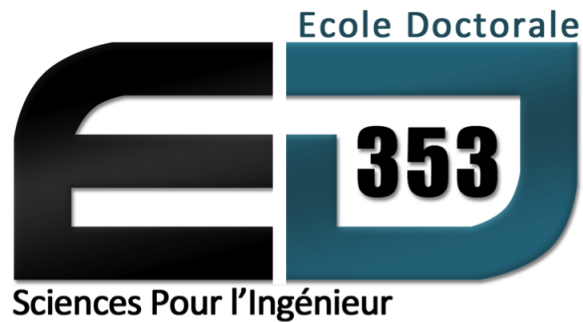


École Doctorale 353

Sciences pour l'Ingénieur: Mécanique, Physique, Micro et Nanoélectronique



Journée des Doctorants

23 mai 2019

Polytech Marseille
Département de Mécanique-Énergétique
Amphithéâtre Fermi



Table des matières

Vers une convergence entre calcul intensif, traitement de données et intelligence artificielle, Stéphane Requena	5
From nanoparticles to EUVL or a possibility to move from the Provence to the German Siberia, Miriam Carlberg	7
De la fusion à la fission, du public au privé ou encore des sciences à la gestion de projet, Clothilde Colin	8
Dynamics and transport of a solute in rotating filtration device : Taylor-Couette as model set-up, Rouae Ben Dhia [et al.]	9
On the self-consistent modeling of transport coefficients to estimate turbulent fluxes in magnetically confined plasmas, Serafina Baschetti [et al.]	10
Étude expérimentale sur l'écoulement bidirectionnel à travers un évent horizontal en ventilation naturelle, Patricio Becerra Barrios [et al.]	11
Audio-haptic signal synthesis for gesture guidance, Corentin Bernard [et al.]	12
Détection de l'IPG et de la fusion à cœur lors d'une irradiation de type transitoire de puissance dans le RJH : modélisation et méthode de mesure en temps réel des déformations d'un crayon combustible, Veronica D'ambrosi [et al.]	13
Dehydration of green solvents by pervaporation, Oleksandr Dimitrov [et al.]	14
Influence du mouillage sur les régimes hydrodynamiques dans une micropuce hydrophile., Jiupeng Du [et al.]	15
Génération de microstructures de combustible nucléaire hétérogène et homogénéisation mécanique, Akram El Abdi [et al.]	16
Evaluation perceptive des distorsions de l'image spatiale d'une scène sonore 3D, introduites par un processus de séparation de sources., Simon Fargeot [et al.] . . .	18

Migration des ions dans un milieu poreux saturé par électrocinétique, application à l'électro-dépollution d'un sol, Wilfried Forogo [et al.]	19
Low Power Wake-Up Systems based on Frequency Detection and their Applications for IoT., Manon Fourniol [et al.]	20
Caractérisation électrique et analyse de mémoires non-volatiles embarquées à base de matériaux ferroélectriques., Terry Francois [et al.]	21
Minibands modeling in strained balanced InGaAs/GaAs/GaAsP solar cells, Benoit Galvani [et al.]	22
Solutions quasi-périodiques et transitoires de systèmes dynamiques non linéaires. Application aux instruments de musique., Louis Guillot [et al.]	23
Artificial intelligence and aided design: Elaboration of an iterative scanning tool of a multiphysics, multiscale and multi-constraint space associated to a design process with learning phase, Pietro Gulinelli [et al.]	24
Caractérisation des propriétés physiques des éléments fins de végétation impliqués dans le phénomène d'accélération des feux de forêt, Nadjat Hamamousse [et al.] .	25
Méthode multi-grilles locales pour la mécanique non linéaire à effet d'histoire - Application aux combustibles nucléaires, Daria Koliesnikova	26
Modélisation biomécanique et pathologies de l'aorte, Fatma Khannous [et al.] . .	27
Discharge flow of granular media from silos in presence of obstacle, Samira Laidaoui [et al.]	28
Étude de l'impact d'un champ magnétique 3D non axisymétrique sur le transport et la turbulence dans le plasma de bord des tokamaks, Benjamin Luce [et al.] . .	29
Ondes internes de gravité générées par convection turbulente, Pierre Léard [et al.]	31
Models of damaged interfaces: mathematical analysis and stochastic effects considerations, Asghar Ali Maitlo	32
Développement d'une nouvelle génération de point mémoire de type EEPROM pour les applications à forte densité d'intégration, Franck Melul [et al.]	33
Low-dimensional Computation of Nonlinear Modes and Reduced Nonlinear Modal Synthesis for Forced Responses, Louis Meyrand [et al.]	34
Modélisation multi-échelle du comportement des sols non-saturés, Marie Miot [et al.]	35

Modeling and sensitivity study of an experimental device for a decay heat measurement performed on an irradiated nuclear fuel sample in the very short cooling time range: the PRESTO experiment, Francesco Muratori [et al.]	36
Comment le facteur d'instruments de musique à anche équilibre-t-il la production et le rayonnement ?, Erik Petersen [et al.]	37
Modélisation des phénomènes non-linéaires pour le réalisme des processus de synthèse des sons percussifs, Samuel Poirot [et al.]	38
What is the thickness of an ice layer over a heated liquid?, Jhaswantsing Purseed [et al.]	39
Dynamics, stability and thermo-chemical evolution of an iron drop falling in a magma ocean, Baraa Qaddah [et al.]	40
Évaluation de la cohésion apparente du contact roc-béton de fondation d'un barrage-poids soumis au cisaillement, Adrien Rulliere [et al.]	41
Advanced mechanical modeling of cable-in-conduit conductors for magnets in fusion machines, Rebecca Riccioli [et al.]	42
Caractérisation électrique de diodes moléculaires associées à des nano-antennes plasmoniques pour convertir la lumière en électricité, Estéban Sanchez-Adaime [et al.]	43
Méthodes isogéométriques espace-temps en grandes transformations pour multiphysiques complexes – Application aux pièces en élastomère, Christelle Saade	45
Inverse Radiation Problem with Infrared Images to Monitor Plasma-Facing Components Temperature in Metallic Fusion Devices, Charly Talatizi [et al.]	46
Numerical modelling of edge tokamak plasma: impact of collisionality on turbulence properties, Raffaele Tatali [et al.]	47
Lattice Boltzmann model for Low-Mach Reactive Flows, Muhammad Tayyab [et al.]	48
Propagation of multidimensional waves in non-linear dispersive systems, Sergey Tkachenko [et al.]	49
Génération et propagation d'ondes de Lamb dans les structures multi-plaques Apport du Retournement Temporel pour le contrôle non destructif par ultrasons des cuves de réacteurs de génération IV, Jean-Christophe Vallée	50
Création d'un système de mesures acoustiques de référence en basse fréquence et fort niveau : Le Short Kundt Tube, Marion Volpe [et al.]	51

Système de collecte et d'analyse des statistiques physiques et techniques applicable au sport amateur., Khodor Jebbawi [et al.]	52
Numerical modelling of thermo-convective instabilities in sessile drop., Sanjeev Kumar [et al.]	53
Nez électronique pour le suivi de la qualité de l'air, Nicolas Morati [et al.]	54
Validation de la chirurgie virtuelle pour les déviations septales : étude numérique instationnaire., Thomas Radulesco [et al.]	55

Vers une convergence entre calcul intensif, traitement de données et intelligence artificielle

Stéphane Requena * 1,2

¹ GENCI – Grand Équipement National de Calcul Intensif - Directeur Innovation et Technologie – France

² PRACE – Partnership for Advanced Computing in Europe - Membre du comité d'administration – Belgique

Aujourd'hui le calcul haute performances (HPC) est devenu un outil stratégique pour soutenir la compétitivité scientifique tout en favorisant l'innovation et en soutenant l'aide à la décision publique. Dans le domaine de la Science, après plus de 30 ans d'utilisation en recherche climatique, prévision numérique de la météo, astrophysique ou chimie, le HPC irrigue désormais tous les domaines scientifiques, de la biologie, des sciences de la vie et de la santé, la combustion haute-fidélité, les sciences des matériaux et les sciences humaines. Dans l'industrie, le HPC est largement utilisé dans l'exploration pétrolière et gazière, l'aéronautique, l'automobile et la finance, et devient essentiel pour assurer la médecine personnalisée, développer les nanotechnologies ou permettre le développement et le déploiement des énergies renouvelables.

Ces usages « classiques » sont maintenant rejoints par d'autres besoins comme l'aide à la décision publique en allouant des ressources de calcul/données en urgence (urgent computing) en cas d'aléas naturels (tremblements de terre, orages, inondations, évacuations, ...), risques biologiques (pandémies, ...), risques industriels ou (cyber) risques terroristes. Même s'il est difficile aujourd'hui d'en prédire l'évolution, il est clair que l'usage de la puissance de calcul est en plein essor, car d'une façon générale, il est devenu essentiel pour le traitement de données massives. Ces données peuvent être scientifiques, issues de simulations à grande échelle (simulations 3D massives, simulations couplées multi-échelles et multi-physiques, études d'ensemble / optimisation, quantification des incertitudes...), mais aussi d'instruments scientifiques de prochaine génération (satellites, radiotélescopes, accélérateurs, microscopes, séquenceurs, ...) et également de l'Internet des Objets (IoT), des réseaux sociaux et du monde économique.

Exploiter et valoriser autant de données (structurées ou non structurées) dans des temps raisonnables et compétitifs n'est plus possible pour les êtres humains, conduisant au développement de l'analyse de données haute performance (HPDA) soutenue par de nouvelles techniques d'assimilation / interprétation / extraction / prédiction de données bénéficiant de l'intelligence artificielle (IA) et apprentissage automatique (Machine Learning), technologies nécessitant dans la phase d'apprentissage des modèles beaucoup de données et de puissance de traitement. Cette explosion des données est à la source de la convergence entre le monde du HPC, du traitement des données et de l'intelligence artificielle.

Biographie :

*Intervenant

Stéphane Requena est Directeur Technique et Innovation à GENCI, Grand Équipement National de Calcul, et membre du comité d'administration de PRACE, l'infrastructure européenne de calcul haute performance. A l'issue de ses études en calcul distribué et calcul parallèle il a rejoint tout d'abord CISI comme ingénieur HPC dans le domaine de l'énergie (EDF, CEA) puis IFPEN pour, dans un premier temps, optimiser et paralléliser des applications dans le domaine de l'exploration pétrolière puis mettre en place au sein de la DSI la migration au tout Linux, dont les stations de travail et cluster de calcul.

Il a ensuite rejoint GENCI en 2007 juste après sa création et suit notamment l'activité de veille technologique de GENCI, la conduite technique des appels d'offres pour faire évoluer régulièrement les moyens HPC/stockage au sein des 3 centres nationaux (CINES, IDRIS, TGCC) et le développement de nouveaux services. Il est aussi impliqué depuis sa création en 2010 dans l'infrastructure européenne de calcul PRACE et dans des initiatives/projets européens comme EuroHPC, PRACE-IP, EESI, EXDCI, Mont-Blanc, PPI4HPC ou EPI.

Mots-Clés: intelligence artificielle, traitement de données HPC, Sciences, décisions publiques

From nanoparticles to EUVL or a possibility to move from the Provence to the German Siberia

Miriam Carlberg * ¹

¹ Carl Zeiss SMT – Chercheuse – Allemagne

Miriam Carlberg retracera le parcours qu'elle a suivi de la thèse jusqu'à maintenant.

Biographie :

Suite à l'obtention de son Abi-Bac au lycée international de Luynes (Bouches du Rhône, 13), Miriam Carlberg s'est inscrite en Bachelor de Physique à l'université du Luxembourg. Les cours y sont enseignés en allemands, français ou anglais selon l'auditoire. Un premier stage dans le laboratoire de Photovoltaïque du Prof. Siebentritt a éveillé son intérêt pour les énergies renouvelables et plus particulièrement les cellules solaires en couches minces. Ainsi, Miriam Carlberg s'est inscrite à l'université Joseph Fourier de Grenoble pour suivre le Master 2 « physique énergétique – énergies renouvelables ». Elle a effectué son stage de 6 mois dans à Nexcis, une startup dans le photovoltaïque en couches minces à Rousset (Bouches du Rhône, 13). Ayant décidé de poursuivre ses études par une thèse pour intégrer le secteur industriel par la suite, elle a rejoint le laboratoire Opto-PV de l'IM2NP à Marseille. Son sujet de thèse, entièrement financé par la DGA et soutenu par Thalès, traitait des propriétés optiques de nanoparticules de différentes formes et tailles réparties en couches minces. Actuellement, Miriam Carlberg travaille à Oberkochen (Allemagne) en RD chez Carl Zeiss SMT, leader mondial de l'optique pour la lithographie.

Mots-Clés: international, optique, nano particules

*Intervenant

De la fusion à la fission, du public au privé ou encore des sciences à la gestion de projet

Clothilde Colin * ¹

¹ Sopra Steria – Ingénieure d'étude et de développement et Physicienne numérique – France

Qu'est-ce que tu veux faire quand tu seras grand ? Une grande question, souvent posée, à laquelle il est difficile de répondre. En tout cas moi je n'avais pas la réponse ! J'ai construit mon parcours en fonction de ce que j'avais envie de faire, de ce qui m'intéressait. En fin de thèse, je me suis demandé ce que j'allais faire après, si mon parcours était le plus adapté au monde du travail. J'ai eu peur d'avoir du mal à trouver un poste intéressant, voire de trouver un emploi tout court. Mon avis a changé. Je vous propose aujourd'hui de vous raconter mon parcours, les questions que je me suis posé, mais surtout de discuter avec vous de vos potentielles inquiétudes quant à « l'après », en espérant que mon expérience et celles de mes compagnons de thèse vous aideront.

Biographie :

Clothilde Colin, détentrice d'un master en sciences de la fusion obtenu en 2012 à l'Université Henri Poincaré de Nancy, a réalisé une thèse au laboratoire M2P2 de Marseille. Son doctorat portait sur l'étude du plasma de bord dans les réacteurs de fusion nucléaire de type tokamak. Après six mois de post-doc au CNRS, elle a orienté sa carrière vers le monde du privé. Après quelques mois dans une première société de service en informatique, elle travaille depuis 2 ans en tant que Business Analyst (étude du besoin client, rédactions de spécifications, qualification et gestion d'équipes) pour la société Sopra Steria.

Mots-Clés: fusion, monde du travail, recherche, gestion de projet

*Intervenant

Dynamics and transport of a solute in rotating filtration device : Taylor-Couette as model set-up

Rouae Ben Dhia ^{*} ¹, Denis Martinand[†] ¹

¹ Aix Marseille Université (AMU) – Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres : M2P2 – France

Filtration processes are employed in several engineering applications. Though, the performance of filtration techniques are known to deteriorate with the accumulation of retained materials on the permeable membrane. The concentration polarization near the membrane induces the appearance of an osmotic pressure leading to cancel out the operating pressure driving the permeate flux across membrane. In this work, linear stability analysis and direct numerical simulations (DNS) are used to investigate the coupling between hydrodynamic instabilities, membrane transfer and osmotic pressure in a Taylor-Couette cell, as a model of rotating filtration devices. This configuration makes use of hydrodynamic instabilities to mix strongly the solution and abate the concentration boundary layer forming near the membrane. We consider here a Taylor-Couette set-up with a fixed outer cylinder and a rotating inner one. Both cylinders are permeable membranes totally rejecting the solute. An operating pressure imposed across the gap drives a radial in- or outflow. As the rotation rate of the inner cylinder is increased, centrifugal instabilities emerge in the form of toroidal vortices carrying the solute. For fixed operating conditions, linear theory shows that the osmotic pressure tends to alter centrifugal instabilities as a result of an original self-sustained mechanism coupling the advection of the concentration boundary layer by the vortices, molecular diffusion and osmotic pressure driving a transmembrane flow fostering the vortices. This mechanism can induce a substantial reduction of the critical rotation rate above which vortices are observed. However, depending on the thickness of the concentration boundary layer, the mechanism can have a destabilizing effect on the Taylor vortices or no effect. Analytical results show that critical conditions are also impacted by the radius ratio. Furthermore, they are compared to recent DNS based on a dedicated code that shows a good agreement with critical conditions.

Mots-Clés: Taylor Couette, filtration, osmotic pressure, hydrodynamic instabilities, concentration boundary layer

*Intervenant

†Auteur correspondant: denis.martinand@univ-amu.fr

On the self-consistent modeling of transport coefficients to estimate turbulent fluxes in magnetically confined plasmas

Serafina Baschetti * ¹, Hugo Bufferand ¹, Guido Ciraolo ¹, Eric Serre ²,
Patrick Tamain ¹, Nicolas Fedorczak ¹, Philippe Ghendrih ¹

¹ CEA Cadarache – Centre de recherche du Commissariat à l’Energie Atomique - CEA Cadarache
(Saint Paul-lez-Durance, France) – France

² Aix-Marseille Université, Lab.M2P2, Marseille, France – Aix-Marseille Université, Lab.M2P2,
Marseille, France – France

The International Thermonuclear Experimental Reactor (*ITER*) is being built in Southern France aiming at being the world’s largest thermonuclear fusion device. Daily commissioning of such sophisticated experiment will require reliable numerical tools to estimate edge plasma properties within a reasonable time. So-called *transport codes* fulfill this need since they rely on fluctuation averaged fluid equations, similarly to Reynolds Averaged Navier-Stokes equations for neutral flows. Thus, transport codes can gather most of the physical ingredients ruling the edge plasma behavior for a reasonable computational cost; nevertheless, over-simplified description of turbulent fluxes, often described by homogeneous transport coefficients, limits their consistency. In this Ph.D. thesis, numerical methods that have been developed in the Computational Fluid Dynamics (*CFD*) community for turbulent flows, are implemented in the transport code SolEdge2D [Bufferand, 2013], aiming at self-consistently estimating the transport of mean fields due to fluctuations in the edge plasma. In particular, transport coefficients used in density, momentum and energy turbulent fluxes are evaluated as a function of (i) the mean kinetic energy due to fluctuations and (ii) its dissipation rate. Transport equations for both quantities are derived in a semi-empiric fashion and implemented in SolEdge2D in analogy with the k-epsilon equations for neutral flows. Thus, turbulent diffusivities are included in mean fields equations. Unlike classic k-epsilon, here free parameters have been closed by the empirical scaling law of the heat flux e-folding length, obtained for a wide range of experiments. Furthermore, consistent modeling of turbulence drive in magnetized plasmas due to interchange instabilities is included in the k-epsilon, as well as plasma-wall chemistry and kinetic neutrals, assured by the code package SolEdge2D-EIRENE.

Quantitatively good agreement of simulation results with respect to many sets of experimental data is found, suggesting a promising strategy on the self-consistent modeling of edge plasma turbulent fluxes in transport codes.

Mots-Clés: Transport coefficients, plasma, transport code, k epsilon, RANS

*Intervenant

Étude expérimentale sur l'écoulement bidirectionnel à travers un événement horizontal en ventilation naturelle

Patricio Becerra Barrios * ^{1,2}, Kevin Varrall ³, Hugues Pretrel ⁴, Samuel Vaux ⁴, Olivier Vauquelin ³

¹ Aix Marseille Université, CNRS, IUSTI UMR 7343 – Aix Marseille Université (Aix-en-Provence) – France

² University of Costa Rica, School of Mechanical Engineering – Costa Rica

³ Aix Marseille Université, CNRS, IUSTI UMR 7343 – Aix Marseille Université (Aix-en-Provence) – Marseille 13453, France, France

⁴ Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) – Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) – centre de Cadarache, 13115 Saint-Paul-Lez-Durance, France

Le flux d'échange à travers un événement horizontal, situé au plafond d'une enceinte munie d'une trappe de ventilation naturelle en partie basse, est étudié expérimentalement. Cet échange est contrôlé à la fois par les effets de flottabilité, dus à une différence de température entre le fluide contenu dans le compartiment et son environnement, et le taux de confinement du compartiment, exprimé par le rapport entre la section d'admission d'air a_B et celle de l'événement a_T . Selon les circonstances, l'écoulement peut alors être unidirectionnel ou bidirectionnel à travers l'orifice. Dans cette étude, réalisée pour quatre diamètres d'événement différents, la flottabilité est induite par une résistance électrique placée au niveau du plancher du compartiment inférieur. Dans un premier temps, l'analyse des signaux de température recueillis au sein de l'orifice, couplée à des observations permettent d'estimer la zone de transition entre un écoulement unidirectionnel et un bidirectionnel. Puis, la technique de vélocimétrie stéréoscopique par imagerie de particules (SPIV) est utilisée pour analyser finement l'influence du rapport a_B/a_T sur l'écoulement, en s'appuyant sur la mesure des champs de vitesse et des zones occupées par le fluide montant et descendant à travers l'orifice.

Mots-Clés: écoulement bidirectionnel, trémie, ventilation naturelle

*Intervenant

Audio-haptic signal synthesis for gesture guidance

Corentin Bernard * ^{1,2,3}, Solvi Ystad ⁴

¹ Groupe PSA – PSA Group – France

² Perception, Représentations, Image, Son, Musique – Aix Marseille Université : FRE2006, Centre National de la Recherche Scientifique : FRE2006 – France

³ Institut des Sciences du Mouvement Etienne Jules Marey – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7287, Aix Marseille Université : UMR7287 – France

⁴ Perception, Représentations, Image, Son, Musique – Aix Marseille Université : UMR7061, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7061 – France

Motivations

The development of touch screens on car dashboards, gradually replacing mechanical buttons, offers new opportunities in terms of human-machine interface but deprives the driver of any tactile feedback. Their use requires therefore more visual attention and increases distraction. The objective of our work is, with new haptic touchscreen technologies and synthetic sound signals, to give back tangibility to these interfaces, and to make their use more natural.

Description of the haptic touchscreen

An haptic touchscreen is a touchscreen capable of rendering tactile feedback on the user finger. There are several haptic technologies, like phone vibrations for example. The haptic technology we use is called ultrasonic friction modulation.

A glass plate is made to vibrate at a resonant mode and the vibrations cause the finger to slightly levitate from the plate. It reduces the friction between the finger and the screen. Modulating the amplitude of the ultrasonic vibration allows for a controlled modulation of the friction force applied to the finger. We can thereby create the illusion of touching shapes and textures.

Description of the synthesizer of interaction sounds

To create realistic feedback, the objective is to combine these haptic signals with sounds that feel congruent, similar as when a finger explores a texture. The sound synthesizer we therefore use is based on the Action-Object Paradigm. Each sound is described as the consequence of an action (like knocking, rubbing or scratching) on an object, defined by its shape (width, thickness, curvature...), and material (metal, wood, glass, ...). It has been demonstrated that sound and haptic can impact subject's motion. We aim to exploit such cross-modal interactions to produce realistic and interesting feedback to guide the user on interfaces.

Mots-Clés: HMI, Haptics, Sound Synthesis

*Intervenant

Détection de l'IPG et de la fusion à cœur lors d'une irradiation de type transitoire de puissance dans le RJH : modélisation et méthode de mesure en temps réel des déformations d'un crayon combustible

Veronica D'ambrosi * ¹, Christophe Destouches ¹, Jérôme Julien ¹,
Jean-Marie Gatt ¹, Frederic Lebon ², Daniel Parrat ¹

¹ Centre de recherche du Commissariat à l'Énergie Atomique - CEA Cadarache (Saint Paul-lez-Durance, France) – Centre de recherche du Commissariat à l'Énergie Atomique - CEA Cadarache (Saint Paul-lez-Durance, France) – France

² Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] – Aix Marseille Université : UMR7031 – France

Le travail de thèse porte sur l'étude de l'**Interaction** entre la **Pastille** de combustible fissile et la **Gaine** d'un crayon REP (Réacteur à Eau Pressurisé). Ce phénomène peut constituer un facteur limitant lors des variations de puissance dans les centrales nucléaires. Il est en effet nécessaire de garantir l'intégrité de la gaine, qui est la première barrière pour le confinement des produits de fission. Ce travail se décompose en deux parties, une partie modélisation et une partie expérimentale. L'objectif est de proposer une méthode de mesure en temps réel pour la caractérisation de l'**IPG** dans le dispositif d'irradiation **ADELINÉ** du réacteur Jules Horowitz (**RJH**).

La partie **modélisation** a consisté à étudier l'IPG en conditions de fonctionnement nominal et incidentel afin d'identifier et de caractériser les phénomènes physiques et les paramètres mesurables en jeu. Pour couvrir l'ensemble des phénomènes, un **modèle de fusion** du centre de la pastille de combustible a été développé avec une approche par **homogénéisation**. Ce modèle est actuellement en cours d'implémentation informatique. Il sera ensuite utilisé par le code ALCYONE (outil de calcul scientifique dédié à la simulation du crayon combustible REP) pour simuler les effets de la fusion sur l'interaction pastille/gaine.

Pour la partie **expérimentale**, le banc d'essai **IMPIGRITIA** a été conçu pour être représentatif des conditions dans le RJH. Il fonctionne hors flux, à basse température et à basse pression en appliquant le principe de similitude. Le dispositif permet de tester la faisabilité et la performance de la détection de l'IPG par méthode d'**analyse vibratoire** sur un crayon fictif et représentatif. La campagne expérimentale est prévue au cours de la période de juin à septembre 2019.

Mots-Clés: combustible nucléaire, oxyde d'uranium, IPG, fusion, homogénéisation, non linéaire, dynamique, banc d'essai

*Intervenant

Dehydration of green solvents by pervaporation

Oleksandr Dimitrov * ¹, Pierrette Guichardon[†] ¹

¹ Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres – Aix Marseille Université : UMR7340, Ecole Centrale de Marseille : UMR7340, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7340 – France

In the modern conditions of constantly growing market demand and product consumption, the world leading industries shift progressively towards the eco-design approach. The situation becomes especially sensitive in the separation technologies as the chemical waste treatment and recycling remain one of the most important problems of humanity. In the organic solvents dehydration field, robust and durable processes, such as distillation, are mainly used. Regardless of its durability and high product output, the overall results obtained by distillation may be far from expected. Its separation efficiency may be limited by the vapor-liquid equilibria mainly in case of an azeotrope. The modified processes such as azeotropic or extractive distillation are able to deal with these drawbacks generally at the expense of increased complexity and operational costs.

The pervaporation, a membrane separation process, can be an excellent alternative to distillation. Though it is a relatively young technology, the attention towards it increases every year mainly due to its low energy consumption and high separation performance. The main advantage of pervaporation is that the separation efficiency is independent of vapor-liquid equilibria and is only limited by the membrane material and operating conditions. A large number of research on membrane materials have significantly decreased the cost of membrane modules which makes pervaporation even more attractive for separation of liquid mixtures.

In this work we intend to demonstrate the particular utility of membrane processes in solvent dehydration. We have experimentally and theoretically studied the pervaporation applied to a dehydration of an aqueous mixture of three glycol ethers which are widely used in different chemical industries. The interest was mainly pointed towards the separation efficiency and energy consumption. The results were compared to those of distillation for the same mixture. The modeling of both processes was also performed in order to optimize operating conditions and efficiency.

Mots-Clés: green solvent dehydration, membrane process, pervaporation, vapor, liquid equilibrium, eco design

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: pierrette.guichardon@ec-marseille.fr

Influence du mouillage sur les régimes hydrodynamiques dans une micropuce hydrophile.

Jiupeng Du ^{*} ¹, Nelson Ibaseta[†] ¹, Pierrette Guichardon[‡] ¹

¹ Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres – Aix Marseille Université : UMR7340, Ecole Centrale de Marseille : UMR7340, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7340 – France

La technologie microfluidique est considérée comme une voie prometteuse pour la fabrication d'émulsions grâce à sa capacité d'offrir des distributions de taille de gouttes très étroites. Néanmoins, les études existantes se limitent souvent au cas où les parois du canal sont mouillées de préférence par la phase continue¹. Toutefois, pour certains systèmes, en l'absence de surfactant, il peut y avoir un mouillage partiel, par la phase dispersée, des parois. Si la paroi offre à la phase dispersée une mouillabilité correcte, l'écoulement peut devenir désordonné et aucun régime hydrodynamique n'est évident à identifier. Une amélioration possible consiste à ajouter un surfactant dans la phase continue, de façon à diminuer la mouillabilité des parois par la phase dispersée²⁻⁴. Ce travail a pour but d'étudier l'influence de l'éventuel mouillage des parois par la phase dispersée sur l'établissement des régimes hydrodynamiques. Les premiers résultats montrent qu'en absence de surfactant, seul le régime de dripping est observable. L'ajout de Tween 80 permet d'obtenir les trois régimes classiques (squeezing, dripping et widening jetting). En plus d'avoir mis en évidence l'influence du mouillage sur les différentes transitions entre les régimes hydrodynamiques, nous avons mesuré les angles de contact et les tensions interfaciales. Ces mesures nous ont permis de proposer un protocole qui peut être utilisé au préalable des manipulations afin d'anticiper l'existence ou non de difficultés dans l'établissement des régimes hydrodynamiques.

Mots-Clés: Microfluidique, microprocédés, génie des interfaces

*Intervenant

†Auteur correspondant: nelson.ibaseta@ec-marseille.fr

‡Auteur correspondant: pierrette.guichardon@ec-marseille.fr

Génération de microstructures de combustible nucléaire hétérogène et homogénéisation mécanique

Akram El Abdi * ¹, Jean-Claude Michel ², Etienne Castelier ¹, Antoine Bouloré ¹, Rodrigue Largenton ³, Christian Lantuéjoul ⁴

¹ CEA Cadarache, Saint Paul-lez-Durance, France – Centre de recherche du Commissariat à l’Energie Atomique - CEA Cadarache (Saint Paul-lez-Durance, France) – France

² Laboratoire de Mécanique et d’Acoustique (4 impasse Nikola Tesla, CS 40006, 13453 Marseille Cedex 13 FRANCE) – Aix Marseille Université : UMR7031, Ecole Centrale de Marseille : UMR7031, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7031 – France

³ EDF recherche et développement – EDF Recherche et Développement – France

⁴ École des Mines de Paris – Ecole des Mines de Paris – 60 boulevard Saint-Michel - 75272 Paris Cedex 06, France

Certains combustibles, utilisés dans les réacteurs nucléaires à eau pressurisé, sont constitués de plutonium, d’uranium et d’oxygène et fabriqués par un mélange de poudres d’UO₂ et de PuO₂. Afin d’examiner l’effet de leur microstructure sur leur comportement mécanique durant l’irradiation, l’objectif du présent travail est de générer numériquement des microstructures 3D représentatives du combustible, de réaliser sur ces microstructures des calculs mécaniques, pour enfin développer une loi de comportement mécanique homogénéisée.

La microstructure du combustible est caractérisée par la répartition spatiale de sa teneur en plutonium, telle que nous la révèlent des cartographies par microsonde électronique. La technique de génération de microstructures proposée s’appuie sur le formalisme des fonctions aléatoires, et se compose de deux étapes : la génération d’une fonction aléatoire gaussienne périodique utilisant des transformées de Fourier rapides, puis l’application d’une fonction d’anamorphose pour respecter l’histogramme des teneurs.

La technique utilisée permet de générer des microstructures 3D périodiques qui respectent deux caractéristiques géostatistiques importantes : l’histogramme et la fonction de covariance spatiale de la teneur. L’obtention de ces deux caractéristiques, à partir des cartographies microsonde, se complique car les mesures par microsonde sont bruitées. Des techniques de filtrage existent : si la fonction de covariance est facile à récupérer, la reconstruction de l’histogramme de la teneur en plutonium est un problème inverse qui nécessite d’être régularisé.

Du point de vue mécanique, le combustible est un matériau à comportement viscoélastique non-linéaire vieillissant avec des gonflements libres, qui dépend de la teneur locale en plutonium. Des premiers calculs mécaniques par FFT sur la microstructure générée ont été réalisés, ces calculs ont comme perspective le développement d’une loi de comportement homogénéisée du matériau. Pour cela, l’utilisation du modèle NTFA (Nonuniform Transformation Field Analysis) est envisagée, avec l’application de la nouvelle approche NTFA-TSO (Tangent Second Order) pour le traitement de la non-linéarité.

*Intervenant

Mots-Clés: Microstructures, Filtrage, Fonctions aléatoires, Homogénéisation mécanique

Evaluation perceptive des distorsions de l'image spatiale d'une scène sonore 3D, introduites par un processus de séparation de sources.

Simon Fargeot ^{*} ¹, Mitsuko Aramaki[†] ², Olivier Derrien ¹, Gaëtan Parseihian ¹

¹ Aix-Marseille-Université - CNRS - PRISM – Aix-Marseille-Université et CNRS – France

² PRISM – CNRS : UMR7061 – France

Les domaines des jeux vidéo, de la simulation et de la réalité virtuelle tendent aujourd'hui à développer des technologies toujours plus performantes, réalistes et immersives. Des efforts sont faits en termes de dispositifs sonores et de traitement du son pour synthétiser des scènes sonores réalistes en environnement 3D. L'un des enjeux majeurs dans ce domaine est la capacité à créer des scènes sonores spatialisées et interactives à partir d'enregistrements de scènes complexes (composées de plusieurs sources). On parle de "remix spatial". Ce procédé passe nécessairement par une étape de séparation des sources, qui peut endommager les signaux reconstruits. On peut alors se demander si les artéfacts de séparation peuvent affecter l'image spatiale perçue d'une scène sonore, dans un contexte de remix spatial.

Nous présentons ici une nouvelle méthodologie pour évaluer perceptivement les distorsions spatiales qui peuvent se produire dans ce contexte. Elle consiste à effectuer un test de localisation sur des scènes musicales complexes composées de trois instruments. Le test est conduit au moyen d'un dispositif de réalité virtuelle permettant au sujet de reporter avec précision les positions et la taille perçue des instruments. Les performances de localisation sont étudiées dans le cas de sources dégradées et non dégradées. Elles sont ensuite comparées en prenant le cas des sources non dégradées comme référence. Cette méthodologie est ici appliquée pour évaluer la qualité de l'algorithme de séparation de source par NMF (Non-Negative Matrix Factorization) développé par Leglaive [1]. Notre étude révèle que le processus de séparation de sources conduit à des dégradations perceptibles de l'image spatiale. Trois grands types de distorsions spatiales ont pu être caractérisées.

Leglaive, S., Badeau, R., and Richard, G. (2017, October). Separating time-frequency sources from time-domain convolutive mixtures using non-negative matrix factorization. 2017 IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics (WASPAA).

Mots-Clés: Perception, Son 3D, remix spatial, séparation de sources

*Intervenant

†Auteur correspondant: aramaki@prism.cnrs.fr

Migration des ions dans un milieu poreux saturé par électrocinétique, application à l'électro-dépollution d'un sol

Wilfried Forogo * ¹, Guillaume Stoltz[†] ², Nathalie Touze[‡] ³, Stéphane Bonelli[§] ⁴

¹ Centre d'Aix-en-Provence [IRSTEA] – Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique – France

² Irstea – Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique – 1, rue Pierre-Gilles de Gennes CS 10030 92761 Antony cedex, France

³ IRSTEA – Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique – France

⁴ Irstea, Aix Marseille Univ, RECOVER – Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture - IRSTEA (FRANCE) – France

Les sédiments extraits des cours d'eau sont considérés comme des déchets et contiennent des polluants tels que des métaux lourds (zinc, Antimoine, plomb...) et des hydrocarbures. Les sédiments sont alors stockés dans des Installations de Stockage de Déchets. Pour éviter ce stockage, un traitement de dépollution des sédiments par l'intermédiaire de bassins munis de géocomposites de drainage innovants est envisagé. Ces géocomposites seront fonctionnalisés par la technologie de l'électrocinétique (application d'une différence de potentiel électrique à un milieu poreux). Le travail de recherche porte sur le développement du géocomposite innovant par l'étude de l'impact d'un champ électrique sur des polluants (métaux lourds sous forme d'ions) dans un milieu poreux saturé. Pour cette étude, deux essais de laboratoire sont menés. Le premier consiste à étudier l'impact du pourcentage de fines et du pH du fluide sur les principaux paramètres de l'électrocinétique (coefficient de perméabilité électrocinétique, consommation énergétique et acidification du milieu). Le deuxième consiste à simuler dans une cellule expérimentale, conçue à cet effet, la dépollution des sédiments soumis à un champ électrique dans la configuration des bassins. Les premiers résultats des expérimentations montrent que le pourcentage de fines et le pH du fluide ont une influence sur les principaux paramètres de l'électrocinétique. Aussi l'électrocinétique permet d'abaisser la concentration après lixiviation de certains métaux (50% pour le zinc) dans les sédiments mais n'a pas d'impact sur d'autres métaux comme l'antimoine. Des modélisations numériques aux éléments finis portant sur le transport des ions dans un milieu poreux saturé soumis à un champ électrique sont aussi réalisées. La finalité de ces modèles est de simuler les bassins de dépollution afin d'estimer le temps, l'efficacité et la consommation électrique du traitement en bassin.

Mots-Clés: sédiments dragués, dépollution, électrocinétique, géocomposite, métaux lourds

*Intervenant

[†] Auteur correspondant: guillaume.stoltz@irstea.fr

[‡] Auteur correspondant: nathalie.touze@irstea.fr

[§] Auteur correspondant: stephane.bonelli@irstea.fr

Low Power Wake-Up Systems based on Frequency Detection and their Applications for IoT.

Manon Fourniol * ¹, Rémy Vauché ¹, Edith Kussener ¹

¹ Institut des Matériaux, de Microélectronique et des Nanosciences de Provence – Aix Marseille
Université : UMR7334, Université de Toulon : UMR7334, Centre National de la Recherche Scientifique
: UMR7334 – France

Being used in for environmental and military Internet of Things (IoT), three low power wake-up systems based on frequency analysis will be presented. It aims at detecting continuously the presence of specific high frequencies in the input acoustic signal of an embedded system. This can be used for detecting specific animal species, and for triggering a recording system or generating alerts. It can also be used for detecting the presence of drones in a specific restricted area, or doing synchronization of several systems and localization. Each of these three implementations of the low power wake-up systems have a specificity : the first implementation which uses a MCU device is easier to modify and implement and is also cheaper. The second is implemented with 0.35 μm AMS technology and thus it leads to the less power consuming, the smallest, but also the most expensive architecture. The last one, the analog wake-up, is a good compromise between the two others. These systems having a battery life from 3 years to more than 15 years, they are well-suited to be used in long-term installations.

Mots-Clés: Low Power, Wake Up system, Internet of Things, Frequency Detection, Bioacoustic

*Intervenant

Caractérisation électrique et analyse de mémoires non-volatiles embarquées à base de matériaux ferroélectriques.

Terry Francois ^{*† 1,2}, Marc Bocquet ¹, Philippe Chiquet ¹, Jean Coignus ²

¹ Institut des Matériaux, de Microélectronique et des Nanosciences de Provence – Aix Marseille Université : UMR7334, Université de Toulon : UMR7334, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7334 – France

² Laboratoire d'Électronique et des Technologies de l'Information – Université Grenoble Alpes, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – France

Les matériaux ferroélectriques présentent actuellement un regain d'intérêt pour des applications en microélectroniques, en particulier pour les dispositifs de mémoire non-volatile. Alors que plusieurs matériaux (PZT ...) ont été largement étudiés au cours des dernières décennies, leurs limites de dimensions et leur faible compatibilité avec les procédés industriels CMOS ont limité la montée en puissance des dispositifs ferroélectriques tels que les FeRAM ou les FeFET.

Depuis les années 2000, les diélectriques à base d'hafnium sont couramment utilisés pour les applications CMOS en raison de leur forte permittivité. Ils font maintenant partie des lignes de fabrication conventionnelles pour les plateformes de nœuds 28 nm et au-delà. Des découvertes récentes ont montré que lorsqu'ils sont soumis à des conditions de fabrication appropriés (dopage par exemple), les diélectriques à base de HfO₂ présentent une phase cristalline qui donne lieu à un comportement ferroélectrique, à savoir une polarisation électrique spontanée, commutable et contrôlable. Cela ouvre la voie vers des dispositifs de mémoire de faible dimensions et compatibles CMOS, tels que FeRAM ou FeFET.

Cette thèse se propose d'étudier de nouveaux matériaux ferroélectriques à base de HfO₂ pour des applications mémoire. Plus spécifiquement, il est nécessaire d'évaluer leur comportement ferroélectrique au niveau matériaux (polarisation spontanée, champs coercitif, stabilité sous stress électrique...) mais également les performances mémoires (endurance, data retention, consommation...) sur des capacités MIM. À terme, des bitcells FeRAM en environnement 1T-1C 16kb permettront de comparer les performances FeRAM avec d'autres NVM (OxRAMs, STT-MRAMs ...).

Mots-Clés: Ferroelectric, FeRAM, HfO₂, memory

*Intervenant

†Auteur correspondant: francois.terry.51@gmail.com

Minibands modeling in strained balanced InGaAs/GaAs/GaAsP solar cells

Benoit Galvani * ¹, Fabienne Michelini ², Marc Bescond ³, Masakazu Sugiyama ⁴, Jean-François Guillemoles ⁵, Nicolas Cavassilas ²

¹ IM2NP – Aix Marseille Université : UMR7334, Université de Toulon : UMR7334, Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS : UMR7334 – France

² IM2NP – Université de Toulon : UMR7334, Aix Marseille Université : UMR7334, Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS : UMR7334 – France

³ LIMMS, CNRS-IIS, University of Tokyo – Japon

⁴ Research Center for Advanced Science and Technology (RCAST) – 4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8904, Japon

⁵ INSTITUT DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT SUR L'ENERGIE PHOTOVOLTAÏQUE (IRDEP) – EDF Recherche et Développement, CNRS : UMR7174, Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris – 6 QUAI WATIER - BP 49 78401 CHATOU CEDEX, France

Photovoltaics (PV) represents a complete and wide field of research since it is an environment friendly solution to support the energy needs. The goal of PV devices is to convert the light power from the Sun into electrical power. The efficiency of solar cells have increased over the years, but there are some physical limitations that prevent the full conversion of the light power. William Shockley and Hans-Joachim Queisser proved in 1961 that single junction solar cells have a maximum efficiency of 33.7% for an energy bandgap of 1.34 eV. Limitations are due to the fact that all the incoming photons are not absorbed by the material, as well as some thermalisation and recombination processes.

Several solutions exist to overcome this limit. Multi quantum well solar cells (MQW) allow to tailor the optical absorption since photons of low energy can be absorbed in the well. However, the use of barriers limits the photo-generated carrier velocity (10^4 cm/s) and thus the collection of these carriers. Finally, the recombination rate due to MQW is large and reduces both the open-circuit voltage and the short-circuit current.

In this work, we propose a numerical study of a InGaAs/GaAs/GaAsP solar cell made at the Sugiyama Laboratory (University of Tokyo). Calculations of the density of states in the active region of the cell, made using a non-equilibrium Green's functions formalism, shed light on the miniband phenomenon occurring in such periodic system. Average velocity of carriers in a miniband is large (10^7 cm/s) since they are delocalized across the latter. However, the design of the cell can be improved to make the carrier collection more efficient. We also present an example of optimization of the cell to expand the miniband across the structure.

Mots-Clés: solar cell, miniband, quantum transport, nanostructure, modeling

*Intervenant

Solutions quasi-périodiques et transitoires de systèmes dynamiques non linéaires.

Application aux instruments de musique.

Louis Guillot * ¹, Pierre Vigué ², Christophe Vergez ³, Bruno Cochelin ³

¹ Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] – Aix Marseille Université : UMR7031, Ecole Centrale de Marseille : UMR7031, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7031 – France

² Établissement français – Nouvelle Orléans, États Unis d'Amérique – France

³ Aix Marseille Univ., CNRS, Centrale Marseille, LMA UMR7031 – Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique – France

Les systèmes physiques dépendent généralement de plusieurs paramètres. Dans le cas des instruments de musique à vent, il s'agit principalement de la manière dont le musicien souffle dans l'instrument. Deux paramètres se dégagent : la pression du souffle et la taille du canal dans lequel l'air passe. Dans cet exposé, nous nous intéresserons à la manière théorique et très générale dont les solutions d'un système évoluent en fonction d'un des paramètres du système. Les méthodes permettant cette étude sont dites méthodes de *continuation*. Dans le cas des instruments de musique, les solutions cherchées peuvent être interprétées comme des sons produits par l'instrument.

Une première problématique est de trouver les *solutions périodiques*, correspondant aux notes de la gamme pour lesquelles une fréquence fondamentale est clairement identifiable, et les *solutions quasi-périodiques* qui correspondent aux multiphoniques, où sont présentes plusieurs fréquences fondamentales différentes. Nous étendrons à ce second type de solutions les méthodes de continuation utilisées jusqu'alors.

Une seconde problématique est de savoir quel va être le son produit par l'instrument lorsque le musicien agit d'une certaine manière. Nous montrerons qu'il est en effet possible de produire plusieurs sons différents en soufflant de la même manière, suivant ce qui s'est produit avant. Il est possible d'étudier ce phénomène grâce à l'étude des *régimes transitoires*, c'est-à-dire de la manière dont le son varie entre le moment où le musicien commence à souffler dans son instrument et le moment où la note est stabilisée. Une extension à ce cadre de régime sera présentée.

Mots-Clés: Systèmes dynamiques, Non linéaire, Continuation, Equilibrage Harmonique, Quasi, périodique, Transitoire, Acoustique musicale

*Intervenant

Artificial intelligence and aided design: Elaboration of an iterative scanning tool of a multiphysics, multiscale and multi-constraint space associated to a design process with learning phase

Pietro Gulinelli ^{*} 1,2,3, Yves-Henri Grunevald[†] 1,3, Raffaella Rizzoni[‡] 2,
Frederic Lebon[§] 1

¹ Laboratoire de Mécanique et Acoustique Marseille – Aix Marseille Université – France

² Department of Engineering Ferrara – Italie

³ Composites Expertise Solutions – Entreprise – France

The research project deals with the implementation of an iterative tool for innovative mechanical structures design. The developed procedure is composed by two main interacting parts. The "pioneering" part, represented by genetic algorithm, has the task of scanning and exploring a defined multi-physics and multi-constraint design space, providing a family of interesting solutions. The intelligent part consists of neural networks and optimization tools and its role is twofold. First, to accelerate the genetic procedure convergence through the extrapolation of intermediate behaviour models. Then, to learn the physical laws governing the chosen design space. The acquired knowledge can thus be used to evolve the design space. The mentioned tools (genetic algorithm and neural networks) have been entirely implemented by the PhD student based on a detailed bibliographic study. They have thus been tested on real research problems involving mechanical design optimization: for example, the dimensioning of the external structure in a nano-satellite 3U using composite materials. The proposed work presents the last improvements of this research project, with a special focus on the interaction between neural network and genetic algorithm. The studied problem deals with a bi-dimensional orthotropic material in which the geometry of the elementary cell is tuned to achieve the desired elastic properties. According to the followed approach, a first family of possible solutions is generated. A FE analysis is used to evaluate the performance (function of elastic constants) of each solution. Therefore, a neural network is trained through the supervised learning paradigm to approximate the performance trend as function of the elementary cell geometry. Finally, the genetic algorithm is employed to achieve the target elastic properties. However, in this case the trained network allows to bypass FE analyses and directly evaluate the performance.

Mots-Clés: Genetic algorithm, neural network, machine learning, innovative design, optimization, multi, physics, multi, constraint, finite elements, auxetic material

*Intervenant

†Auteur correspondant: y.h.grunevald@composites-expertise-solutions.com

‡Auteur correspondant: raffaella.rizzoni@unife.it

§Auteur correspondant: lebon@lma.cnrs-mrs.fr

Caractérisation des propriétés physiques des éléments fins de végétation impliqués dans le phénomène d'accélération des feux de forêt

Nadjet Hamamousse ^{*† 1,2}, Ahmed Kaiss ², Nouredine Zekri ³, Abdelaziz Chikhaoui ², Ghamnia Mostefa ⁴

¹ Université Oran 1 Ahmed BEN BELLA – Algérie

² Aix Marseille Université – Laboratoire IUSTI – France

³ Université des Sciences et de la Technologie d'Oran – Algérie

⁴ Université Oran1 (Université Oran1 (Laboratoire des Sciences de la Matière Condensée, (LSMC) – Algérie

Le 17/10/2000, un incendie s'est déclenché à la région de Palasca en Corse où deux jeunes pompiers ont trouvé la mort, tandis que quatre de leur camarades ont été grièvement brûlés dans un feu de maquis qui a eu lieu dans une colline. Ce feu se propageait d'une manière normale, soudainement, il progressait d'une façon flagrante. Dans un délai de 50 secondes, une inflammation de gaz chauds s'est produite, et un lac de feu s'est formé et a ravagé environ 6 hectares. Ce phénomène est appelé " Embrasement généralisé éclair ", il se caractérise par une accélération brutale du front de feu. Bien que le nombre de feux de forêts de ce type soit relativement minime, il cause les dégâts les plus désastreux.

L'objectif de cette thèse est de caractériser les éléments responsables de l'accélération des feux de forêts autres que le vent et le relief. La caractérisation expérimentale des Composés Organiques Volatils (leur cinétique d'émission ainsi que leur inflammation) et celle de la convection induite par les flammes sont étudiées à l'échelle du laboratoire et sur les brûlages dirigés. Les résultats obtenus seront par la suite introduits dans le code de propagation des incendies, développé conjointement par les équipes de feux de l'IUSTI (Aix Marseille Université) et de l'LEPM (Université des Sciences et de la Technologie d'Oran). Ce modèle sera ensuite validé sur des feux historiques et expérimentaux en France et en Algérie. Cela aura un impact très positif pour la protection des forêts des feux qui les ravagent sans cesse, diminuant ainsi les pertes humaines et matérielles.

Mots-Clés: Brulages dirigés, Composés Organiques Volatils, Embrasement Généralisé Eclair, Feux de forêt, Feux historiques, Inflammation

*Intervenant

†Auteur correspondant: nadjet.hamamousse@et u. univ- amu.fr

Méthode multi-grilles locales pour la mécanique non linéaire à effet d’histoire - Application aux combustibles nucléaires

Daria Koliesnikova * ^{1,2}

¹ Laboratoire de Mécanique et d’Acoustique [Marseille] – Aix Marseille Université : UMR7031, Ecole Centrale de Marseille : UMR7031, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7031 – France

² CEA Cadarache – Commissariat à l’énergie atomique et aux énergies alternatives – France

Cette thèse s’inscrit dans le cadre des études du comportement des combustibles, menées au sein du CEA-Cadarache en collaboration avec LMA-Marseille. Dans le domaine du nucléaire, la compréhension des phénomènes se produisant lors de l’irradiation à travers leur simulation numérique la plus précise possible a beaucoup d’importance vis-à-vis de la démarche de sûreté. Afin d’atteindre une précision locale satisfaisante lors de la simulation numérique de ces problèmes complexes, un maillage uniformément raffiné très fin localement devrait être utilisé, ce qui peut être numériquement inefficace, voire parfois inabordable. Une autre alternative est de s’appuyer sur des méthodes de raffinement adaptatif de maillage (RAM), permettant de réduire l’effort de calcul en enrichissant automatiquement le maillage dans des régions localisées autour des zones d’intérêt. Le but de cette thèse est de développer un outil numérique efficace basé sur une des méthodes de RAM permettant d’effectuer des calculs mécaniques avancés et précis intégrant des lois de comportement non linéaire à effet d’histoire. Parmi les méthodes de RAM disponibles dans la littérature, les stratégies basées sur le raffinement local du pas de maillage sont généralement considérées comme étant les plus adaptées aux applications industrielles. La première étape de la thèse est consacrée à la justification du choix de la méthode multi-grilles locale de type ‘Local Defect Correction’ (LDC) vis-à-vis des méthodes h-adaptatives (les plus utilisées dans la littérature). Une étude comparative démontrant les performances de la méthode LDC est effectuée dans le cadre de l’élasticité linéaire pour les éléments finis bilinéaires quadrangulaires. Les approches considérées sont comparées en termes de temps de calcul et d’espace mémoire utilisé pour une tolérance fixée. De plus, une étude comparative des critères d’optimalité du maillage et des stratégies basées sur différents ratios de raffinement (uniforme ou ajusté) est également menée afin de déterminer les choix les plus performants numériquement.

Mots-Clés: Raffinement adaptatif de pas de maillage, Estimateur d’erreur, Méthode des éléments finis, Méthode multi, grilles locales, Local Defect Correction

*Intervenant

Modélisation biomécanique et pathologies de l'aorte

Fatma Khannous *¹, Marine Gaudry^{2,3}, Carine Guivier-Curien^{† 1}, Philippe Piquet², Valérie Déplano^{‡ 4}

¹ Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre – Aix Marseille Université : UMR7342 – France

² Service Chirurgie Vasculaire – Aix-Marseille Université - AMU, Hôpital de la Timone [CHU - APHM] – France

³ Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre – Aix Marseille Université : UMR7342, Ecole Centrale de Marseille : UMR7342, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7342 – France

⁴ Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7342 – France

La dissection aortique (Dao) est une pathologie cardiovasculaire caractérisée par la déchirure de la paroi aortique interne et l'infiltration du sang sous pression à l'intérieur. Ceci entraîne la dissection de la paroi et la formation de deux chenaux de circulation sanguine séparés par une membrane flottante appelée flap. Cette dernière constitue un obstacle mobile dans l'écoulement. Selon la classification de Stanford, si la Dao touche le segment ascendant de l'aorte elle est de type A (DaoA) sinon elle est de type B (DaoB). Les DaoA, nécessitent un traitement chirurgical en urgence qui consiste à remplacer le segment ascendant par une prothèse. Mais malgré l'intervention, une dissection du segment descendant appelée DaoB résiduelle peut persister et évoluer. Cette évolution reste, encore aujourd'hui, difficile à prédire sur le long terme ce qui complique le choix de la meilleure prise en charge clinique.

Dans la littérature, plusieurs travaux expérimentaux et numériques se sont proposés de décrire et analyser ce contexte physio-pathologique complexe pour répondre à cette problématique clinique. Néanmoins, les interactions entre le flap mobile et l'écoulement sanguin tridimensionnel et instationnaire, qui sont spécifiques à cette pathologie, ne sont que très rarement prises en compte. De plus, la plupart des études se sont focalisées sur l'analyse des indicateurs biomécaniques à un seul temps post-opératoire, ne permettant pas leur corrélation avec l'évolution de la pathologie. Les objectifs de cette thèse sont donc de (i) développer un modèle numérique d'interaction fluide-structure patient-spécifique avec des géométries réalistes reconstruites à partir d'imagerie clinique et des conditions aux limites pertinentes (ii) analyser les facteurs biomécaniques d'intérêt en effectuant un suivi de plusieurs patients et sur différents temps post-opératoires afin de mieux comprendre l'évolution des DaoB résiduelles (iii) apporter des éléments de réponse aux cliniciens pour une prise en charge médicale précoce.

Mots-Clés: Biomécanique cardiovasculaire, dissection aortique, modélisation numérique patient spécifique, programmation C, Ansys

*Intervenant

[†] Auteur correspondant: carine.guivier@univ-amu.fr

[‡] Auteur correspondant: valerie.deplano@univ-amu.fr

Discharge flow of granular media from silos in presence of obstacle

Samira Laidaoui *^{1,2}, Pascale Aussillous², Mohammed Djermane¹,
Blanche Dalloz-Dubrujeaud²

¹ Laboratoire FIMAS, Université de Béchar, B.P 417 Béchar 08000, Algérie – Algérie

² Aix Marseille Univ, CNRS, IUSTI, Marseille – CNRS : UMR7343 – France

We present an experimental study on the flow behaviour around a cylindrical obstacle during the discharge of granular material in a rectangular silo. As described in the literature, the presence of an obstacle decreases the flow rate, but the characteristic lengths to be chosen in the flow rate law are not known. We show that the presence of the obstacle changes the direction of the flow. In this case the confinement of the granular matter is important to take into account in the flow rate law.

To better understand these two effects, a new configuration was designed, with a rectangular silo with an outlet in the corner of the silo and an adjustable thickness.

Mots-Clés: granular flow, silo discharge.

*Intervenant

Étude de l'impact d'un champ magnétique 3D non axisymétrique sur le transport et la turbulence dans le plasma de bord des tokamaks

Benjamin Luce *^{1,2}, Eric Serre³, Patrick Tamain⁴

¹ Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique – Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives : DSM/IRFM – France

² Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres – Aix Marseille Université : UMR7340, Ecole Centrale de Marseille : UMR7340, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7340 – France

³ Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres (M2P2) – Aix Marseille Université : UMR7340, Ecole Centrale de Marseille : UMR7340, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7340 – Technopôle de Château-Gombert 38, rue Frédéric Joliot-Curie 13 451 Marseille cedex 13, France

⁴ Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique (ex DRFC) (IRFM) – CEA – CEA Cadarache, 13108 Saint-Paul-lès-Durance, France

Un trop plein d'énergie dans un système classique cherche naturellement à s'échapper dans le milieu extérieur. Les transports convectifs, conductifs, diffusifs, etc. sont les premiers mécanismes puis rapidement, c'est la turbulence. Dans l'objectif de réaliser une production d'électricité massive, propre et durable, les chercheurs tentent depuis plus de 70 ans de confiner des réactions de fusion nucléaire, propres aux étoiles.

Le Soleil réalise ces réactions à 15 millions de degrés sous une pression (confinement) inertielle gigantesque. Sur Terre, pour reproduire la fusion, la température monte à 150 millions de degrés. La matière forme un plasma, confiné magnétiquement dans un tokamak. Le plasma est turbulent. À haute énergie, il améliore son confinement (mode H) mais avec des spasmes de fortes turbulences (Edge Localised Mode, ELM). Pour éviter cette turbulence destructrice pour les parois solides du tokamak, un transport artificiel est créé à partir de bobines (Resonant Magnetic Perturbation, RMP). Si les ELM ont été supprimés, la caractérisation de la turbulence mise en place reste très parcellaire dans la littérature. Pourtant, c'est un sujet de première importance pour le tokamak ITER, projet international censé démontrer la faisabilité de réactions de fusion longues, auto-entretenuës et avec production d'énergie nette.

En fond des premières expériences sur le sujet, nous utilisons un code de calcul fluide turbulent 3D sur le plasma de bord (TOKAM3X). Négligeant la réponse du plasma aux perturbations, nous restons dans un cas à faible énergie (mode L), donc sans ELM. Une démarche innovante dans la modélisation numérique. Après une application de RMP idéalisé (un seul mode), les premiers résultats montrent une turbulence plus chaotique mais moins intermittente (mois de forts événements sporadiques), une perte globale de 5-10 % de la densité, un transfert de la densité vers le bord (Scrape-Off Layer), un champ électrique radial rehaussé et des flux zonaux plus faibles.

*Intervenant

Mots-Clés: turbulence, fusion, rmp, modélisation, plasma, énergie, plasma de bord, sol, tokamak

Ondes internes de gravité générées par convection turbulente

Pierre Léard ^{*} ¹, Michael Le Bars ¹, Patrice Le Gal ²

¹ Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre – Aix Marseille Université : UMR7342, Ecole Centrale de Marseille : UMR7342, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7342 – France

² Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre (IRPHE) – Aix Marseille Université, CNRS, Centrale Marseille, – France

Le couplage entre une couche convective et une couche stratifiée est étudié. On trouve cette configuration en deux couches dans l’atmosphère terrestre, dans le coeur de la Terre et dans les étoiles. La dynamique de la couche stratifiée a été longtemps négligée. Cependant, la convection génère des ondes internes de gravité. Ces ondes se propagent dans la couche stratifiée, transportent énergie et quantité de mouvement et peuvent, par interactions non linéaires, donner naissance à un écoulement grande échelle (par exemple le phénomène de Quasi Biennial Oscillation dans l’atmosphère - oscillations des vents zonaux à des latitudes équatoriales, voir Balwin 2001). L’étude du couplage entre ces deux couches est donc primordiale.

Pour étudier ce couplage expérimentalement, on utilise une propriété peu commune de l’eau : son maximum de densité est à 4°C. Ainsi, en refroidissant une cuve à 0°C par en dessous et en chauffant le haut de la cuve, la configuration voulue en deux couches apparaît spontanément, avec la couche convective située en dessous de la couche stratifiée.

Je présenterai les résultats des expériences de *Particle Image Velocimetry* menées: caractéristiques spectrales de la convection et des ondes générées, et je discuterai de la présence d’un écoulement grande échelle ainsi que d’une couche intermédiaire située entre la couche convective et la couche stratifiée. Des calculs numériques approfondissant le modèle 1D de Plumb (1977) seront aussi présentés.

Mots-Clés: Ondes internes, convection, stratification, atmosphere, QBO

*Intervenant

Models of damaged interfaces: mathematical analysis and stochastic effects considerations

Asghar Ali Maitlo * ¹

¹ Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] – Aix Marseille Université : UMR7031, Ecole Centrale de Marseille : UMR7031, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7031 – France

In this research, we are interested in the study of damage in solid / solid interfaces. First, we propose a model of bonded interface including nonlocal damage and unilateral conditions. The model is derived from the problem of a composite structure made by two adherents and a thin adhesive (a thin interphase). The adhesive is damaged at one and two times, in one tensile and one in compression. The model of interface is derived by matched asymptotic expansions. We discussed two cases corresponding to the two regimes. Moreover, this model can be seen as a phase-field model of contact with adhesion and unilateral constraint. A numerical example is presented to show the evolution of the model. The evolution of damage at the interface can be interpreted as a phase transition model.

Secondly, we study phase transition in the stochastic case for the interphase. We are interested in an existence and uniqueness result for a Barenblatt's type equation forced by a multiplicative noise. Furthermore, a nonlinear source and Neumann boundary conditions are taken into consideration. The idea to show such a well-posedness result is to investigate in a first step the additive case with a linear source term. Through a time-discretization of the equation and thanks to the results of the monotonous operator, we are able to handle the non-linearity of the equation and pass to the limit on the discretization parameter. This allows us to show the existence and uniqueness of a solution in the case of an additive noise and a linear source term. In a second step, thanks to a fixed-point procedure, one shows the announced result.

Mots-Clés: Matched asymptotic expansions, nonlocal damage, soft imperfect interface, Barenblatt equation, multiplicative noise, additive noise, Itô integral, maximal monotone operator, Neumann condition, time discretization, fixed point.

*Intervenant

Développement d'une nouvelle génération de point mémoire de type EEPROM pour les applications à forte densité d'intégration

Franck Melul * ¹, Marc Bocquet ¹, Vincenzo Della-Marca ¹

¹ Institut des Matériaux, de Microélectronique et des Nanosciences de Provence – Aix Marseille
Université : UMR7334, Université de Toulon : UMR7334, Centre National de la Recherche Scientifique
: UMR7334 – France

L'objectif de la thèse est de développer une nouvelle génération de point mémoire non-volatile EEPROM à haute densité et haut niveau de fiabilité. Ce nouveau développement s'appuiera principalement sur une technologie de transistors verticaux mais d'autres solutions technologiques pourront être investiguées au cours de la thèse.

La thèse se structure en trois parties :

- Analyse de nouvelles architectures mémoires : A partir d'une étude bibliographique solide, de simulations et de caractérisations électriques de prototypes de mémoires EEPROM, un travail de défrichage des solutions existantes sera effectué.

- Proposition d'une nouvelle architecture mémoire permettant d'atteindre des critères de haute densité et haut niveau de fiabilité : En s'appuyant sur le travail précédent, une architecture innovante devra être proposée pour permettre d'atteindre les niveaux d'exigences des applications EEPROM.

-Caractérisation électrique : L'étude des performances électriques et l'analyse des différents modes de défaillance de cette nouvelle architecture seront effectuées pour optimiser son exploitation.

Ayant commencé il y a un mois, ma présentation se centrera sur les enjeux de ma thèse : principe de fonctionnement des mémoires EEPROM et leurs applications dans le marché de la microélectronique. Les enjeux liés à la fiabilité et à l'augmentation de la densité d'intégration seront ensuite détaillés. Enfin, à partir de l'état de l'art actuel, les principales pistes de développements d'une nouvelle architecture mémoire à haute densité et haut niveau de fiabilité seront énoncées.

Mots-Clés: Architecture Mémoire 2T, Transistor vertical, Applications à haute fiabilité, Applications à haute densité

*Intervenant

Low-dimensional Computation of Nonlinear Modes and Reduced Nonlinear Modal Synthesis for Forced Responses

Louis Meyrand * ¹, Emmanuelle Sarrouy ¹, Bruno Cochelin ¹

¹ Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] – Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA UMR 7031, Marseille, France – France

In systems dynamics, Nonlinear Normal Modes (NNMs) are sets of periodic solutions of a conservative nonlinear problem. They are intended as an extension of linear eigenmodes and allow a better understanding of nonlinear phenomena observed experimentally. Unlike eigenmodes they do not form a basis and their use for the construction of forced responses remains an open issue. Numerical methods are required to obtain them or to build Frequency Responses Functions (FRFs), which generally include continuation methods. Even for academic systems, the calculation of these objects can be expensive.

This work introduces a method for calculating NNMs that combines a reduced description based on Proper Generalized Decomposition (PGD) techniques and an on the fly enrichment of the set of vectors describing the solutions. The PGD allows, through a separation of space and time variables, to solve smaller subsystems and provides a highly reduced description of NNMs. New PGD modes are added when needed as the energy of the NNM increases. The method developed thus combines the PGD reduction method, frequency domain treatment by harmonic balance method (HBM) and continuation method. The obtained algorithm is successfully applied to local and distributed nonlinearities (respectively a contact problem and the Von-Kármán kinematics of the Roorda's frame).

A new concept of damped NNMs is then introduced. They are defined as a family of pseudo-periodic solutions of the system and take into account its dissipative effects. The objective is to better estimate the resonance peaks, which are shifted by the damping, even within the framework of linear theory.

NNMs are eventually used to quickly calculate FRFs, and in particular nonlinear resonance peaks. They are injected into a new low-dimensional solver: modal amplitude, phase and frequency are the only 3 unknowns. Expected results are obtained and commented for a simple 2 degrees of freedom system.

Mots-Clés: Nonlinear dynamics, Structures, Model reduction, Nonlinear Modal Synthesis, Continuation, Harmonic Balance Method

*Intervenant

Modélisation multi-échelle du comportement des sols non-saturés

Marie Miot * ^{1,2}, Antoine Wautier ², Guillaume Veylon ², Pierre Philippe ²,
Francois Nicot ³

¹ Aix Marseille Université (AMU) – Polytech Marseille – France

² Centre d'Aix-en-Provence [IRSTEA] – Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture – France

³ Centre de Grenoble [IRSTEA] – Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture – France

A l'échelle d'un ouvrage hydraulique, l'étude du comportement mécanique des matériaux granulaires repose généralement sur des modèles phénoménologiques, utilisant des lois de comportement classiques. Les modèles utilisant une approche statique permettent souvent de mieux tenir compte de la microstructure du matériau. Par exemple, les modèles multi-échelles de comportement des matériaux granulaires consistent à introduire une échelle d'étude entre le contact intergranulaire et le volume élémentaire représentatif. Ils permettent de réduire considérablement les temps de calcul par rapport à la modélisation par éléments discrets, qui nécessite de modéliser chaque grain.

Dans le modèle H-microdirectionnel, l'échelle mésoscopique est une cellule de dix grains formant deux hexagones dans des plans orthogonaux. Chaque cellule est caractérisée par sa géométrie et sa direction dans l'espace, définie par une distribution statistique. Les nombreuses symétries de la cellule permettent d'exprimer analytiquement les contraintes autour de la cellule en fonction de ses déformations. Ce modèle a été développé en 2D et en 3D dans le cas de sol secs.

L'objectif de ce travail est d'intégrer les forces capillaires dans le modèle H afin de simuler le comportement des sols non saturés par exemple. A l'échelle d'une cellule hexagonale, une relation entre la géométrie de la cellule et le volume d'eau est établie en tenant compte du régime hydrique. Cette méthode de calcul est validée à partir de comparaisons avec des études expérimentales de la littérature, comme l'étude d'un pont capillaire, ou l'étude de la coalescence de deux ponts capillaires dans un système de trois grains.

Mots-Clés: matériaux granulaires, homogénéisation, modèle multi échelle, capillarité

*Intervenant

Modeling and sensitivity study of an experimental device for a decay heat measurement performed on an irradiated nuclear fuel sample in the very short cooling time range: the PRESTO experiment

Francesco Muratori * ^{1,2}, Frédéric Nguyen ², Romain Eschbach ², Christian Gonnier ³, Christophe Le Niliot ¹

¹ Institut universitaire des systèmes thermiques industriels – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7343, Aix Marseille Université : UMR7343 – France

² CEA, DEN, Cadarache, SPC, LE2C, F-13108 Saint-Paul-lez-Durance, France. – Centre de recherche du Commissariat à l’Energie Atomique - CEA Cadarache (Saint Paul-lez-Durance, France) – France

³ CEA, DEN, Cadarache, SRJH, F-13108 Saint-Paul-lez-Durance, France. – Centre de recherche du Commissariat à l’Energie Atomique - CEA Cadarache (Saint Paul-lez-Durance, France) – France

Decay heat is the thermal power released by radioactive decays of unstable isotopes after the nuclear reactor shutdown, and delayed fission reactions. It constitutes a key parameter for the design of the nuclear reactor safety systems and the nuclear fuel cycle; for this reason, design codes have to be qualified by comparison with experimental measurements. The CEA’s package DARWIN2.3 has been qualified for the calculation of PWR decay heat with two integral measurements: the MERCI experiment and the CLAB laboratory’s experiments; performed respectively on the following cooling time intervals: 40 min – 40 days and 12 years – 20 years. A lack of validation in the first hour of cooling time requires to consider large margins on the calculated decay heat value. As a result, delays in core unloading, intervention of human operators and difficulties in safety systems dimensioning may occur. The PRESTO experiment, under conception at CEA, deals with a decay heat measurement between 1 and 40 minutes of cooling time for a PWR fuel sample irradiated in the Jules Horowitz Reactor (JHR). Owing to the very short cooling times, the experiment must be performed in the reactor region, which brings on the measurement an important amount of perturbations due to the reactor core decay heat. To study its feasibility, a numerical scheme was set up to simulate heat transfers in the experimental device; it uses a 2D cylindrical geometry (r,z) and a finite volume approach. Thus, a thermal and a sensitivity study of the PRESTO experiment were performed. Our results show on one hand that no relevant operational constraints such as fusion risks, cooling insufficiency limit the experiment development. On the other hand, measurements are not sensitive enough to estimate the decay heat fraction released out of the fuel sample.

Mots-Clés: Decay heat, JHR, PRESTO, inverse problem

*Intervenant

Comment le facteur d'instruments de musique à anche équilibre-t-il la production et le rayonnement ?

Erik Petersen * ¹, Philippe Guillemain ¹

¹ Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] – Aix Marseille Université : UMR7031, Ecole Centrale de Marseille : UMR7031, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7031 – France

L'impédance d'entrée des instruments à vent est caractérisée par au moins deux bandes de fréquences remarquables dues au réseau de trous latéraux ouverts : une bande d'arrêt aux basses fréquences et une bande passante aux hautes fréquences où l'énergie acoustique est capable de se propager au-delà du premier trou latéral ouvert au travers du réseau. La fréquence de coupure qui sépare ces deux bandes est une valeur approximative qui est déterminée par la géométrie du réseau des trous ouverts. On s'attendait à ce que la valeur de la fréquence qui délimite la bande d'arrêt et la bande passante affecte le son produit par l'instrument, mais on ignorait comment cette valeur pouvait modifier l'équilibre entre les mécanismes d'auto-oscillation et de rayonnement. Un modèle simplifié de résonateur de type clarinette est conçu de telle sorte que le premier pic d'impédance d'entrée et la fréquence de coupure puissent être choisis indépendamment. Des prototypes expérimentaux sont construits et leur impédance d'entrée mesurée et comparée aux simulations. Les résonateurs, présentant un comportement très similaire dans les basses fréquences mais des fréquences de coupure très différentes, sont ensuite comparés par synthèse numérique pour évaluer l'influence de la fréquence de coupure sur la production sonore. Les résultats montrent que la fréquence de coupure a un impact sur la pression et le débit simulés dans le bec de la clarinette, en particulier en ce qui concerne le contenu spectral à hautes fréquences.

Mots-Clés: Acoustics, Clarinet, Musical Acoustics, Single Reed

*Intervenant

Modélisation des phénomènes non-linéaires pour le réalisme des processus de synthèse des sons percussifs

Samuel Poirot * ¹, Richard Kronland-Martinet ²

¹ Perception, Représentations, Image, Son, Musique – Aix Marseille Université : UMR7061, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7061, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence, Ecole supérieure d'Art d'Aix en Provence – France

² PRISM – CNRS : UMR7061, Aix-Marseille Université - AMU : UMR7061 – 31, Chemin Joseph Aiguier CS 70071, 13402 Marseille Cedex 20, France

Les modèles de synthèse de sons percussifs induisent des modalités de contrôle conditionnées par la mise en correspondance entre la force de l'impact, liée au geste de l'utilisateur, et les paramètres du modèle de synthèse. En cohérence avec les attentes liées à notre perception de ces sons, cette correspondance vise généralement à un enrichissement spectral pour les impacts plus forts, de manière analogue aux systèmes physiques.

L'objectif de cette étude est d'améliorer les capacités expressives des processus de synthèse de sons percussifs en proposant des modèles de transformation du signal rendant compte des comportements non-linéaires apparaissant lors d'impacts de grandes amplitudes ou d'interactions (e.g. turbulences d'ondes pour les plaques, augmentation de la brillance, corde qui frise, "slap"). Ces modèles, associant la physique des sources à des corrélats perceptifs, doivent permettre une synthèse par évocation de sons connus (description sémantique des phénomènes perçus tel que le "slap" d'une corde de basse), mais aussi la génération de sons inouïs : les métaphores sonores (e.g. le "slap" d'une cloche).

La démarche suivie consiste, dans un premier temps, à analyser un corpus de sons préalablement construit à partir de modèles physiques. On procède ensuite à une modélisation des morphologies sonores correspondant aux comportements non-linéaires liés à la force de l'impact, puis on quantifie leur importance pour la perception du phénomène à l'aide de tests d'écoute de type psycho-physique.

Le travail présenté ici se focalise sur le domaine des grandes déformations élastiques des structures minces et les collisions avec d'autres éléments. Les travaux futurs porteront sur les déformations plastiques et la rupture.

Mots-Clés: Synthèse, son, impact, expression, contrôle, perception, non, linéaire

*Intervenant

What is the thickness of an ice layer over a heated liquid?

Jhaswantsing Purseed * ¹, Benjamin Favier ¹, Laurent Duchemin ²

¹ Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre – Aix Marseille Université : UMR7342, Ecole Centrale de Marseille : UMR7342, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7342 – France

² Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre (IRPHE) – Ecole Centrale de Marseille, Aix Marseille Université, CNRS : UMR7342 – Technopole de Chateau-Gombert - 49 rue Joliot Curie - BP 146 - 13384 MARSEILLE cedex 13, France

Melting of ice shelves, scalloped icebergs, astronomical bodies such as Enceladus or Europa or inner-outer cores interactions are common examples of phase-change and flow interactions. In our idealised case, a single-component substance is trapped in between two plates heated from below and cooled from above at a temperature lower than its melting temperature. As a result, a phase-change boundary appears. We study the evolution of this melting front where fluid motion is driven by unstable temperature gradients.

In a plane layer geometry, this can be seen as classical Rayleigh-Bénard convection, where the upper solid boundary is allowed to melt due to the heat flux brought by the fluid underneath.

This free-boundary problem is studied numerically in two dimensions using a phase-field approach, which we dynamically couple with the Navier–Stokes equations under the Boussinesq approximation.

The case of melting an isothermal solid has been extensively studied in Favier et al. (2019) where the conduction in the solid is negligible and hence allows for the total melt of the solid.

We focus here on the case of a non-isothermal solid where the conduction in the solid phase is no longer negligible. By varying the parameters of the model, equilibrium states are achieved and typically of two natures: diffusive and convective. In the latter case, the convection present in the melt shapes the solid-liquid boundary. A simple way of predicting the average fluid depth at equilibrium is discussed and compared to the numerical simulations.

In some narrow parameter regimes, we show that multiple equilibria can coexist suggesting a bi-stability.

Mots-Clés: convection, melting, solidification, phase, change

*Intervenant

Dynamics, stability and thermo-chemical evolution of an iron drop falling in a magma ocean

Baraa Qaddah * ^{2,1}, Michael Le Bars^{† 3}, Julien Monteux^{‡ 4}

² Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre – Aix Marseille Université, CNRS, Centrale Marseille, : UMR7342, Ecole Centrale de Marseille : UMR7342 – France

¹ Laboratoire Magmas et Volcans – Université Clermont Auvergne, CNRS – France

³ Institut de Recherche sur les Phénomènes Hors Equilibre – Aix Marseille Université, CNRS, Centrale Marseille, : UMR7342, Ecole Centrale de Marseille : UMR7342 – France

⁴ Laboratoire Magmas et Volcans – Université Clermont Auvergne, CNRS – France

The latest stages of planetary accretion involved large impacts between differentiated bodies, hence large scale melting events. Consequently, the iron brought by the impactors sank within a deep magma ocean, before reaching the proto-core. Yet the fluid dynamics of this process remains poorly known. Here, we report numerical simulations of the sinking dynamics of an initially spherical liquid iron drop within a molten silicate phase, up to its possible fragmentation. We consider a 2D cylindrical axisymmetric geometry. We vary the viscosity of the molten silicates in the range of 0.05Pa.s–100Pa.s and the initial radius of the iron drop in the range of 1mm–350mm. Hence, we investigate Reynolds number in the range of [0.027–85600] and Weber number in the range of [0.073–7480]. Our numerical model constrains the morphology, dynamics and stability of the iron drop as a function of the dimensionless Weber and Reynolds numbers as well as of the viscosity ratio between the molten silicates and the liquid iron drop. In particular, we show that the maximal stable drop radius and the critical Weber number are monotonically increasing functions of the magma ocean viscosity. The momentum boundary layer thickness depends mainly on the drop radius and slightly on the magma ocean viscosity. Increasing the viscosity of the silicate phase prevents oscillations of the iron phase and limits the exchange surface. Oppositely, increasing the initial radius of the iron drop enhances its deformation and increases its relative exchange surface. Above the critical Weber number, we confirm that the fragmentation of the liquid iron occurs within a falling distance equal to 3.5–8 times the drop initial radius in the explored range of moderate Weber number, and we describe a variety of fragmentation regimes. Consequences for Earth’s formation models are briefly assessed.

Mots-Clés: two phase flow. CFD.

*Intervenant

[†] Auteur correspondant: lebars@irphe.univ-mrs.fr

[‡] Auteur correspondant: j.monteux@opgc.univ-bpclermont.fr

Évaluation de la cohésion apparente du contact roc-béton de fondation d'un barrage-poids soumis au cisaillement

Adrien Rulliere ^{*† 2,1}, Patrice Rivard ¹, Pierre Breul ³, Laurent Peyras ⁴

² Aix Marseille Univ, IRSTEA, RECOVER, Aix-en-Provence – Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture - IRSTEA (FRANCE) – France

¹ Département de génie civil - Laboratoire de mécanique des roches de l'université de Sherbrooke (CANADA) – Canada

³ Institut Pascal UMR CNRS 6602, Polytech Clermont Ferrand, Université Clermont Auvergne – Université Clermont Auvergne, CNRS – France

⁴ Aix Marseille Univ, IRSTEA, RECOVER, Aix-en-Provence – Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture - IRSTEA (FRANCE) – France

Pour estimer la résistance au glissement (ou cisaillement) du joint roc-béton de la fondation d'un barrage-poids, de nombreux modèles empiriques ont été développés. Ceux-ci prennent en compte l'existence ou non d'une " colle " (cohésion) entre les deux matériaux et la morphologie du joint. La morphologie du joint étant décrite par la rugosité et l'imbrication, les propriétés mécaniques des matériaux ou encore la dimension du joint.

Or, certains des paramètres décrivant la morphologie du joint sont difficilement quantifiables ou sans réel consensus scientifique quant à leurs effets sur le cisaillement. En pratique donc, les règlements professionnels suggèrent d'utiliser le simple critère de frottement de Mohr-Coulomb (M-C). Pour des joints non liés, aucune valeur de cohésion ne peut être considérée mais l'utilisation d'une valeur de cohésion apparente, issue de la rugosité et de l'imbrication du joint ainsi que de la contrainte normale est autorisée avec M-C. Cependant, à l'heure actuelle, aucun consensus n'existe pour choisir ou évaluer la cohésion apparente.

Un programme expérimental d'essais de cisaillement sur des répliques de joints rocheux rugueux non liés a donc été développé pour évaluer les paramètres d'influence de la cohésion apparente. Les résultats montrent que plus le joint est rugueux et plus la cohésion apparente est élevée. Aussi, aucune cohésion apparente n'a été obtenue lorsque les faces du joint n'étaient plus imbriquées. Enfin, une gamme de contraintes normales plus élevées tend à augmenter la valeur de cohésion apparente.

Pour établir une loi de comportement au cisaillement des joints rocheux, les essais expérimentaux ont été reproduits numériquement à l'aide d'un modèle aux éléments finis MEF et le logiciel UDEC. La loi de comportement au cisaillement fut ensuite exportée à l'échelle d'un ouvrage pour démontrer la pertinence de l'utilisation de la cohésion apparente dans le calcul de stabilité d'un barrage-poids.

Mots-Clés: Barrage, Cohésion apparente, Imbrication, Joint rocheux, Résistance au cisaillement, Rugosité

*Intervenant

†Auteur correspondant: adrienrulliere@outlook.fr

Advanced mechanical modeling of cable-in-conduit conductors for magnets in fusion machines

Rebecca Riccioli *^{1,2,3}, Frederic Lebon³, Alexandre Torre², Marco Breschi¹

¹ Université de Bologne – Italie

² CEA Cadarache – Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – France

³ Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] – Aix Marseille Université : UMR7031 – France

The strands of the Cable-In-Conduit Conductors for the ITER magnet system TF coils are made of Nb3Sn, which is a brittle and strain sensitive superconducting material. Nb3Sn composite strands exhibit a critical current density that strongly depends on the strain state of the superconducting filaments. During the machine operation, the conductors are submitted to several electromagnetic and thermal cycles affecting the Nb3Sn mechanical state and consequently the capacity of the conductors to transport current. Different studies based on both macroscopic and microscopic approaches have been performed so far to identify the mechanisms determining the conductors' behavior. Nevertheless, so far, no theory has been developed permitting to predict the electrical performance of cyclically loaded conductors. Therefore, a solid electromechanical model able to tackle the analysis of CICC and other fusion cables when they undergo thousands of cyclic loadings would be very useful. The main goal of this PhD is the development of an advanced mechanical model to study the mechanical behavior of ITER TF CICC conductors based on a new version of the MULTIFIL finite element code. At the same time, experimental activities will take place to enrich and improve the numerical model. An assessment of the electromagnetic behavior based on the mechanical analysis will be also performed to make a preliminary comparison between the simulated results and the experimental ones obtained for TFIO1 samples by the SULTAN facility.

Mots-Clés: Fusion machines, TF coils, CICCs, superconductors, mechanical strain

*Intervenant

Caractérisation électrique de diodes moléculaires associées à des nano-antennes plasmoniques pour convertir la lumière en électricité

Estéban Sanchez-Adaime ^{*† 1}, David Duche ¹, Clément Reynaud ¹, Damien Brunel ², Vikas Jangid ^{1,3}, Marc Grosman ¹, Antoine Nasser ¹, Jean-Jacques Simon ¹, Frederic Dumur ², Didier Gignes ², Chrystelle Lebouin ³, Olivier Margeat ⁴, Jorg Ackermann ⁴, Ludovic Escoubas ¹

¹ Institut des Matériaux, de Microélectronique et des Nanosciences de Provence – Aix Marseille Université : UMR7334, Université de Toulon : UMR7334, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7334 – France

² Institut de Chimie Radicalaire – Aix Marseille Université : UMR7273, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7273 – France

³ Aix-Marseille Université, Matériaux divisés, interfaces, réactivité, électrochimie MADIREL – CNRS : UMR7246 – France

⁴ Centre Interdisciplinaire de Nanosciences de Marseille (CINaM) – CNRS : UPR3118 – Campus de Luminy, case 913, 13288 Marseille le Cedex 09, France

Au cours des deux dernières décennies, l'étude du comportement électrique des molécules a suscité un intérêt grandissant dans les domaines de l'électronique, de la chimie, de la biologie et de l'optique. Le développement de techniques d'imagerie à échelle presque atomique, comme le STM (Scanning Tunneling Microscope) inventé en 1981 ou l'AFM (Atomic Force Microscopy) en 1986, ont permis le développement de ces études. Ainsi, une compréhension de plus en plus fine des propriétés électroniques des molécules a été acquise. Notamment, des molécules, telles que les alcanethiols, incorporant un groupement ferrocène présentent des propriétés rectifiantes, grâce au groupement ferrocène [1], faisant de ces molécules des " diodes moléculaires ".

Parallèlement, un nouveau concept de conversion d'énergie lumineuse en énergie électrique émerge depuis quelques années. Le principe est de récupérer la lumière visible sous forme d'une oscillation collective d'électrons grâce à des nano-antennes plasmoniques, puis de redresser le courant obtenu avec une structure rectifiante pouvant fonctionner aux fréquences du visible. Les diodes MIM (Métal-Isolant-Métal) intégrant des molécules rectifiantes semblent être des candidates prometteuses pour réaliser cette méthode de conversion.

Nos travaux portent sur la caractérisation électrique de rectennas (rectifying antennas). Plus spécifiquement, nous nous intéressons à l'assemblage des diodes moléculaires, des ferrocènes-alcanedithiols, dans des cavités plasmoniques créées par un dépôt de nano-cubes en argent. Le tout forme ainsi des rectennas. Des mesures en C-AFM (Conductive-AFM) et par une méthode d'électrode métallique liquide en EGaIn[1] permettent de caractériser électriquement les rectennas tant à échelle locale (pointe AFM sur un seul nano-cube) qu'à une échelle plus globale (goutte d'EGaIn contactant plusieurs rectennas). Ces informations permettent d'établir un modèle électrique des rectennas ainsi que de déterminer expérimentalement leur performance rectifiante. [1] L. Yuan et al., "Controlling the direction of rectification in a molecular diode," Nat. Commun., vol. 6, pp. 1–11, 2015.

*Intervenant

†Auteur correspondant: esteban.sanchez-adaime@im2np.fr

Mots-Clés: Electronique moléculaire, Rectennas, Diode MIM, Plasmon, Opto_électronique, AFM, C_AFM

Méthodes isogéométriques espace-temps en grandes transformations pour multiphysiques complexes – Application aux pièces en élastomère

Christelle Saade * ¹

¹ Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] – Aix Marseille Université : UMR7031, Ecole Centrale de Marseille : UMR7031, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7031 – France

La méthode des éléments finis est à ce jour une méthode numérique largement répandue en mécanique, parmi les plus utilisées tant en contexte académique qu'industriel. Dans ses utilisations les plus courantes, cette méthode se base sur une discrétisation de l'espace, souvent associée à un schéma de type différences finies pour la résolution en temps.

Dans le travail ici présenté, on part du constat que l'on peut s'affranchir de ce traitement séparé des aspects spatiaux et temporels via le développement d'un schéma de discrétisation en espace et en temps simultanément. Ce type d'approche est combinée aux récents développements liés à l'Analyse Isogéométrique (IGA). L'IGA permet notamment de décrire des formes géométriques complexes, en particulier les coniques, et présente de bonnes performances numériques.

Nous nous proposons donc d'appliquer cette nouvelle formulation isogéométrique espace-temps à l'équation d'onde ainsi qu'à l'équation de la chaleur. Nous montrerons une validation numérique de la stabilité de l'algorithme à l'aide des tests de convergence classiques. Nous vérifierons enfin qualitativement le potentiel de la méthode sur des modèles élastodynamique et viscoélastodynamique, pour des cas 1D et 2D.

Mots-Clés: Analyse isogéométrique, Résolution espace, temps

*Intervenant

Inverse Radiation Problem with Infrared Images to Monitor Plasma-Facing Components Temperature in Metallic Fusion Devices

Charly Talatizi * ¹, Marie-Hélène Aumeunier ¹, Fabrice Rigollet ²,
Christophe Le Niliot ², Mickael Le Bohec ²

¹ Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique – Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives : DSM/IRFM – France

² Institut universitaire des systèmes thermiques industriels – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7343, Aix Marseille Université : UMR7343 – France

Fusion devices performances, such as ITER, depend largely on our ability to monitor and protect the first wall from the heat-flux deposited by the plasma. Infrared (IR) thermography is a key measurement system that provides images depending on the temperature of Plasma-Facing Components (PFC) during plasma experiments. However, temperature measurements by infrared detection are degraded by reflections and uncertainties on materials emissivity in full-metallic fusion devices. A photonic modelling based on a Monte Carlo ray-tracing code has been developed to predict the temperature measurement for a given plasma scenario taking into account these parasitic phenomena [1]. This model showed that the errors due to unknown emissivities and reflections could be greater than 50% [2]. A solution to improve the temperature infrared measurement is to develop an iterative inversion method to retrieve the true surface temperature from experimental images by correcting the effects of reflections and unknown materials emissivity. This method uses a direct model to generate a modelled image and an optimization algorithm that minimizes the differences between the experimental and modelled images. The ray tracing code is too demanding in terms of resources to be used in this method and a faster direct model based on the radiosity method has been chosen. This method has been applied to a numerical simplified model of a tokamak. This paper focuses on the issues raised by the application of the radiosity method to this model and their management. It also presents the results of the iterative inversion method to retrieve the true surface temperature via this method by using the ray tracing Monte Carlo code as input data replacing the experimental ones. The limits of the use of the radiosity method regarding the reflectivity models of the materials (diffuse or specular) and the acceptability of the errors made are also discussed.

Mots-Clés: infrared thermography, emissivity, reflections, Ray Tracing Monte Carlo, Radiosity method, inverse problem

*Intervenant

Numerical modelling of edge tokamak plasma: impact of collisionality on turbulence properties

Raffaele Tatali ^{*} ^{2,1}, Eric Serre ¹, Guido Ciruolo ², Patrick Tamain ²,
Philippe Ghendrih ², Federico Nespoli ^{1,2,3}, Thomas Cartier-Michaud ¹,
Hugo Bufferand ², Davide Galassi ^{1,2}

² Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique – Commissariat à l'énergie atomique
et aux énergies alternatives : DSM/IRFM – France

¹ Aix-Marseille Université, Lab.M2P2, Marseille, France – Aix-Marseille Université, Lab.M2P2,
Marseille, France – France

³ Physique des interactions ioniques et moléculaires – Aix Marseille Université : UMR7345, Centre
National de la Recherche Scientifique : UMR7345 – France

Turbulence developing in the edge plasma of tokamaks is nowadays accepted to play a major role in determining the transport of particles and energy from the hot center towards the peripheral region. This transport eventually affects the characteristic gradients appearing in the system. Hence, the consequences of turbulent transport are two-fold. First of all, a reduction of turbulent transport would lead to steeper pressure gradients and a better global confinement of plasma, with beneficial consequences on the fusion reaction rates. Turbulence is also involved both in the formation of transport barriers in the closed flux surfaces region, and in the transition from Low to High confinement mode. The latter key feature affected by turbulence in edge plasma is the high heat load exhausted in the region where magnetic field-lines hits on solid components. For ITER, this is an issue of major concern, and the power deposited on the divertor tungsten mono-blocks will have to be maintained below a certain threshold, in order not to compromise the integrity of the material. The understanding of turbulence and of the related transport is still full of open questions. The aim of turbulence numerical modelling is to fill the gaps in the current understanding of turbulence and experiments, and ultimately reach the ability to be predictive on edge plasma dynamics. In this framework, the TOKAM3X 3D fluid turbulence code has been developed among the IRFM/CEA institute and the M2P2 laboratory of Marseille. Collisionality has shown having an impact both experimentally and theoretically, modifying the value of resistivity and thermal conductivity and changing the filamentary structure size, characteristic of turbulent transport. In our study the impact of collisionality has been analyzed with a 2D linear mode, through a set of 3D fully turbulent simulation, and with a new tool developed to describe the filamentary structures.

Mots-Clés: nuclear fusion, 3D numerical modelling, plasma turbulence, collisionality

*Intervenant

Lattice Boltzmann model for Low-Mach Reactive Flows

Muhammad Tayyab ^{*† 1}, Yongliang Feng ¹, Pierre Boivin^{‡ 1}

¹ Laboratoire de Mécanique, Modélisation et Procédés Propres – Aix Marseille Université : UMR7340, Ecole Centrale de Marseille : UMR7340, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7340 – France

Lattice Boltzmann Method (LBM) is becoming increasingly popular within Computational Fluid Dynamics (CFD) because of the distinct advantages it has over conventional schemes. The highlighted benefits of LBM include ease of coding and lower computational cost due to the discrete nature of the method. In recent years, the use of LBM - especially in the field of low-Mach aerodynamics and aero-acoustics - has gained significant popularity. However, the development of LBM based models within combustion modelling has been limited. In our study, a method coupling a compressible Lattice-Boltzmann solver based on standard (nearest-neighbor) lattices, and a finite difference solver for the energy and species conservation is developed. This model is valid for moderate velocities (Mach Number < 0.3) and includes two way coupling between thermodynamics and flow using single parameter dependant on temperature and mass fraction of species. The validation procedure of the model includes simulations of canonical combustion problems, One-Dimensional freely propagating flame in a channel and counter flow diffusion flame, using single step reaction chemistry. The results show excellent agreement when compared with a commercial software Cantera simulations. However, in order to further enhance the capabilities of this model inclusion of enthalpy equation instead of temperature equation is realized. Furthermore, regularization step is included in the LBM, in order to provide better stability. The classical multi-component thermodynamic closure is recovered, including component-specific variable heat capacity and transport properties, as well as non-unity Prandtl number. The further developed model likewise produces excellent results for the canonical combustion problems not only with the one step chemistry but also with detailed chemistry. Furthermore, stability of the model is also validated by performing Darrieus-Landau instability and Double shear layer simulations. Overall, the model is simple, easy to implement and it shows good results for above mentioned combustion test cases.

Mots-Clés: Lattice Boltzmann, Reacting Flows, Combustion

*Intervenant

†Auteur correspondant: muhammad.tayyab@univ-amu.fr

‡Auteur correspondant: pierre.boivin@univ-amu.fr

Propagation of multidimensional waves in non-linear dispersive systems

Sergey Tkachenko * ¹, Sergey Gavriluk ¹, Jacques Massoni[†] ¹

¹ IUSTI – UMR 7343 – France

Serre-Green-Naghdi equations (SGN equations) is the most simple dispersive model of long water waves having "good" mathematical and physical properties. First, the model is a mathematically justified approximation of the exact water wave problem. Second, the SGN equations are the Euler-Lagrange equations coming from Hamilton's principle of stationary action with a natural approximate Lagrangian. Finally, the equations are Galilean invariant which is necessary for physically relevant mathematical models.

We derived the modulation equations to the SGN model and showed that they are strictly hyperbolic for any wave amplitude, i.e., the periodic wave trains are modulationally stable. Numerical tests for the full SGN equations are shown. The results confirm the modulational stability analysis.

Mots-Clés: water waves, dispersion, modulation equations

*Intervenant

[†]Auteur correspondant: jacques.massoni@univ-amu.fr

Génération et propagation d'ondes de Lamb dans les structures multi-plaques Apport du Retournement Temporel pour le contrôle non destructif par ultrasons des cuves de réacteurs de génération IV

Jean-Christophe Vallée * ^{1,2}

¹ Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique [Marseille] – Aix Marseille Université : UMR7031, Ecole Centrale de Marseille : UMR7031, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7031 – France

² CEA Cadarache – Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – France

Les méthodes d'inspection ultrasonores se révèlent particulièrement utiles dans l'inspection et la surveillance des réacteurs nucléaires refroidis au sodium liquide RNR-Na. En effet, l'opacité du sodium liquide restreint considérablement l'utilisation de systèmes optiques. Le contrôle du bon état (CND) des structures immergées en sodium peut donc passer par la transmission d'ondes ultrasonores à travers plusieurs parois métalliques. Le développement de méthodes ultrasonores pour la détection, la localisation et la caractérisation de défauts dans de telles structures avec pour seul accès une face constitue un réel enjeu.

Les ondes de Lamb ont été identifiées comme une solution possible par une thèse précédente pour palier au caractère atténuant des milieux et à la faible transmission aux interfaces successives acier-sodium dans le cas des ondes de volume. Le calcul de l'atténuation des " Leaky Lamb Waves " (ondes de Lamb dans des plaques immergées) a permis de mettre en évidence les modes les plus énergétiques dans la n-ième plaque.

Le but de cette thèse est d'approfondir l'étude de ces " Leaky Lamb Waves ", en considérant le caractère multimodal et dispersif de la propagation de telles ondes, et d'appliquer la méthode de retournement temporel aux ondes de Lamb. Le retournement temporel permet de faire refocaliser spatialement et temporellement une onde sur sa source initiale (typiquement un réflecteur comme par exemple un défaut...). Différents procédés tels que l'Opérateur de Retournement Temporel, la Focalisation en Tout Point, le Match Field Processing ou l'Energie Topologique pourront être analysés afin d'optimiser les solutions de contrôle non destructif dans les structures multiplaques.

Après l'étude bibliographique approfondie en cours, les simulations et expérimentations sont actuellement menées de front afin de comprendre l'applicabilité et les limites du retournement temporel des ondes de Lamb dans des plaques libres, puis immergées.

Mots-Clés: ondes de Lamb, retournement temporel, ondes de lamb fuyantes, atténuation par réémission

*Intervenant

Création d'un système de mesures acoustiques de référence en basse fréquence et fort niveau : Le Short Kundt Tube

Marion Volpe * ¹, Sergio Bellizzi ¹, Renaud Cote ¹

¹ Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA, Marseille, France – Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA, Marseille, France – France

De nombreux absorbeurs acoustiques dédiés à la réduction du bruit dans les basses fréquences sont basés sur des propriétés non linéaires (ex : plaques micro-perforées, NES (Non-linear Energy Sink) acoustique et vibro-acoustique). Nous cherchons ici à développer des techniques d'identification permettant de caractériser ces éléments à basses fréquences et pour des niveaux d'excitation croissant. Ce travail est réalisé grâce à une configuration spécifique de tube d'impédance appelée "Short Kundt Tube" (SKT), qui a la capacité d'atteindre des niveaux sonores élevés à basses fréquences. Deux approches, développées dans le domaine fréquentiel, peuvent permettre cette caractérisation :

- La première est définie comme une méthode de linéarisation et donne accès à l'impédance acoustique et/ou au coefficient de réflexion, dépendant du niveau d'excitation. Le signal d'excitation est un signal à balayage sinusoïdal (également appelé chirp) présentant une fréquence instantanée exponentielle.

- La seconde est basée sur un modèle non linéaire capable de caractériser le transfert d'énergie vers des harmoniques supérieures. Ce modèle est défini comme une matrice de diffusion reliant les composantes harmoniques des amplitudes des ondes de pression d'entrée aux composantes harmoniques des amplitudes des ondes de pression de sortie. Le signal d'excitation est ici un sinus.

Ces deux approches nécessitent une seule mesure de pression, réalisée dans le tube, devant le dispositif à étudier. Un étalonnage de la source à partir de mesures de charges acoustiques connues (i.e. leurs impédances acoustiques peuvent être obtenues analytiquement) est également nécessaire.

Les résultats expérimentaux obtenus à l'aide de ces deux approches sont ensuite comparés à des simulations numériques, de façon à valider les techniques de mesure. De plus, une comparaison de l'effet du signal d'excitation sur l'estimation des paramètres est effectuée.

L'utilisation de ces techniques est illustrée pour l'analyse de deux absorbeurs vibroacoustiques non linéaires, une membrane visco-élastique circulaire et une membrane de haut-parleur.

Mots-Clés: Acoustique, Vibrations non linéaires, Impédance non linéaire, Basses fréquences, Réduction de bruit

*Intervenant

Système de collecte et d'analyse des statistiques physiques et techniques applicable au sport amateur.

Khodor Jebbawi * ¹, Matthieu Egels ¹, Philippe Pannier ¹

¹ Institut des Matériaux, de Microélectronique et des Nanosciences de Provence – Aix Marseille
Université : UMR7334, Université de Toulon : UMR7334, Centre National de la Recherche Scientifique
: UMR7334 – France

Cette thèse CIFRE est financée par la société SportBak, elle a pour objectif de concevoir et réaliser un nouveau produit " FutBak " de récolte des données physiques et techniques chez un footballeur amateur. Ces informations sont traitées pour des besoins de statistiques. Le cœur technologique de ce produit est basé sur l'utilisation du système de communication passive et sans-fil Radio Frequency IDentification (RFID : 868 MHz). L'architecture du système FutBak comporte une antenne bibande (868/2450 MHz) placée sur le pied du joueur capable durant le match de communiquer avec des étiquettes RFID insérées dans le ballon. A la fin du match, les statistiques récoltées par l'antenne bibande sont envoyées par liaison sans fil Bluetooth Low-Energy (BLE : 2450 MHz) à un pupitre tactile pour les afficher. Cette thèse se focalise sur la conception d'antennes spécifiques adaptées à une communication rapide entre le pied du joueur et le ballon d'une part et le totem d'autre part. Vu que le produit est basé sur la technologie RFID passive (sans batterie), cela implique que les antennes doivent être ultra performantes surtout celle qui va opérer près du corps humain. Deux objectifs principaux sont visés dans ces travaux de thèse : Le premier aborde la conception d'antennes large bande et multistandard pour lecteurs, capable de minimiser l'influence du corps humain sans sacrifier la distance de lecture tout en restant faible coût, le second objectif est la conception d'antennes résistantes aux chocs mécaniques pour les étiquettes RFID intégrées au ballon afin de les protéger des contraintes environnementales.

Mots-Clés: RFID, antenne, UHF, multistandard, large bande, BLE

*Intervenant

Numerical modelling of thermo-convective instabilities in sessile drop.

Sanjeev Kumar *¹, Marc Medale¹, David Brutin^{1,2}

¹ IUSTI - Aix Marseille Université – UMR7343 – France

² Institut Universitaire de France – Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche – France

Our current research is focussed on thermal instabilities in sessile ethanol droplets, which develop spontaneously during evaporation. This communication presents one way to afford direct numerical simulations (DNS) of sessile droplet evaporation by addressing the problem with an ad-hoc one-sided model. We developed a 3D unsteady semi-analytical model coupling hydrodynamics and heat transfers in a sessile drop of ethanol on a heated substrate. This model accounts for the mass flow rate of unsteady diffusion-limited evaporation for a non-isothermal pinned sessile drop while accounting for Stefan flow in the gas. The governing equations have been implemented in the COMSOL Multiphysics® software, discretized with the finite element method (FEM) using second order shape functions.

Our computations contribute to figure out the internal 3D flow structure in the droplet and also to determine the driving mechanism and energy sources of the observed thermos-convective instability and thus clarifies its nature. They start with a uniform initial temperature field (at substrate heating temperature) in the droplet and the imposed heating temperature at the substrate surface. Due to the latent heat of vaporization, the droplet cools down from the liquid-gas interface, meanwhile, the temperature near the contact line remains higher due to heat conduction from the substrate through a thin layer of ethanol. This creates a vertical temperature gradient in the droplet bulk and a tangential one along the droplet surface near the contact line.

A parametric study is also intended to provide the range of physical parameters for which these instabilities arise, both in terrestrial and microgravity conditions, for pure fluids and complex ones. Two experiments in parabolic flights were also performed in order to investigate relevant local quantities accessible from optical techniques (in the infrared and visible ranges) under microgravity conditions.

Mots-Clés: Fluid mechanics, Phase change, Numerical, Instabilities

*Intervenant

Nez électronique pour le suivi de la qualité de l'air

Nicolas Morati ^{*† 1}, Jean-Luc Seguin ¹, Thierry Contaret ¹

¹ Institut des Matériaux, de Microélectronique et des Nanosciences de Provence – Aix Marseille
Université : UMR7334, Université de Toulon : UMR7334, Centre National de la Recherche Scientifique
: UMR7334 – France

L'objectif de la thèse est de rechercher des solutions pour améliorer la sélectivité des micro-capteurs à oxydes métalliques (WO₃ dans notre cas) destinés à mesurer des concentrations d'ozone et de CO en présence d'interférents (vapeur d'eau, CO₂, CO ou O₃, NO₂). Les micro-capteurs sont conçus et fabriqués au sein de l'équipe MCI (MicroCapteurs et Instrumentation) du laboratoire IM2NP. La grandeur mesurée est la résistance électrique de la couche sensible de WO₃ qui varie en fonction de la concentration des gaz présents dans l'atmosphère. Notre stratégie consiste à identifier et à mettre en place des protocoles de mesure permettant d'obtenir des informations sur la nature du ou des gaz détectés par le capteur. L'ensemble de ces informations constituera une base de données qui sera ensuite traitée par des méthodes d'analyse statistique afin d'identifier automatiquement le(s) gaz détecté(s). Les paramètres variables des protocoles de mesures sont la température de chauffage du capteur et sa tension de polarisation. On peut aussi obtenir des informations sur la nature du gaz détecté en analysant le bruit électronique produit par le micro-capteur. Un banc de mesure spécifique pour réaliser ces différents types de mesures sur plusieurs capteurs en même temps a été développé. La mise en œuvre des outils statistiques sera réalisée sous Matlab.

Mots-Clés: MOX, capteur de gaz, WO₃, sélectivité, analyse statistique

*Intervenant

†Auteur correspondant: nicolas.morati@im2np.fr

Validation de la chirurgie virtuelle pour les déviations septales : étude numérique instationnaire.

Thomas Radulesco *^{1,2}, Lionel Meister¹, Gilles Bouchet¹, Jerome Giordano¹, Patrick Dessi², Pierre Perrier¹, Justin Michel²

¹ Institut universitaire des systèmes thermiques industriels – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7343, Aix Marseille Université : UMR7343 – France

² Assistance Publique - Hôpitaux de Marseille – Aix-Marseille Université - AMU – France

Introduction

Les déviations septales sont responsables d'obstruction nasale et leur traitement est chirurgical : la septoplastie. La simulation numérique des écoulements (CFD) permet d'analyser l'écoulement et le conditionnement de l'air dans les cavités nasosinusiennes. Les protocoles de chirurgie virtuelle (CV) servent à réaliser des modifications architecturales et peuvent ainsi simuler des interventions chirurgicales. A ce jour, peu d'études comparent CV et résultats postopératoires. Des données identiques entre CV et résultats postopératoires validerai l'utilisation des protocoles de CV.

Le but de cette étude est de comparer CV et résultats postopératoires dans une étude CFD instationnaire, chez des patients présentant une déviation septale.

Matériel et méthodes

Nous avons inclus deux patients nécessitant une chirurgie pour déviation septale. Un cycle respiratoire préenregistré est appliqué au nasopharynx afin de simuler une ventilation nasale. La CV est réalisée avec ITK-Snap® et Star-CCM+®. Les modèles de CV et postopératoires sont comparés en recherchant des différences et/ou en établissant des corrélations entre les variables CFD mesurées (heat flux, wall shear stress, températures, pression totale, vitesses maximales), lors des phases inspiratoires et expiratoires.

Résultat

Nous n'avons pas trouvé de différence statistiquement significative dans l'analyse des variables CFD entre les modèles CV et postopératoires pour les phases inspiratoires et expiratoires ($p > 0.05$). L'étude des corrélations entre les variables CFD des modèles CV et postopératoires a mis en évidence de fortes corrélations pour le heat flux ($r=0.93$, IC95=0.78;0.98), la pression totale ($r=0.96$, IC95=0.87;0.99), les températures ($r=0.98$, IC95=0.95;0.99) et le wall shear stress ($r=0.75$, IC95=0.75;0.99) ($p < 0.01$). La corrélation concernant les vitesses maximales n'est pas statistiquement significative ($p=0.4$).

Conclusion

La majorité des variables CFD des modèles de CV et postopératoires sont comparables, validant la fiabilité du protocole de CV. Dans un futur proche, la CFD et la CV pourraient être des outils

*Intervenant

importants à maîtriser pour le chirurgien ORL.

Mots-Clés: CFD, déviation septale, chirurgie, virtuelle, résultats