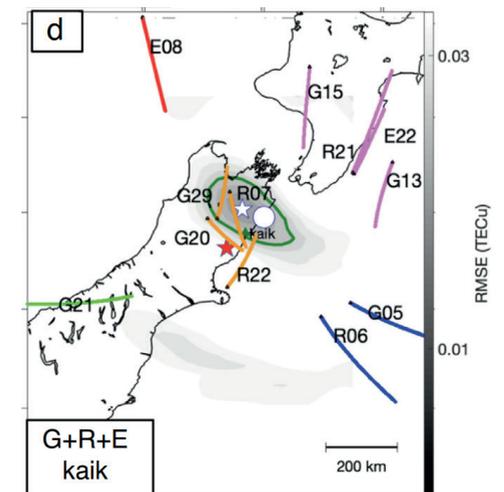
Observatoire de la Côte d'Azur

RÉFÉRENT

Mioara MANDEA

Les grands séismes se produisant aux interfaces Terre-Mer, génèrent les tsunamis les plus destructeurs. Dans les zones faiblement dotées d'équipements de protection (e.g. Vanuatu), la sécurité des populations repose sur la prévention et sur des systèmes d'alerte aux tsunamis. La thèse présentée s'intéresse aux possibilités de fournir des informations rapides, indépendantes et peu coûteuses pour alimenter ces systèmes, basées sur l'analyse des signaux GNSS.

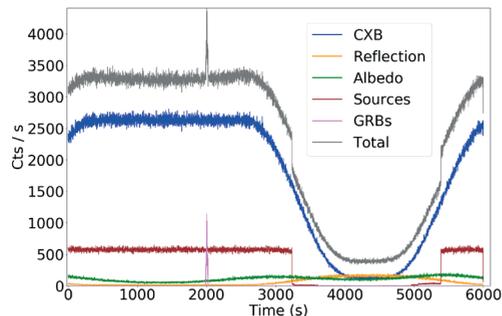
Localisation de la source acoustique du séisme de Kaikoura de Mw 7,8, (2016) par données GNSS (G,R,E). Élévation (disque blanc) minimum de RMSE (étoile blanche), son incertitude (contour vert), traces des satellites (lignes colorées). En 20 minutes après l'initiation de la rupture, à l'aide d'une seule station il est possible de récupérer la direction préférentielle de la rupture et fixer une limite inférieure à son extension (95 km ± 50 km vers le nord).



Détection de sources transitoires de haute énergie avec l'instrument spatial SVOM/ECLAIRS

Benjamin ARCIER

Comptant parmi les phénomènes explosifs les plus lumineux de l'Univers, les sursauts gamma représentent une sonde privilégiée de l'univers lointain. Le satellite Sino-Français SVOM a emporté en 2024 l'imageur gamma ECLAIRS, conçu pour détecter et localiser ces phénomènes remarquables. Pour ma thèse, j'ai simulé les performances d'ECLAIRS dans l'espace en combinant les caractéristiques mesurées pendant les calibrations avec des modèles du ciel (bruit de fond, sursauts gamma et sources X). J'ai utilisé ces simulations pour calculer le taux de détection de sursauts, développer un algorithme de détection basé sur une méthode de « machine learning » et caractériser les populations détectées. En parallèle, j'ai montré l'existence probable de plusieurs populations distinctes de trous noirs stellaires. Pour conclure, ma thèse a fourni un ensemble complet d'outils de simulation pour ECLAIRS avec des applications concrètes telles que le test du logiciel de vol et des pipelines SVOM.



ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.11.2019 - 31.10.2019

DATE DE SOUTENANCE

07.10.2022

DIRECTEUR DE THÈSE

Jean-Luc ATTEIA

LABORATOIRE

IRAP

COFINANCEUR

Université Paul Sabatier

RÉFÉRENT

Philippe LAUDET

Comptages du bruit de fond simulé de ECLAIRS le long d'une orbite (courbe grise) avec un sursaut gamma (courbe rose). Le bruit de fond total est l'addition de plusieurs composantes, toutes modulées par le passage de la Terre dans le champ de vue : le fond diffus cosmologique (courbe bleue) ; l'albédo et la réflexion (courbes jaune et verte) et la nébuleuse du Crabe (courbe marron).

Analyses spectroscopiques multi-techniques avec SuperCam, Mars 2020 - Application à l'étude des carbonates

Élise CLAVÉ

ÉCOLE DOCTORALE

ED 209 - Ecole Doctorale des Sciences Physiques et de l'Ingénierie (SPI)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.01.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

06.03.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Bruno BOUSQUET

LABORATOIRE

CELIA

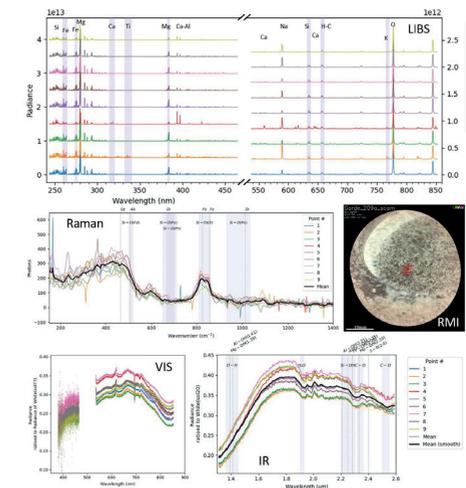
COFINANCEUR

Région Nouvelle Aquitaine

RÉFÉRENT

Christian MUSTIN

Dans le cadre de la mission Mars 2020 (NASA), l'instrument SuperCam permet la caractérisation de cibles géologiques à plusieurs mètres de distance autour du rover, notamment via des techniques de spectroscopie basées sur l'utilisation d'impulsions laser -- LIBS, Raman, luminescence -- et sur la réflexion du rayonnement solaire dans les domaines visible et infrarouge. Les travaux de thèse présentés dans ce mémoire traitent de l'intérêt de combiner ces différentes techniques pour renforcer les interprétations géologiques, en particulier pour la caractérisation des carbonates. Pour cela, nous cherchons d'une part à approfondir la compréhension des processus physiques mis en jeu via des études portant sur l'influence des conditions d'analyse sur les données spectrales, et d'autre part à optimiser des approches numériques d'apprentissage qui permettent d'en extraire l'information.



Exemple de données multi techniques acquises par SuperCam sur Mars : spectres LIBS, Raman et de réflectance (VIS, IR) ainsi qu'une image de la cible (RM1).

Recherche de sursauts gamma avec SVOM/MXT : Développement et caractérisation du logiciel scientifique embarqué

Shaymaa HUSSEIN

Les sursauts gamma sont des sursauts lumineux, puissants et courts de rayons gamma suivis d'une rémanence moins lumineuse des rayons gamma jusqu'aux énergies radio. Ces événements sont des outils précieux pour sonder l'histoire de l'Univers. Dans ce contexte, la mission spatiale SVOM vise à détecter et caractériser ces sursauts à partir de juin 2024. À bord, le télescope MXT est conçu pour détecter la rémanence des rayons X mous et les localiser avec une précision inférieure à 2 arcmin en quelques minutes. Pour ma thèse, j'ai d'abord développé un traitement d'image pour caractériser le niveau de bruit dans le détecteur et identifier les photons gamma. J'ai également conçu l'algorithme pour localiser précisément le sursaut. Enfin, j'ai mis en place le calcul du rapport signal sur bruit de la source. Par ailleurs, une simulation complète a été construite pour étudier les performances scientifiques du MXT : environ 80% des sursauts sont localisés sous 2 arcmin après 10 minutes d'observation.

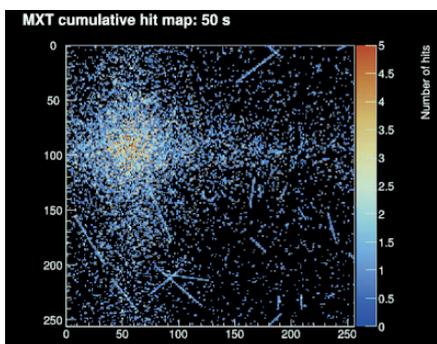


Image simulée montrant l'accumulation de photons X détectés par la caméra du télescope X du satellite SVOM. La distribution particulière des photons permet de localiser précisément la position du sursaut dans le ciel.

Diagnostics du vent solaire et de la poussière à partir de la sonde Parker Solar Probe

Mingzhe LIU

ÉCOLE DOCTORALE

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

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**

15.12.2019 - 14.12.2022

DATE DE SOUTENANCE

06.12.2022

DIRECTEUR DE THÈSE

Karine ISSAUTIER

LABORATOIRE

LESIA

COFINANCEUR

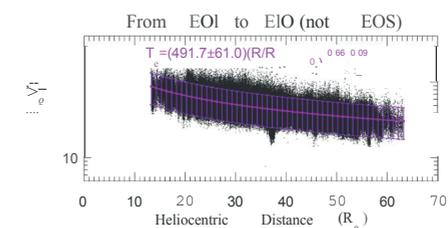
DIM ACAV

RÉFÉRENT

Kader AMSIF

Le sujet de thèse proposé consiste à analyser les premières données de la mission Parker Solar Probe afin d'obtenir un diagnostic local des électrons et des poussières dans l'héliosphère interne. L'avenir de la physique du vent solaire va être riche en observations avec les futures missions spatiales adaptées à la mesure des paramètres du vent solaire dont le point commun est de s'approcher de plus en plus près du Soleil. La mission Parker Solar Probe, lancée le 12 août 2018, est la mission historique d'exploration de l'atmosphère de notre étoile puisqu'elle s'approchera jusqu'à 9,5 rayons solaires du Soleil d'ici 2024. L'exploration de l'héliosphère interne, couplée à des instruments performants et des méthodes de mesure des plasmas spatiaux et des poussières interplanétaires, permettra d'élucider les controverses actuelles sur le transport de l'énergie dans le vent solaire, l'accélération du vent et le chauffage de la couronne, mais aussi la formation des nano poussières interplanétaires. Mesurer précisément les propriétés des électrons dans les plasmas spatiaux reste difficile en raison de leur grande sensibilité aux perturbations instrumentales : charge du satellite, émissions de photoélectrons, phénomène d'illumination des détecteurs, sillage.

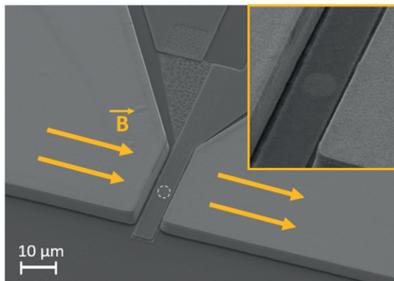
Évolution avec la distance au Soleil de la température électronique mesurée dans le vent solaire à partir de la sonde Parker Solar Probe.



Développement d'un magnétomètre à jonction tunnel miniaturisé pour applications spatiales

Samuel MANCEAU

Le magnétomètre MAROT est un concept de capteur miniature, permettant la mesure de champ magnétique ultra-faible notamment à basse fréquence. Le capteur propose une architecture innovante alliant une détection par des jonctions tunnel magnétiques à un système d'amplification et de modulation. Le capteur est réalisé grâce aux technologies de micro-fabrication, et sa petite taille en fait un excellent candidat pour des applications spatiales. Le travail consiste au développement des jonctions tunnel magnétiques répondant aux besoins du capteur. L'objectif est d'optimiser la sensibilité des jonctions tout en limitant le bruit sur la réponse. Différentes géométries et compositions de la jonction ont déjà été testées, et ont révélé des problèmes de couplage entre les couches magnétiques, ou encore l'apparition de domaines magnétiques. L'étude porte également sur un concept de jonction innovante, présentant deux couches libres en couplage dipolaire et un seul état à champ nul. Dans un deuxième temps, le travail porte sur la réalisation du capteur dans son ensemble, incluant amplification et modulation, avec l'objectif de réaliser un prototype fonctionnel.



ÉCOLE DOCTORALE
ED 552 - Énergie - Matériaux
- Sciences de la Terre et de l'Univers (EMSTU)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
24.07.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Mathieu KRETZCHMAR
-
LABORATOIRE
LPC2E
-
COFINANCEUR
SPINTEC
-
RÉFÉRENT
Kader AMSIF

Image au microscope électronique d'une jonction tunnel magnétique dans l'entrefer de deux concentrateurs de flux. De Manceau et al. (2023)

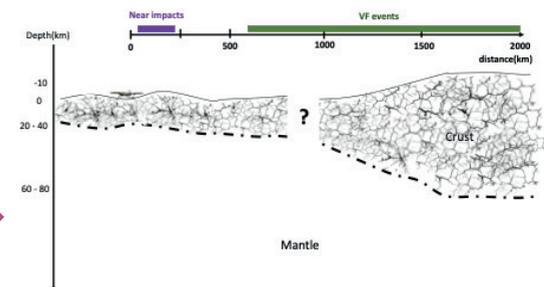
Atténuation des ondes sismiques dans la lithosphère martienne à partir des données InSight-SEIS : séparation et stratification des processus de diffusion et d'absorption

Sabrina MENINA

ÉCOLE DOCTORALE
ED 560 - Sciences de la Terre, de l'Environnement et Physique de l'Univers (STEP'UP)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 03.04.2023
-
DATE DE SOUTENANCE
03.04.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Taichi KAWAMURA
-
LABORATOIRE
IPGP
-
COFINANCEUR
ED STEP'UP
-
RÉFÉRENT
Francis ROCARD

Depuis 2019, le sismomètre SEIS de la mission InSight sur Mars a détecté des centaines de séismes à haute fréquence. Ces séismes présentent des caractéristiques spécifiques comme des arrivées P et S émergentes, un maximum étendu et une décroissance énergétique lente nommée «coda». Cette thèse utilise ces données pour créer un modèle 1D des propriétés d'atténuation de la lithosphère martienne, afin d'estimer les hétérogénéités et la teneur en volatiles selon la profondeur. Les analyses montrent que les signaux sont dépolarisés et suivent une distribution gaussienne, résultat de la diffusion multiple. Les mesures montrent que les caractéristiques de Mars sont distinctes de celles de la Terre et de la Lune. Les propriétés d'atténuation indiquent une forte stratification et une lithosphère sèche sous le site d'atterrissage d'InSight. La croûte martienne, et non un mégaregolith, semble être la principale source d'hétérogénéité.

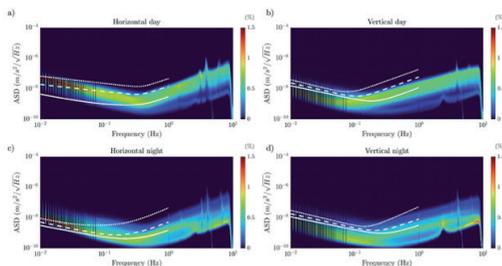
Theoretical schematic representation of the diffusive crustal thickness differences between the northern plains and the southern highlands based on the inversion result. While on the Moon, the source of scattering is the fractured regolith/megaregolith structure, it is the heterogeneity in the crust for Mars.



Étude de la structure profonde de Mars à l'aide de mesures gravimétriques du sismomètre SEIS et perspectives pour la sismologie 6-Axes

Baptiste PINOT

La mission InSight, lancée en 2018, a déployé la première station sismique sur Mars depuis quarante ans. Son sismomètre SEIS, grâce à sa grande sensibilité et sa faible bande de bruit, a détecté plusieurs séismes martiens, permettant de mieux comprendre la structure interne de la planète. En utilisant les données sismiques de SEIS et les mesures météorologiques de la station APSS, cette thèse a étudié les interactions entre le sismomètre et son environnement, mettant à jour le modèle de bruit de l'instrument. Elle a montré comment l'énergie du vent varie entre le jour et la nuit et comparé les données de pression aux modèles de turbulence. Un modèle de bruit mis à jour a été validé en comparant le bruit sismique mesuré, ce qui a permis de déterminer les périodes calmes de la journée. Des méthodes de traitement ont été développées pour réduire l'impact du bruit, notamment pour éliminer les «glitches» causés par la température de SEIS. Enfin, l'étude a montré que le bruit restait trop élevé pour détecter la réponse de Mars à la marée de Phobos. Ce travail pourra guider le dimensionnement des futurs sismomètres planétaires et contribuer à la sismologie rotationnelle.



ÉCOLE DOCTORALE
ED 173 - Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace (SDU2E)

DEBUT / FIN DE CONTRATS
02.12.2019 - 01.12.2022

DATE DE SOUTENANCE
10.20.2023

DIRECTEUR DE THÈSE
David MIMOUN

LABORATOIRE
ISAE

COFINANCEUR
ISAE-SUPAERO

RÉFÉRENT
Francis ROCARD

Synthèse des mesures du bruit du sismomètre de la mission InSight et comparaison avec les modèles (en traits blancs).

Amélioration de la représentation des écoulements en rivière par l'intégration des barrages-réservoirs et l'apport de la mission altimétrique SWOT

Malak SADKI

ÉCOLE DOCTORALE
ED 173 - Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace (SDU2E)

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.11.2019 - 15.03.2023

DATE DE SOUTENANCE
15.03.2023

DIRECTEUR DE THÈSE
Simon MUNIER

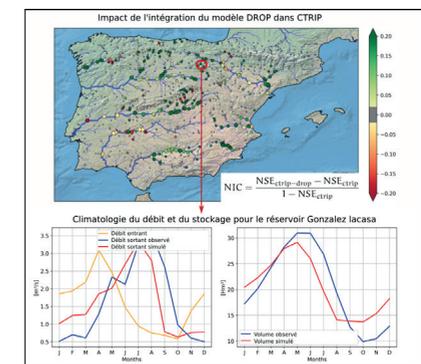
LABORATOIRE
CNRM

COFINANCEUR
Région Occitanie

RÉFÉRENT
Philippe MAISONGRANDE

La ressource en eau est un enjeu crucial pour le siècle à venir, notamment avec le changement climatique et la pression démographique. Les impacts anthropiques sur les ressources en eau, comme l'exploitation des barrages, sont souvent négligés dans les modèles hydrologiques. Le modèle DROP (Dam-Reservoir OPERATION) a été développé pour calculer les lâchers de barrage en fonction des débits entrants et des demandes en eau. Le modèle a été validé sur les bassins espagnols, avec une amélioration significative des débits et une bonne représentation des stocks des réservoirs. Il a été intégré dans le modèle de routage en rivière CTRIP, améliorant les scores statistiques pour 80% des stations évaluées. Les travaux ont également mis en évidence la contribution positive des futures observations SWOT pour le calage des paramètres du modèle. L'implémentation de DROP dans ISBA-CTRIP représente ainsi une avancée majeure pour une représentation plus réaliste du cycle hydrologique à grande échelle.

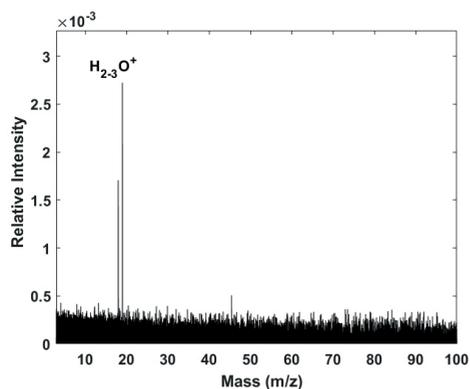
Figure du haut : critère Normalized Information Content (NIC) montrant l'amélioration en vert (ou la détérioration en rouge) des débits simulés sur les cours d'eau espagnols avec la prise en compte des barrages-réservoirs par le modèle DROP. En bas : comparaison des débits et volumes observés et simulés pour le réservoir Gonzalez-Iacasa.



Caractérisation de la composition des poussières hypervéloces dans les environnements planétaires

Arnaud SANDERINK

L'objectif de ce travail de thèse sera tout d'abord d'analyser des analogues de matériaux glacés d'Europe et d'Encelade par le nouveau dispositif franco-allemand LILBID-CosmOrbitrap. La composition et l'évolution des échantillons seront corrélées à ce qui peut réellement être mesurée dans le cadre d'une mission spatiale. Une seconde étape consistera à l'étude de poussières hypervéloces générées par accélérateur de poussière, étape clé vers la spatialisation d'un instrument d'étude de poussières hypervéloces.



ÉCOLE DOCTORALE
ED 552 - Énergie, Matériaux,
Sciences de la Terre et de
l'Univers (EMSTU)

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**
01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE
22.03.2023

DIRECTEUR DE THÈSE
Christelle BRIOIS

LABORATOIRE
LPC2E et Univ Berlin

COFINANCEUR
Université de Berlin

RÉFÉRENT
Francis ROCARD

Premier spectre de masse des ions H_2O^+ et H_3O^+ enregistré avec la configuration LILBID-OLYMPIA, correspondant à des vitesses d'impact de 15-20 km/s. La résolution en masse est de 25 000 pour un temps d'acquisition de ce spectre de 80 ms. La résolution en masse théorique pour cette durée FFT et l'utilisation d'une fenêtre de Hann est d'environ 31000.

Study of a new sub-K cryogenic system for futures CMB missions

Valentin SAUVAGE

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

**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**
01.19.2019 - 31.01.2023

DATE DE SOUTENANCE
29.03.2023

DIRECTEUR DE THÈSE
Bruno MAFFEI

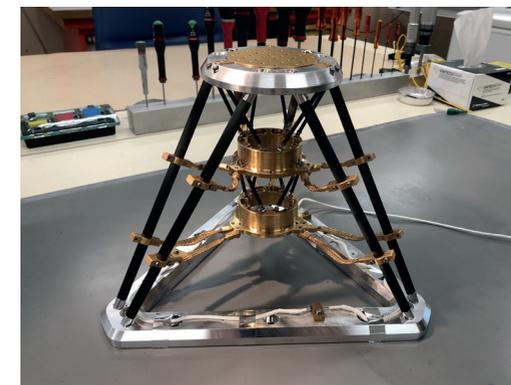
LABORATOIRE
IAS

COFINANCEUR
Région Occitanie

RÉFÉRENT
Philippe LAUDET

Le projet consiste à augmenter le TRL (Technology Readiness Level) d'un système cryogénique pouvant produire des températures de 50 - 100 mK de façon continue avec des variations très faibles afin de refroidir des détecteurs très sensibles pour les futures missions dédiées à la mesure de la polarisation du CMB en particulier, et plus généralement pour des missions utilisant des détecteurs bolométriques ou KIDs (Kinetic Inductance Detectors). Cette thèse a été menée dans le contexte d'un projet déjà financé et engagé par le CNES, au sein d'une collaboration entre l'IAS, l'institut Néel et un industriel. En parallèle, une étude sur les effets systématiques créés par ce nouveau système sur les données de futures missions CMB a été aussi entreprise et menée en collaboration avec les scientifiques de l'équipe COSMIX de l'IAS. Le but ultime est ici de pouvoir réduire ces effets et de préparer le pipeline permettant de les soustraire des données.

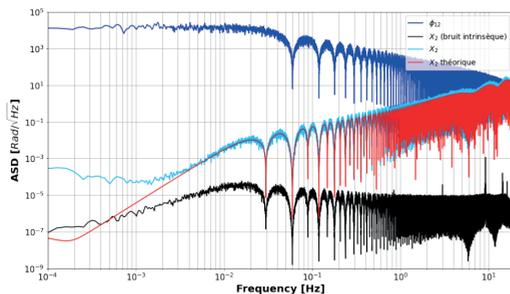
Modèle thermo-mécanique (STM) du réfrigérateur à dilution recyclable pour le spatial.



Validation expérimentale des performances interférométriques de LISA

Léon VIDAL

Constituée de 3 satellites distant de 2,5 Mkm, la mission spatiale LISA est dédiée à la détection des ondes gravitationnelles, notamment celles produites par la coalescence des trous noirs super-massifs. Les infimes fluctuations de distances induites par ces nouveaux messagers seront mesurées par interférométrie hétérodyne couplée à une méthode d'analyse particulière, «l'interférométrie retardée», chargée de réduire les bruits de phase des lasers de 7 à 8 ordres de grandeurs. Ces travaux de thèse s'inscrivent dans la démonstration instrumentale de cette méthode, en utilisant des données expérimentales réalistes (i.e. acquises par un prototype de phasemètre et générées avec les retards correspondants au temps de vol entre satellites). Ils ont notamment permis de mesurer, quantifier et modéliser un couplage fortement non linéaire entre l'algorithme d'interférométrie retardée et les filtres numériques anti-repliement encodés dans le phasemètre.



ÉCOLE DOCTORALE
ED 560 - Sciences de la Terre, de l'Environnement et Physique de l'Univers (STEP'UP)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 31.10.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
14.02.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Hubert HALLOIN
-
LABORATOIRE
APC
-
COFINANCEUR
CNRS/IN2P3
-
RÉFÉRENT
Isabelle PETITBON

Performance de TDI appliqué à des données expérimentales réalistes. Bleu foncé : bruit de mesure brut. Noir : bruit intrinsèque du dispositif expérimental. Bleu clair : résidu de bruit obtenu après application de la méthode TDI. Rouge : modélisation du niveau de bruit attendu, incluant l'effet de couplage avec le filtrage numérique dans le phasemètre.

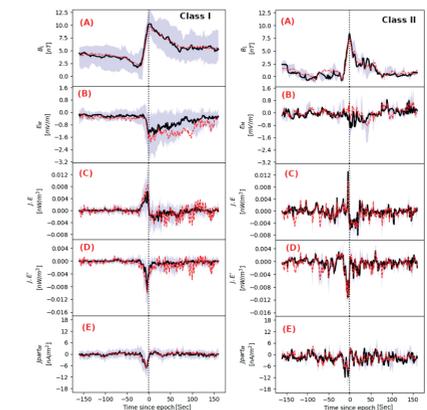
Processus de conversion d'énergie liés aux fronts de dipolarisation dans la queue géomagnétique

Soboh W. S. AL QEEQ

ÉCOLE DOCTORALE
ED 127 - Astronomie et Astrophysique d'Île-de-France
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.11.2019 - 31.12.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
21.12.2022
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Olivier LE CONTEL
-
LABORATOIRE
LPP
-
COFINANCEUR
Programme pause
-
RÉFÉRENT
Kader AMSIF

Des écoulements rapides de plasma sont détectés depuis longtemps dans le côté nuit de la magnétosphère terrestre, la queue géomagnétique. Lors de leur propagation vers la Terre, ils produisent une brusque augmentation de la composante nord du champ magnétique appelée front de dipolarisation (DF). Ces structures contribuent à la dissipation d'énergie dans la magnétosphère. A partir des mesures in situ de la mission Magnetospheric Multiscale (MMS), une étude statistique a permis d'identifier deux classes de DF. La classe I (74,4%) correspond aux propriétés standards des DF et à une dissipation d'énergie. La classe II (25,6%), nouvelle, correspond à une inversion du processus de conversion d'énergie (dissipation puis dynamo). Pour les deux classes, le processus de conversion d'énergie dans le référentiel du satellite est gouverné par le courant diamagnétique et le gradient de pression des ions, et dans le référentiel du fluide par le gradient de pression des électrons.

Conversion d'énergie pour les 2 classes de fronts de dipolarisation déterminée par le produit de la densité de courant électrique J et des champs électriques E et E' (mesurés respectivement dans le référentiel du satellite et du fluide) ainsi que la composante Nord du champ magnétique (BL), le champ électrique (EM) et la densité de courant électrique ($J_{part,M}$) dans la direction azimutale (d'après Alqeeq et al., 2023).

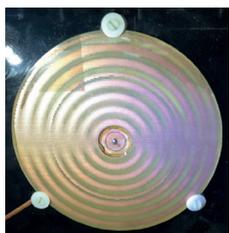


Conception et optimisation d'antennes à métasurface pour des applications satcom et communications spatiales

Jose Alejandro ARROYO SANCHEZ

L'émergence de satellites de petites dimensions introduit de nouveaux besoins en antennes. Les antennes à métasurface tensorielle modulées s'avèrent une solution potentielle aux nouvelles demandes. Ces antennes sont basées sur l'utilisation de surfaces sur lesquelles sont imprimées des motifs de type métamatériaux. Leur souplesse de conception donnent la possibilité de contrôler le rayonnement grâce au design des éléments unitaires composant la métasurface. Une antenne à ouverture est réalisée de façon à favoriser la transformation d'une onde de surface en onde de fuite. L'antenne est alimentée de façon à exciter des ondes de surfaces qui se propageront à l'interface entre un substrat diélectrique et l'air ce qui induira des courants surfaciques sur les éléments de la métasurface, qui sont « vus » par ces ondes surfaciques comme une impédance à valeurs variables dépendant de la géométrie et de la périodicité des motifs. Pendant les dernières années, des recherches en suivant ce design d'antenne ont conduit à des résultats intéressants.

Cette thèse s'est clairement inscrite dans cette direction de recherche, et a investigué trois propriétés : l'efficacité en puissance de l'alimentation ; la polarisation ; l'élargissement de la bande fréquentielle.



Prototype final de l'antenne à onde de fuite à métasurface à 2 couches.

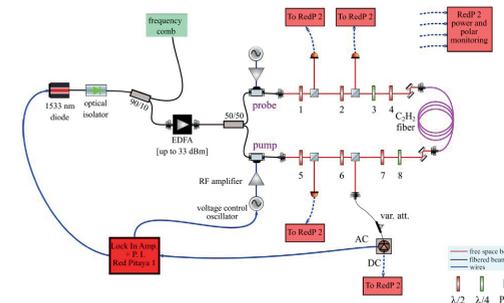
ÉCOLE DOCTORALE
ED 391 - Sciences Mécanique, Acoustique, Electronique et Robotique de Paris (SMAER)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
12.12.2022
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Massimiliano CASALETTI
-
LABORATOIRE
L2E
-
COFINANCEUR
ADS
-
RÉFÉRENT
Romain CONTRERES

Référence de fréquence basée sur la spectroscopie de l'acétylène dans des fibres creuses et asservissement de phase optique basée sur une détection et rétroaction par FPGA

Guillaume BACLET

ÉCOLE DOCTORALE
ED 209 - Ecole Doctorale des Sciences Physiques et de l'Ingénierie (EDSPI)
-
DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
03.11.2023
-
LABORATOIRE
LP2N
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Philippe BOUYER
-
COFINANCEUR
DGA
-
RÉFÉRENT
Benoit FAURE

Les expériences d'atomes froids ont fait progresser les domaines de la métrologie temps-fréquence. Les lasers asservis sur une référence de fréquence sont nécessaires pour adresser les transitions atomiques et manipuler les atomes. Les perspectives ont motivé le développement de références de fréquence portables. Dans ce travail, une référence de fréquence basée sur des fibres à cristaux photoniques à cœur creux est présentée. La spectroscopie de l'acétylène piégé dans la fibre est étudiée. La stabilité d'un asservissement de fréquence est caractérisée. Cette technique offre de nombreux avantages (compacité, robustesse et intégration) pour une variété d'applications, y compris la navigation par satellite, la détection quantique et les télécommunications. La thèse s'étend au développement d'une architecture pour une OPLL. On cherchera à établir un verrouillage de phase à faible bruit permettant une manipulation cohérente d'atomes froids.



Montage tout fibré pour la spectroscopie de l'acétylène piégé dans le cœur d'une fibre creuse.

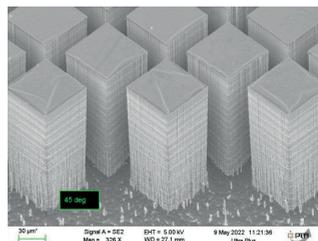
Étude des écoulements oscillants à l'intérieur d'un régénérateur de type réticulaire : impact des dimensions internes sur la fréquence de travail

Benjamin BATAILLE

Le cryo-réfrigérateur à tube à gaz pulsé est une des technologies clés des chaînes de refroidissement cryogéniques des instruments cryogéniques. Il y a un véritable intérêt à réduire la taille de ces réfrigérateurs afin d'optimiser la charge utile des missions spatiales. Une méthode de miniaturisation comporte l'augmentation de la fréquence d'opération du cryo-refroidisseur, qui nécessite l'étude de régénérateurs adaptés et différents des réseaux de grilles classiques. Cette thèse porte sur l'étude de réseaux de losanges micro-fabriqués dans des écoulements oscillants à des fréquences entre 20 et 150 Hz. Une étude soignée menée montre que le déphasage entre la perte de charge et le débit qui augmente avec la fréquence joue également un rôle. La microstructure joue également un rôle sur le coefficient de frottement. Nous avons mis en place un banc expérimental dédié à la mesure du nombre de Poiseuille associé au coefficient de frottement au travers de la mesure du débit et de la perte de charge au borne du dispositif. Nous avons fabriqué des échantillons comportant un réseau de piliers en forme de losanges de différentes caractéristiques et de différentes porosités. Ces échantillons ont ensuite été mesurés en régimes stationnaire et oscillant. De façon similaire au régime stationnaire, les résultats en régime oscillant montrent une augmentation du nombre de Poiseuille avec l'angle de losange et de la porosité du dispositif.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 47 - Ecole Doctorale de
Physique de Grenoble (PHYS)
-
**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**
01.10.2019 - 30.09.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
31.08.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Nicolas LUCHIER
-
LABORATOIRE
CEA/SBT
-
COFINANCEUR
CEA
-
RÉFÉRENT
Lorenzo MARELLI

Exemple de réseau de micro-piliers.



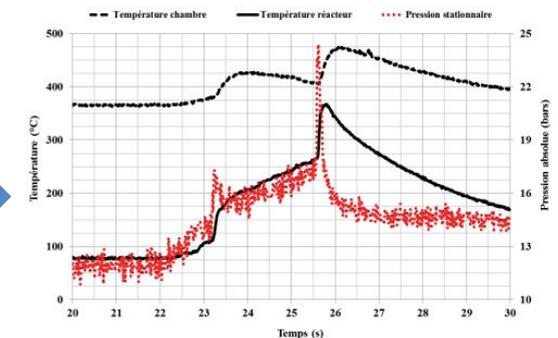
Étude expérimentale et numérique de la combustion d'un Monergol vert ionique en vue d'un dimensionnement de moteur orbital

Lorenzo BYRDE

ÉCOLE DOCTORALE
ED 468 - Mécanique,
Énergétique, Génie Civil,
Procédés (MEGeP)
-
**DEBUT / FIN
DE CONTRATS**
02.10.2019 - 31.12.2022
-
DATE DE SOUTENANCE
19.07.2023
-
DIRECTEUR DE THÈSE
Jérôme ANTHOINE
-
LABORATOIRE
ONERA/DMPE/LPF
-
COFINANCEUR
ONERA
-
RÉFÉRENT
Thomas LIENART

Le CNES et l'ONERA ont lancé en 2016 un projet monergol vert afin de trouver un substitut à l'hydrazine (toxique). Le présent travail de thèse s'y inscrit et poursuit les travaux de Quentin Levard. La thèse se focalise sur les axes présents lors de l'allumage et la combustion d'un spray : atomisation non-réactive et allumage de gouttes isolées. Concernant l'atomisation, un banc permettant la mesure de la granulométrie et de l'angle de spray en fonction de la pression d'injection a été développé. Les résultats granulométriques ont été comparés avec des relations empiriques issues de la littérature afin de parvenir à une prédiction fiable de ceux-ci. Concernant l'étude de l'allumage et de la combustion de gouttes isolées, un banc permettant la visualisation synchrone et superposable de l'allumage d'une goutte en UV et visible a également été développé. Il a permis de confirmer la combustion de monergol vert ainsi que le type de flamme. Un prototype de chambre de combustion a été mis à feu.

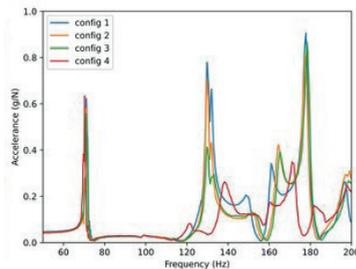
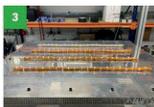
Evolution de la température et de la pression durant un allumage en chambre de combustion d'un ergol candidat.



Couplages dynamiques non-linéaires entre structure principale et secondaire appliqués aux structures spatiales

Xavier CADIOT

La dissipation de l'énergie vibratoire des structures spatiales est essentielle pour leur résistance lors des lancements. Souvent modélisée par l'amortissement modal, cette méthode simplifie la dissipation réelle. Plusieurs sources existent : matériaux, interfaces de liaisons, interactions fluide/structure et amortissement aéroélastique. Les simulations, souvent imparfaites, négligent certaines sources. Les structures spatiales incluent des éléments non-structuraux comme les harnais électriques, souvent considérés comme masses ponctuelles. Des recherches montrent qu'ils dissipent significativement l'énergie vibratoire, agissant comme des oscillateurs. Cette thèse étudie leur comportement dynamique non-linéaire et leur caractère stochastique pour optimiser la dissipation. Elle combine des approches théoriques et expérimentales sur des cas académiques et des applications spatiales, avec des recommandations sur le type de harnais, interfaces, tension et routage.



ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

04.11.2019 - 03.11.2022

DATE DE SOUTENANCE

06.01.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Guilhem MICHON

LABORATOIRE

ICA

COFINANCEUR

ISAE

RÉFÉRENT

Aurélien HOT

L'influence du harnais sur la réponse dynamique d'une structure satellite est étudiée expérimentalement en comparant 4 configurations. Sans harnais (1), avec harnais sur le panneau haut et attaché à intervalles rapprochés (2), comme config 2 mais attaché à intervalles espacés (3) et comme config 3 mais en répartissant le harnais sur des zones ayant une forte réponse dynamique (4).

Téledétection par imagerie hyperspectrale pour la cartographie des émissions de particules d'aérosols dans l'atmosphère

Gabriel CALASSOU

ÉCOLE DOCTORALE

ED 173 - Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace (SDU2E)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

02.12.2022

DIRECTEUR DE THÈSE

Jean-François LÉON

LABORATOIRE

ONERA/DOTA

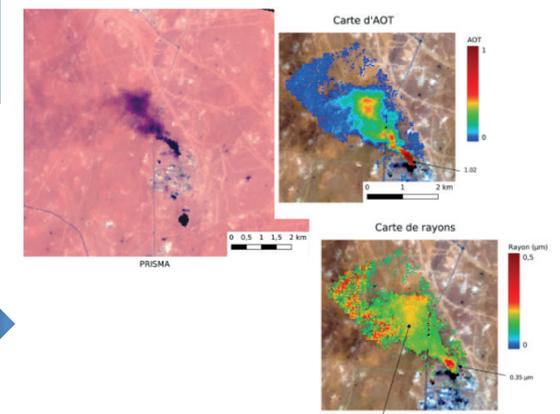
COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

Camille DESJARDINS

L'objectif de cette thèse est d'évaluer la sensibilité de l'imagerie hyperspectrale satellitaire pour la détection et la caractérisation des propriétés physico-chimiques des aérosols émis par les industries. La réflectance de surface est modélisée par une méthode de fusion s'appuyant sur l'utilisation d'une donnée exogène provenant d'images multispectrales dont le temps de revisite est de quelques jours. Une caractérisation des propriétés des aérosols est réalisée à partir de l'imagerie hyperspectrale PRISMA par l'intermédiaire d'un algorithme d'optimisation utilisant le formalisme Bayésien. Ensuite, un bilan de masse, puis une estimation du flux de masse à l'émissaire et de son incertitude est réalisé. Une telle approche a permis de montrer la sensibilité de la donnée hyperspectrale satellite à différents types d'aérosols tout en adaptant notre modélisation aux différentes géométries d'émissions rencontrées.



Épaisseur optique et rayon des aérosols restituées à partir d'une observation PRISMA d'un panache de torchage du gaz d'extraction pétrolière (site de Hassi Messaoud).

Apprentissage profond de séries temporelles de nuages de points 3D

Iris DE GELIS

> Prix de thèse 2024 du GdR MAGIS (Méthodes et Applications pour la Géomatique et l'Information Spatiale)

Nos paysages sont soumis à des changements fréquents dus à des processus géomorphologiques ou à des activités humaines. Pour le suivi de ces évolutions, plutôt que se limiter à des images 2D, il paraît judicieux d'utiliser des nuages de points 3D. La complexité de ce format de données rend néanmoins nécessaire la création de méthodologies spécifiques pour leur analyse. Cette thèse se concentre donc sur la détection de changements dans des nuages de points 3D par apprentissage profond. Premièrement, un simulateur a été développé pour générer des jeux de données 3D représentant l'évolution d'une ville. Après une comparaison expérimentale des méthodes existantes, différentes architectures Siamoisées basées sur des convolutions à points noyaux (KPConv) sont proposées pour la détection supervisée de changements tant dans les milieux urbains qu'en géosciences. Afin de réduire l'annotation fastidieuse des données, une dernière partie de la thèse porte sur des méthodes faiblement supervisées.

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

06.01.2020 - 05.04.2023

DATE DE SOUTENANCE

13.04.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Sébastien LEFÈVRE

LABORATOIRE

IRISA

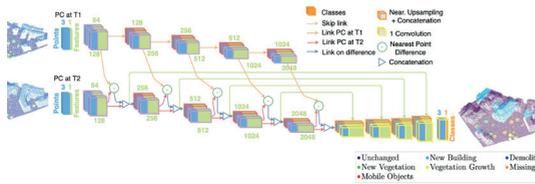
COFINANCEUR

MAGELLUM

RÉFÉRENT

Pierre LASSALLE

Schéma d'une des architectures proposées durant la thèse permettant de faire de la détection de changement directement à partir des nuages de points 3D bruts. Cette architecture nommée Encoder Fusion SiamKPConv se distingue des modèles Siamois classiques en fusionnant dès l'encodeur les caractéristiques mono-date et de changement extraits grâce aux convolutions à points noyaux (KPConv).



Module mélangeur ultra-sensible intégré et encastrable dans le domaine THz

Duy DO HUY

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

29.09.2022

DIRECTEUR DE THÈSE

Yan DELORME

LABORATOIRE

LERMA

COFINANCEUR

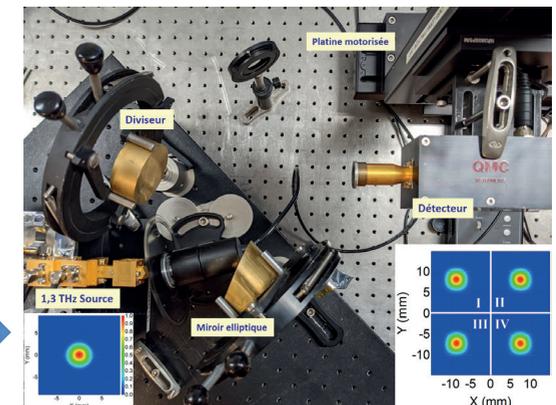
Observatoire de Paris

RÉFÉRENT

Christophe GOLDSTEIN

Les fréquences THz contiennent beaucoup d'informations utiles pour révéler la formation des galaxies et l'évolution des étoiles. Pour détecter le spectre avec une sensibilité élevée et une très haute résolution, nous devons utiliser un récepteur hétérodyne, en particulier, le récepteur à base de mélangeur à bolomètre à électrons chauds (HEB) pour les fréquences supérieures à 1 THz. Ce projet de thèse s'inscrit dans la perspective de mettre au point une technologie de mélangeurs HEB en configuration multi-pixels pour la construction d'un réseau de récepteur hétérodyne. L'étude se concentre sur deux aspects principaux. Le premier consiste à étudier l'élément de distribution du signal d'oscillateur local (OL) aux mélangeurs en utilisant un réseau de phase. Le deuxième vise à mieux comprendre les caractéristiques du signal de fréquence intermédiaire (FI) du HEB afin de préparer l'intégration du circuit FI pour la réalisation d'un réseau de mélangeurs.

Banc de mesure du diviseur de faisceau ainsi que le diagramme de rayonnement du signal émis par une source de fréquence à 1,3 THz et celui des 4 faisceaux créés par le diviseur.



DIAGnostic embarqué pour le durcissement RADIation des électrons spatiales (DIAG-RAD)

Adrien DORISE

Les satellites sont soumis à un environnement radiatif intense car ils ne sont pas protégés par l'atmosphère. Dans cette thèse, un dispositif reposant sur les nouvelles méthodes d'intelligence artificielle permettant de protéger les composants électroniques des satellites de ces radiations a été développé. Pour cela, un système de diagnostic embarqué permettant de détecter les problèmes causés par les radiations a été mis au point.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 309 - Systèmes (SYS)

–

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

–

DATE DE SOUTENANCE

02.12.2022

–

DIRECTEUR DE THÈSE

Louise TRAVÉ-MASSUYÈS

–

LABORATOIRE

LAAS

–

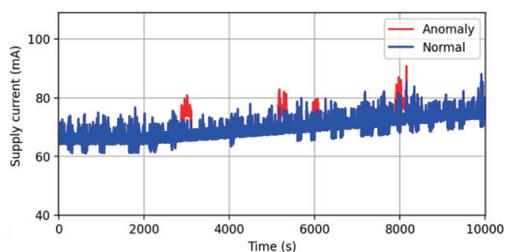
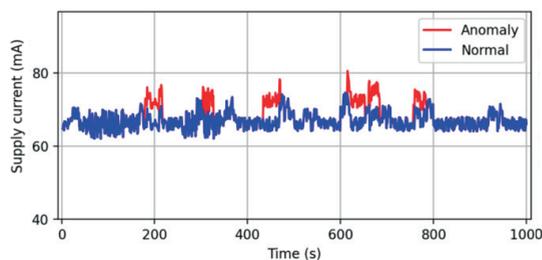
COFINANCEUR

Région Occitanie

–

RÉFÉRENT

Leny BACZKOWSKI



Anomalies dans des données
sans et avec tendance.

Modèle de transport d'électron basse énergie pour les diélectriques en application spatiale

Quentin GIBARU

ÉCOLE DOCTORALE

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

–

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

–

DATE DE SOUTENANCE

22.11.2022

–

DIRECTEUR DE THÈSE

Christophe INGUIMBERT

–

LABORATOIRE

ONERA/DPHY

–

COFINANCEUR

ONERA

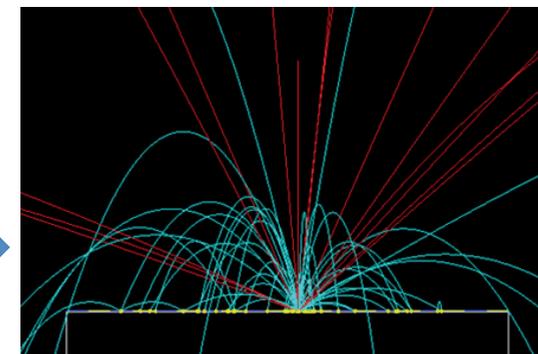
–

RÉFÉRENT

Denis PAYAN

Le milieu radiatif spatial est très contraignant pour les systèmes satellites qui est à l'origine de dysfonctionnements. Par exemple, le déclenchement de l'effet multipactor dans les composants radiofréquences (RF) est un phénomène très fortement dépendant du niveau d'émission secondaire des parois des guides d'ondes où il se produit. Dans ce cas un matériau fortement émissif, tels que les éléments diélectriques des composants RF, renforce le risque. Il est alors important de maîtriser dans ces matériaux le transport des électrons jusqu'à des énergies de quelques eV. Cependant, les isolants se chargent au cours de l'irradiation avec des électrons. Des pièges à électron se forment également. Ces deux processus modifient les processus de transport. Le but de la thèse était donc de modéliser ces deux phénomènes physiques et d'en analyser l'impact sur l'émission électronique secondaire. Cela a notamment permis d'interpréter certains artefacts de mesures récurrents dans la littérature.

Emission Electronique secondaire
d'une surface irradiée par des
électrons en présence d'un
champ électrique externe.



Exploration numérique des performances d'absorption des matériaux hybrides de type MOFs vis-à-vis des contaminants usuels du domaine du spatial

Ezgi GULCAY

L'amélioration de la qualité de l'air et la réduction de la toxicologie de l'espace dans les engins spatiaux est un défi majeur pour maintenir le bon fonctionnement des équipements embarqués. Un procédé basé sur la physisorption apparaît une solution viable pour capter ces contaminants du domaine spatial. L'objectif de cette thèse a été d'identifier des matériaux hybrides poreux de type MOFs capables non seulement de détecter mais aussi capter les contaminants les plus représentatifs du domaine spatial à savoir des molécules siliconées, toluène et des phtalates. Une approche combinant un criblage computationnel haut débit et des mesures d'absorption et de détection ont permis d'identifier quatre MOFs pour l'absorption de molécules siliconées, la détection de molécules siliconées, la capture/détection de toluène et l'adsorption du diméthyl-phtalate. Cet effort inédit dans le domaine du spatial ouvre des perspectives encourageantes pour l'utilisation des MOFs afin non seulement de suivre la qualité de l'air dans des systèmes embarqués mais aussi de capter les contaminants les plus problématiques.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 459 - Sciences Chimiques
Balard (SCB)

–

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.11.2019 - 31.10.2022

–

DATE DE SOUTENANCE
06.12.2022

–

DIRECTEUR DE THÈSE
Guillaume MAURIN

–

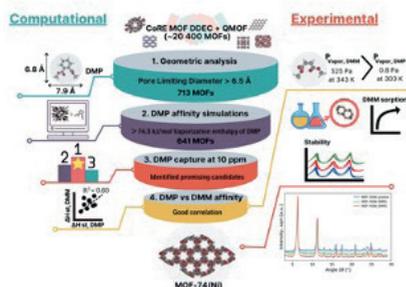
LABORATOIRE
ICGM

–

COFINANCEUR
CNRS

–

RÉFÉRENT
Guillaume RIOLAND



Stratégie computationnelle couplée à l'outil expérimental pour identifier les meilleurs MOFs pour la capture de molécules phtalates qui jouent un rôle majeur dans la dégradation de l'équipement embarqué dans les satellites.

Conception d'antenne directive miniature et agile sur plusieurs octaves

Marwan JADID

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

–

DEBUT / FIN DE CONTRATS
15.10.2019 - 14.10.2022

–

DATE DE SOUTENANCE
11.12.2023

–

DIRECTEUR DE THÈSE
Christophe DELAVEAUD

–

LABORATOIRE
CEA/LETI

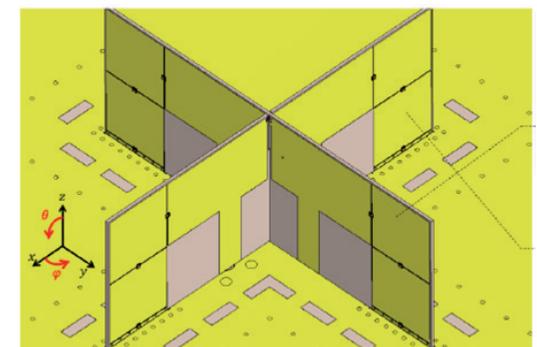
–

COFINANCEUR
CEA

–

RÉFÉRENT
Anthony BELLION

Le secteur 'New Space' pousse à des solutions innovantes concernant la conception d'antennes embarquées. Avec des satellites plus petits, la miniaturisation des antennes directives et ultra large bande représente une solution pour répondre aux exigences de nombreux services. Cette thèse se propose de contourner la limitation physique classique des antennes (bande passante/rendement) en accordant l'antenne sur une sous-bande instantanée plus petite et accordable avec des composants RF reconfigurables. L'enjeu est d'optimiser la miniaturisation de la structure d'antenne tout en limitant l'impact des pertes introduites par les composants reconfigurables et d'obtenir une stabilité des performances sur plusieurs octaves.



Antenne reconfigurable en fréquence.

Modélisation LFT des systèmes multi-corps flexibles

Application au co-design mécanique / contrôle de ligne de visée pour les ballons stratosphériques

Ervan KASSARIAN

Comparés aux satellites et lanceurs, les ballons stratosphériques présentent comme avantages un moindre coût et la capacité de transporter et de récupérer des charges utiles optiques lourdes. Le besoin croissant de précision de pointage requiert le développement de modèles dynamiques précis et de lois de contrôle adaptées à ces systèmes. Le modèle mécanique développé permet de prendre en compte des incertitudes paramétriques sur la chaîne de vol, tels que la masse de lest qui varie au cours du vol. Le contrôle robuste de la ligne de visée de l'instrument optique est adressé avec la synthèse Hinfini afin de minimiser l'erreur de pointage causée par les perturbations (vent et les bruits de mesure). Ce cadre a également permis d'effectuer un co-design contrôle/structure pour maximiser la longueur de la chaîne de vol (pour réduire la dégradation de la performance due à la réflexion de la lumière sur la surface du ballon) tout en assurant les mêmes objectifs de performance de contrôle.

ÉCOLE DOCTORALE
ED 309 - Systèmes (SYS)

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022

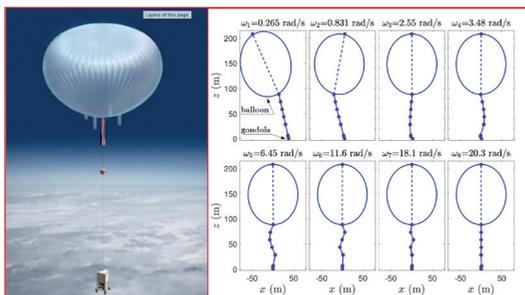
DATE DE SOUTENANCE
07.11.2022

DIRECTEUR DE THÈSE
Daniel ALAZARD

LABORATOIRES
ISAE/DCAS/EDSYS/ACDC

COFINANCEUR
ISAE-SUPAERO

RÉFÉRENT
Johan MONTEL



Télescope embarqué sous ballon stratosphérique (gauche, crédit CNES) – Les 8 premiers modes pendulaires de la chaîne de vol dans le plan longitudinal (droite).

Dosimétrie par fibre optique, applications aux études spatiales et à la physique des hautes énergies

Nourdine KERBOUB

ÉCOLE DOCTORALE
ED 488 - Sciences, Ingénierie, Santé (SIS)

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.09.2019 - 28.02.2023

DATE DE SOUTENANCE
04.10.2023

DIRECTEUR DE THÈSE
Sylvain GIRARD

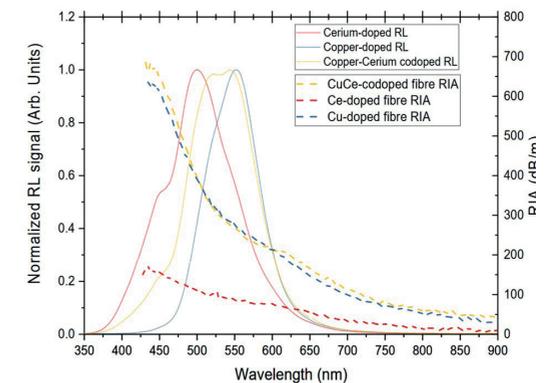
LABORATOIRE
LHC

COFINANCEUR
CERN

RÉFÉRENT
Julien MEKKI

La dosimétrie par fibre optique est un sujet de recherche qui suscite un intérêt croissant de la communauté scientifique en raison de ses nombreux avantages par rapport aux techniques plus traditionnelles. Dans le cadre de ces travaux de thèse, l'accent a été mis sur les applications liées aux accélérateurs et au spatial. L'idée est de fournir une nouvelle solution de dosimétrie pour les tests de rayonnement et l'instrumentation de faisceaux, ainsi que pour la surveillance en orbite des niveaux de rayonnement dans les missions spatiales habitées et non habitées. Les travaux ont été réalisés entre le CERN, l'UJM et le CNES, et visaient une caractérisation systématique de la réponse au rayonnement de différents capteurs à fibre optique basés sur la radioluminescence. Une étude approfondie des effets liés à la température sur les performances du capteur a également été réalisée.

Illustration des deux phénomènes principaux observés sous irradiation dans différentes fibres optiques radioluminescentes pour la dosimétrie: la radioluminescence (RL) et l'atténuation induite par irradiation (RIA). Pour les applications visées, l'objectif est de maximiser la RL tout en minimisant ou stabilisant la RIA pour atteindre les performances maximales pour la détection de radiations.



Etude expérimentale de l'interaction de plasmas d'air avec des matériaux présents dans les débris spatiaux

Morgan LESAGE

Cette thèse concerne la gestion des risques liés aux débris spatiaux, en particulier la rentrée atmosphérique contrôlée des satellites en fin de vie. Pour étudier ce processus en laboratoire, le plasmatron ICP du CORIA est utilisé pour reproduire les conditions rencontrées lors d'une rentrée atmosphérique. L'objectif est d'analyser la cinétique d'oxydation des matériaux comme l'Invar 36 et l'Inconel 718, utilisés dans les satellites. La technique employée pour mesurer la densité et la température de l'oxygène atomique, dans les zones critiques du flux de plasma, repose sur la fluorescence induite par laser à deux photons. Un modèle cinétique détaillé a été développé pour cette fluorescence, incluant des phénomènes comme l'émission stimulée amplifiée (ASE), la photodissociation et la désexcitation collisionnelle état par état.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 591 - Physique, Sciences de l'Ingénieur, Matériaux, Energie (PSIME)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

12.10.2019 - 13.12.2022

DATE DE SOUTENANCE

17.11.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Arnaud BULTEL

LABORATOIRE

CORIA

COFINANCEUR

Région Normandie

RÉFÉRENT

Julien ANNALORO

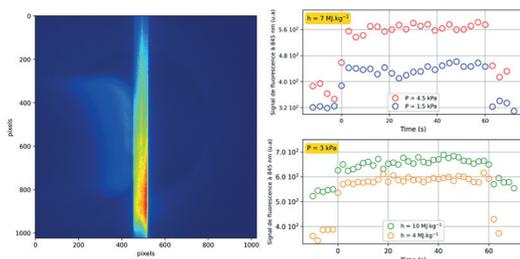


Image et mesure du signal instationnaire de fluorescence induite par laser dans la couche limite d'un échantillon métallique en cours d'oxydation par le plasma produit par le plasmatron ICP du CORIA.

Traitement du signal innovant pour la télédétection par GNSS

Corentin LUBEIGT

ÉCOLE DOCTORALE

ED 475 - Mathématiques, Informatique, Télécommunication de Toulouse (MITT)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

06.01.2020 - 05.01.2023

DATE DE SOUTENANCE

14.02.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Éric CHAUMETTE

LABORATOIRE

ISAE

COFINANCEUR

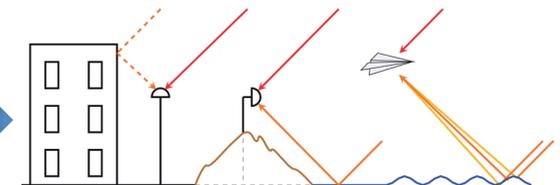
ISAE-SUPAERO

RÉFÉRENT

Laurent LESTARQUIT

La réflectométrie GNSS est une application originale des signaux GNSS : exploiter conjointement les signaux direct et réfléchi sur la surface de la Terre pour déterminer les paramètres géophysiques de la surface de réflexion ainsi que de la couche atmosphérique additionnelle traversée. Le récepteur peut être situé à toutes altitudes : du sol au satellite en orbite basse, on s'intéressera ici essentiellement aux usages aéroportés. Deux grands types de mesures peuvent être réalisés : des mesures de puissances relatives entre signaux direct et réfléchi à partir desquels peuvent être déduits par exemple la rugosité et par extension le vent de surface (c'est la mission CYGNSS), mais aussi des mesures du retard relatif entre signaux direct et réfléchi, l'objet de ce sujet de thèse. L'arrivée de nouveaux signaux multi-fréquence d'une précision inégalée permettent d'envisager des traitements du signal inédits pour la réflectométrie GNSS, tel que l'usage du Alt-BOC ou de méta signaux.

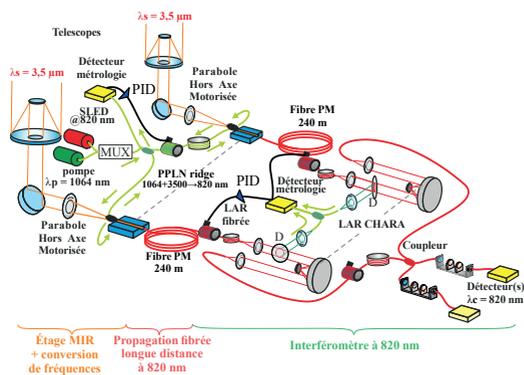
Scénarios considérés de gauche à droite : i) la réflexion comme une nuisance : le multitrajet, ii) le cas à deux sources : réflectométrie au sol à l'aide d'une seule antenne, iii) vers un modèle de réflexion plus complexe : réflectométrie sur surfaces rugueuses.



Interféromètre à conversion de fréquences ALOHA en bande L : Tests en laboratoire et intégration au réseau de télescopes CHARA

Julie MAGRI

Cette thèse traite de l'utilisation de réseaux de télescopes et d'interférométrie pour observer des objets astronomiques en haute résolution angulaire, notamment dans l'infrarouge thermique, crucial pour l'étude des objets froids. Ces observations sont techniquement exigeantes, car les éléments optiques produisent leur propre rayonnement thermique à ces longueurs d'onde, nécessitant des systèmes cryogéniques complexes pour limiter cette interférence. Le projet ALOHA, développé par l'équipe du laboratoire XLIM à Limoges, vise à contourner ces limitations en utilisant une approche innovante combinant l'optique non linéaire et l'optique guidée. Le projet se concentre sur la mise en œuvre d'un interféromètre à liaisons fibrées capable de convertir les fréquences dans la bande infrarouge thermique, en collaboration avec le Center for High Angular Resolution Astronomy (CHARA) aux États-Unis.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 610 - Sciences et Ingénierie des Systèmes, Mathématiques, Informatique (SISMI)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2019 - 31.12.2022

DATE DE SOUTENANCE

13.12.2022

DIRECTEUR DE THÈSE

François REYNAUD

LABORATOIRE

XLIM

COFINANCEUR

TAS

RÉFÉRENT

Jean-Michel LEDUIGOU

Utilisation de l'optique non-linéaire pour observer des sources astronomiques moyen infrarouge dans le cadre de l'imagerie très haute résolution par réseau de télescopes.

Développement des détecteurs à inductance cinétique (MKIDs) pour les applications astronomiques dans le visible et le proche infrarouge

Paul NICAISE

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.12.2019 - 30.11.2022

DATE DE SOUTENANCE

12.12.2022

DIRECTEUR DE THÈSE

Faouzi BOUSSAHA

LABORATOIRE

GEPI

COFINANCEUR

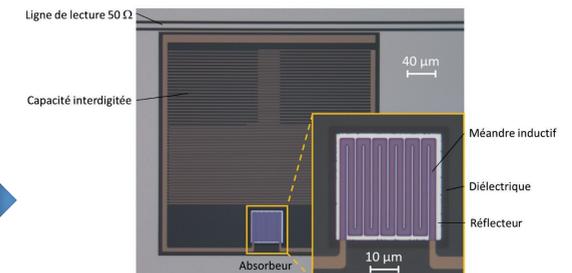
ERC SPIAKIDS

RÉFÉRENT

Herve GEOFFRAY

Le MKID est actuellement l'une des technologies de détecteurs supraconducteurs les plus prometteuses, capables de répondre à de nombreuses applications en astronomie, dans un large spectre électromagnétique. Dans le visible et le proche infrarouge, la plupart des matériaux supraconducteurs utilisés ont une absorbance inférieure à 50%, pouvant limiter considérablement leurs performances. Dans l'objectif d'améliorer le couplage optique entre les photons incidents et l'absorbeur inductif, une nouvelle conception a été mise en œuvre. Elle consiste à placer à une distance $l/4$ une couche réfléchissante, en utilisant une couche diélectrique transparente, pour atteindre le pic d'absorption. La couche réfléchissante permettra de récupérer les photons non détectés lors du premier passage en les réfléchissant vers l'absorbeur. Les caractérisations en bruit et en détection ont permis de mettre en évidence les performances et les limites apportées par une telle approche pour ce type de détecteur.

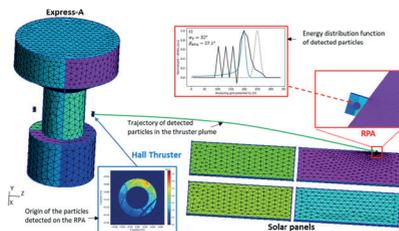
Photo prise au microscope optique d'un MKID (Microwave Kinetic Inductance Detector) composé d'une capacité interdigitée C connectée parallèlement à un méandre inductif L. La détection est réalisée lorsque l'absorption des photons par le méandre modifie la fréquence propre du résonateur formé par le circuit LC.



Modélisation multi-échelle du couplage électrostatique entre un propulseur plasma et les sous-systèmes d'un satellite tout-électrique

Lucas NICOLLE

L'industrie spatiale a vu une adoption massive des satellites tout-électriques, utilisant des propulseurs plasma, comme des propulseurs de Hall. Cette technologie réduit la masse de carburant des satellites et, les coûts de lancement, tout en augmentant potentiellement leurs capacités opérationnelles. Cependant, le plasma généré par ces propulseurs crée des interactions indésirables avec les surfaces et systèmes électriques du satellite, comme les panneaux solaires, limitant ainsi les performances. L'objectif de la thèse est de modéliser les interactions complexes entre les propulseurs plasmas et les systèmes satellites. Le logiciel SPIS, développé par l'ONERA et utilisé pour modéliser ces interactions, présente des limites, en ce qui concerne certains couplages critiques entre le propulseur, le jet de plasma et les générateurs solaires. Le laboratoire LAPLACE, dispose d'une expertise sur la physique des propulseurs plasmas et a développé des modèles permettant de prédire les caractéristiques du panache de plasma de propulseur. La thèse cherche à combiner ces approches pour améliorer les simulations et anticiper les besoins futurs en termes de plateformes plus puissantes ou flexibles, en validant systématiquement les approches numériques par une comparaison avec des données en vol effectuées à bord du satellite Express-A.



Modélisation du fonctionnement d'une sonde analyseur de champ retardateur placé sur les panneaux solaires de satellite Express A dans le logiciel SPIS développé par l'ONERA.

Réalisation d'un gradiomètre atomique basé sur des séparatrices de Bragg

Raphaël PICCON

ÉCOLE DOCTORALE

ED 564 - Physique en Île-de-France (PIF)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

07.12.2022

DIRECTEURS DE THÈSE

Franck PEREIRA DOS SANTOS

LABORATOIRE

SYRTE

COFINANCEUR

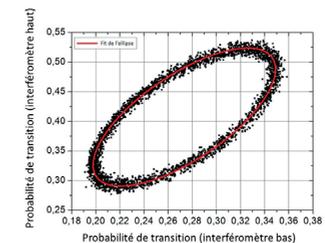
DGA

RÉFÉRENT

Thomas LEVEQUE

Cette thèse présente le travail effectué au SYRTE sur l'expérience de gradiomètre à atomes froids. Le capteur était fonctionnel avec deux sources d'atomes froids et un interféromètre utilisant des impulsions Raman. Afin d'améliorer la sensibilité de l'instrument, nous avons implémenté et caractérisé la diffraction des atomes dans le régime quasi-Bragg et nous avons réalisé un interféromètre avec ces impulsions pour différents ordres de diffraction. Les ports de sortie étant dans le même état interne mais sur deux états d'impulsion différents, il est difficile de les mesurer indépendamment avec une méthode classique de détection par temps de vol. Nous avons donc développé puis caractérisé une nouvelle méthode permettant d'augmenter leur séparation spatiale avant leur détection à l'aide d'un ascenseur de Bloch, que nous avons aussi implémenté en début de séquence afin d'opérer l'interféromètre en configuration fontaine et profiter d'un temps de chute libre maximal. Un miroir monté sur un tip tilt a été caractérisé afin de compenser l'accélération de Coriolis subie par les atomes pendant leur chute et un collimateur à profil d'intensité plat ('flat top') a été implémenté sur l'expérience afin d'éclairer les atomes de manière uniforme. Une sensibilité au gradient de gravité de 255 E à une seconde a été démontrée.

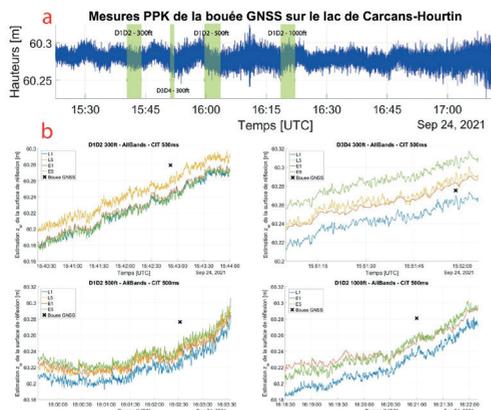
Représentation paramétrique des mesures de probabilité de transition obtenues sur les deux interféromètres. La figure de Lissajous obtenue est une ellipse, dont on extrait par ajustement la différence de phase entre les deux interféromètres.



Réflectométrie GNSS par mesure de phase de porteuse - Application à l'altimétrie précise à haute résolution

Nolan VARAIS

La réflectométrie GNSS (GNSS-R) est une méthode opportuniste d'exploitation des signaux émis par les satellites GNSS, basée sur la collecte des signaux après réflexion à la surface de la terre. La mesure de phase de porteuse est bien adaptée à l'altimétrie des surfaces d'eau. Aussi, cette thèse a eu pour objectif de développer la réflectométrie par mesure de phase pour la mesure du niveau des eaux. Après la mise au point d'un modèle mathématique de la position spéculaire des réflexions sur le géoïde, les travaux de thèse ont consisté à développer une chaîne de traitement GNSS-R, puis à la tester avec les données acquises par avion sur le lac de Carcans-Hourtin (33). La possibilité d'améliorer la cohérence des signaux via la prolongation de l'intégration cohérente a été montrée avec ces mêmes données. Ce travail a montré que la réflectométrie avait des performances similaires aux méthodes satellitaires avec un coût inférieur et une couverture spatiale supérieure à celle des marégraphes.



(a) Hauteurs de la bouée GNSS sur le lac de Carcans-Hourtin. (b) Hauteurs estimées de la surface d'eau pour le profil D1 – D2 à 300, 500, et 1000 ft et le profil transverse D3 – D4 à 300 ft. Les hauteurs obtenues sont cohérentes entre les différents profils (écarts inférieurs à 5 cm). Le profil à 500 ft montre une différence de pente en début du profil qui semble être corrélée avec les observations de la bouée.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 602 - Sciences pour l'ingénieur (UBL-SPI)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

18.11.2019 - 17.02.2023

DATE DE SOUTENANCE

06.02.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

Jérôme VERDUN

LABORATOIRE

GeF (EA4630)

COFINANCEUR

Région des Pays de la Loire

RÉFÉRENT

Laurent LESTARQUIT

Réalisation et optimisation d'un système de récupération d'horloge pour lien à très haut débit ciblant les technologies nanométriques

Dorian VERT

ÉCOLE DOCTORALE

ED 209 - École Doctorale des sciences physiques et de l'ingénieur (EDSPI)

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

12.06.2022

DIRECTEUR DE THÈSE

Jean-Baptiste BEGUERET

LABORATOIRE

IMS

COFINANCEUR

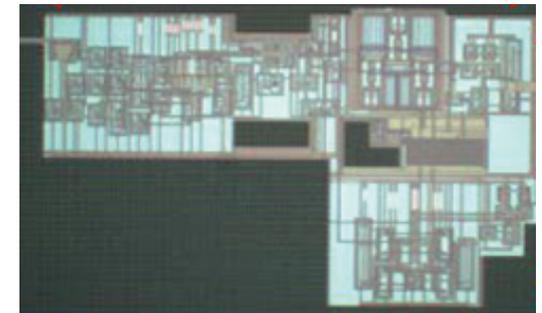
TAS

RÉFÉRENT

Michel PIGNOL

Le CNES a breveté un concept innovant de SerDes haut débit basé sur un oscillateur verrouillé en injection, crucial pour des applications comme les ASIC, FPGA et satellites. Face à la réduction des lithographies des semi-conducteurs (bientôt 28 nm, puis 14 nm), l'architecture doit évoluer pour atteindre plus de 100 Gbit/sec en technologie CMOS. La thèse mènera des recherches sur une architecture utilisant un oscillateur en anneau, avec un prototype en technologie de 180 à 65 nm. En fonction des performances, une version avancée sera développée, ouvrant la voie à une valorisation industrielle.

Photographie du circuit réalisé.

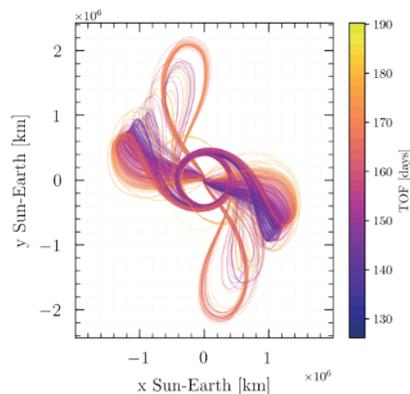


Contributions à la conception de trajectoires dans des systèmes perturbés : application aux systèmes Terre-Lune et lunes martiennes

Daniel VILLEGAS PINTO

L'importance croissante des missions d'exploration de petits corps dans les programmes des agences spatiales permet de révéler des informations sur la formation du système solaire. Les missions d'exploration spatiales vers les petits corps, en permettant de révéler des informations sur la formation du système solaire, prennent une part croissante dans les programmes des agences spatiales.

Le CNES a joué un rôle clé dans la conception des trajectoires pour deux missions d'atterrissage : Philae en 2014 et Mascot en 2018. Ces succès ont permis au CNES de se positionner comme une référence pour l'analyse de mission. Cependant, la conception de trajectoires pour l'exploration de petits corps ne peut pas toujours se baser sur les modèles képlériens simplifiés. Des modèles dynamiques plus complexes, prenant en compte plusieurs corps (modèles à n-corps).



Earth-Moon transfers in the Elliptic-Circular problem: From Earth-vicinity to a synodic resonant quasi-periodic NRHO orbit (plotted in Sun-Earth rotating frame, centred on the Earth).

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE
16.09.2023

DIRECTEUR DE THÈSE
Daniel HESTROFFER

LABORATOIRE
IMCCE

COFINANCEUR
ADS

RÉFÉRENT
Elisabet CANALIAS

Méthodes pseudo-spectrales multiparticules pour les tubes à onde progressive : modèle et applications

Khalil ALIANE

ÉCOLE DOCTORALE
ED 352 - Physique et Sciences de la Matière (PSM)

DEBUT / FIN DE CONTRATS
01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE
30.06.2023

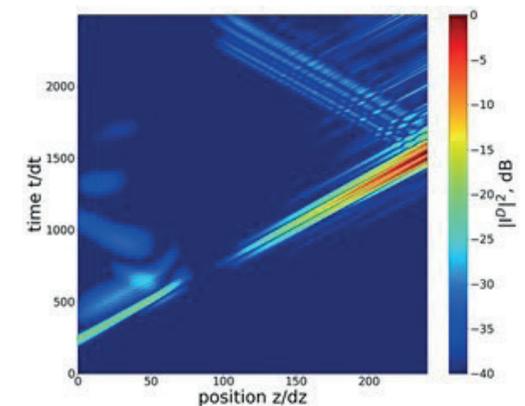
DIRECTEUR DE THÈSE
Yves ELSKENS

LABORATOIRE
PIIM

COFINANCEUR
Thales AVS

RÉFÉRENT
Jérôme PUECH

L'interaction onde-faisceau à l'origine de l'amplification dans les tubes à onde progressive (TOP) fait intervenir des structures de propagation complexes à modéliser et un nombre de particules considérable. Pour cela, les modèles multiparticules en domaine temps sont souvent délaissés au profit de modèles fréquentiels plus rapides, mais moins exhaustifs. Dans cette dissertation, nous présentons le modèle hamiltonien 1-D multiparticules en domaine temps DIMOHA qui offre une modélisation plus fidèle de l'interaction onde-faisceau, tout en assurant des temps de simulation raisonnables. Nous appliquons notre modèle au problème de l'amplification de pulses ultracourts dans un tube expérimental, ainsi qu'à l'étude des effets des réflexions sur la dynamique d'un TOP. Enfin, nous explorons les possibilités de DIMOHA au-delà des amplificateurs en l'appliquant à deux problèmes différents : l'instabilité faisceau-plasma, et l'accélération de protons par laser via la technique TNSA.



Amplification d'un pulse dans un tube à onde progressive : intensité du pulse (couleur) en fonction du temps et de l'espace.



Apport des NHC-Boranes pour la synthèse et la réactivité de nouveaux systèmes énergétiques polyazotés

Romane BELLEC

Les ergols utilisés dans les lanceurs possèdent des performances propulsives intéressantes mais les caractéristiques physiques (faible densité et cryogénique), font grimper considérablement les coûts pour un lanceur. Ainsi, une nouvelle classe de molécules est à l'étude et pourrait induire les ergols de demain : les HEDM (High Energy Density Materials). Outre leurs performances, l'avantage majeur de ces composés polyazotés réside dans leur paramètre physique, puisqu'ils seraient beaucoup plus denses. Ce serait une rupture avec les technologies des lanceurs actuels. Mais, ces composés pourraient s'avérer instables une fois synthétisés. C'est pourquoi, l'apport de l'atome de bore au sein de ces édifices a été étudié. Ces derniers ont fait dans un premier temps l'objet de calculs théoriques, qui ont montré que l'insertion de cet atome particulier permettrait une stabilisation des espèces strictement polyazotées, sans entraver leurs performances propulsives. Plusieurs structures polyazotées-borées cycliques ont été ciblées et leur synthèse étudiée.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 206 - Chimie de Lyon (CHIMIE)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

10.11.2022

DIRECTEURS DE THÈSE

Emmanuel LACOTE

LABORATOIRE

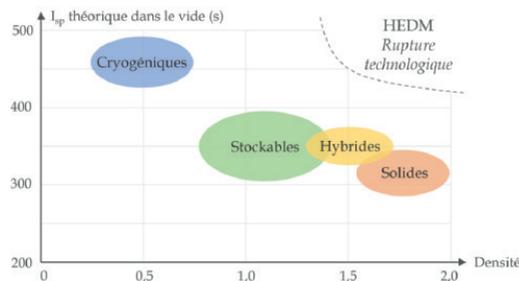
LHCEP

COFINANCEUR

CNRS

RÉFÉRENT

Yann GUELOU



Densités et impulsions spécifiques des différents types de propergols existants et espace recherché par les HEDM.



Modélisation et simulation du phénomène de cavitation de fluides cryogéniques au sein de turbopompes de moteurs spatiaux

Joris CAZÉ

ÉCOLE DOCTORALE

ED 353 - Mécanique, Physique, Micro et Nanoélectronique

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

03.11.2022

DIRECTEUR DE THÈSE

Éric DANIEL

LABORATOIRE

IUSTI

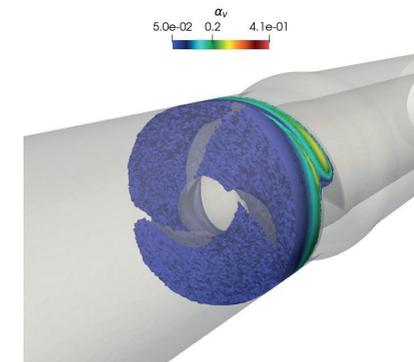
COFINANCEUR

Labex MEC

RÉFÉRENT

Sébastien LEMARTELOT

Dans un étage de fusée à propulsion liquide, la pression locale des fluides peut chuter brutalement sous l'effet de l'aspiration des pompes. Lorsque la pression de saturation est atteinte, des bulles apparaissent : c'est le phénomène de cavitation. Ces structures peuvent provoquer une surtension de la pompe, un blocage de l'écoulement ainsi que diverses instabilités. Afin de comprendre ce phénomène, cette thèse vise à proposer une modélisation numérique de ce type d'écoulement. La cavitation nécessite, à la fois, de prendre en compte l'aspect diphasique de l'écoulement et la compressibilité des phases. Les modèles d'écoulement diphasique à interfaces diffuses répondent à ces besoins. Pour prendre en compte la rotation des pales, le modèle d'écoulement a été écrit en utilisant la méthode Moving Reference Frame. Sur la base de premiers résultats encourageants, l'étude des performances d'un inducteur de turbopompe est réalisée en régime cavitant et est comparée aux données expérimentales.



Résultat d'un calcul en eau avec un inducteur 3 aubes. Visualisation des poches de cavitation.



Architecture et protocoles de télécommunications quantiques - conception et mise en œuvre spatiales

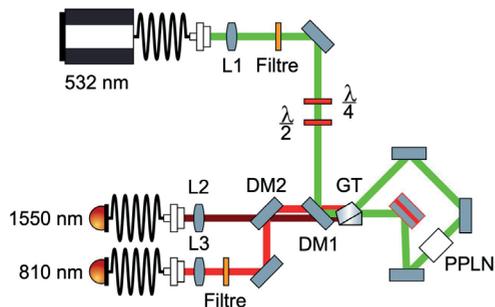
Alek LAGARRIGUE

Ce travail porte sur le développement d'une nouvelle source embarquable de paires de photons intriqués, utilisable pour un protocole de cryptographie quantique via le segment spatial.

Nous étudions en premier lieu différentes observables quantiques applicables à un lien établi entre un satellite et une station sol, afin de quantifier la robustesse et la fidélité associées.

La seconde étude porte sur l'atmosphère et son impact sur la propagation à différentes longueurs d'onde, en prenant en compte également l'aspect directionnel du lien (up- ou down-link). Il en résulte que le couple de longueurs d'ondes 810 et 1550 nm sont deux candidats prometteurs, pouvant être produits par génération paramétrique en optique non-linéaire.

Enfin, nous présentons la réalisation d'une source de paires de photons intriqués à 810 et 1550 nm, sur les observables polarisation et time-bin grâce à une configuration Sagnac auto-stabilisée. Les mesures d'intrication sur ces deux observables donnent des fidélités > 99%.



ÉCOLE DOCTORALE

ED 364 - Sciences Fondamentales et Appliquées (SFA)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

22.06.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Sébastien TANZILLI

LABORATOIRE

INPHYNI

COFINANCEUR

TAS

RÉFÉRENT

Patrick GELARD

Source de paires de photons intriqués bi-longueur d'onde / bi-observable.



Étude expérimentale des paramètres influençant la stabilisation de la flamme LOX/CH4 dans un moteur fusée

Valentin LECHNER

ÉCOLE DOCTORALE

ED 579 - Sciences mécaniques et énergétiques, matériaux et géosciences (SMEMAG)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

29.05.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

Sébastien DUCRUIX

LABORATOIRE

LEM2C

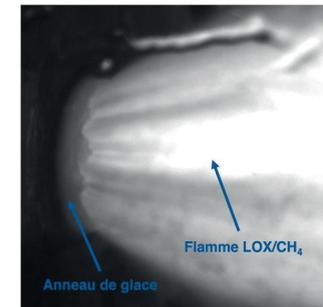
COFINANCEUR

Ariane Group

RÉFÉRENT

Marie THERON

Le lancement réussi de la fusée Ariane 6 en 2024, marque la fin de son développement et ouvre la voie à de nouveaux projets de recherche et développement pour les futurs lanceurs. Le moteur Prometheus est l'un des principaux axes de ces travaux, offrant de nouvelles opportunités technologiques, notamment par l'utilisation du couple d'ergols LOX/CH4 (oxygène liquide et méthane). Bien que ces ergols présentent des avantages, ils posent aussi des défis techniques, particulièrement en ce qui concerne la conception des moteurs fusées. L'objectif de la thèse est de comprendre le fonctionnement des injecteurs actuellement utilisés pour définir un plan d'essai permettant une étude paramétrique détaillée et réaliste. Des essais sont réalisés sur le banc cryogénique Mascotte de l'ONERA en collaboration avec plusieurs organismes, incluant des analyses paramétriques détaillées des injecteurs (géométrie, vitesses d'injection, etc.). Le doctorant en charge utilise des diagnostics optiques variés pour caractériser les flammes et développer des moyens d'analyse avancés afin de mieux comprendre les phénomènes de combustion observés.



Quand la glace rencontre le feu - Anneau de glace d'eau entourant le pied d'une flamme cryogénique oxygène/méthane de moteur-fusée.



Replanification en ligne de trajectoire de secours pour un véhicule réutilisable «tossback»

Hubert MÉNOU

Les nouveaux véhicules tossback répondent à des dynamiques bien connues mais qui sont désormais utilisées dans des régimes de vol peu étudiés jusqu'alors. En particulier, la phase d'atterrissage finale est critique: elle est de faible durée et soumise à des contraintes difficiles à satisfaire liées aux couplages des dynamiques de translation et de rotation. Des travaux récents permettent le calcul des trajectoires d'atterrissage pour un grand panel de paramètres de vol. Un besoin important et récurrent dans les applications lanceur consiste à la prise de décision de replanification, en quasi temps-réel, lorsque les paramètres de vols sont éloignés du nominal. Cette replanification serait d'autant plus utile dans le cas des véhicules tossback, qu'elle permettrait de sauver un bon nombre de situations périlleuses, d'autant plus nombreuses que l'atterrissage se fait dans des conditions très contraintes. La replanification doit se faire en préservant les contraintes de sauvegarde, tout en cherchant à maximiser la rentabilité du modèle économique de lanceur réutilisable.

ÉCOLE DOCTORALE

ED 621 - Ingénierie des Systèmes, Matériaux, Mécanique, Energétique (ISMME)

DEBUT / FIN

DE CONTRATS
01.11.2019 - 31.10.2022

DATE DE SOUTENANCE

31.01.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Nicolas PETIT

LABORATOIRE

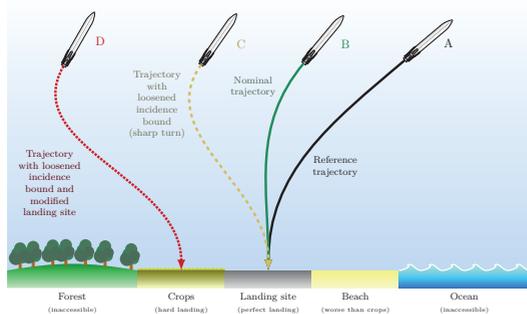
MINES ParisTech

COFINANCEUR

MINES ParisTech

RÉFÉRENT

Éric BOURGEOIS



Méthode HEGO de calcul de trajectoire d'urgence par hiérarchie.



Étude numérique de l'injection d'eau pour la réduction du bruit de jet de lanceurs spatiaux

Valentin MORIN

ÉCOLE DOCTORALE

ED 162 - Mécanique, Energétique, Génie Civil, Acoustique (MEGA)

DEBUT / FIN
DE CONTRATS

15.10.2019 - 14.10.2022

DATE DE SOUTENANCE

30.01.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Christophe BOGEY

LABORATOIRE

ONERA

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

Hadrien LAMBARE

Lors de la phase de décollage, le lanceur, sa charge utile ainsi que le pas de tir sont soumis à de fortes contraintes vibratoires, induites par le bruit des jets des propulseurs. Pour réduire ces contraintes, un des moyens consiste à injecter de l'eau sur la table de lancement. L'objectif est ici de mettre en oeuvre et valider une méthode numérique (dite multi-échelles) permettant de simuler l'injection d'eau en prenant en compte l'atomisation primaire de la phase dense d'un jet liquide (résolu via une interface diffuse) en une phase dispersée de gouttes. Cette méthode est initialement mise en place et validée sur un jet de la littérature axisymétrique, puis appliquée au calcul d'une buse utilisée au banc MARTEL. Le jet simulé est plat et son angle d'évasement en sortie est conforme à ce qui est observé dans l'expérience. La transition du jet est caractérisée par le développement de deux ondes d'instabilité successives à basse et à haute fréquence à l'interface liquide-gaz. La quantité de gouttes produites s'avère être négligeable devant la quantité de liquide présent sous forme dense au niveau de la zone d'impact entre le liquide et le jet principal de gaz.

Isosurface instantanée de la fraction volumique de liquide $\alpha_l = 0.15$ obtenue par la simulation à gauche et par ombroscopie expérimentale à droite (buse utilisée au banc MARTEL).

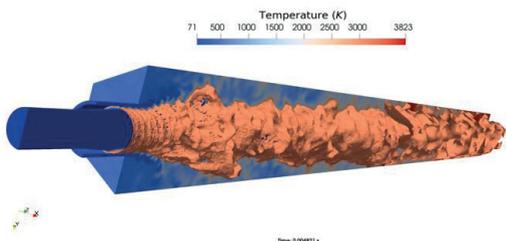




Modélisation et réduction de la cinétique chimique LOx-Méthane pour des applications moteur-fusée

**Antoine
MOUZE-MORNETTAS**

Les lanceurs réutilisables sont maintenant considérés comme une technologie clé pour réduire significativement le coût de l'accès à l'orbite. Le méthane présente des avantages qui le positionne comme un carburant idéal pour une telle application. Néanmoins, le comportement d'un mélange oxygène/méthane en conditions extrêmes de pression et température est mal compris. Pour pallier le manque de connaissances sur la cinétique de l'oxycombustion du méthane, un nouveau modèle s'appuyant sur des données expérimentales uniques a été développé. Le schéma cinétique a été optimisé sur une base de données, construite durant la thèse, de vitesses de flammes en conditions extrêmes pour des mélanges CH₄/O₂ à diverses richesses. Le modèle a ensuite été réduit et implémenté dans un code CFD LES « haute-fidélité ». Il a été ainsi possible de comparer le nouveau modèle sur un cas d'étude numérique de référence de chambre de combustion de moteur-fusée. Les principales caractéristiques de la flamme sont retrouvées mais une structure plus complexe, proche de l'expérience, est observée, soulignant l'intérêt d'une chimie optimisée.



ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN

DE CONTRATS
01.01.2020 - 31.12.2022

DATE DE SOUTENANCE

10.10.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Fabien HALTER

LABORATOIRES

CERFACS / ICARE

COFINANCEUR

CERFACS

RÉFÉRENT

Miguel MARTINBENITO

Flamme CH₄/O₂ en expansion sphérique à haute pression (banc OPTIPRIME) – Simulation LES de la chambre mono injecteur REST (contour à iso température 3000K) avec le nouveau modèle cinétique obtenu durant la thèse.



Prédiction et mitigation des instabilités de cavité issues de couplages fluide-structure

Mark NOUN

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

01.10.2019 - 30.09.2022

DATE DE SOUTENANCE

10.01.2024

DIRECTEUR DE THÈSE

Laurent GICQUEL

LABORATOIRE

CERFACS

COFINANCEUR

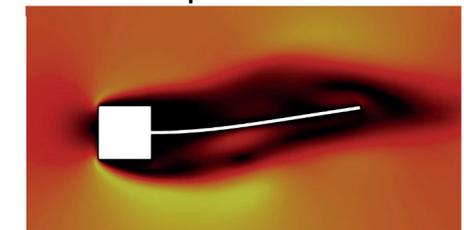
Ariane Group

RÉFÉRENT

Matthieu QUEGUINEUR

Cette thèse vise à comprendre et prédire numériquement l'origine des «bandes de pression» dans les cavités rotor/stator des turbopompes spatiales, responsables de vibrations dangereuses affectant les moteurs. Ces vibrations proviennent d'un couplage entre le fluide oscillant et la structure, créant des instabilités hydrodynamiques et aéroélastiques. L'étude se concentre sur l'analyse des écoulements tridimensionnels instationnaires, caractérisés par des couches limites qui forment des structures cohérentes, telles que des spirales ou des formes axisymétriques. En utilisant une approche de simulation des grandes échelles (SGE), la dynamique de l'écoulement a pu être révélée, contrairement aux méthodes stationnaires comme les RANS. Ces simulations ont montré que les tourbillons internes peuvent se coupler avec le rotor et l'acoustique de la cavité, créant un couplage fluide-rotor-cavité. Un code de mécanique des structures a été développé pour analyser les vibrations élastodynamiques et modales.

Coupled FSI simulation



Simulation LES couplée d'interaction fluide-structure entre le sillage issu d'un écoulement autour d'un obstacle carré et une poutre flexible. Vision de la déformation de la poutre et du champs instantané vitesse locale de l'écoulement autour de cet obstacle (jaune : zone à forte vitesse, noir : zone à faible vitesse voire de recirculation).



Développement d'un modèle 1,5D de chambre de combustion d'un moteur hybride pour une application système

Elena QUERO GRANADO

Un moteur à propulsion hybride associe les concepts technologiques des deux modes de propulsion chimique (solide et bi-liquide) afin d'en tirer les avantages. L'ONERA réalise des simulations numériques de ces moteurs avec le code CFD CEDRE. Toutefois, ces calculs complets ne sont pas compatibles des études d'avant-projet nécessitant la réalisation d'un grand nombre de simulations. Pour ce faire, un nouvel outil-système, implémentant une résolution simultanée des équations des différents composants du moteur a été développé. Cet outil intègre de façon modulaire les modèles 0D des éléments principaux du moteur ainsi qu'une modélisation plus physique de la chambre de combustion. Une validation de cette modélisation 1,5D de la chambre de combustion est réalisée sur base de comparaison avec des calculs CEDRE. Une fois intégrée dans l'outil système, les résultats de simulations complètes de l'ensemble du moteur sont confrontés aux essais expérimentaux du moteur d'essai HYCAT.

ÉCOLE DOCTORALE

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

DEBUT / FIN DE CONTRATS

15.10.2019 - 14.01.2023

DATE DE SOUTENANCE

12.04.2023

DIRECTEUR DE THÈSE

Jérôme ANTHOINE

LABORATOIRES

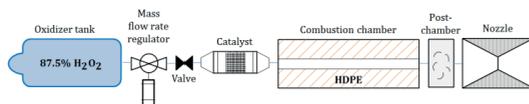
ONERA / DMPE

COFINANCEUR

ONERA

RÉFÉRENT

Émilie LABARTHE



Architecture du moteur HYCAT qui a permis la validation de l'outil système. Les différents composants sont modélisés par des modules dans l'outil-système.

Pour rejoindre l'aventure spatiale

Pour toutes questions relatives au processus d'attribution des allocations de recherches doctorales et post-doctorales :

Madame Cécile Vignolles, 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 doctorats et post-doctorants au CNES.



Pour plus d'information sur ces thèses, vous pouvez consulter le site de ABES : www.theses.fr

Imprimé par **ATELIER EDITION CNES**

 Conception et réalisation graphique - **Kenza Regy**

