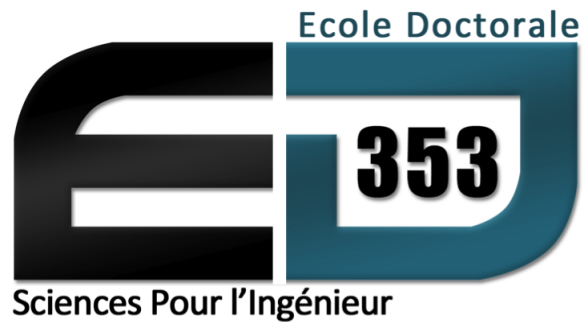


École Doctorale 353

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



Journée des Doctorants

19 mai 2017

Polytech Marseille
Département de Mécanique-Énergétique
Amphithéâtre Fermi



Programme de la journée

08h45 - 09h00	Intervention du directeur de l'École Doctorale Amphithéâtre Fermi
09h00 - 10h00	Conférence par Claude Touzet Cerveau et Sommeil Amphithéâtre Fermi
10h00 - 10h15	Pause café Salle Café
10h15 - 11h05	Présentations des posters – 20 présentations Amphithéâtre Fermi
11h05 - 11h50	Conférence par Jean-Michel Hugo Parcours d'un docteur de l'ED Amphithéâtre Fermi
11h50 - 13h30	Pause déjeuner et Session posters Salle Café
13h30 - 14h15	Conférence par Bastien Di Pierro Parcours d'un docteur de l'ED Amphithéâtre Fermi
14h15 - 15h15	Présentations des posters – 25 présentations Amphithéâtre Fermi
15h15 - 16h45	Pause café et Session posters Salle Café
16h45	Remise des prix Amphithéâtre Fermi

Conférences et présentations

08h45 - 09h00 : Intervention du directeur de l'École Doctorale

09h00 - 10h00 : Conférence par Claude Touzet – Cerveau et Sommeil

Biographie : Claude Touzet a obtenu son doctorat en Automatique en 1990 à l'Université de Montpellier II, puis son HDR intitulée "Des réseaux de neurones artificiels à la robotique coopérative" en 1998 à Aix-Marseille Université. Depuis 2001, il est maître de conférence au Laboratoire de Neurosciences Intégratives et Adaptatives (CNRS, AMU). Ses travaux en modélisation des fonctions cognitives ont débouché sur la Théorie neuronale de la Cognition. Il a reçu de nombreuses distinctions récompensant ses efforts de valorisation de ses travaux : Trophée national INPI (2008), Concours national de l'Innovation (2005 et 2008).

Résumé : Toutes les espèces animales doivent dormir, y compris l'Homme. Nous y consacrons un tiers de notre vie. Pourquoi doit-on dormir ? Peut-on se passer de dormir ? Peut-on dormir moins ? Peut-on dormir mieux ? Quels liens avec la fatigue cognitive ? Que sont les rêves ? La Théorie neuronale de la Cognition propose des réponses précises à chacune de ces questions.

10h00 - 10h15 : Pause café

10h15 - 11h05 : Présentations des posters

R. Capanna, C. Eloy, E. Sarrouy, G. Ricciardi	7
Modeling of Fluid-Structure Interaction by Potential Flow Theory in a PWR under Seismic Excitation	
L. Meyrand, E. Sarrouy, B. Cochelin	8
Continuation de mode non linéaire par approche PGD avec enrichissement	
M. Ramaniraka, S. Rakotonarivo, V. Garnier	9
Caractérisation ultrasonore de milieux multi-diffusants à partir des ondes rétrodiffusées – Application au cas de l'auscultation du béton	
L. Portelette, R. Madec, B. Michel	10
Interactions entre systèmes de glissement de l'UO2 par dynamique des dislocations	
S. Yoon, N. Vandenberghe	11
Sélection de forme en fragmentation solide – Fragmentation d'une poutre fragile en flexion 4 points	
F. Smith, D. Brutin	12
Etude du mouillage et de l'évaporation de sang humain : applications aux scènes de crime	
F. Gendre, D. Ricot, G. Fritz	13
Méthode de Boltzmann sur réseau pour les raffinements de maillages en aéroacoustique : effet d'un splitting directionnel	
E. Constant, J. Favier, P. Meliga, É. Serre	14
A Discret Immersed Boundary Method for the Simulation of Fluid-Structure Interactions	
A. Chiapolino, S. Richard	15
Modeling Compressible and Reactive Multiphase Flows	
B. Couraud, T. Deleruyelle, E. Kussener, R. Vauché	16
Optimisation des transferts d'énergie pour les systèmes connectés, application au NFC	
A. Goavec, J. Gaubert, Rémy Vauché, F. Hameau, M. Zarudniev	17
Estimation du spectre d'un signal impulsionnel pour l'auto-calibration des émetteurs à radio impulsionnelle pour les ultra-larges bandes	
T. Bordonné, M. Aramaki et R. Kronland Martinet	18
Synthèse et perception sonore : une approche par imitations vocales	

Z. Zhenhai, P. Aussillous	19
Étude de l'éjection de grains hors d'un cylindre pressurisé	
B. Radisson, C. Almarcha, E. Al Sarraf, J. Quinard, E. Villermaux, B. Denet	20
Dynamique non-linéaire des flammes de prémélange : description en pôles	
H. De La Rosa, N. Vandenberghe, G. Verhille, P. Le Gal	21
Aggregates in turbulence	
B. Kirsch, O. Montagnier, E. Benard, T. Faure	22
Apport de l'anisotropie des matériaux composites aux performances aéroélastiques des ailes à grand allongement de drones hale	
C.-D. Nguyen, N. Benahmed, E. C. G. Andò, L. Sibille, P. Philippe	23
Experiment Investigation of Micro-Structural Changes of Eroded Soil by Suffusion Using X-ray Tomography	
S. Chateau, S. Poncet, J. Favier, U. d'Ortona	24
Emergence of Metachronal Waves in Cilia Arrays	
D. Alibert, M. Coutin, M. Mense, Y. Pizzo et B. Porterie	25
Étude expérimentale de la combustion de PMMA en atmosphère normalement oxygénée et sous-oxygénée – Effet d'échelle	
Présentation de l'Association des Jeunes Chercheurs du Technopôle	

11h05 - 11h50 : Conférence par Jean-Michel Hugo – De la recherche à l'entrepreneuriat

Biographie : Jean-Michel Hugo est Ingénieur-Docteur en mécanique-énergétique et spécialisé dans les systèmes thermiques. Il a obtenu son diplôme d'ingénieur à Polytech Marseille en 2008 et a poursuivi une thèse CIFRE à l'IUSTI en collaboration avec la société MOTA. La thèse, soutenue en 2012, portait sur l'optimisation structurale d'échangeur de chaleur et l'intégration de nouveaux matériaux. Le principal résultat a été la mise en place de méthodes de conception innovantes qui ont permis des gains importants d'efficacité énergétique. Après sa thèse, Jean-Michel a créé la société TEMISTh qui a eu pour vocation initiale de valoriser les travaux de recherches menés à l'IUSTI sur les systèmes thermiques, et plus particulièrement ses travaux de thèse. Aujourd'hui TEMISTh conçoit des échangeurs de chaleur innovants produits par fabrication additive pour les secteurs de l'aéronautique et du spatial.

Résumé : Cet exposé présentera dans un premier temps, l'activité de R&D de la société TEMISTh sur la conception des échangeurs de chaleur produit par fabrication additive (nom industriel de l'impression 3D). Dans un second temps, seront exposés les démarches menées depuis la création ainsi que les principales évolutions et les questionnements qui les ont accompagnés.

11h50 - 13h30 : Pause déjeuner et Session posters

13h30 - 14h15 : Conférence par Bastien Di Piero – Du jeune chercheur au maître de conférences : le parcours du combattant

Biographie : De 2009 à 2012, Bastien Di Piero a fait une thèse de doctorat en mécanique des fluides à l'IRPHE portant sur la dynamique des jets tournants inhomogènes. L'année suivante, il a été recruté en tant qu'ATER à Polytech Marseille avec pour sujet de recherche la portabilité de codes de calcul en mécanique des fluides compressibles sur architecture GPGPU à l'IUSTI. Il a ensuite fait une année de post-doctorat à l'ONERA Toulouse pendant laquelle il a travaillé sur un solveur multi-échelles des écoulements diphasiques avec pour application l'atomisation primaire de nappes liquides cisailées. En 2014, Bastien a passé les auditions aux concours de maître de conférences et a été recruté au Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique (LMFA, Lyon) ; il intervient alors à Polytech Lyon pour la partie enseignement. Il est également coresponsable du groupe LyonCalcul qui vise à donner une formation en sciences numériques à destination des doctorants et des chercheurs locaux.

Résumé : Durant cette présentation, il exposera les difficultés rencontrées par les doctorants fraîchement diplômés pour entrer dans le monde de la recherche académique. En s'appuyant sur sa propre expérience et ses connaissances de la sphère universitaire, il développera le parcours du combattant qu'emprunte le jeune chercheur pour atteindre le grade de maître de conférence : un métier parfois idéalisé...

14h15 - 15h15 : Présentations des posters

A. Wautier, F. Nicot, S. Bonelli	26
Mechanical Stability of Granular Materials Subjected to Suffusion	
T. Catterou, V. Blanc, G. Ricciardi, S. Bourgeois, B. Cochelin	27
Analyse dynamique d'une structure multicontact à jeux localisés – Application aux faisceaux d'aiguilles combustibles RNR	
O. Lafforgue, S. Poncet, I. Seyssiecq, J. Favier	28
Rheological Characterization and Numerical Simulation of Bronchial Mucus Transport by a Clearance Helping Device	
P. Vigué, L. Guillot, C. Vergez, B. Cochelin	29
Continuation de solutions quasi-périodiques	
J.-B. Wacheul, M. Le Bars	30
Direct Measurement of the Heat Exchanges in a Buoyancy Driven Two-Phase Flow – Application to the Planets Core Formation	
B. Marchetti, L. Bergougnoux, É. Guazzelli, V. Raspa, A. Lindner, O. du Roure, C. Duprat	31
Sédimentation de fibres flexibles	
P. Kauffmann, F. Baqué, G. Corneloup, M.-A. Ploix, J.-F. Chaix, C. Gueudré	32
Study of Propagation, Re-emission and Attenuation of Lamb Waves in Immersed Plate	
M. Nagaso, J. Moysan, D. Komatitsch, C. Lhuillier	33
Study of Ultrasound Wave Propagation in a Heterogeneous Fluid Medium for the Continuous Monitoring of an Operating Sodium-based Nuclear Reactor	
A. Marty, É. Daniel, L. Houas, G. Jourdan	34
Propagation et atténuation des ondes de choc dans les milieux confinés (tunnels, galeries...)	
O. Ait Oucheggou, L. Bergougnoux, É. Guazzelli, V. Pointeau, G. Ricciardi	35
Écoulement de particules autour d'un obstacle – Application au colmatage du circuit secondaire d'un générateur de vapeur	
J. A. Soler Vasco, F. Schwander, É. Serre, J. Liandrat	36
Advanced Numeric Methods for Plasma Turbulence Simulations in the Edge of a Tokamak	
M. Martin, S. Bourgeois, B. Cochelin, J. Ducarne et F. Guinot	37
Déploiement de structures spatiales constituées de mètres rubans : modélisation et expérimentations	
C. Clavaud, A. Bérut, B. Metzger and Y. Forterre	38
Revealing the Frictional Transition in Shear Thickening Suspensions	
A. Bourachot, M. Aramaki, R. Kronland Martinet	39
Le langage des sons : synthèse sonore interactive pour la réalité virtuelle	
C. Nobili, P. Meunier, M. Le Bars, B. Favier	40
Instabilité de précession dans un sphéroïde	
M. Voisin, A. Maurel-Pantel, F. Lebon, F. Mazerolle, N. Cocheteau, S. Begoc	41
Tenue aux chocs de l'adhérence moléculaire	
K. D. M. Ahose, S. Lejeunes, D. Eyheramendy	42
Modélisation et simulation du comportement thermo-chimio-mécanique quasi-incompressible du polybutadiène chargé en déformations finies – Application au vieillissement thermique	

K. Ivanova, S. Gavriluk, N. Favrie	43
Modèle multidimensionnel d'écoulements cisailés d'eau peu profonde	
Y. Lee, M. Lannoo, N. Cavassilas, M. Luisier, M. Bescond	44
Original Quantum Treatment of Electron-Phonon Scattering for Nanoscale Device Simulations	
B. Solymosi, N. Favretto-Cristini, V. Monteiller, B. Arntsen, P. Cristini, D. Komatitsch, B. Ursin	45
Validation of Numerical Modeling for Complex Geological Environments – Benchmarking with Laboratory Experiments	
L. Chinchilla, P. Lasaygues, É. Franceschini	46
Developing of a Ultrasound Scattering Model for Red Blood Cells by Considering Anisotropy	
A. Ramanathan K., F. Duval, C. Friess, P. Sagaut	47
Étude expérimentale et numérique par approche RANS et LES d'écoulements stratifiés turbulents	
M. E. B. Seck, M. Garajeu, R. Masson	48
Homogénéisation en viscoélasticité non linéaire : estimations basées sur les premiers et seconds moments des champs	
M. Moussavou, N. Cavassilas, E. Dib, M. Bescond	49
Influence of Mechanical Strain in Double-Gate p-type Transistors	
A. Gay, B. Favier, G. Verhille	50
Statistics of the deformations of flexible fibres in turbulent flows	

15h15 - 16h45 : Pause café et Session posters

16h45 : Remise des prix

Modeling of Fluid-Structure Interaction by Potential Flow Theory in a PWR under Seismic Excitation

Roberto Capanna, Christophe Eloy, Emmanuelle Sarrouy, Guillaume Ricciardi

CEA Cadarache, DTN/STC/LHC, Saint Paul Lez Durance, France
Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE, Marseille, France

roberto.capanna@cea.fr

Le poster présente mes travaux de thèse sur la modélisation des interactions fluide-structure d'un assemblage combustible dans un réacteur PWR. Le poster est divisé en 4 sections. Une première section montre la théorie de l'écoulement potentiel utilisé pour la modélisation du fluide. Ensuite l'approche mathématique pour la résolution du problème est présentée. Dans la troisième section des résultats de simulations sont présentés : ils montrent la dépendance en fonction de la masse ajoutée des nombres d'onde et des perturbations des champs de pressions autour d'un cylindre. La dernière section présente le coté expérimental de la thèse. Les résultats expérimentaux montrent la présence de phénomènes non linéaires et de masse ajoutée.

Conférences :

Capanna, R., Ricciardi, G., Eloy, C., & Sarrouy, E., (2017, July). Confinement Effects on Added Mass of Cylindrical Structures in a Potential Flow. In Pressure Vessels & Piping Conference, The American Society of Mechanical Engineers.

Continuation de mode non linéaire par approche PGD avec enrichissement

Louis Meyrand, Emmanuelle Sarrouy, Bruno Cochelin

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

meyrand@lma.cnrs-mrs.fr

En dynamique des systèmes, les Modes Non Linéaires (MNLs) sont des familles de solutions périodiques d'un problème non linéaire conservatif. Ils se veulent une extension des modes propres linéaires et permettent de mieux appréhender les phénomènes non linéaires observés expérimentalement. Des méthodes numériques sont requises pour leur obtention, lesquelles incluent généralement des méthodes de continuation. Même pour des systèmes académiques, le calcul des MNLs peut s'avérer coûteux.

Les présents travaux introduisent une méthode de calcul des MNLs combinant une description réduite basée sur des techniques de Proper Generalized Decomposition (PGD) et un enrichissement au fil de la continuation. La PGD permet, via une séparation des variables d'espace et de temps, de résoudre des sous-systèmes plus petits et apporte une description hautement réduite des MNLs. Cette description s'enrichit au fil de la continuation, des modes étant ajoutés au besoin lorsque l'énergie du MNL augmente. La méthode développée combine ainsi méthode de réduction PGD, traitement dans le domaine fréquentiel par balance harmonique et méthode de continuation.

L'algorithme obtenu est dans un premier temps appliqué à l'exemple académique d'une poutre console linéaire en flexion au bout de laquelle un ressort cubique est attaché. Les effets attendus sont constatés sur une branche d'énergie croissante du premier MNL de la structure.

Caractérisation ultrasonore de milieux multi-diffusants à partir des ondes rétrodiffusées – Application au cas de l’auscultation du béton

Manda Ramaniraka, Sandrine Rakotonarivo, Vincent Garnier

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

manda.ramaniraka@univ-amu.fr

L’intégrité du béton est un enjeu crucial pour l’ensemble des infrastructures de génie civil. La propagation d’ondes ultrasonores se positionne en outil idéal pour ausculter le béton : non-destructif et peu onéreux. Les ondes ultrasonores émises dans le matériau empruntent une multitude de chemins. Ces ondes ayant traversé tout le milieu multi-diffusant sont alors porteuses d’informations sur la microstructure du matériau.

Ce travail de thèse s’intéresse aux informations qui peuvent être exploitées à partir des ondes rétrodiffusées, c’est-à-dire les ondes qui reviennent aux points d’émission. Cette configuration de mesure permet d’ausculter des ouvrages où l’on n’aurait accès qu’à une seule face. La première partie du travail, qui fait l’objet de ce poster, consiste à comprendre et à mettre en équations les phénomènes de diffusions multiples des ultrasons et à confronter ces calculs analytiques à des simulations numériques. Différents paramètres tels que la diffusivité D ou le libre parcours moyen de transport l^* permettent de caractériser un milieu multi-diffusant. L’obtention de ces paramètres repose sur une hypothèse : « la propagation de l’énergie ultrasonore peut être décrite par l’équation de diffusion de la chaleur après un certain temps de propagation ».

Interactions entre systèmes de glissement de l’UO2 par dynamique des dislocations

Luc Portelette, Ronan Madec, Bruno Michel

CEA de Cadarache, DEC/SESC/LSC, Saint Paul lez Durance, France

luc.portelette@cea.fr

Cette étude concerne la simulation numérique du comportement micromécanique du combustible nucléaire UO2 dans le cadre de l’application VER de la plateforme logicielle PLEIADES. Une loi de comportement de viscoplasticité cristalline basée sur le mouvement des dislocations a été construite par Soulacroix [1]. Afin de prendre en compte l’interaction entre dislocations et l’écroutissage de type forêt associé, il a été introduit dans la loi un modèle de type Teodosiu faisant évoluer la contrainte critique de cisaillement au cours de la sollicitation à partir d’une matrice d’interaction :

$$\tau_j^s = \mu b \sqrt{\sum_r a^{rs} \rho^s}.$$

Jusqu’ici une matrice d’interaction dérivée de celle des cubiques à faces centrées [2] était utilisée dans notre modèle. On se propose d’en construire une spécifique pour l’UO2 et on étudie les symétries de cette matrice pour extraire le nombre de coefficients d’interaction entre systèmes de glissement. Puis, pour chaque interaction, on confronte le diagramme de réaction, obtenu par calcul élastique simplifié, aux résultats des simulations par Dynamique des Dislocations (code de DD MobiDiC) avant de présenter de premiers résultats de mesure de coefficients d’interaction. Ces coefficients une fois tous mesurés par DD seront utilisés dans le modèle viscoplastique pour améliorer la validation par comparaison aux essais sur monocristaux avant d’aborder le cas du polycristal.

Références

- [1] Soulacroix, J. (2014). Approche micromécanique du comportement du combustible dioxyde d’uranium (Doctoral dissertation, École nationale supérieure d’arts et métiers-ENSAM).
- [2] Devincere, B., Kubin, L., & Hoc, T. (2006). Physical analyses of crystal plasticity by DD simulations. *Scripta Materialia*, 54(5), 741-746.

Conférences :

- Portelette, L., & Michel, B. (2016, October). Dislocation based modelling for nuclear ceramics viscoplastic behaviour. In 8th International Conference on Multiscale Materials Modeling.
- Portelette, L., Madec, R., & Michel, B. (2017, April). Simulation numérique de la viscoplasticité de l’UO2 : monocristal et polycristal. In Colloque Plasticité 2017.

Sélection de forme en fragmentation solide – Fragmentation d’une poutre fragile en flexion 4 points

Sungmin Yoon, Nicolas Vandenberghe

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE, Marseille, France

yoons@irphe.univ-mrs.fr

Lorsqu’un objet fragile subit une sollicitation ou un impact, il se brise en de multiples morceaux. C’est ce qui est appelé la fragmentation solide. La fragmentation solide a fait l’objet de nombreuses études, toutefois les phénomènes restent imparfaitement compris. Des questions fondamentales telles que la relation entre les paramètres de la force rupture, la taille des défauts, la vitesse de sollicitation et le nombre de fragments sont encore non résolues.

On essaye de comprendre les processus de fragmentation grâce à la mise en flexion d’une poutre. On a d’abord vérifié l’uniformité de la distribution de courbure le long des poutres en répétant l’expérience sous des conditions identiques. Les courbures au niveau des brisures sont estimées grâce à des approximations géométriques. L’observation des sections cassées a pour but d’établir une relation avec les courbures. Théoriquement, on effectue une approche énergétique localisée dans laquelle la théorie de Griffith peut être prise en compte. Cela nous permet de confronter les résultats expérimentaux à la théorie. Avec une autre expérience dans laquelle une poutre est mise en traction, on cherche à voir si l’effet de délai de brisure est un paramètre pertinent du problème.

Étude du mouillage et de l’évaporation de sang humain – Applications aux scènes de crime

Fiona Smith, David Brutin

Aix Marseille Univ, CNRS, IUSTI, Marseille, France

fiona.smith@univ-amu.fr

Ce travail porte sur l’étude du séchage de sang humain afin d’apporter de nouveaux éléments d’information lors d’investigations criminelles. L’étalement de ce fluide complexe conditionne sa dynamique d’évaporation ainsi que le motif final obtenu. Nous souhaitons donc extraire des informations de ces motifs via deux applications différentes. D’une part nous nous intéressons aux traces passives. Ce sont des traces de sang résultant de la chute d’une goutte formée sous l’action principale de la pesanteur. Nous cherchons à comprendre l’influence de l’énergie présente à l’impact, donc de la hauteur de chute et de la taille de la goutte, sur le motif final obtenu selon le substrat. Ceci permet ensuite d’avoir une estimation de la hauteur de chute. D’autre part nous étudions les flaques de sang. En comprenant les dynamiques de séchage du sang, notamment les flux d’évaporation de ce fluide complexe, l’importance du couplage physico-chimique lors de l’étalement, et l’influence sur le motif de séchage final, il est possible de retrouver le moment de formation de la flaque sur les scènes de crimes. Nous avons d’abord identifié les cinq étapes de séchage : la coagulation, la gélification, la dessiccation des bords, la dessiccation du centre et la dessiccation finale de la flaque de sang ; puis suivi les fronts de séchage et de gélification ainsi que le flux d’évaporation.

Publications :

Smith, F., Nicloux, C., & Brutin, D., (Submitted). Impact energy of blood drip stains. *Journal of Fluid Mechanics*.

Conférences :

Smith, F., Laan, N., Nicloux, C., & Brutin, D. (2016, October). Blood Pools. In IABPA Conference.

Laan, N., Smith, F., Nicloux, C., & Brutin, D. (2016, November). Morphology of drying blood pools. In 69th Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics.

Smith, F., & Brutin, D. (2017, June). Morphologie et séchage de flaques de sang. In 25ème Congrès Français de Thermique.

Méthode de Boltzmann sur réseau pour les raffinements de maillages en aéroacoustique : effet d'un splitting directionnel

Félix Gendre, Denis Ricot, Guillaume Fritz

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, M2P2, Marseille, France

felix.gendre@etu.univ-amu.fr

La méthode de Boltzmann sur réseau (LBM) est une méthode à la popularité croissante depuis les années 1990, permettant de simuler les équations de la mécanique des fluides à partir d'un schéma numérique simple, portant sur des fonctions de distribution de particules. Concernant les calculs directs en aéroacoustique, ses propriétés de dispersion/dissipation comparées à sa rapidité d'exécution en font un candidat très intéressant. Toutefois, la LBM est une méthode très sensible, en particulier aux raffinements de maillages qui sont numériquement très brutaux. Ces problèmes sont démultipliés lorsque le sujet d'étude concerne l'aéroacoustique en écoulement tourbillonnaire ou turbulent, l'acoustique étant bien plus sensible que l'aérodynamique/hydrodynamique à une erreur numérique sur le champ de pression. Il n'existe aucune étude dans la littérature traitant du problème des raffinements de maillage pour l'aéroacoustique dans de tels régimes.

L'objet de ce travail est de montrer la présence d'acoustique parasite dans un cas simple : la convection d'un tourbillon à travers une transition de raffinement. Deux modèles de raffinement sont comparés : un modèle classique et une nouvelle approche de splitting directionnel. L'effet important du nombre de Mach de convection du tourbillon est mis en avant. Notre nouvelle approche montre un niveau d'erreur bien plus faible que l'approche classique. La méthodologie présentée dans ce travail peut être appliquée à l'étude d'un algorithme de raffinement quelconque.

A Discret Immersed Boundary Method for the Simulation of Fluid Structure Interactions

Eddy Constant, Julien Favier, Philippe Meliga, Éric Serre

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, M2P2, Marseille, France

eddy.constant@etu.univ-amu.fr

L'interaction entre une structure et un écoulement peut mener à une zone décollée fortement instable qui se développe dans le sillage de la structure et conduit généralement au lâcher périodique de tourbillons dans l'écoulement (allée de Bénard-von Kármán). Ces tourbillons modifient périodiquement les efforts exercés par le fluide sur la structure. La structure étant soumise à des efforts instationnaires, le lâcher tourbillonnaire et la structure peuvent entrer en résonance dans un phénomène appelé vibrations induites par vortex (VIVs). Le contrôle de l'amplitude des VIVs a un intérêt pratique dans plusieurs applications industrielles. La diminution de telles vibrations aide à améliorer la furtivité des avions militaires ainsi que la tenue en fatigue des matériaux.

Le projet a pour objectif d'obtenir un programme pouvant modéliser des phénomènes d'interaction fluide/structure et de pouvoir grâce à un code d'optimisation trouver la loi optimale de contrôle de l'écoulement. Ce solveur implémenté contient :

- un solveur fluide permettant de coupler l'interaction fluide structure en régime turbulent,
- un solveur solide permettant de modéliser le mouvement de la structure,
- un solveur solide déformable permettant de modéliser le mouvement de la structure ainsi que sa déformation,
- une méthode d'optimisation relativement peu coûteuse en temps et espace mémoire, afin de réaliser une analyse de sensibilité du sillage de la structure.

Publications :

E. Constant, J. Favier, M. Meldi, P. Meliga, & E. Serre (Submitted). An Immersed Boundary Method in OpenFOAM : verification and validation. *Comp. Fluids*.

Conférences :

E. Constant *et al.* (2017, June). A New Immersed Boundary Method for the Simulation of Fluid-Structure Interactions in OpenFOAM, In VII International Conference on Coupled Problems in Science and Engineering. E. Constant *et al.* (2017, May). Near Wall Treatment of Immersed Boundary for the simulation of turbulent flow around bluff bodies. In ERCOFTAC Workshop Direct and Large-Eddy Simulation 11.

E. Constant *et al.* (2017, March). Implementation of a new Immersed Boundary Method With Near wall Treatment for the Simulation of Turbulent Flows around Bluff Bodies in OpenFOAM. In Journée française des utilisateurs d'OpenFOAM.

E. Constant *et al.* (2016, May). Implementation of a New Discrete Immersed Boundary Method in OpenFOAM. In Journée française des utilisateurs d'OpenFOAM.

E. Constant *et al.* (2015, July). An Immersed Boundary Method for the Simulation of Fluid-Structure Interactions in OpenFOAM. In HELIX 2015 – Fluid Structure Interactions and Vortex Dynamics in Aerodynamics.

Modeling Compressible and Reactive Multiphase Flows

Alexandre Chiapolino, Saurel Richard

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, M2P2, Marseille, France

alexandre.chiapolino@etu.univ-amu.fr

Un aspect majeur de notre projet concerne le traitement de la transition de phase dans les écoulements diphasiques compressibles et les solveurs de relaxation thermodynamiques rapides. Dans notre approche, la transition de phase aux interfaces est traitée par un processus de relaxation des énergies libres de Gibbs (Saurel *et al.*, 2008). Ceci consiste en un système algébrique non-linéaire composé de la définition de l'énergie et masse de mélange et des contraintes d'équilibre (égalité des températures, pressions, énergies libres des phases). Sa résolution est délicate, en particulier lorsque l'état final sort du domaine diphasique pour rejoindre une des phases pures. Cette problématique a été abordée par Allaire *et al.* (2007), LeMetayer *et al.* (2013). Au cours du présent travail de thèse, une nouvelle méthode a été développée et s'est avérée à la fois plus robuste et plus rapide. Ce travail a été valorisé dans deux publications dans des journaux scientifiques.

Sur un autre plan, nous avons reconsidéré la problématique de la capture des interfaces et ondes de contact pour les modèles de fluides compressibles. Une nouvelle méthode a été développée permettant de réduire considérablement la zone de capture des interfaces. Cette évolution se place dans le contexte de la méthode MUSCL, très employée dans les codes de production, et sur maillage non-structuré, cette caractéristique étant très importante pour les applications réelles. Ce travail a également résulté en une publication scientifique.

Publications :

Chiapolino, A., Boivin, P., & Saurel, R. (2016). A simple phase transition relaxation solver for liquid-vapor flows. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*.

Chiapolino, A., Boivin, P., & Saurel, R. (2017). A simple and fast phase transition relaxation solver for compressible multicomponent two-phase flows. *Computers & Fluids*, 150, 31-45.

Chiapolino, A., Saurel, R., & Nkonga, B. (2017). Sharpening diffuse interfaces with compressible fluids on unstructured meshes. *Journal of Computational Physics*, 340, 389-417.

Optimisation des transferts d'énergie pour les systèmes connectés – Application au NFC

Benoit Couraud, Thibaut Deleruyelle, Edith Kussener, Rémy Vauché

Aix Marseille Univ, Université de Toulon, CNRS, IM2NP, Marseille, France

benoit.couraud@im2np.fr

Les systèmes tels que les cartes NFC, ou les capteurs alimentés par récupération d'énergie véhiculée par des ondes électromagnétiques, sont soumis à de fortes contraintes d'optimisation des transferts d'énergie car leur consommation diminue très peu, tandis que les sources d'énergie devraient tendre à diminuer. Ainsi, le design des systèmes récupérateurs de cette énergie électromagnétique est critique. Le travail présenté ici vise à fournir des méthodes de conception permettant de récupérer de façon optimale l'énergie électromagnétique, et la transmettre à la partie active du système en minimisant les pertes. En prenant l'exemple des cartes NFC, la méthode proposée permet de concevoir des antennes inductives optimisées pour la récupération d'énergie, et d'adapter les différentes impédances des sous-systèmes afin d'éviter les pertes dues à la transmission. À partir de travaux existants, la théorie d'adaptation d'impédances a donc été complétée afin de proposer une approche en puissance plus générale.

Publications :

Couraud, B., Deleruyelle, T., Kussener, E., & Vauché R. (Submitted). Real Time Impedance Characterization Method for RFID type Backscatter Communication Devices. *IEEE Instrumentation & Measurement*.

Couraud, B., Deleruyelle, T., Kussener, E., & Vauché R. (Submitted). A Novel Optimized HF RFID tag Design Method. *IEEE Antenna & Propagation*.

Conférences :

Couraud, B., Vauche, R., Deleruyelle, T., & Kussener, E. (2015, October). A low cost impedance measurement method for integrated circuits. In *Communication Technology (ICCT), 2015 IEEE 16th International Conference on* (pp. 13-16). IEEE.

Couraud, B., Vauche, R., Deleruyelle, T., & Kussener, E. (2015, October). A very high bit rate test platform for ISO 14443 and interoperability tests. In *Communication Technology (ICCT), 2015 IEEE 16th International Conference on* (pp. 353-356). IEEE.

Couraud, B., & Roche, R. (2014, May). A distribution loads forecast methodology based on transmission grid substations SCADA Data. In *Innovative Smart Grid Technologies-Asia (ISGT Asia), 2014 IEEE* (pp. 35-40). IEEE.

Estimation du spectre d'un signal impulsionnel pour l'auto-calibration des émetteurs à radio impulsionnelle pour les ultra-larges bandes

Anthony Goavec, Jean Gaubert, Rémy Vauché, Frédéric Hameau, Mykhailo Zarudniev

CEA LETI, DACLE/SCCI/LAIR, Grenoble, France

Aix Marseille Univ, Université de Toulon, CNRS, IM2NP, Marseille, France

anthony.goavec@cea.fr

Depuis une décennie, la technologie Ultra Large Bande (ULB) a démontré son potentiel pour les communications sans fil bas et haut débit à courte portée. Elle offre également de grandes performances pour les applications de localisation à travers une mesure très précise du temps de vol. Dans le but de permettre la dissémination de systèmes ULB, des organismes de régulation ont imposé des limites en termes de puissance d'émission pour l'ensemble des dispositifs ULB opérant sur la bande fréquentielle allant de 3,1 à 10,6 GHz.

Pour générer un signal ULB, il est possible d'utiliser des modulations d'impulsions temporelles. La complexité et le coût des émetteurs utilisés sont ainsi réduits. Cependant, les circuits des radios impulsionnelles sont fortement impactés par les variations de procédés de fabrication, de tension et de température. Il est ainsi très compliqué de respecter les gabarits spectraux d'émission. L'objectif de cette thèse est d'élaborer un moyen de contrôle automatique du gabarit spectral de sortie d'un émetteur à radio impulsionnelle à Ultra Large Bande, intégré en technologie CMOS. Pour cela, il a d'abord été nécessaire de trouver une représentation fréquentielle de la Densité Spectrale de Puissance dépendant d'informations temporelles pouvant être mesurées directement sur la puce de l'émetteur. Une implémentation silicium a ensuite été réalisée pour preuve de concept de la mesure d'information et de la boucle de calibration.

Publications :

Goavec, A., Zarudniev, M., Vauché, R., Hameau, F., Gaubert, J., & Mercier, E. (2016). An Efficient Method of Power Spectral Density Estimation for On-Chip IR-UWB Transmitter Self-Calibration. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I : Regular Papers*.

Conférences :

Goavec, A., Vauché, R., Gaubert, J., Hameau, F., Zarudniev, M., & Mercier, E. (2016, December). Instantaneous frequency measurement for IR-UWB signal in CMOS 130 nm. In *Electronics, Circuits and Systems (ICECS), 2016 IEEE International Conference on* (pp. 157-160). IEEE.

Synthèse et perception sonore : une approche par imitations vocales

Thomas Bordonné, Mitsuko Aramaki et Richard Kronland Martinet

Aix Marseille Univ., CNRS, PRISM, Marseille, France

bordonne@prism.cnrs.fr

La synthèse numérique des sons a connu ces dernières années une évolution qui permet aujourd'hui de reproduire des percepts sonores complexes et réalistes. Les enjeux actuels de la synthèse sonore se situent maintenant au niveau du contrôle intuitif de ces percepts et de la prise en compte du ressenti de l'utilisateur dans les processus de synthèse. Dans ce contexte, la vocalisation peut devenir un moyen puissant pour mettre en relief des caractéristiques sonores complexes. Elle permet à la fois d'interroger directement la perception de l'utilisateur, de mettre en avant les éléments utiles pour la reconnaissance d'un son, et de faire face à un éventuel manque de vocabulaire lorsqu'il s'agit de décrire un son.

Ainsi, au cours de cette thèse, nous proposons une nouvelle méthodologie pour interroger la perception sonore en se basant sur l'imitation vocale. Dans le but de valider la méthode, nous avons expérimentalement mis en parallèle des reproductions vocales et gestuelles de sons évoquant du mouvement. De plus, afin de permettre l'exploitation des vocalisations, un outil d'analyse de la voix a été développé. Nous espérons pouvoir par la suite utiliser cette méthodologie pour révéler des morphologies sonores porteuses de sens, et ainsi développer un nouveau paradigme de synthèse sonore intuitif.

Étude de l'éjection de grains hors d'un cylindre pressurisé

Zhenhai Zou, Pascale Aussillous

Aix Marseille Univ, CNRS, IUSTI, Marseille, France

`zhenhai.zou@etu.univ-amu.fr`

Lors d'un hypothétique accident d'insertion de réactivité (RIA), le combustible nucléaire d'un réacteur, initialement confiné au sein d'un crayon par un gainage cylindrique métallique, peut entrer en contact avec le fluide caloporteur. La violence de l'interaction dépend notamment fortement de la cinétique de cette mise en contact, c'est-à-dire du débit de l'écoulement des fragments hors du crayon. Ce travail de thèse consiste en l'étude de cette dynamique en se plaçant dans une configuration modèle.

La précédente thèse de Yixian Zhou (2013-2016) a notamment permis d'établir la loi de vidange avec un orifice placé latéralement. Afin de comprendre le mécanisme conduisant à cette loi, une première étude est menée pour comprendre le rôle de la zone morte sur la valeur du débit. Nous étudions l'influence d'un angle d'inclinaison du fond du réservoir sur le débit de vidange. En support à l'interprétation de ces expériences, différentes hypothèses de modélisation de l'écoulement (population discrète de particules, milieu continu avec une rhéologie visco-plastique) sont confrontées aux résultats expérimentaux à l'aide de simulations numériques.

En perspective, nous allons étendre leur applicabilité à des situations plus similaires à la configuration d'intérêt. Ainsi, nous considérerons la vidange d'un réservoir initialement pressurisé, puis la sortie au sein d'un liquide. Nous varierons également les caractéristiques du milieu granulaire en considérant un mélange de particules de plusieurs tailles. Ces études expérimentales seront accompagnées d'études théoriques et de simulations numériques.

Dynamique non-linéaire des flammes de prémélange : description en pôles

Basile Radisson, Christophe Almarcha, Elias Al Sarraf, Joël Quinard, Emmanuel Villermaux, Bruno Denet

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE, Marseille, France

`radisson@irphe.univ-mrs.fr`

De par la nature exothermique de la réaction de combustion et l'expansion des gaz qui en résulte, les flammes de prémélange sont intrinsèquement instables [1]. En conséquence, la surface du front se plisse, formant ainsi des motifs cellulaires qui évoluent selon une dynamique complexe résultant d'une compétition entre effets hydrodynamiques et thermo-diffusifs. La simulation numérique directe de ces écoulements réactifs étant difficilement accessible pour des domaines de grande taille, la compréhension des mécanismes responsables de cette dynamique passe par le développement de modèles simplifiés. On s'intéresse ici au modèle de Michelson-Sivashinsky [2] obtenu par un développement asymptotique des équations du problème :

$$\phi_t + \frac{u_L}{2} a \phi_x^2 = u_L \Omega \left(\frac{\phi_{xx}}{k_c} + I(\phi, x) \right) \quad (1)$$

où $\phi(x, t)$ est la position du front, u_L la vitesse laminaire de flamme, k_c le nombre d'onde de coupure, a et Ω des paramètres dépendant du rapport de densité (entre les gaz amont et aval) et $I(\phi, x)$ un opérateur qui correspond à la multiplication par $|k|$ dans l'espace de Fourier. Cette équation non-linéaire possède des solutions analytiques [3] faisant intervenir des pôles complexes dont les trajectoires sont décrites par un système d'équations différentielles ordinaires. Dans cette étude nous confrontons ce modèle à une expérience de laboratoire.

Le dispositif expérimental est constitué de deux plaques de verre verticales de 150 cm de haut, 50 cm de large et distantes de 5 mm l'une de l'autre (brûleur de Hele-Shaw [4]). L'enceinte est initialement remplie d'un prémélange air/propane. Une flamme horizontale est alors initiée sur le haut du brûleur et entame sa propagation vers le bas. Sous l'effet de l'expansion des gaz, le front se destabilise révélant une dynamique riche que l'on visualise à l'aide d'une caméra rapide. Le front de réaction déterminé par seuillage sur ces images est approximé par une solution en pôles. On intègre ensuite le système d'équations différentielles à partir de cette solution initiale. La dynamique obtenue est alors comparée à celle observée dans la cellule. L'accord est satisfaisant sur une durée d'environ 10 fois le temps caractéristique de l'instabilité. Au delà, la sensibilité aux conditions initiales ou le caractère multivalué du front expérimental limitent la comparaison. Cependant, si l'on étudie la dynamique du front d'un point de vue statistique (ici statistique des tailles de cellules), on remarque que le modèle de Sivashinsky reste en accord avec l'expérience, y compris aux temps longs. De plus, cette statistique satisfait une distribution gamma caractéristique des phénomènes d'agrégation [5] ce qui est en accord avec la dynamique d'agrégation des pôles.

Références

- [1] Darrieus, G. (1938). Propagation d'un front de flamme. *La Technique Moderne*, 30, 18.
- [2] Sivashinsky, G. I. (1977). Nonlinear analysis of hydrodynamic instability in laminar flames—I. Derivation of basic equations. *Acta astronautica*, 4(11-12), 1177-1206.
- [3] Thual, O., Frisch, U., & Henon, M. (1985). Application of pole decomposition to an equation governing the dynamics of wrinkled flame fronts. *Journal de Physique*, 46(9), 1485-1494.
- [4] Abid, M., Sharif, J., & Ronney, P. D. (1998). Propagating fronts in Hele-Shaw cells : effects of buoyancy and thermal expansion. In *Spring Technical Meeting of the Western States Section of the Combustion Institute*.
- [5] Vledouts, A., Vandenberghe, N., & Villermaux, E. (2015, December). Fragmentation as an aggregation process. In *Proc. R. Soc. A (Vol. 471, No. 2184, p. 20150678)*. The Royal Society.

Aggregates in Turbulence

Hector De La Rosa, Nicolas Vandenberghe, Gautier Verhille, Patrice Le Gal

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE, Marseille, France

delarosa@irphe.univ-mrs.fr

The aim of our study is to understand the formation of fiber or particle aggregates in turbulence. Fiber aggregate characteristics are functions of a cohesion force which in our case is due to friction between the fibers. The first part of the study is thus devoted to the understanding of the cohesion of a fiber network. An experiment has been developed with this purpose and its results show the difficulties encountered today to model fiber networks. In a second experiment, we have studied the formation of spherical magnetized particle aggregates in a turbulent von Kármán flow. Here, contrary to the case of fibers, the magnetic force replaces the friction force and this permits to predict theoretically the size of the aggregates as a function of the turbulence intensity. A scaling law is deduced from the theoretical model and is verified by our experiment.

Apport de l'anisotropie des matériaux composites aux performances aéroélastiques des ailes à grand allongement de drones hale

Bertrand Kirsch, Olivier Montagnier, Emmanuel Benard, Thierry Faure

Centre de Recherche de l'Armée de l'air, Base aérienne 701, Salon Air, France

bertrand.kirsch@defense.gouv.fr

La faible puissance embarquée des drones solaires exigent de très hautes performances aérodynamiques et structurales qui aboutissent à la conception de structures composites très légères avec des ailes à grand allongement. Ces structures sont par conséquent très souples et donc sensibles aux interactions fluide/structure comme la divergence statique ou le flottement (flutter) qui amènent le plus souvent à la destruction de l'aéronef. L'approche classique pour repousser les vitesses critiques de ces phénomènes consiste à rigidifier la structure et donc à l'alourdir, ce que l'on cherche justement à éviter dans notre cas. L'idée de cette thèse est de trouver une solution alternative qui s'appuie sur l'anisotropie des composites pour repousser ces vitesses critiques en utilisant des couplages de type flexion/torsion (tissage aéroélastique). Cette étude comprend un volet numérique consistant à concevoir un outil de simulation de voilure composite anisotrope à grand allongement pouvant être inséré dans une boucle d'optimisation. En parallèle une campagne d'essai en soufflerie permettra de valider ce modèle numérique.

Experiment Investigation of Micro-Structural Changes of Eroded Soil by Suffusion Using X-ray Tomography

Cong-Doan Nguyen, Nadia Benahmed, Edward C. G. Andò, Luc Sibille, Pierre Philippe

Irstea, Unité RECOVER, Aix-en-Provence, France

doan.nguyen@irstea.fr

Internal erosion is a complex phenomenon which presents one of the main sources of risk to the safety of earthen hydraulic structures such as embankment dams, dikes and levees. Its occurrence may cause instability and failure of these structures with consequences that can be dramatic. Erosion by suffusion is characterized by the migration of the finest soil particles through the surrounding soil matrix formed mainly by the large grains. Such phenomena can lead to change/degradation of the initial microstructure and, hence, a change in the physical, hydraulic and mechanical characteristics of the soil.

X-ray computed tomography (x-ray CT) is used to capture the micro-structural changes induced by erosion and to follow the microstructure evolution during this process. The images, obtained at the Laboratoire 3SR in Grenoble, allow investigation of the suffusion process at the particle scale. The preliminary results show that the erosion process is highly heterogeneous, suggesting some preferential paths and leading to an heterogeneous sample in terms of fine particles distribution, void ratio and inter-grain void ratio.

Conférences :

Nguyen, C.D., Benahmed N., Philippe P., & Diaz Gonzalez E.V. (2017, July). Experimental study of erosion by suffusion at the micro-macro scale. In 8th International Conference on Micromechanics of Granular Media - Powders and Grains 2017.

Hosn R.A., Nguyen, C.D., Sibille L., Benahmed N., & Chareyre B. (2017, May). Microscale Analysis of the Effect of Suffusion on Soil Mechanical Properties. In 11th International Workshop on Bifurcation and Degradation in Geomaterials.

Nguyen, C.D., Hosn R.A., Benahmed N., & Philippe P. (2016, October). Experimental study of erosion by suffusion at the micro-macro scale. In EMI International Conference.

Hosn R.A., Nguyen, C.D., Sibille L., Benahmed N., & Chareyre B. (2016, October). Description of the mechanical response of soils subjected to suffusion based on a micro-hydronechanical model. In 27th ALERT Geomaterials Workshop.

Emergence of Metachronal Waves in Cilia Arrays

Sylvain Chateau, Sébastien Poncet, Julien Favier, Umberto d'Ortona

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, M2P2, Marseille, France

Département de génie mécanique, Faculté de génie, Université de Sherbrooke, Sherbrooke (Québec), Canada

sylvain.chateau@etu.univ-amu.fr

La propulsion par battement ciliaire est un phénomène omniprésent dans la nature. Dans le cas de la clairance mucociliaire, des tapis de cils servent à propulser le mucus, un fluide visqueux aux propriétés rhéologiques complexes. Un dysfonctionnement dans ce mécanisme peut entraîner de sévères complications médicales (asthme, mucoviscidose). Il est alors de première importance d'étudier l'interaction hydro-mécanique entre les cils et le mucus si l'on veut mieux comprendre ces pathologies. Il est notamment connu que des ondes, dites métachronales, se forment aux sommets des cils et augmentent drastiquement la capacité des cils à transporter le mucus.

Dans mon projet de thèse, nous utilisons la méthode Lattice Boltzmann couplée à la méthode des frontières immergées pour étudier l'émergence de ces ondes dans des rangées 3D de cils immergés dans un environnement diphasique. La couche de fluide périciliaire (PCL) est confinée entre la surface épithéliale et la couche de mucus. Sa profondeur est choisie de telle sorte que le bout des cils puisse pénétrer dans la couche de mucus. Une réaction d'origine hydrodynamique a été introduite à travers un paramètre de couplage α . Une étude comparative des ondes symplectiques et antipleptiques a également été effectuée. Nous trouvons que les ondes antipleptiques se révèlent être systématiquement plus performantes que les ondes symplectiques pour transporter et mélanger les fluides.

Publications :

Chateau, S., Favier, J., d'Ortona, U., & Poncet S. (Submitted). Transport efficiency of metachronal waves in 3D cilia arrays immersed in a two-phase flow. *Journal of Fluid Mechanics*.

Conférences :

S. Chateau, S. Poncet, J. Favier, U. D'Ortona (2017, August). Metachronal Waves Formation in 3D Cilia Arrays Immersed in a Two-Phase Flow. In 23ème Congrès Français de Mécanique.

Étude expérimentale de la combustion de PMMA en atmosphère normalement oxygénée et sous-oxygénée – Effet d'échelle

David Alibert, Mickaël Coutin, Maxime Mense, Yannick Pizzo, Bernard Porterie

Aix Marseille Univ, CNRS, IUSTI, Marseille, France

Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), PSN-RES, SA2I, Laboratoire commun ETiC, Cadarache, Saint Paul Lez Durance, France

david.alibert@univ-amu.fr

Un incendie qui se déclare dans un local peut conduire, dans des conditions particulières de ventilation, à un feu sous-oxygéné. La viciation du milieu ambiant modifie les flux thermiques issus de la flamme et reçus par la surface du combustible et influence en retour le processus de pyrolyse, et donc le développement du feu.

Afin d'étudier les effets de la sous-oxygénation à des échelles intermédiaires, des essais sont menés à l'aide du calorimètre à atmosphère contrôlée CADUCEE, développé par l'IRSN. Le travail présenté porte sur la combustion de plaques carrées de PMMA, en position horizontale pour des concentrations en oxygène variant de 21% à 18% (extinction).

Les résultats obtenus montrent que les moyennes des différentes grandeurs physiques mesurées, diminuent significativement avec la concentration en oxygène. Ces résultats ont permis de corréler le débit surfacique de pyrolyse à la concentration en oxygène et de mettre en évidence la décroissance linéaire du flux radiatif au centre de la plaque avec celle de la concentration en oxygène ambiante. Il a toutefois été remarqué que les contributions radiative et convective au flux total, bien que variant légèrement avec la teneur en oxygène, restent respectivement de l'ordre de 70% et 30%.

Les données obtenues peuvent ainsi être utilisées pour la validation des codes de calculs et l'amélioration de leur capacité prédictive en conditions réelles d'incendie.

Publications :

Alibert, D., Coutin, M., Mense, M., Pizzo, Y., & Porterie, B. (2017). Effect of oxygen concentration on the combustion of horizontally-oriented slabs of PMMA. *Fire Safety Journal*.

Conférences :

Coutin, M., Alibert, D., & Porterie, B. (2016). Intermediate-scale controlled-atmosphere calorimeter CADUCEE. In 14th International Conference on Fire Science, INTERFLAM (pp. 1433-1444).

Alibert, D., Coutin, M., Mense, M., Pizzo, Y., & Porterie, B. (2017, August). Étude expérimentale de la combustion de PMMA en atmosphères normalement oxygénée et sous-oxygénée – Effet d'échelle. In 25ème Congrès Français de Thermique.

D. Alibert, M. Coutin, M. Mense, Y. Pizzo & B. Porterie (2017, June). Effect of Oxygen Concentration on the Combustion of Horizontally-Oriented Slabs of PMMA. In 12th International Symposium on Fire Safety Science. D. Alibert, M. Coutin, M. Mense, Y. Pizzo & B. Porterie (2017, October). Effet de la sous-oxygénation sur la combustion de matériaux liquides et solides dans le dispositif expérimental CADUCEE. In 18ème Journées internationales du Thermique.

Mechanical Stability of Granular Materials Subjected to Suffusion

Antoine Wautier, François Nicot, Stéphane Bonelli

IRSTEA, unité RECOVER, Grenoble, France

antoine.wautier@irstea.fr

Among the four types of internal erosion identified today, suffusion is the only one affecting the internal fabric of granular materials. This selective erosion process has a noticeable impact on the microstructure of soils which might have in some cases terrible consequences on the mechanical stability of the overall grain assembly. Thanks to the use of a DEM (Discrete Element Method) approach, the link between the microstructure and the overall mechanical stability is explored thanks to the use of the force chains concept and directional analysis within the theoretical framework of the second order work. The internal fluid impact on stress transmission is reckoned thanks to the use of a PFV (Pore-scale Finite Volume) fluid/grain coupling scheme and the particular role of mobile particles with respect to the onset of mechanical instabilities is pointed out.

Publications :

Wautier, A., Bonelli, S., & Nicot, F. (2017). Scale separation between grain detachment and grain transport in granular media subjected to an internal flow. *Granular Matter*, 19(2), 22.

Nicot, F., Xiong, H., Wautier, A., Lerbet, J., & Darve, F. (2017). Force chain collapse as grain column buckling in granular materials. *Granular Matter*, 19(2), 18.

Conférences :

Wautier, A., Bonelli, S., & Nicot, F. (2017, May). Micromechanical Modelling of Suffusion : Towards the Stability Analysis of Hydraulic Structures. In 11th International Workshop on Bifurcation and Degradation in Geomaterials (pp. 169-175). Springer, Cham.

Wautier A., Bonelli S., Nicot F. (2017, July). A micromechanical approach of suffusion based on a length scale analysis of the grain detachment and grain transport processes. In 8th International Conference on Micromechanics of Granular Media - Powders and Grains 2017.

Analyse dynamique d'une structure multicontact à jeux localisés – Application aux faisceaux d'aiguilles combustibles RNR

Thomas Catterou, Vincent Blanc, Guillaume Ricciardi, Stéphane Bourgeois, Bruno Cochelin

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA, Marseille, France
CEA Cadarache, Saint Paul lès Durance, France

thomas.catterou@cea.fr

La compréhension des phénomènes intervenant dans une structure dotée de contacts multiples a un fort enjeu industriel. Les pastilles combustibles du prototype de réacteur à neutrons rapides (RNR) ASTRID sont introduites dans de longs tubes – des aiguilles – qui sont elles-mêmes insérées dans un tube hexagonal. L'évaluation des contraintes dans les aiguilles lors d'un chargement dynamique est essentielle pour les études de sûreté et de dimensionnement du projet.

En dynamique des contacts, le choix du schéma d'intégration et de la loi d'effort revêt une importance majeure pour assurer la représentativité et la stabilité du calcul. De plus, pour pouvoir modéliser simultanément de nombreux contacts, des méthodes de réduction sont indispensables pour que les temps de calcul ne soient pas prohibitif. Les simulations ont donc été réalisées sur une base modale créée par sous-structuration, avec un schéma explicite adapté à la dynamique rapide. La loi d'effort associée aux contacts prend en compte à la fois les déformations linéaires des composants et les effets de Hertz locaux.

La méthode numérique a été validée sur un problème élémentaire par le biais d'une référence analytique et sera prochainement comparée à des essais expérimentaux. Les calculs permettent d'obtenir la cinématique du faisceau et les effort de contact en un temps très réduit par rapports aux méthodologies conventionnelles.

Conférences :

Catterou, T., Blanc, V., Ricciardi, G., Bourgeois, S., Cochelin, B. (2017, May). Méthode de projection modale appliquée à un problème de dynamique multi-contact. In 13ème colloque national en calcul des structures, CSMA.

Catterou, T., Blanc, V., Ricciardi, G., Bourgeois, S., & Cochelin, B. (2017, September). In X International Conference on structural Synamics – EURO DYN 2017, EASD.

Rheological Characterization and Numerical Simulation of Bronchial Mucus Transport by a Clearance Helping Device

Olivier Lafforgue, Sébastien Poncet, Isabelle Seyssiecq, Julien Favier

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, M2P2, Marseille, France

olivier.lafforgue@etu.univ-amu.fr

Mucus is mainly composed of water and mucins, these mucins being high molecular weight macromolecules forming a 3D cross-linked matrix. It makes it a complex non-Newtonian fluid, displaying viscoplasticity, viscoelasticity, shear-thinning and thixotropy. Regarding the literature, a complete and intrinsically consistent characterization remains to be done to develop a reliable rheological model for numerical simulations of mucus displacements in airways, in the case of pathologies such as cystic fibrosis. For this purpose, samples of mucus simulants were tested using a controlled stress rheometer. The rheological properties at rest were investigated using SAOS tests as a function of stress amplitude, frequency and temperature. They revealed that mucus simulant behaves as a gel within a defined linear viscoelastic region and as a viscoelastic liquid above the yield stress zone. To characterize the behavior of mucus in response to in vivo shearing induced by cough or by air flows produced by clearance helping devices, steady state flow tests was performed. The steady state flow curves are well fitted using a Herschel-Bulkley law. To account for the time dependent behavior of mucus, 3-interval-thixotropy tests were implemented to monitor structure breakdown and buildup processes. The combination of all these measurements finally designs a reliable procedure accounting for the rheological complexities of mucus, that now needs to be implemented in a numerical simulation.

Publications :

Lafforgue, O., Poncet, S., Seyssiecq, I., & Faviera, J. (2016, July). Rheological Characterization of Macromolecular Colloidal Gels as Simulant of Bronchial Mucus. In 32nd International Conference of the Polymer Processing Society (PPS-32), Lyon, France, July 25 (Vol. 29).

Continuation de solutions quasi-périodiques

Pierre Vigué, Louis Guillot, Christophe Vergez, Bruno Cochelin

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

vigue@lma.cnrs-mrs.fr

Un système non linéaire peut avoir des solutions périodiques évoluant selon les paramètres du système. L'étude de cette évolution des solutions (continuation) a un intérêt particulier en acoustique musicale, de nombreux instruments reposant sur l'excitation d'un système non linéaire dont le musicien contrôle certains paramètres. Les solutions périodiques peuvent être recherchées sous forme de séries de Fourier tronquées (méthode de l'Équilibrage Harmonique); la période est une des inconnues. Plusieurs solutions stables peuvent être mises en évidence par la continuation pour les mêmes paramètres de jeu, illustrant la dépendance aux conditions initiales. La méthode donne aussi accès aux solutions instables des modèles. Un défi important concerne la recherche des solutions quasi-périodiques à deux fréquences incommensurables (aussi appelées « sons multiphoniques » par les musiciens).

En utilisant la Méthode Asymptotique Numérique, méthode de continuation robuste, et en représentant les solutions par des séries doubles de Fourier, nous avons développé une méthode de continuation de ces solutions. Celle-ci se comporte bien même en situation d'accrochage périodique. De plus, les produits de variables sont traités par convolution des séries de Fourier, sans aller-retour dans le domaine temporel. Ceci permet d'accélérer les calculs préliminaires à chaque pas de continuation.

La méthode a été testée sur un modèle réduit d'instrument à anche (système autonome) comme sur un oscillateur forcé.

Publications :

Vigué, P., Vergez, C., Karkar, S., & Cochelin, B. (2017). Regularized friction and continuation : Comparison with Coulomb's law. *Journal of Sound and Vibration*, 389, 350–363.

Guillot, L., Vigué, P., Vergez, C., & Cochelin, B. (2017). Continuation of quasi-periodic solutions with two-frequency Harmonic Balance Method. *Journal of Sound and Vibration*, 394, 434–450.

Conférences :

Vigué, P., Cochelin, B., Vergez, C., & Sami, K. (2015). Investigation of periodic solutions of a bowed string toy model. In M02 Mini symp. *Mécanique des Instruments de Musique*. AFM, Association Française de Mécanique.

Guillot, L., Vigué, P., Vergez, C., & Cochelin, B. (2016, April). Continuation de solutions quasi-périodiques à deux fréquences par équilibrage harmonique. In *13e Congrès Français d'Acoustique (CFA 2016)* (pp. 2491–2494).

Guillot, L., Vigué, P., Vergez, C., & Cochelin, B. (2016, June). Continuation of quasi-periodic solutions with two-frequency harmonic balance method. In *VII European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering (ECCOMAS 2016)*.

Direct Measurement of the Heat Exchanges in a Buoyancy Driven Two-Phase Flow – Application to the Planets Core Formation

Jean-Baptiste Wacheul, Michael Le Bars

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE, Marseille, France

wacheul@irphe.univ-mrs.fr

Telluric planet formation involved the settling of large amounts of liquid iron coming from impacting planetesimals into a viscous magma ocean as deep as thousands of kilometers. The initial state of planets was mostly determined by exchanges of heat and elements between the two phases during this « iron rain ». Only a few studies on planets formation account for simplified dynamics of this flow. These efforts have focused on resolving the fluid mechanics of the problem, in order to apply later a diffusion-advection model. Furthermore, the influence of the viscosity ratio on this diffusion process is generally neglected, whilst it is known to play a role in the shape of the droplets. Using a balloon filled with liquid gallium alloy as an analogue for the iron core of the impactor and a viscous fluid as an analogue for the silicate magma, we were able to produce flows matching the dynamical regime of the geophysical inspiration. High speed video recording of the flow allowed us to retrieve several quantities such as the speed and the breakup distance of the liquid metal, and direct measurement of the diffusive exchanges integrated during the fall of the liquid metal were made by slightly heating the gallium alloy and measuring its mean temperature immediately before and after its fall.

Sédimentation de fibres flexibles

Benjamin Marchetti, Laurence Bergounoux, Élisabeth Guazzelli, Veronica Raspa, Anke Lindner, Olivia Du Roure, Camille Duprat

Aix Marseille Univ, CNRS, IUSTI, Marseille, France

benjamin.marchetti@univ-amu.fr

Nous avons étudié expérimentalement la sédimentation de fibres flexibles dans un fluide visqueux à faible nombre de Reynolds. Les déformations et les dynamiques observées résultent d'un équilibre des forces induit par la viscosité, l'élasticité et la gravité sur la fibre. Ces forces sont caractérisées par un nombre elasto-gravitationnel. Nous présentons ici les mesures de formes, de vitesses et de trajectoires des fibres pour différentes conditions initiales et caractéristiques de la fibre. On remarque notamment une flexion et une réorientation du filament. L'ajout de l'élasticité élargit le spectre des états stationnaires de sédimentation des fibres en comparaison aux fibres rigides où il n'y a pas de déflexion ou de flambage.

Conférences :

Marchetti, B., Bergounoux, L., Bouchet, G., Guazzelli, E. (2016). The Motion of a Cloud of Solid Spherical Particles Falling in a Cellular Flow Field at Low Stokes Number. In 9th International Conference on Multiphase Flow.

Marchetti, B., Bergounoux, L., & Bouchet, G. (2015). Sédimentation de particules en écoulement tourbillonnaire : effets collectifs et anisotropie. In S29 Ecoulements diphasiques. AFM, Association Française de Mécanique.

Study of Propagation, Re-emission and Attenuation of Lamb Waves in Immersed Plate

Pierre Kauffmann, François Baqué, Gilles Corneloup, Marie-Aude Ploix, Jean-François Chaix, Cécile Gueudré

CEA Cadarache, DEN/DTN/STCP/LIET, Saint Paul Lez Durance, France

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

pierre.kauffmann@cea.fr

La France a choisi de développer la filière des Réacteurs à Neutrons Rapides (RNR) pour sa 4ème génération de centrale nucléaire. Ces réacteurs sont refroidis au sodium liquide : c'est un liquide opaque, qui empêche tout contrôle visuel par immersion de caméra à l'intérieur de la cuve (ou autre technique visuelle).

L'objectif est de pouvoir contrôler depuis l'extérieur de la cuve le bon état de structures internes. Les structures cylindriques étudiées ont un diamètre suffisamment important pour être approximées localement par des plaques. On peut donc utiliser des ondes de Lamb Leaky qui sont transmises d'une structure à une autre par le fluide caloporteur.

Le caractère très dispersif des ondes de Lamb est d'abord étudié. L'équation de propagation des ondes de Lamb est présentée et ses résultats interprétés en terme de dispersion. Les vitesses de phase et de groupe sont mesurées expérimentalement par deux techniques différentes, et un bon accord avec la théorie est observé. Enfin la réémission des ondes de Lamb dans un fluide est abordée théoriquement et une première visualisation est proposée via un modèle élément fini.

Study of Ultrasound Wave Propagation in a Heterogeneous Fluid Medium for the Continuous Monitoring of an Operating Sodium-based Nuclear Reactor

Masaru Nagaso, Joseph Moysan, Dimitri Komatitsch, Christian Lhuillier

CEA Cadarache, DEN/DTN/STCP/LIET, Saint Paul Lez Durance, France

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

masaru.nagaso@cea.fr

Inspection and monitoring of nuclear reactors cooled with liquid sodium relies heavily on acoustic methods. The purpose of our specific project is to propose a new simulation method to analyze the wave propagation phenomenon inside of the core of 4th generation sodium-cooled fast reactor in operation. In an operating situation, the flow state of the cooling medium is complex and this causes complex distribution of temperature in time and space. In addition geometrical characters of outlets may make acoustic reflection phenomena more complex.

We chose spectral element method (code SPECSEM) as the simulation tool in order to model complex inhomogeneity of propagation medium and complex geometry. At first we introduce the two-dimensional simulation study, which we verified the wave propagation on the upper-core region of a reactor. Gaussian random method was applied for modeling inhomogeneity of medium temperature. Secondary we introduce the comparison study between simulation and experiment. In this part, we compared with few types of finite-difference time-domain methods and spectral element method. Finally we introduce our three-dimensional simulation, which has a purpose to verify the difference of modeling method for temperature inhomogeneity, *i.e.* Large-eddy simulation (closer to actual situation) and Gaussian random method (classical but computationally efficient).

Publications :

Nagaso, M., Moysan, J., Benjeddou, S., Massaret, N., Ploix, M. A., Komatitsch, D., & Lhuillier, C. (2016). Ultrasonic thermometry simulation in a random fluctuating medium : Evidence of the acoustic signature of a one-percent temperature difference. *Ultrasonics*, 68, 61–70.

Conférences :

Nagaso, M., Komatitsch, D., Moysan, J., & Lhuillier, C. (2016, June). Numerical simulation of ultrasonic wave propagation in a sodium cooling system in an inhomogeneous temperature field using the spectral-element method. In 19th World Conference on Non-Destructive Testing.

Nagaso, M., Komatitsch, D., Moysan, J., & Lhuillier, C. (2017, June). Wave propagation simulation in upper core of sodium-cooled fast reactors using spectral-element method for inhomogeneous medium. In International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Method and their Applications.

Propagation et atténuation des ondes de choc dans les milieux confinés (tunnels, galeries...)

Antoine Marty, Éric Daniel, Lazhar Houas, Georges Jourdan

Aix Marseille Univ, CNRS, IUSTI, Marseille, France

antoine.marty@univ-amu.fr

Ce travail, expérimental et numérique, consiste en l'étude de la propagation et de l'atténuation des ondes de choc dans les milieux confinés à géométrie complexe. Nombreux sont les risques humains et matériels liés à la propagation d'une onde de choc suite à une explosion (explosion d'usine, attaque à la bombe, ...). Ces risques sont largement augmentés dans les endroits clos à cause des nombreuses réflexions que subit l'onde de choc. Ce sujet a donc fait l'objet de nombreuses études depuis 50 ans. On cherche ici à comprendre la dynamique de l'onde de choc se propageant dans des galeries de géométries différentes afin de déterminer les géométries les plus à même d'atténuer les dégâts liés à la propagation d'onde de choc. Le travail expérimental est complété par une étude numérique permettant d'étudier le sujet plus profondément que ce que l'expérimental peut nous fournir.

Écoulement de particules autour d'un obstacle : application au colmatage du circuit secondaire d'un générateur de vapeur

Ouardia Ait Ouchegou, Laurence Bergougnoux, Élisabeth Guazzelli, Véronique Pointeau, Guillaume Ricciardi

Aix Marseille Univ, CNRS, IUSTI, Marseille, France

CEA Cadarache, DEN/DTN/STRI/LHC, Saint Paul Lez Durance, France

ouardia.ait-ouchegou@univ-amu.fr

Dans l'industrie nucléaire, la formation de dépôts peut avoir un impact majeur sur le rendement et la sûreté de nombreux procédés industriels, notamment sur les générateurs de vapeur. L'accumulation de particules générées par la corrosion du circuit secondaire conduit à l'encrassement et au colmatage au niveau des orifices permettant le passage du mélange eau-vapeur, ce qui abaisse le rendement et peut causer la casse des tubes. Le générateur de vapeur perd alors son rôle de barrière de sûreté radiologique.

Des études expérimentales et des modélisations sont menées chez EDF, AREVA et plus particulièrement au LHC (CEA Cadarache) sur COLENTEC afin de comprendre l'origine de ce phénomène. Plus fondamentalement, les écoulements de particules plus ou moins concentrés suscitent un intérêt croissant et notamment la compréhension de l'écoulement autour d'un obstacle. Cette thèse vise à acquérir une connaissance fondamentale de l'écoulement diphasique autour d'un obstacle en régime inertiel en couplant étude expérimentale et modélisation.

Lors de cette première année de thèse, nous avons choisi d'étudier ce phénomène expérimentalement dans une géométrie simplifiée. Nous nous sommes intéressés à l'écoulement à l'arrière d'un obstacle et à la trajectoire de particules au passage de cet obstacle (avec des outils tels que la PIV et la PTV) et c'est cela que je vais présenter dans mon poster.

Advanced Numeric Methods for Plasma Turbulence Simulations in the Edge of a Tokamak

Juan Antonio Soler Vasco, Frédéric Schwander, Éric Serre, Jacques Liandrat

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, M2P2, Marseille, France

juan_antonio.soler_vasco@centrale-marseille.fr

The operation of a tokamak is based on the confinement of particles and energy, along closed magnetic surfaces. However, even in a very strong magnetic field, we observe experimentally a transport of charged particles and heat across magnetic surfaces. This transport, called anomalous, is generally associated with a small scale turbulence and it is particularly important in the plasma edge : we speak about plasma loss of confinement by turbulent transport.

Nowadays, one way to predict the turbulent transport patterns under several operation conditions in future reactors uses numeric simulation of turbulent plasma flow. The main objective of this work, is the implementation and testing of different approaches to solve the parallel magnetic line diffusion operator, including aligned and magnetic field lines approaches in straight and curvilinear field lines. On one hand, the accuracy of these methods are directly related with the interpolation techniques and the grid resolution in the interpolation direction, because of strong gradients founded in the perpendicular magnetic field direction. Due to this, filtering techniques will be presented taking advantage of this physical property at the interpolation step, increasing the accuracy of the whole discretization. On the other hand, to ensure the numerical stability of the solving method, invertible sparse matrices are required, and the computational cost must be minimized.

Conférences :

Soler Vasco, J., Schwander, F., Serre, E., & Liandrat, J. (2017). Advanced numerical methods for plasma turbulence simulations in the edge of a tokamak. In Congress on Numerical Methods in Engineering.

Déploiement de structures spatiales constituées de mètres rubans : modélisation et expérimentations

Maverick Martin, Stéphane Bourgeois, Bruno Cochelin, Julien Ducarne, François Guinot

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

martin@lma.cnrs-mrs.fr

Les industriels du secteur spatial cherchent à concevoir des systèmes déployables pour proposer à leurs clients des structures d'envergure plus grande que celle disponible dans la coiffe d'un lanceur. Les mètres rubans sont au cœur de nombreux projets de structures spatiales car ils permettent leur déploiement autonome par libération d'énergie élastique. Un modèle de poutre à section flexible pour caractériser le comportement de rubans a été développé et est étendu ici à la prise en compte de matériaux composites. Le but est de confronter les résultats donnés par ce modèle à ceux obtenus expérimentalement pour un essai de flexion transverse. Ce test présente un scénario complexe faisant intervenir les mécanismes de flexion et de torsion : une bonne corrélation numérique/expérimentale permettrait alors de valider le modèle pour une large gamme d'essais. Des rubans composés de plis pré-imprégnés ont été fabriqués afin d'alimenter le banc d'essai. La procédure est décrite dans le poster. Les résultats donnés par un modèle de coque classique sont insérés au comparatif car généralement pris comme référence. Cette étude montre une bonne corrélation entre les modèles numériques, mais moins bonne entre numérique et expérimentale. Cela provient de la non prise en compte de l'endommagement du matériau dans les modèles alors qu'il est observé expérimentalement. D'autres essais sont ainsi prévus pour définir un matériau endommagé équivalent permettant d'améliorer la corrélation numérique/expérimentale.

Conférences :

Marone-Hitz, P., Martin, M., Bourgeois, S., Cochelin, B., & Guinot, F. (2015, May). Equilibre et stabilité de plis de mètre rubans à l'aide d'un modèle élément fini de poutre à section flexible. In 12e Colloque National en Calcul des Structures.

Martin, M., Bourgeois, S., Cochelin, B., & Guinot, F. (2016, August). Tape spring rod model as a regularised Ericksen's bar involving propagating instabilities. In 24th International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.

Martin, M., Bourgeois, S., Cochelin, B., Ducarne, J., & Guinot, F. (2017, May). User Element dédié au modèle de mètre ruban 1D à section flexible : implémentation et comparaison avec des éléments de coques. In 13ème Colloque National en Calcul des Structures.

Martin, M., Bourgeois, S., Cochelin, B., Ducarne, J., & Guinot, F. (2017, May). Modèle de poutre à section flexible pour le comportement des mètres rubans : aspects numériques liés à la non-convexité de l'énergie de déformation. In 13ème Colloque National en Calcul des Structures.

Revealing the Frictional Transition in Shear Thickening Suspensions

Cécile Clavaud, Antoine Bérut, Bloen Metzger, Yoël Forterre

Aix Marseille Univ, CNRS, IUSTI, Marseille, France

cecile.clavaud@univ-amu.fr

J'étudie le rhéoépaississement, qui est un phénomène apparaissant dans certaines suspensions (typiquement de l'amidon de maïs dans de l'eau) et qui consiste en une augmentation parfois brutale de la viscosité de la suspension avec la contrainte appliquée. Ce phénomène est très étudié mais encore mal compris. Il existe plusieurs modèles décrivant son origine microscopique, mais aucun consensus n'a encore été atteint. Un modèle récent explique le rhéoépaississement par l'existence d'une transition frictionnelle dans la suspension. L'idée est de dire que les grains composant une suspension rhéoépaississante sont frottants mais se repoussent entre eux. Ainsi, si la force de répulsion l'emporte sur la pression de confinement, les grains ne pourront pas entrer en contact, donc auront un comportement non frottant. À l'inverse, à forte pression de confinement, la force de répulsion est vaincue, les grains vont entrer en contact et dissiper de l'énergie via le frottement, d'où l'augmentation de viscosité. Mes travaux de première année, qui sont l'objet de mon poster, ont consisté à tester ce modèle. Pour cela, j'ai étudié le comportement frictionnel de suspensions rhéoépaississantes. J'ai montré que celles-ci se comportent effectivement comme des suspensions non frottantes à faible pression de confinement. J'ai également montré qu'il existait une transition frictionnelle, et que le comportement rhéoépaississant était bien lié au comportement frictionnel à faible pression de confinement.

Publications :

Clavaud, C., Bérut, A., Metzger, B., & Forterre, Y. (2017). Revealing the frictional transition in shear-thickening suspensions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201703926.

Conférences :

Clavaud, C., Bérut, A., Metzger, B., Forterre, Y., & GEP Team. (2016, August). Anomalous low friction coefficient in shear thickening suspensions. In 24th International Congress of Theoretical and Applied Mechanics.

Le langage des sons : synthèse sonore interactive pour la réalité virtuelle

Antoine Bourachot, Mitsuko Aramaki, Richard Kronland Martinet

Aix Marseille Univ., CNRS, PRISM, Marseille, France

bourachot@prism.cnrs.fr

La synthèse sonore numérique a connu un développement considérable depuis son apparition dans les années 50. Aujourd'hui, les modèles et méthodes dont nous disposons sont capables de générer des sons d'un grand réalisme. Un des défis actuels dans ce domaine concerne le contrôle perceptif de la synthèse.

Un synthétiseur de sons d'environnement a été développé dans notre laboratoire. Ce dernier repose sur un paradigme « action-objet » proposant qu'un son perçu peut être décrit comme la résultante d'une action sur un objet. Ce paradigme nous conduit à faire l'hypothèse de l'existence d'invariants morphologiques sonores responsables des évocations induites. Ce synthétiseur offre ainsi à l'utilisateur une interface intuitive basée sur la description sémantique des attributs perceptifs associés à la source sonore. Mon projet de thèse fait suite à une première étude, menée lors de mon stage de fin de master, portant sur l'évaluation perceptive des espaces de contrôles du synthétiseur. Les principales recherches de la thèse porteront sur la recherche de nouveaux invariants, la détermination des espaces sonores engendrés et la mise en œuvre de méthodologies de navigation au sein de ces espaces, en cohérence avec la perception et le ressenti.

Instabilité de précession dans un sphéroïde

Clément Nobili, Patrice Meunier, Mickael Le Bars, Benjamin Favier

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE, Marseille, France

nobili@irphe.univ-mrs.fr

L'écoulement de précession constitue un mécanisme possible de forçage turbulent du noyau liquide de la Terre et donc une probable source d'énergie pour la génération de son champ magnétique. Le mouvement de précession correspond au mouvement d'un objet autour d'un axe qui est lui-même en rotation autour d'un autre axe incliné. Nous avons étudié expérimentalement cet écoulement dans un conteneur creux ellipsoïdal, au moyen de visualisations par des particules plates et au moyen de vélocimétrie par images de particules.

Poincaré a d'abord obtenu la solution analytique du mouvement d'un fluide non visqueux dans un ellipsoïde en précession. Busse a ensuite pris en compte les effets visqueux et montré que cette solution peut se dédoubler pour des viscosités suffisamment faibles, faisant apparaître une bifurcation sous-critique en fonction du rapport des fréquences. Nous avons validé cette théorie et mis en évidence expérimentalement pour la première fois le cycle d'hystérésis entre ces deux solutions. Cependant, cette solution théorique laminaire peut devenir instable pour des viscosités suffisamment faibles ou des angles de précession suffisamment grands. Nous avons obtenu expérimentalement le diagramme de stabilité qui montre la présence de plusieurs instabilités de nature différentes.

Théoriquement, plusieurs mécanismes ont été proposés, basés sur des résonances triadiques entre deux modes inertiels libres et une petite perturbation de la rotation solide. Cette perturbation peut être soit un écoulement global de cisaillement soit une éruption de couche limite. La nature de ces instabilités reste encore à définir au moyen de mesures expérimentales plus précises et de simulations numériques.

Références

- [1] Poincaré, H. (1910). Sur la précession des corps déformables. *Bulletin Astronomique, Serie I*, 27, 321–356.
- [2] Busse, F. H. (1968). Steady fluid flow in a precessing spheroidal shell. *Journal of Fluid Mechanics*, 33(04), 739–751.
- [3] Kerswell, R. R. (1993). The instability of precessing flow. *Geophysical & Astrophysical Fluid Dynamics*, 72(1–4), 107–144.
- [4] Kida, S. (2013). Instability by weak precession of the flow in a rotating sphere. *Procedia IUTAM*, 7, 183–192.
- [5] Lin, Y., Marti, P., & Noir, J. (2015). Shear-driven parametric instability in a precessing sphere. *Physics of Fluids*, 27(4), 046601.

Tenue aux chocs de l'adhérence moléculaire

Marina Voisin, Aurélien Maurel-Pantel, Frédéric Lebon, Frédéric Mazerolle, Natacha CochetEAU, S. Begoc

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

voisin@lma.cnrs-mrs.fr

Le collage par adhérence moléculaire consiste à adhérer deux surfaces entre elles sans l'utilisation de matière adhésive ou autres matériaux. Des assemblages complexes de verre de silice sont réalisés par cette procédure ; ils ont l'avantage d'avoir de très bonnes propriétés optiques dues au contact direct entre les deux surfaces en verre. Cette application permet la fabrication de découpeurs d'images, actuellement utilisés pour l'optique terrestre dans les télescopes. Étendue à l'optique spatiale, cette technologie amènerait à de nouvelles observations. Or, les contraintes d'utilisation dans le spatial sont différentes de celles sur Terre.

Durant les opérations de lancement, un satellite peut être exposé à un environnement de chocs énergétiques. Les dispositifs pyrotechniques tels que les boulons explosifs par exemple génèrent lors de leur fonctionnement des chocs mécaniques qui se caractérisent par de très forts niveaux d'accélération à très hautes fréquences. Ces chocs peuvent causer des problèmes au niveau des équipements du satellite. L'étude de ce type de chocs permettra de valider la possible utilisation de l'adhérence moléculaire renforcée dans un satellite.

Ce poster présente les travaux menés pour la caractérisation aux chocs de l'adhérence moléculaire. Le banc d'essais de chocs utilisé pour la caractérisation expérimentale est décrit. Les résultats d'une pré-étude sur des assemblages d'aluminium adhésés avec des colles sont présentés, suivis des résultats des essais sur l'adhérence moléculaire.

Conférences :

Voisin, M., CochetEAU, N., Maurel-Pantel, A., Lebon, F., Zaid, S. A., & Salaun, Y. (2015, July). Experimental characterization and numerical modelling of direct bonding interface. In M2D2015-6th International Conference on Mechanics and Materials in Design.

Voisin, M., Maurel-Pantel, A., Mazerolle, F., Lebon, F., & Ait-Zaid, S. (2016, September). New experimental test to characterize brittle bonding shock resistance. In 14th European Conference on Spacecraft Structures, Materials and Environmental Testing (ECSSMET).

Modélisation et simulation du comportement thermo-chimio-mécanique quasi-incompressible du polybutadiène chargé en déformations finies – Application au vieillissement thermique

Komla Dela Mawulawoe Ahose, Stéphane Lejeunes, Dominique Eyheramendy

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

ahose@lma.cnrs-mrs.fr

Les élastomères sont des polymères qui exhibent un comportement multiphysique fortement couplé (couplage entre effets thermiques, chimiques et mécaniques) incompressible (thèse de A. Delattre, 2014). Ces matériaux sont sujets au phénomène d'auto-échauffement lorsqu'ils sont soumis à des sollicitations cycliques. D'autre part, ils peuvent présenter une évolution physico-chimique couplée au phénomène d'auto-échauffement (vieillessement thermique). Ce travail propose un modèle thermo-chimio-mécanique incompressible thermodynamiquement admissible pour traduire le comportement de ces matériaux. Le modèle est implémenté dans la plateforme numérique FEMJava développée au LMA basée sur des formulations éléments finis et isogéométriques. Ces développements sont menés conjointement à une campagne expérimentale afin d'identifier et de valider le modèle.

Publications :

Lejeunes, S., Eyheramendy, D., Zhang, L. & Ahose, K. D. M. (Submitted). Modeling and Simulation of the thermo-viscoelastic behavior of rubber-like materials. IJSS

Conférences :

Lejeunes, S., Eyheramendy, D., Boukamel, A., Delattre, A., Meo, S. & Ahose, K. D. M. (2016, May). A constitutive multiphysics modeling for nearly incompressible dissipative materials : application to thermo-chemo-mechanical aging of rubbers. In the 10th International conference on Mechanics of Time Dependent Materials. Ahose, K. D. M., Lejeunes, S., Eyheramendy, D. & Sosson, F. (2017, February). On the thermal aging of a filled butadiene rubber. In the 10th European Conference on Constitutive Models for Rubbers.

Ahose, K. D. M., Lejeunes, S., Eyheramendy, D. & Zhang L. (2017, May). Modélisation et simulation du comportement multiphysique quasi-incompressible d'élastomères en déformations finies. In 13ème colloque national en calcul des structures.

Lejeunes, S., Eyheramendy, D., Boukamel, A. & Ahose, K. D. M. (2017). Constitutive modeling of a thermal aging behavior due to cyclic mechanical loadings with a multiphysics approach. In the 11th International Conference on Advanced computational Engineering and Experimenting.

Modèle multidimensionnel d'écoulements cisailés d'eau peu profonde

Kseniya Ivanova, Sergey Gavriluk, Nicolas Favrie

Aix Marseille Univ, CNRS, IUSTI, Marseille, France

kseniya.ivanova@univ-amu.fr

On présente ici une modélisation multidimensionnelle des ondes de rouleaux et d'un ressaut hydraulique radial dans le cadre du modèle des écoulements cisailés des eaux peu profondes.

Publications :

Ivanova, K. A., Gavriluk, S. L., Nkonga, B., & Richard, G. L. (Submitted). Formation and coarsening of roll-waves in shear shallow water flows down an inclined rectangular channel.

Original Quantum Treatment of Electron-Phonon Scattering for Nanoscale Device Simulations

Youseung Lee, Michel Lannoo, Nicolas Cavassilas, Mathieu Luisier, Marc Bescond

Aix Marseille Univ, Université de Toulon, CNRS, IM2NP, Marseille, France

youseung.lee@im2np.fr

In recent decades various transport approaches have been proposed to describe quantum effects occurring in nano-devices. Among them, Non-Equilibrium Green's Function formalism (NEGF) has been proved very suitable at treating inelastic interactions. However, within this formalism the description of inelastic scattering is usually based on the computationally expensive Self-Consistent Born Approximation (SCBA). As an alternative method to SCBA, we have proposed an efficient technique, the so-called Lowest Order Approximation (LOA) coupled with Padé approximants. In this work, we apply this approach to the treatment of phonon scattering in two 1D systems where phonon scattering is known to be important : the atomic linear chain and the nanowire transistor.

Publications :

Lee, Y., Bescond, M., Cavassilas, N., Logoteta, D., Raymond, L., Lannoo, M., & Luisier, M. (Submitted). Quantum treatment of phonon scattering for three-dimensional atomistic transport modeling. *Phys. Rev. B Rapid Communication*.

Lee, Y., Lannoo, M., Cavassilas, N., Luisier, M., & Bescond, M. (2016). Efficient quantum modeling of inelastic interactions in nanodevices. *Physical Review B*, 93(20), 205411.

Conférences :

Lee, Y., Lannoo, M., Cavassilas, N., Luisier, M., & Bescond, M. (2017, June). Efficient Quantum Approach of Electron-Phonon Scattering for Nanoscale Device Simulations. In *International Workshop on Computational Nanotechnology*.

Validation of Numerical Modeling for Complex Geological Environments – Benchmarking with Laboratory Experiments

Bence Solymosi, Nathalie Favretto-Cristini, Vadim Monteiller, Børge Arntsen, Paul Cristini, Dimitri Komatitsch, Bjørn Ursin

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

`solymosi@lma.cnrs-mrs.fr`

Numerical simulations are widely used for forward and inversion problems in seismic exploration to investigate different wave propagation phenomena. However the numerical results are hard to be compared to real measurements as the subsurface is never exactly known. Using laboratory measurements for small-scale physical models can provide a valuable link between numerical and real seismic datasets. In this work, we present a case study for comparing ultrasonic data for a complex model with spectral-element and finite-difference synthetic results. The small-scale model was immersed in a water tank. Reflection data was recorded with piezoelectric transducers using a conventional pulse-echo technique. We paid special attention to the implementation of the real source signal – and radiation pattern – in the numerical tools. It involved a laboratory calibration measurement, followed by an inversion process. The model geometry was implemented through a 3D non-structural mesh in the spectral-element simulations. The comparisons show a very good fit between synthetic and laboratory traces, and the small discrepancies can be assigned mostly to the noise present in the laboratory data.

Conférences :

Solymosi, B., Arntsen, B., Favretto-Cristini, N., Monteiller, V., Cristini, P., Komatitsch, D. & Ursin, B. (2017). How reliable a synthetic dataset can be? Comparison of numerical and ultrasonic data for a complex seismic model. In the 16th Anglo-French Physical Acoustics Conference.

Solymosi, B., Favretto-Cristini, N., Monteiller, V., Cristini, P., Ursin, B., Komatitsch, D. & Arntsen, B. (2017). Comparing spectral-element numerical results with laboratory data : an example for a topographical model. In European Association of Geoscientists & Engineers.

Developing of a Ultrasound Scattering Model for Red Blood Cells by Considering Anisotropy

Lenin Chinchilla, Philippe Lasaygues, Émilie Franceschini

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

`chinchilla@lma.cnrs-mrs.fr`

The objective of my first year PhD thesis is to develop and validate (numerically and experimentally) an anisotropic ultrasound scattering theory in order to model the aggregation of red blood cells (RBCs). A scattering model called the Effective Medium Theory combined with the Structure Factor Model (EMTSFM) was previously developed at LMA. This model approximates aggregates of RBCs as individual homogeneous scatterers, which have effective properties determined by the acoustical characteristics and concentration of RBCs within aggregates. However, the EMTSFM considers only spherical aggregates encountered in pathological human blood, whereas normal human blood presents anisotropic rouleaux.

In the present work, the EMTSFM is modified to consider the rouleaux-shaped aggregates as homogeneous ellipsoidal scatterers and to consider the interaction between effective ellipsoidal scatterers using a structure factor model. In that aim, the structure factor for hard ellipsoids will be approximated by the structure factor for polydisperse hard spheres, as proposed by Hansen. The modified EMTSFM is compared with computer simulations in the framework of a forward problem study, *i.e.* determining the backscatter coefficient from known distributions of RBCs with known acoustical parameters using both EMTSFM and simulations. This comparison will be conducted on diluted and concentrated media of randomly oriented ellipsoids, and then media of aligned ellipsoids (such as rouleaux aligned in blood flow).

Étude expérimentale et numérique par approche RANS et LES d'écoulements stratifiés turbulents

Adithya Ramanathan Krishnan, Fabien Duval, Christophe Friess, Pierre Sagaut

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, M2P2, Marseille, France

`adithya.ramanathan-krishnan@etu.univ-amu.fr`

An important issue concerning the safety of a nuclear reactor is the risk of hydrogen accumulation in the nuclear containment under the effect of buoyancy and the persistence of such stratification. The aim of the work revolves on building a turbulence model for such variable density flows. Using standard RANS models is limited (need for ad-hoc recalibration of model coefficients) while performing LES involves high computational cost. Subsequently, the focus of this work is to develop and to study the potentialities of a seamless hybrid RANS/LES approach for variable density flow.

The subfilter scale(SFS) model forms the backbone of a continuous hybrid approach. The predictive capabilities of an hybrid approach can be improved by utilizing a higher order SFS model. Here, an explicit algebraic stress model (EASM) along with Menter's BaSeLine (BSL) k - ω model is used. The explicit algebraic model has been implemented and validated in a RANS context.

In addition, the amount of resolved turbulence stays low at the transition between RANS and LES. To tackle this, a forcing term consisting synthetic turbulence has to be introduced in the momentum equation. The generation of synthetic turbulence alone is studied using Random Fourier Modes (RFM) method. Important properties of the generated turbulence are verified. Calculations involving spatially developing flows have been performed using RFM which provide satisfactory results.

Homogénéisation en viscoélasticité non linéaire : estimations basées sur les premiers et seconds moments des champs

Mohamed El Bachir Seck, Mihail Garajeu, Renaud Masson

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, LMA, Marseille, France
CEA Cadarache, DEN/DEC, Saint Paul Lez Durance, France

`seck@lma.cnrs-mrs.fr`

La prévision du comportement mécanique macroscopique est possible pour diverses classes de comportement (élastique, viscoélastique, plastique etc) et ce, grâce à la théorie de l'homogénéisation. Néanmoins les méthodes de changement d'échelle dans le cas des matériaux ayant un comportement viscoélastique non linéaire et vieillissant restent une question ouverte. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce projet de thèse qui consiste à prédire par une démarche d'homogénéisation les propriétés mécaniques effectives des milieux hétérogènes présentant ce type de comportement. Le modèle obtenu sera appliqué pour prédire le comportement macroscopique du combustible MOX utilisé dans les réacteurs nucléaires.

Partant des estimations obtenues dans le cas du comportement viscoélastique linéaire, qui reposent sur une formulation à variables internes [Ricaud Masson, 2009], cette thèse vise à étendre ce modèle dans le cas où les phases ont un comportement non linéaire. L'utilisation d'une théorie d'homogénéisation nécessite la linéarisation de la loi de comportement locale autour de quantités moyennes. Dans cette optique différentes méthodes de linéarisation existantes (Affine, Affine modifiée, etc...) ainsi qu'une nouvelle méthode (Affine améliorée) sont investiguées. Les résultats sont par la suite comparés à des solutions de référence obtenues par des calculs en champ complet (méthode FFT) afin de s'assurer de la pertinence du modèle proposé.

Conférences :

Seck, M. E. B. & Garajeu, M. (2016). Solutions exactes d'une sphère composite viscoélastique non linéaire sous chargement isotrope. In the XIIIème Colloque Franco-Roumain de Mathématiques Appliquées.
Seck, M. E. B., Garajeu, M. & Masson, R. (2017, August). Modélisation du comportement effectif de milieux hétérogènes viscoélastiques, non linéaires, vieillissants ; application à la simulation du comportement des combustibles MOX. In 25ème Congrès Français de Mécanique.

Influence of Mechanical Strain in Double-Gate p-type Transistors

Manel Moussavou, Nicolas Cavassilas, Elias Dib, Marc Bescond

Aix Marseille Univ, Université de Toulon, CNRS, IM2NP, Marseille, France

manel.moussavou@im2np.fr

We theoretically investigate the impact of uniaxial strain in extremely thin Si and Ge p-type double gate transistors. Quantum transport modeling is treated using a 6-band k.p Hamiltonian and the non-equilibrium Green's function formalism including hole-phonon scattering. Based on this framework we analyze the influence of strain on current characteristics considering different transport directions and gate lengths. The results first confirm the dominance of Ge in long devices (15 nm gate length) for which best electrical performances are obtained for channels with a uniaxial compressive strain. Situation is reversed for shorter devices (7 nm gate length) where the small effective masses of Ge deteriorate the off-regime of transistors regardless the considered strain. Due to weaker hole-phonon scattering, Si devices with a tensile strain are interestingly found to be more competitive than their compressive counterparts.

Publications :

Moussavou, M., Cavassilas, N., Dib, E., & Bescond, M. (2015). Influence of uniaxial strain in Si and Ge p-type double-gate metal-oxide-semiconductor field effect transistors. *Journal of Applied Physics*, 118(11), 114503.

Conférences :

Moussavou, M., Cavassilas, N., Dib, E., & Bescond, M. (2015, September). Influence of mechanical strain in Si and Ge p-type double gate MOSFETs. In *Simulation of Semiconductor Processes and Devices (SISPAD)*, 2015 International Conference on (pp. 373-376). IEEE.

Moussavou, M. *et al.* (2017, June). Physically based diagonal treatment of polar optical phonons in III-V p-type double-gate transistors : comparison of InAs vs Ge and Si. In *international Workshop on Computational Nanotechnology*.

Statistics of the deformations of flexible fibres in turbulent flows

Amélie Gay, Benjamin Favier, Gautier Verhille

Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, IRPHE, Marseille, France

gay@irphe.univ-mrs.fr

The transport of particles in turbulent flows is ubiquitous in nature (plankton bloom, cloud formation, ...) and in industry (pulp fibre in paper industry, food industry, ...). Many fundamental studies are devoted to spherical particles and investigate the influence of the size (smaller or larger than the Kolmogorov scale) and of the density of the particle on the transport [1]. Recently, more and more works investigate the influence of the particle anisotropy, showing a preferential alignment of the particles with the vorticity [2]. However, the question of the influence of particle deformations on the transport has never been addressed before for turbulent flows whereas it was shown the particle deformations play a major role for laminar flows. Before tackling this question for fibres, this study aims to characterize their deformations in turbulent flows.

A previous experimental study [3] was carried out with flexible fibers in a turbulent von Kármán flow. It showed that there is a transition from rigid to flexible regime characterized by the ratio of the fiber length L and the elastic length le . This length depends on the fibre bending modulus B , the fluid density ρ , its dynamical viscosity μ and the turbulent dissipation rate ϵ . In our study, we performed both idealized numerical simulations and experimental investigations on the local curvature of the fibers to characterize their deformations. Surprisingly, we found that in turbulence longer fibres are less curved at their center than smaller ones on average. We model this unexpected result thanks to a generalization of the power balance proposed by [3].

Références

- [1] Toschi, F., & Bodenschatz, E. (2009). Lagrangian properties of particles in turbulence. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 41, 375–404.
- [2] Voth, G. A., & Soldati, A. (2017). Anisotropic Particles in Turbulence. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 49, 249–276.
- [3] Brouzet, C., Verhille, G., & Le Gal, P. (2014). Flexible fiber in a turbulent flow : a macroscopic polymer. *Physical review letters*, 112(7), 074501.

Conférences :

Gay, A., Favier, B., Verhille, G. (2017, March). Statistiques de déformation d'une fibre flexible dans un écoulement turbulent. In the 20ème Rencontre du Non-Linéaire.