

Programme JEFS 2023

Dates : lundi 19 juin et mardi 20 juin 2023

Lieu : Amphi A1, Bâtiment 625 hbar, rue Louis de Broglie, Orsay. Pour savoir comment accéder, cliquez [ici](#).

Organisation : Nicolas Grenier (LISN), Anne Sergent (LISN) et Laurent Talon (FAST)

Lundi 19 juin [Mardi 20 juin](#)

Lundi 19 juin

Lundi 19 juin : Mot d'accueil : 09h25

Lundi 19 juin : Matin 1ère session - Chair : O. Semeraro - : 09h30

09:30

A novel high-order numerical framework for some problems in biofluid dynamics

* *Faisal Amlani (LMPS UPS/CentraleSupélec/ENS Paris-Saclay/CNRS)*

Niema M. Pahlevan (University of Southern California, USA)

We briefly discuss efforts to study various flow-related physiological phenomena through the development of a novel pseudo-spectral methodology for the numerical resolution of hyperbolic/parabolic partial differential equations (PDEs) that govern both linear and nonlinear behavior. Such solvers enjoy a number of desirable properties (namely: fast, high-order accuracy with limited numerical dispersion/diffusion) that are well-suited for the simulation of long-distance/long-time blood flow wave propagation as well as for the simulation of injected dye evolution. Indeed, the efficacy of these new tools are demonstrated through some of the collaborative scientific problems that have inspired them, including those in cardiovascular hemodynamics (multiscale modeling of the entire circulatory system) and those in the <> analysis of biofluid velocity fields (particle residence times, drug diffusion).

09:45

Modélisation DPSM en mécanique des fluides, application à la simulation temps réel.

* *Jean-Pierre BARBOT (Laboratoire SATIE UMR 8029 CNRS/ENS Paris-Saclay, Flynaero)*

Dominique PLACKO (Laboratoire SATIE UMR 8029 CNRS/ENS Paris-Saclay)

Serge GOURLAOUEN (Laboratoire SATIE UMR 8029 CNRS/ENS Paris-Saclay, Flynaero)

La méthode DPSM pour « Distributed Point Source Method » a été développée au sein du laboratoire SATIE (UMR 8029 CNRS/ENS Paris-Saclay) pour des besoins de modélisation en contrôle non-destructif. Il s'agit d'une méthode de type « Boundary Element Method » qui, à l'instar du principe des sources de Huygens, permet de reproduire des phénomènes physiques à l'aide de sources élémentaires dûment placées. Récemment étendue à la modélisation en mécanique des fluides, elle permet de simuler l'écoulement et la circulation d'un fluide autour d'un solide en des temps de simulation significativement réduits vis à vis des méthodes aux éléments finis. La méthode DPSM a par exemple été appliquée dans le cadre du contrôle en temps réel d'un simulateur de vol full-flight et les résultats obtenus ont fait l'objet de présentations invitées de la DGAC. Dans le cadre de JEFS 2023 nous présenterons la méthode DPSM dans ses principes généraux puis son application pour la modélisation de phénomènes physiques en mécanique des fluides. Enfin nous concluons en donnant des résultats de simulation comparées (mesures/FEM/DPSM/temps de simulation) dans le domaine aéronautique.

10:00

Comprendre et modéliser l'hydrodynamique dans des réacteurs gaz/solide, pour pouvoir simuler leurs performances de conversion

* *Marie DEBACQ (Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood, CNAM)*

Aka DOCHE (Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood)

Kaouthare FERHAT (Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood)

Kevin LACHIN (Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood)

Marcela V. C. MACHADO (Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood)

Artemio PLANA-FATTORI (Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood; Stéphane VITU

Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood, CNAM)

Le comportement hydrodynamique du solide divisé traité dans un réacteur gaz/solide, conditionne les transferts de matière et de chaleur et par conséquent la conversion du produit. Pour pouvoir représenter et simuler correctement ces réacteurs gaz/solide selon une approche de génie des procédés, il faut donc étudier préalablement de manière approfondie le mouvement axial et transversal de la charge solide. Depuis de nombreuses années nous travaillons sur la caractérisation expérimentale de l'écoulement longitudinal dans les fours tournants (et plus récemment les fours à vis) par le biais de mesures de Distribution

des Temps de Séjour sur un four de taille pilote ; les résultats macroscopiques de ces mesures sont modélisés par analyse dimensionnelle. Plus récemment, nous avons repris l'étude du mouvement transversal de la poudre : d'une part à l'aide d'expérimentations en tambours tournants (maquettes froides et analyse d'images) et d'autre part avec des approches par simulation de type Discrete Element Method (DEM) ou Computational Fluid Dynamics (CFD). L'objet de cette communication est de présenter notre démarche, nos outils expérimentaux et donner un aperçu de nos résultats.

10:15

Reliability based optimisation of a composite plate under aeroelastic constraints

* Roger Ballester Claret (Onera)

Nicolo Fabbiane (Onera)

Christian Fagiano (Onera)

Cedric Julien (Onera)

Didier Lucor (LISN)

Ludovic Coelho (Onera)

This work focuses on the reliability-based optimization of a composite plate under aeroelastic constraints, considering uncertainties in fiber alignment. The study employs a kriging metamodel and Efficient Global Optimization (EGO) to enhance the metamodel's performance. By incorporating reliability analysis, the proposed approach improves the structural reliability of the design. The kriging metamodel accurately predicts the structural responses, facilitating efficient exploration of the design space. The EGO algorithm iteratively updates the surrogate model and acquires new samples to refine the metamodel. The methodology demonstrates promising outcomes in achieving optimal designs with enhanced reliability and optimized aerodynamic performance.

10:30

Ondes capillaires à la base d'un jet d'eau

* Théophile Gaichies (LPS, Université Paris-Saclay)

Anniina Salonen (LPS, Université Paris-Saclay)

Arnaud Antkowiak (Institut Jean le Rond D'Alembert, Sorbonne Université)

Emmanuelle Rio (LPS, Université Paris-Saclay)

Quand un jet d'eau impacte un bain d'eau, un ménisque se forme à sa base. Des ondes stationnaires, appelées ondes capillaires, apparaissent également à la surface du jet. Ces ondes capillaires ont été le sujet de nombreuses études, qui ont notamment réussi à relier leur longueur d'onde et l'atténuation avec les propriétés du liquide. Dans ce travail, nous avons extrait par visualisation directe la forme de la surface libre au point d'impact entre le jet et le bain. Nous montrons que la forme du ménisque à la base du jet est celle d'un ménisque statique, alors que la vitesse relative du jet et du ménisque est de plusieurs mètres par seconde. De manière contre-intuitive, la surface est ainsi identique à celle d'un ménisque sur une fibre en présence d'un angle de contact non nul avec le liquide. Il existerait donc dans cette situation un angle de contact à la ligne triple eau/eau/air. Nous proposerons ensuite un modèle établissant un lien entre cet angle de contact apparent et l'amplitude des ondes capillaires. L'ensemble de ces ingrédients permet finalement de reproduire finement la forme complète de l'interface observée expérimentalement.

Lundi 19 juin : Pause Café : 10h45

Lundi 19 juin : Matin 2ème session - Chair : C. Nore - : 11h15

11:15

Comment prédire les fronts de détonation dans le contexte du risque hydrogène ?

Luc LECOINTRE (CEA, Saclay)

Ronan Vicquelin (EM2C)

Etienne Studer (CEA, Saclay)

Sergey Kudriakov (CEA, Saclay)

* Christian Tenaud (EM2C)

Le passage de la déflagration à la détonation des flammes Hydrogène/Air est une question cruciale pour la sécurité dans les industries chimiques et nucléaires. Elles présentent également un intérêt croissant dans les domaines énergétiques et industriels impliquant l'hydrogène. Nous exposerons comment a été obtenue une méthode de haute résolution capable de prédire des écoulements réactifs multicomposants utilisant des équations d'état convexes et nous présenterons quelques applications de ces techniques numériques pour traiter des phénomènes survenant dans l'accélération et la détonation des flammes d'hydrogène.

11:30

Caractérisation numérique et expérimentale des écoulements d'air autour des barquettes de fraises conditionnées au sein des colis ajourés

* Ahmad Nasser eddine (Université Paris-Saclay, INRAE, FRISE)

Steven Duret (Université Paris-Saclay, INRAE, FRISE)

Denis Flick (Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SayFood)

Jean Moureh (Université Paris-Saclay, INRAE, FRISE)

Ce travail de recherche est réalisé dans le cadre du projet de recherche ANR « EcoFreshChain ». Il vise à diminuer l'impact environnemental des barquettes de fraises en plastique en les remplaçant par un emballage en carton, biodégradable et recyclable, sous atmosphère modifiée. Ce nouveau mode de conditionnement permet également d'augmenter la durée de vie des produits et donc de réduire le gaspillage alimentaire. L'étude porte sur la caractérisation numérique et expérimentale des écoulements d'air et des transferts de chaleur autour des barquettes de fraises conditionnées au sein des colis ajourés et ventilés afin d'assurer le maintien des températures optimales et leur homogénéité au sein du chargement. Cette condition est essentielle pour préserver la qualité des produits tout au long de la chaîne du froid. L'approche expérimentale est réalisée sur une maquette à l'échelle 1 représentant un demi niveau de palette en raison de la symétrie du chargement dans le plan horizontal et de sa régularité dans la direction verticale. Il s'agit d'une veine d'air ventilant deux colis ajourés, avec un orifice principal trapézoïdal, et disposés côte à côte dans la partie centrale du circuit aéraulique en respectant l'alignement des orifices. Chaque colis comprend 16 barquettes de forme prismatique étanches à l'air disposés avec un espacement régulier dans les directions longitudinale et transversale. La ventilation de la veine se fait par aspiration d'air pilotée par deux ventilateurs (RS PRO 24 V DC) placés à l'aval du circuit. L'entrée d'air se fait en amont des colis par un canal rectangulaire comprenant un nid d'abeille pour mieux uniformiser l'écoulement et la turbulence. Des mesures des vitesses d'air ont été effectuées autour des barquettes et au sein des colis par un anémomètre Laser LDV (Laser Doppler Velocimetry) à deux composantes. Il s'agit d'une mesure optique non intrusive nécessitant l'utilisation des colis et les barquettes en plexiglass. La modélisation de l'écoulement d'air a été élaborée sur le code CFD ANSYS Fluent sur la même configuration géométrique 3D étudiée expérimentalement. Deux modèles de turbulence (RANS) : k epsilon, et k-w SST ont été testés et comparés aux données expérimentales. L'analyse des données numériques et expérimentales a permis une meilleure connaissance de l'influence des paramètres géométriques affectant la distribution locale des écoulements d'air et leurs hétérogénéités autour des barquettes. Les résultats ont mis en évidence la présence d'une zone centrale bien ventilée par le jet d'air principal issu de l'orifice trapézoïdal associée à des zones de recirculation faiblement ventilées de part et d'autre du jet. On constate également, des vitesses d'air plus élevées issues du jet principal dans la lame d'air au-dessus des barquettes en comparaison avec des vitesses d'air plus faibles autour des parois verticales des barquettes. L'analyse des modèles de turbulence a mis en évidence une meilleure performance du modèle k-epsilon Enhanced wall treatment. Après validation, ce modèle sera utilisé pour étudier l'influence d'autres paramètres géométriques de conception tels que, l'ajout des orifices circulaires additionnelles et l'épaisseur de la lame d'air, sur la distribution des écoulements d'air autour des barquettes.

11:45

Etude expérimentale de la pression du vent sur Notre Dame

* *P. Vannucci (UVSQ)*

C. Mannini (Université de Florence)

T. Massai (Université de Florence)

E. Panettieri (ENSAM Bordeaux)

M. Ferrucci (IUAV Venise)

M. Montemurro (ENSAM Bordeaux), N. Barni (Université de Florence)

Cette présentation concerne une étude expérimentale faite en soufflerie avec couche limite atmosphérique pour déterminer le champ de pression du vent sur la cathédrale Notre Dame. La recherche a permis de déterminer le coefficient de pression sur toute la surface de la cathédrale, pour chaque direction du vent, aussi bien en ce qui concerne la pression moyenne que celle instantanée, effet de la turbulence. Les tests ont été conduits dans deux situations différentes: la cathédrale seule ou avec l'environnement parisien, ceci dans le but de déterminer l'influence du milieu urbain sur la distribution des pressions sur la cathédrale mais également pour disposer de données utilisables aussi pour d'autres cathédrales. La recherche est une collaboration entre l'UVSQ, l'Université de Florence et l'ENSAM de Bordeaux.

12:00

Technique de viscosité artificielle pour l'obtention de solutions stationnaires aux équations d'Euler compressibles en régime transsonique par une marche en temps implicite

* *Guillaume Brooking (Université Paris-Saclay, CEA, Service d'Études Mécaniques et Thermiques)*

Alberto Beccantini (Université Paris-Saclay, CEA, Service d'Études Mécaniques et Thermiques)

Olivier Jamond (Université Paris-Saclay, CEA, Service d'Études Mécaniques et Thermiques)

Christian Tenaud (Université Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec, Laboratoire EM2C)

La simulation numérique de scénarios accidentels est une préoccupation d'importance pour la sécurité des systèmes industriels (e.g. scénario APRP pour les réacteurs à eau pressurisée, dans l'industrie nucléaire). On cherche généralement à y représenter l'évolution de fluides et de structures lors de régimes transitoires en dynamique rapide. Des méthodes numériques adaptées à ce type de simulation ont été développées, souvent basées sur des schémas en temps explicites. Avant l'apparition d'une perturbation inhérente au scénario accidentel, le système étudié se trouve généralement dans un état de fonctionnement nominal, qui peut s'estimer numériquement par le calcul d'une solution asymptotique en temps. La contrainte de stabilité des schémas explicites rend inefficace, en terme de temps de calcul, l'évaluation de ce régime nominal. L'objectif des travaux réalisés est d'obtenir efficacement une solution asymptotique en temps, permettant d'initier le calcul du

régime transitoire. L'étude porte sur la résolution implicite des équations d'Euler compressibles pour les gaz parfaits, en régime transsonique. Les régimes bas-Mach n'y sont pas abordés. On emploie la méthode des volumes finis, en maillages non-structurés, associée à une marche en temps vers une solution asymptotique [1,2,3]. On utilise un schéma en temps Backward-Euler, résolu par un algorithme de Newton-Raphson [4]. En première partie de l'étude, on décrit l'échec de la marche implicite en temps lorsqu'on emploie de grands pas de temps. Cet échec est dû à l'apparition, dans les itérations de l'algorithme de Newton-Raphson, d'oscillations non-physiques de grande amplitude. Ces dernières induisent des quantités non-physiques (densités ou pressions négatives), faisant échouer l'algorithme. La restriction alors nécessaire du pas de temps remet en cause, en terme d'efficacité, l'emploi de schémas implicites, par rapport aux schémas explicites. En seconde partie, l'origine de ces oscillations est étudiée. Des structures de l'écoulement favorisant l'apparition des oscillations précédemment décrites sont identifiées, comme par exemple la présence de chocs transsoniques se déplaçant à vitesse faible dans le domaine. Enfin, une technique basée sur l'ajout d'un terme de diffusion numérique est développée. Elle permet d'éliminer les oscillations, et d'augmenter la vitesse de convergence de l'algorithme de Newton-Raphson, par rapport à la marche en temps initiale. Ces travaux ouvrent de nombreuses perspectives, comme l'étude de conditions limites satisfaisantes pour le terme de diffusion artificiel ajouté ou encore l'étude de la formulation optimale de ce terme pour les équations d'Euler, tant en terme d'efficacité que de robustesse.

12:15

Ondes et films liquides tombant sur des surfaces de garnissages structurés

* *Aina Ramamonjy (LGPM, CentraleSupélec)*

Hervé Duval (LGPM, CentraleSupélec)

La dynamique de films liquides tombant sur des feuilles de garnissages structurés influence grandement les transferts de masse dans le procédé de distillation. Si le rôle des perforations est d'abord de promouvoir le transfert de liquide entre les faces de feuilles de garnissages, des études récentes ont montré la richesse de l'hydrodynamique autour des perforations, avec différents modes de franchissement. La formation d'ondes à la surface du liquide joue également un rôle important par l'apparition de zones de recirculations. Dans cette étude expérimentale sur banc hydrodynamique avec instruments optiques, des ondes de surfaces sont forcées sur un film liquide tombant sur une plaque verticale perforée. L'interaction entre ces ondes et les perforations est étudiée.

Lundi 19 juin : Repas : 12h30

Lundi 19 juin : Après-midi 1ère session - Chair : F. Giorgiutti - : 13h45

13:45

Dynamique d'intrusion dans un milieu granulaire par percussions successives

* *Baptiste Darbois Texier (FAST)*

Yann Bertho (FAST)

Antoine Seguin (FAST)

Suite aux travaux qui s'intéressent à la dynamique d'un objet impactant un substrat granulaire, nous avons étudiés la dynamique d'intrusion d'un objet soumis à une série de percussions. Nous avons mené des expériences pour mesurer la profondeur d'un objet cylindrique sous la surface des grains en fonction du nombre de percussions, de leur énergie, de la géométrie de l'objet et des propriétés du matériau granulaire. Ces expériences ont permis de mettre en évidence deux régimes d'intrusion, l'un à faible profondeur et l'autre à grande profondeur. Nous avons également identifié un troisième régime d'intrusion lorsque l'effet du confinement des parois latérales est présent. Enfin, en considérant les forces qui s'appliquent sur l'objet lors de son intrusion et qui résultent de l'écoulement des grains, nous avons proposé une modélisation du problème qui permet de rationaliser ces différents régimes d'intrusion.

14:00

Collaborative motion of intruders moving amid smaller grains

* *Douglas Daniel de Carvalho (FAST, University of Campinas - Brazil)*

Erick de Moraes Franklin (University of Campinas - Brazil)

The movement of solid objects (intruders) in the midst of granular materials is ubiquitous in nature. Some examples are the rapid impact of projectiles on the ground and the relatively slow locomotion of animals in sand. In this brief communication, we investigate the movement of sets of intruders in a two-dimensional granular system using discrete numerical simulations (DEM). We observe that when these objects move within the smaller grains, they tend to mutually cooperate in their motion, affecting each other's motion even when placed at relatively great distances. We also observed the existence of an optimal separation between them in order to obtain a minimum drag, which can be useful for devices that agitate different granular surfaces (such as soil). Furthermore, depending on their initial position in space, different final configurations (patterns) are observed, revealing an intricate nature of collaboration and grouping of these objects.

14:15

Dense Granular Flow: A Fluid of Hard Spheres ?

* *Denis DUMONT (SPEC, CEA)*

Haggai BONNEAU (Gulliver, ESPCI)
Thomas SALEZ (LOMA, Univ. Bordeaux)
Elie RAPHAEL (Gulliver, ESPCI)
Pascal DAMMAN (InFluX, UMONS)

Flows of granular matter are commonly observed in industries and geophysical events. Nevertheless, despite decades of research, the theoretical understanding of the rheological properties remains largely elusive, especially at the grain scale. We tackled the case of dense granular layers flowing down inclined planes. Macroscopic and microscopic properties are obtained from Discrete Element Method simulations for both frictionless and frictional grains. We built a toy-model based on an analogy with the statistical mechanics of a thermal fluid of hard spheres. This theoretical approach properly rationalizes the observations and eventually provides insight into the microscopic foundation of a very popular semi-empirical model, the $\mu(I)$ -rheology.

14:30

Rhéologie d'un radeau granulaire

J. Laliou (Laboratoire FAST)
A. Seguin (Laboratoire FAST)
* G. Gauthier (Laboratoire FAST)

Nous nous intéressons à la rhéologie d'une interface air-eau chargées en grains appelée « radeau granulaire ». Soumis à un cisaillement simple dans une cellule de Couette cylindrique de faible entrefer, le radeau se comporte, en moyenne, comme une suspension à 2 dimensions et peut-être décrit par une relation de Krieger-Dougherty 2D. Cependant une étude locale révèle que l'écoulement est inhomogène. Nous montrons sa rhéologie est similaire à celle des milieux granulaire (non-locale) et que son comportement contrôlé par un nombre capillaire-inertiel I_c . Au-dessus d'un nombre I_c critique le radeau est dans un régime inertiel, décrit par la théorie cinétique, tandis qu'au-dessous il est dans un régime elasto-visco-plastique.

14:45

Frisedrum: Caractérisation d'un nouvel échangeur à lit mobile pour les transferts thermiques avec un matériau granulaire.

* François Rioual (Unité de Recherche FRISE, Département TRANSFORM, INRAE)
Paule Emmanuelle Eva Gbehe (Master M2 Génie des procédés et bioprocédés, Université Paris-Saclay)

Le procédé de réfrigération d'un matériau granulaire représente un enjeu important en terme d'efficacité énergétique dans différents secteurs de l'agro-alimentaire et de la bio-énergie notamment. Nous proposons un nouveau type d'échangeur à lit mobile constitué d'un tambour tournant et d'une conduite cylindrique axiale. Nous mettons en évidence l'existence d'un régime d'écoulement dit «Biflow» de chaque coté de la conduite et faisons une première analyse numérique des champs de vitesse et de densité de l'écoulement granulaire au contact de cette conduite dans l'espace des phases, qui peut nous donner de premières indications sur le transfert. La perspective de cette étude concerne la caractérisation expérimentale thermique du dispositif qui met en jeu les propriétés de transferts thermiques au sein d'un milieu granulaire en écoulement encore peu étudiées en particulier pour de faibles rapports de conductivité thermique matériau/air.

15:00

A coupling VOF/embedded boundary method to model two phase flows on arbitrary solid surfaces

* Mathilde Tavares (LadHyX, école polytechnique)
Christophe Josserand (LadHyX, école polytechnique)
José Maria Herrera Lopez (Séville University, Spain)
Alexandre Limare (Ariane Goup, France)
Stéphane Popinet (d'Alembert, CNRS, Sorbonne Université)

We present a hybrid VOF/embedded boundary method allowing to model two phase flows in presence of solid with arbitrary shapes. The method relies on the coupling of both existing methods: the Volume of fluid (VOF) on one side to tackle with the two phase flow and the embedded boundary on the other side to sharply resolve arbitrary solid geometries. A non trivial coupling of these two approaches is presented in details within our framework accounting for the solving of partial differential equation with Cartesian structured grids and possible adaptive quad/octree spatial discretisation. To ensure the boundary condition when the fluid-fluid interface intersects a solid surface, a geometrical contact angle model is proposed. Our method is validated for several test cases namely the spreading of a droplet on a cylinder, and the equilibrium shape of a droplet on a flat or tilted plane in 2D and 3D. The ability of our numerical methodology to resolve contact line for different solid geometries is thus demonstrated in either static or dynamical situations.

Lundi 19 juin : Pause Café : 15h15

Lundi 19 juin : Après-midi 2ème session - Chair : B. Darbois-Textier - : 15h45

15:45

Orientation préférentielle de flotteurs allongées dans les ondes de gravité

* *Wietze Herreman (FAST)*

Frederic Moisy (FAST)

Basile Dhôte (FAST)

Lucile Danion (FAST)

Le mouvement de flotteurs solides dans les ondes de gravités intéresse depuis très longtemps, car il y a d'évidentes applications navales. Récemment et dans notre canal à houle, nous avons remarqué que de petits flotteurs allongés, s'orientent de manière préférentielle vis à vis de la direction de propagation de l'onde. Les flotteurs courts s'alignent avec cette direction de propagation alors que les flotteurs longs semblent préférer une orientation transverse. Dans cette présentation, nous résumons nos observations expérimentales et le modèle théorique qui a permis de comprendre l'origine physique de cette orientation préférentielle.

16:00

Fragmentation and coalescence dynamics of non-wetting blobs during immiscible two-phase flows in porous media

* *L. Talon (FAST)*

R. Bouguemari (FAST)

A. Yiotis (University of Crete)

D. Salin (FAST)

We study experimentally the dynamics of non-wetting blobs flowing simultaneously with a wetting fluid in a quasi-two-dimensional porous medium consisting of random obstacles. The blobs continuously merge forming larger ones (coalescence) and breakup into smaller ones (fragmentation) leading to an overall dynamic equilibrium between the two processes. We develop a clustering algorithm for the identification of fragmentation and coalescence events that records the size of the blobs prior and immediately after each event from high-resolution videos of the immiscible flow experiments. The results provide significant insight on the main physical features of these two processes, such as blob size distributions, breakup and coalescence frequency as a function of total flow rate, and the size distributions of the blobs formed by either the fragmentation or coalescence of other ones. One of the salient features of the fragmentation process in our study is that blobs smaller than the typical pore size exhibit a higher probability of producing two almost identical children (in size), whereas larger blobs breakup into two children of different sizes. In the latter case, one of children is found to have a dimension practically equal to the typical pore size. Our experimental results are also interpreted in the framework of a mean-field approach, where the dynamics of the blob sizes is expressed through an integro-differential population balance equation (PBE) that comprise terms for the description of the rates of size gains and losses by either fragmentation or coalescence. We recover appropriate expressions for the relevant coalescence and fragmentation kernels, as functions of the blob sizes that participate in each event. A rather surprising result is that for a given blob size population, we obtain an equilibrium between the gains by fragmentation and the losses by coalescence. Furthermore, the opposite is also true, as the population gains by coalescence are found to be equal to the losses by fragmentation.

16:15

Effect of pressure gradient orientation on macroscopic inertial flow in porous media

* *Yanis Bendali (Safran Tech & Université Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec, Laboratoire EM2C)*

Benoît Goyeau (Université Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec, Laboratoire EM2C)

Morgan Chabanon (Université Paris-Saclay, CNRS, CentraleSupélec, Laboratoire EM2C)

Quentin Holka (Safran Tech)

Ephraïm Toubiana (Safran Tech)

Stephan Zurbach (Safran Tech)

An important challenge in up-scaling inertial flows is the treatment of the non-linear terms remaining in the closure problems. As a consequence of these non-linearities, current approaches require to solve closure problems that are themselves dependent on the local averaged flow, thus limiting the benefits of the upscaling procedure. Here, a methodology is proposed wherein the non-linear closure problems are linearized according to relevant dimensionless numbers using power series. Indeed, dimensional analysis of the closure problems arising in the volume averaging procedure of inertial flows indicates that non-linear terms are controlled by dimensionless parameters such as the Reynolds number. For each order of the power series decomposition, linear and intrinsic closure problems are determined. Finally, the effective properties of the medium for small values of the dimensionless numbers are obtained by truncating the developments to the appropriate order. One of the main advantages of the proposed method is that it does not require to solve the full closure problems for each value of the local averaged flow. After assessing the validity of this approach against numerical solution of the corresponding non-linear closure problems, the global permeability tensor, including contributions from inertia (Forchheimer term) is determined. Finally, generalization of this methodology to other types of non-linear flows such as compressible or flows with temperature-dependent properties is examined.

16:30

Impact de gouttes sur surfaces froides

* *Christophe Josserand (LadHyX)*

Rodolphe Grivet (LadHyX)

Thomas Séon (D'Alembert)

Axel Huerre (MSC)

Nous étudierons l'influence de la température du substrat lors de l'impact d'une goutte d'eau et caractériserons en particulier comment la transition vers le splashing est affectée.

16:45

Dynamic pore-network modeling of transition from viscous fingers to compact foam during drainage

* *Federico Lanza (Université Paris-Saclay, NTNU)*

Santanu Sinha (NTNU)

Alex Hansen (NTNU)

Alberto Rosso (Université Paris-Saclay)

Laurent Talon (Université Paris-Saclay)

For immiscible displacement in porous media, it is known that the competition between the characteristic forces involved, like viscous and capillary, determines the macroscopic structure of the invasion pattern. In this work, we perform a numerical study of a drainage event in which a transition from viscous fingers to compact foam is observed. A pore network model, recently developed and used for two-phase flow studies, is adopted. In our case, the non wetting phase is injected while imposing a constant pressure drop between the inlet and the outlet. We proved that the distance from the inlet at which the transition occurs follows a non-trivial power-law decay with both the global parameters, namely the viscosity ratio and the capillary number. Moreover, we discuss the relationship between the evolution of the total flow rate and the local pressure drop, showing that the foam formed affects global mobility. We also observed fluctuations in the local flow rate field and discuss their possible connection with the formation and the propagation of the foam.

17:00

Déformation de gouttes sous écoulement extensionnel en présence de tensioactifs

Julian Wailliez (LPS, Université Paris Saclay)

* *Emmanuelle Rio (LPS, Université Paris Saclay)*

Anniina Salonen (LPS, Université Paris Saclay)

Marc Leonetti (IRPHE, Aix-Marseille université)

Marc Jaeger (Ecole Centrale Marseille)

Paul Gang Chen (Ecole Centrale Marseille)

L'expérience historique de Taylor [1] permettant de déformer une goutte sous un écoulement extensionnel a été revisitée récemment pour mesurer la tension de surface d'une goutte dans une solution très concentrée en tensioactifs [2]. Dans ce travail, nous montrons qu'à des concentrations plus faibles, autour de la concentration micellaire critique, la tension de surface n'est pas suffisante pour expliquer la déformation observée et que la dynamique des molécules tensioactives doit être prise en compte. Dans une grande majorité des cas étudiés, les déformations subies par la goutte sont réduites en comparaison du cas d'une interface homogène de même tension superficielle. Nous proposons un modèle qualitatif montrant qu'une telle observation peut être expliquée par une forte asymétrie entre une adsorption lente des tensioactifs à l'équateur et leur désorption rapide aux pôles. [1] G. I. Taylor. The formation of emulsions in definable fields of flow. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character, 146(858) :501–523, oct 1934. [2]Doojin Lee and Amy Q. Shen. Interfacial tension measurements in microfluidic quasistatic extensional flows. Micromachines, 12(3) :272, 2021.

Lundi 19 juin : Fin de la journée : 17h15

[Accueil JEPS](#)

Programme JEFS 2023

Dates : lundi 19 juin et mardi 20 juin 2023

Lieu : Amphi A1, Bâtiment 625 hbar, rue Louis de Broglie, Orsay. Pour savoir comment accéder, cliquez [ici](#).

Organisation : Nicolas Grenier (LISN), Anne Sergent (LISN) et Laurent Talon (FAST)

[Lundi 19 juin](#) Mardi 20 juin

Mardi 20 juin

Mardi 20 juin : Matin 1ère session - Chair : S. Chibbaro - : 09h30

09:30

Numerical modelling of Plateau-Rayleigh instability in capillary tubes of fuel cells

* *Matthieu Rykner (Université Paris-Saclay, CEA - DES/ISAS/DM2S/SGLS/LCAN)*

Elie Saikali (Université Paris-Saclay, CEA - DES/ISAS/DM2S/SGLS/LCAN)

Adrien Bruneton (Université Paris-Saclay, CEA - DES/ISAS/DM2S/SGLS/LCAN)

Benoît Mathieu (CEA - DRT/LITEN/DEHT/SAMA/LMP)

Vadim Nikolayev (Université Paris-Saclay, CEA - DRF/IRAMIS/SPEC/SPHYNX)

Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) is a promising technology to decarbonize and electrify the transportation and many other energy systems. Electricity is produced by recombining oxygen and hydrogen that are fed via gas flow channels (GFC) in the two opposite sides of the cell. A porous medium separates the GFC from a central membrane where the electrochemical reactions occur. Water should be evacuated via the GFC. However, as the functioning temperature is low (60-80°C), water can be observed both as liquid and vapor, creating a two-phase flow in the millimetric-size GFC. Unwanted formation of liquid plugs (i.e. channel clogging) is then possible due to the Plateau-Rayleigh instability, which leads to species transport limitations, additional pressure losses and fuel cell accelerated degradation. Understanding the conditions of plug formation/evacuation is the aim of this work. The Front-Tracking module of the open-source TRUST-TrioCFD code is used to perform 2D-axisymmetrical simulations of liquid water slug formation in a model problem of a circular capillary tube. A model based on the lubrication approximation has also been developed to validate the numerical results for small Re. This preliminary work will be followed by the development of a 1D macroscopic two-phase model to be coupled to models of other PEMFC components.

09:45

Influence du vortex sur la vidange classique de Torricelli

* *Aurore Caquas (CEA, Service de Thermo-hydraulique et de Mécanique des Fluides / Unité de Mécanique, ENSTA Paris, Institut Polytechnique de Paris)*

Luc Pastur (Unité de Mécanique, ENSTA Paris, Institut Polytechnique de Paris)

Alain Genty (Université Paris-Saclay, CEA, Service de Thermo-hydraulique et de Mécanique des Fluides)

Philippe Gondret (Université Paris-Saclay, CNRS, Laboratoire FAST)

Lorsque nous vidons un récipient, il est très courant de voir un vortex se former. Comment la vidange est-elle modifiée par la présence de ce vortex ? Pour répondre à cette question, nous étudions expérimentalement la vidange d'un réservoir en rotation. Le fluide dans le réservoir est d'abord mis en rotation solide avant que la vidange ne soit déclenchée. Nous montrons que la vitesse de vidange peut être considérablement réduite par le vortex généré par la mise en rotation. Nous démontrons que la loi de vidange habituelle de Torricelli doit être modifiée avec la déformation de surface et que le temps de vidange est principalement régi par un paramètre sans dimension correspondant au rapport entre la taille de la sortie et l'épaisseur de la couche limite d'Ekman. * A. Caquas, L. R. Pastur, A. Genty, and P. Gondret Phys. Rev. Fluids 8, 044702 – Published 25 April 2023

10:00

Dynamiques bistables markoviennes en décrochage d'une aile

* *Ivan KHARSANSKY ATALLAH (ENSTA PARIS et CentraleSupélec)*

Luc PASTUR (ENSTA PARIS)

Romain MONCHAUX (ENSTA PARIS)

Laurent ZIMMER (CentraleSupélec)

Nous étudions expérimentalement la dynamique de décrochage d'un profil symétrique mince (NACA0012) pour des nombres de Reynolds Re allant de 50 000 à 110 000. Nous confirmons que des oscillations à basse fréquence peuvent être observées dans la gamme la plus basse des nombres de Reynolds, comme cela a été décrit dans plusieurs études numériques et expérimentales. Nous avons découvert qu'au-delà d'une valeur critique du nombre de Reynolds, la dynamique de l'aile devient bi-stable intermittente et remplace les oscillations à basse fréquence. Dans ce nouveau régime, la boucle d'hystérésis

attendue n'est pas observée en raison de la dynamique intermittente, qui relie les deux branches de solutions pour un angle d'attaque fixe. À notre connaissance, cette dynamique bi-stable intermittente n'a encore jamais été décrite dans la dynamique de décrochage d'une aile. Elle est caractérisée par des transitions aléatoires sans mémoire entre les états d'écoulements complètement attaché et complètement détaché ; elle peut être décrite par la théorie des chaînes de Markov continues et des événements rares.

10:15

Turbulence d'ondes internes dans un fluide stratifié, avec et sans modes propres du domaine fluide

* *N. Lanchon (FAST, Université Paris-Saclay & CNRS)*

D.O. Mora (FAST, Université Paris-Saclay & CNRS)

E. Monsalve (FAST, Université Paris-Saclay & CNRS)

P.-P. Cortet (FAST, Université Paris-Saclay & CNRS)

L'une des caractéristiques des modèles océaniques globaux est l'utilisation de paramétrisations rendant compte de la dynamique aux « petites échelles », auxquelles il est attendu que la stratification du fluide et les ondes internes associées jouent un rôle crucial. La théorie de la turbulence faible d'ondes internes apparaît comme une piste séduisante pour décrire cette dynamique océanique à petite échelle qui pourrait ouvrir la voie à des améliorations des modèles océaniques s'appuyant sur une théorie physique. Néanmoins, son développement se heurte à des difficultés analytiques et la pertinence des prédictions reste incertaine. Les expériences favorisant l'émergence d'un écoulement dans le régime de turbulence d'ondes internes sont donc d'un grand intérêt pour guider les travaux théoriques. Nous présenterons des expériences visant à atteindre ce régime qui est resté jusqu'ici globalement inaccessible en laboratoire. Ref : N. Lanchon, D.O. Mora, E. Monsalve, P.-P. Cortet, *Physical Review Fluids* 8 054802 (2023)

10:30

Approximation différentielle pour la turbulence 2D

* *Pierre Morel (Université Paris-Saclay, Laboratoire de Physique des Plasmas)*

Özgür D. Gürcan (CNRS, Laboratoire de Physique des Plasmas)

Un modèle d'approximation différentielle des transferts turbulents d'énergie est proposé pour la turbulence 2D incompressible, couplant équation de Navier-Stokes (en formulation potentielle), et scalaire passif advecté par l'écoulement potentiel [1]. Ces équations sont appelées équations de Hasegawa-Wakatani dans le cadre des plasmas fortement magnétisés. En prenant la limite continue des modèles en couches, ou en nous basant sur des arguments dimensionnels, nous dérivons une approximation différentielle très générale, pouvant s'appliquer à la dynamique de n'importe quel champ scalaire, et dont la troncature de Navier-Stokes est vue comme un cas particulier.

Mardi 20 juin : Pause Café : 10h45

Mardi 20 juin : Matin 2ème session - Chair : P. Gondret - : 11h15

11:15

Structure Dominated Two-Dimensional Turbulence : Formation, Dynamics and Interactions of Dipole Vortices

* *Özgür D. Gürcan (Laboratoire de Physique des Plasmas, CNRS)*

Two dimensional turbulence in geophysical fluids and plasma physics tends to be spotty, intermittent and rich in large scale structures such as coherent vortices or zonal flows, due to various mechanisms of self organization. Nonlinear solutions that rely on the vanishing of nonlinearity, especially the dipole vortex solution, stand out as key aspects of this structure dominated turbulence state. Using numerical simulations, it is demonstrated that an initial condition with a small number of high intensity turbulent patches, evolves towards a state dominated by coherent structures, and in particular dipole vortices, as each patch is organized into a finite number of dipole vortices that are ejected from this initially active region. In order to study the details of this process, an initial condition of two Gaussian peaks of the stream function is considered, and it was shown to result in a Chaplygin-Lamb dipole if the peaks have the same amplitude, or a Flierl-Stern-Whitehead dipole that rotates in the direction implied by the excess of vorticity if they do not. Analytical estimates for the velocity, the radius and the radius of curvature of the resulting dipole vortex is given in terms of the peaks and widths of the initial conditions. These are then verified by a detailed comparison of the analytical form of the vorticity of the dipole vortex and its numerical realization. It is argued that since these coherent structures are spared from the strong shear forces normally exerted by the nonlinearities, and can coexist with other localized solutions, or large scale flow patterns, they provide the backbone of the structure dominated or "sporadic" turbulent state in two dimensions, on top of which other structures, waves and instabilities can develop. In order to elucidate these, a number of collision scenarios are considered. It is also shown that a simple two point vortex approximation to a dipole vortex seems to be appropriate for describing their evolution far from each-other, or for computing head on collisions between two or more dipole vortices, but not in the case of close or grazing collisions or their interaction with a nontrivial large scale flow.

11:30

Mesures 2D de température dans un écoulement proche paroi avec particules luminescentes

Guangtao Xuan (Université de Magdebourg, Allemagne)

Luming Fan (Conseil National de la Recherche du Canada, Ottawa, US)

Frank Beyrau (Université de Magdebourg, Allemagne)

* *Benoît Fond (Département d'Aérodynamique, Aeroelasticité et Acoustique, ONERA)*

Nous présentons ici une méthode de mesure basée sur des particules solides luminescentes pour des mesures 2D de température dans des écoulements en proche paroi avec une résolution de l'ordre du micron. Des particules sub-micrométriques sont ensemencées dans l'écoulement, et sous excitation par laser UV, ces particules forment des images luminescentes sur deux caméras équipées d'une lentille macro sur un champ de vue de plusieurs centimètres. Chacune des caméras est équipée d'un filtre spectral distinct afin d'exploiter le changement de couleur de la luminescence avec la température, de telle sorte que le ratio des intensités dans les deux gammes spectrales est une fonction de la température. En ajustant les images des particules avec des fonctions gaussiennes 2D, chaque particule est localisée dans un plan 2D avec une résolution de 0.2 pixels, correspondant à quelques microns. Nous montrerons que par ces ajustements de courbes, il est possible de séparer l'émission des particules de la lumière provenant de surfaces environnantes comme la paroi dans une couche limite. Comme démonstration, des mesures sont présentées dans une couche limite formée par un jet chaud débouchant le long d'une paroi froide. La température peut être alors mesurée à une distance de 40 microns de la paroi, et le profil de température est comparé au profil théorique de couche limite laminaire pour validation.

11:45

Effet de la mobilité sur la convergence du modèle Cahn-Hilliard/Navier-Stokes dans le cas de l'instabilité de Rayleigh-Taylor

Raphael Zanella (Laboratoire PMC, École Polytechnique)

* *Hervé HENRY (Laboratoire PMC, École Polytechnique)*

Les modèles d'interface diffuse comme le modèle de Cahn Hilliard permettent de simuler simplement des écoulements multiphasiques. Ici par une étude numérique dans le cas de l'instabilité de Rayleigh-Taylor en lien avec des calculs asymptotiques et une interprétation physique nous montrons que le choix des paramètres du modèle (épaisseur d'interface et mobilité) doit être fait suivant certaines règles afin d'assurer une convergence optimale.

12:00

Subcritical dynamics of axisymmetric rotor-stator flow

* *Artur Gesla (Sorbonne Université, LISN-CNRS, Université Paris-Saclay)*

Laurent Martin Witkowski (Univ Lyon, Univ Claude Bernard Lyon 1, CNRS, Ecole Centrale de Lyon, INSA Lyon, LMFA, UMR5509)

Yohann Duguet (LISN-CNRS, Université Paris-Saclay)

Patrick Le Quéré (LISN-CNRS, Université Paris-Saclay)

Rotor-stator flows have been studied extensively in the past. There have been many experimental observations of coexistence of both circular rolls and spiral arms [1, 2]. The origin of the latter is well understood [3] while that of the former is not. We revisit this flow using numerical simulation and dynamical systems tools. For lower values of Re , at least three flow regimes are identified - base flow, turbulent state and an edge state separating the two. This edge state features several incommensurate frequencies, involves inertial waves, and, contrary to expectations, does not originate directly from the Hopf bifurcation point. [1] L. Schouveiler, P. Le Gal, and M. P. Chauve, *Phys. Fluids*, vol. 10, pp. 2695–2697, 1998. [2] G. Gauthier, P. Gondret, and M. Rabaud, *J. Fluid Mech.*, vol. 386, pp. 105–126, 1999. [3] A. Y. Gelfgat, *Fluid Dyn. Res.*, vol. 47, p. 035502(14), 2015

12:15

Earth's Sphericity and the Dynamics of Subduction

* *Neil M. Ribe (CNRS, Université Paris-Saclay)*

Alexander Chamolly (Institut Pasteur, Paris)

The dynamics of subduction on Earth are strongly influenced by the sphericity of the tectonic plates. To understand this influence, we study an axisymmetric model of a dense viscous spherical shell sinking in a less viscous ambient mantle. Scaling analysis of the model reveals two key dimensionless parameters: a "flexural stiffness" that determines which viscosity controls the rate of subduction, and a "dynamical sphericity number" (DSN) that measures the importance of spherical geometry. The DSN is proportional to the cotangent of the angular radius of the shell, implying the paradoxical result that the dynamical effect of sphericity is greater for small plates than for large ones. We confirm the scaling analysis using boundary-element numerical solutions, which reveal that sphericity has an especially strong influence on the hoop (longitudinal normal) stress. This result has implications for the interpretation of the moment tensors that encode the magnitude and orientation of the fault slip that generates great earthquakes.

Mardi 20 juin : Repas : 12h30

Mardi 20 juin : Après-midi 1ère session - Chair : Y. Duguet - : 13h45

13:45

Building a Boiling-Flow Multiphase CFD Framework for Nuclear Reactor Conditions

* *Corentin Reiss (Université Paris-Saclay, CEA, Service de Thermo-hydraulique et de Mécanique des Fluides)*
Antoine Gerschenfeld (Université Paris-Saclay, CEA, Service de Thermo-hydraulique et de Mécanique des Fluides)

Catherine Colin (Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS)

Multiphase CFD's predictions for boiling flow are limited by available models for interfacial heat transfer and area. Both terms are greatly interdependent. Much research has relied upon adiabatic experiments on bubbly flow to determine the contribution of coalescence and breakup terms on the interfacial area independently of heat transfer. These models are often applied to boiling flows. We develop a two-fluid Euler-Euler CFD framework based on the PolyMAC numerical scheme in CEA's open-source TrioCFD code. We implement a k - ω turbulence model, along with an original adaptive wall law treatment. Interfacial momentum closure terms are selected and validated using bubbly adiabatic experiments on vertical flows. The local experimental bubble diameter is enforced to limit interactions with interfacial area closures. We simulate the Debora experiment, an ascending boiling freon flow in a tube, and again use the experimental diameter. The long-term goal is to run simulations using independently selected coalescence-fragmentation and heat transfer closures.

14:00

Numerical modeling of accidental release of liquid hydrogen

* *Y Liang (Centre Borelli, ENS Paris-Saclay)*

Y Qu (Centre Borelli, ENS Paris-Saclay)

J M Ghidaglia (Centre Borelli, ENS Paris-Saclay)

L Liu (Technical Institute of Physics and Chemistry of the Chinese Academy of Sciences)

N Peng (Technical Institute of Physics and Chemistry of the Chinese Academy of Sciences)

Liquid hydrogen (LH2), generated from renewable energy sources, is now a major business to industries around the world. The wide use of LH2 transportation and storage systems also raises fresh concerns over their safety. Control of the hazards is the key ingredient for ensuring the safety of hydrogen systems and thus becomes the main content of the safety requirements for storage and transportation of LH2 standards. In order to provide an efficient and accurate for investigating accidental release scenarios involving cryogenic liquids such as LH2, a research project has been carried out to develop a 3D numerical model to simulate large-scale LH2 pool releases to examine the hydrogen behaviors and predict the LH2 pool size, downwind hazardous distance, and flammable mass of the hydrogen-air clouds formed for different environmental conditions and release scenarios. This paper presents our ongoing work of developing a new methodology for 3D multiphase study in thermal and thermodynamics by using an open-source CFD code, Open Foam. In order to validate this model, simulations are evaluated with the comparison with the NASA LH2 experimental data set [1]. The schematic diagram of NASA's LH2 release experiment is shown in Fig. 1. LH2 flows downward from the release point. After the heating of the air and the ground, part of the liquid hydrogen evaporates rapidly to form gaseous hydrogen, and part of it forms an LH2 pool on the ground. The hydrogen vaporized into a gaseous state and mixed with air. The early stage of diffusion is the diffusion of heavy gas, and then as the temperature rises, it becomes a buoyant mixed gas, which moves downwind and upward under the action of wind and buoyancy. This process is a complex process involving heat transfer, phase transition between multiphase, diffusion and mixing of multi-species, etc. Based on the standard solver of the open-source software Open FOAM, a new solver is developed by us. Based on the standard solver rhoReactingBuoyantFoam, we refer to the file structure of icoReactingMultiphaseInterFoam and add the VOF and phase transition models. The solver we wrote that is a compressible solver that can solve continuity, momentum, energy, composition, and VOF multiphase flow equations and supports phase transition models. This solver was used to solve the LH2 leakage process. Fig.2 is the concentration contour of the LH2 leak calculated using the new solver. The detailed settings of this simulation, including boundary conditions, discrete format, solution method, geometry and mesh, etc. are explained in detail. The simulation and experiment were compared in detail, the most critical is the comparison with NASA's sixth experiment at the hydrogen concentration at the 20 s. Through various comparisons, the validity of the simulation has been fully verified. Overall, the model-observation comparison of the hydrogen concentration distribution shows a good agreement.

14:15

Reynolds Stress Anisotropy Tensor Predictions using Neural Networks

* *Jiayi Cai (CEA-SACLAY, DES/ISAS/DM2S/STMF/LMSF | LISN-CNRS)*

Pierre-Emmanuel Angeli (CEA-SACLAY, DES/ISAS/DM2S/STMF/LMSF)

Jean-Marc Martinez (CEA-SACLAY, DES/ISAS/DM2S/SGLS/LIAD)

Guillaume Damblin (CEA-SACLAY, DES/ISAS/DM2S/SGLS/LIAD)

Didier Lucor (LISN-CNRS)

Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) based turbulence modeling is the most widely-used approach for engineering interests due to its high cost-effectiveness. Even though, despite researchers' continued focus, the RANS approach still suffers from a reliable closure model for the Reynolds stress anisotropy tensor. In recent years, advances in computing power have opened up a new way to tackle this problem with the aid of machine learning techniques. The main objective of the present work is to fully predict the Reynolds stress anisotropy tensor of plane channel flows and square duct flows by employing neural networks. Both interpolation and extrapolation predictive capability will be examined upon our testing flow configurations.

Etude des phénomènes de percement dans le cadre de la fusion par confinement inertiel

* *Laurent Masse, CEA/DAM/DIF*

Heliodore Bernard-Brunel, CEA/DAM/DIF

Ce travail s'inscrit dans le cadre des travaux, actuellement en cours au CEA/DAM, visant à obtenir l'allumage de réactions de fusion thermonucléaire au moyen de lasers de fortes puissance. On parle dans cette configuration de fusion par confinement inertiel (FCI). La FCI consiste à irradier la surface d'une capsule sphérique contenant un mélange fusible par un puissant rayonnement. L'ablation de la matière externe de la capsule engendre de formidables pressions provoquant l'implosion de l'édifice. La capsule, violemment accélérée, devient le siège d'instabilité hydrodynamique du type " Rayleigh-Taylor " pouvant compromettre l'uniformité de l'implosion et l'intégrité de la capsule elle-même. Si la simulation directe de l'ensemble des phénomènes est nécessaire il est aussi avantageux de disposer de codes d'études s'attachant à ne simuler qu'une partie du problème. Dans ce contexte, un code basé sur des méthodes intégrales, a été développé pour étudier la croissance des instabilités hydrodynamiques. La précision et l'efficacité de ces méthodes permettent d'obtenir des solutions de référence à faible coût et ainsi de générer des bases de données pouvant être utilisées pour mettre en œuvre des algorithmes de machine learning. Nous présentons ici d'une part des résultats expérimentaux de croissance d'instabilité de type Rayleigh-Taylor ainsi que la méthode que nous développons pour les interpréter.

14:45

Towards modeling the impact of the aspect ratio in an energy model describing the transient flow boiling crisis at high subcooling

* *Elie ROUMET (CEA | CNAM LAFSET)*

Raksmey NOP (CEA)

Marie-Christine DULUC (CNAM LAFSET)

Nicolas DORVILLE (CEA)

Boiling crisis under transient heat input is a phenomenon of major interest for the safety of research nuclear reactors. Recently, a model for highly subcooled flow was developed by Nop et al. (2021), which assumes the existence of a homogeneous mantle exchanging with the heating wall and the bulk flow until its saturation. We present an extension of this approach, taking into account the increase of the bulk temperature during the transient. We demonstrate that, if the assumption of an isothermal bulk is valid under the experimental conditions of Nop et al. (2021), it is no longer the case for configurations with high aspect ratios ($L/D h$), and thus for the application of the model to reactor geometries.

15:00

Alloy composition and electrical potential in liquid metal batteries

* *Sabrina Bénard (Université Paris-Saclay, LISN, CNRS)*

Wietze Herreman (Université Paris-Saclay, FAST, CNRS)

Loïc Cappanera (Department of Mathematics, University of Houston)

Caroline Nore (Université Paris-Saclay, LISN, CNRS)

In liquid metal batteries, the mixing of the alloy phase is a real issue to optimize the battery and limit the drop of the electrical potential. Most of the studies on this topic have forgotten that the electrical potential influences directly the alloy composition, through a jump in electrical potential at the electrolyte-alloy interface. This jump has been first taken into account by Weber et al. (2019), but they did not show the impact of the jump on the alloy composition. During this presentation, we show how the jump in potential affects the alloy composition, and how wrong it is to neglect it in the model.

Mardi 20 juin : Pause : 15h15

Mardi 20 juin : Après-midi 2ème session - Chair : F. Lusseyran - : 15h45

15:45

Self-Organisation of phoretic suspensions in shear flows

* *Prathmesh Vinze (LadHyX, CNRS-Ecole Polytechnique, Institut de Paris)*

Sebastien Michelin (LadHyX, CNRS-Ecole Polytechnique, Institut de Paris)

A Janus phoretic particle converts the chemical energy present in its environment to mechanical energy to self-propel. These active particles modify and respond to their hydrodynamic and chemical environment, thus allowing them to respond to an external flow and interact hydro-dynamically and chemically with other particles. These interactions are known to lead to non-trivial collective behaviour within such biological or synthetic active suspensions (e.g., cluster formation of phoretic particles or bacterial swarming). Recent experiments and analysis have demonstrated that the response of active suspensions to shear flow is non-trivial and can, in fact, lead to a significant reduction in viscosity due to the injection of energy at the microscopic scale. In this work, we numerically analyse the response to the shear of a dilute and confined suspension of chemotactic phoretic particles using a continuum model of a dilute phoretic suspension. We show that a 1D transient steady distribution driven by the effect of confinement is a common feature for the confinement and shear rate intensities considered. This 1D state is stable for strong confinement and thus observed in the long-term dynamics for small channel

widths. For wider channels, the transient state is unstable to streamwise perturbations due to the chemotactic instability, leading to particles' aggregates forming along the channel's walls. The relative arrangements of the aggregates on the two opposite walls are determined by the relative influence of shear intensity and chemotaxis and critically condition the suspension's dynamics and particle-induced flow. In the second step, we investigate the feedback effect on the flow of the self-organised suspension and, more specifically, on the effective viscosity of the suspension. We show that the induced flow and, consequently, its rheological behaviour strongly depend on the self-organisation regime. The most substantial reduction in viscosity is achieved for a weak shear case with the induced flow consisting of clockwise rotating vortices. The clockwise rotating vortices entrain the plate, thus reducing the required force at the plates to maintain a constant velocity.

16:00

Multiscale modeling of active dissolution in bacteria suspensions and swarms

* *Maxime Theillard (University of California, Merced)*

Autonomous collective motion of interacting agents in far-from-equilibrium settings is fundamental to many biological and engineering systems. Striking biological examples of such collectives are bacterial suspensions and swarms. These dense active fluids are comprised of dense motile cells interacting via the ambient medium, with each other and with boundaries. In many cases, these biological fluids may include non-motile cells or particles that together form an active two-species or a two-phase system. Here we present a new computational method for modeling such multiphase active fluids under geometric confinement. Starting from the Fokker Planck description, we formulate a continuum multiscale mean-field theory wherein the state of each phase (species) is represented by the first three orientational moments of the corresponding probability distribution function. The spatiotemporal evolution of this system is coupled hydrodynamically to the velocity and pressure fields in the suspending fluid subject to appropriate boundary conditions at the confining boundaries. The resulting nonlinear system is solved using parallel hybrid level-set-based discretization on adaptive Cartesian grids for high computational efficiency and maximal flexibility in the confinement geometry. Computational explorations demonstrate that we can reproduce emergent collective patterns observed in confined dense bacteria suspensions and predict essential features of experimentally observed dissolution dynamics in two-phase bacteria swarms. Our work lays the foundation for a systematic characterization of multi-phase natural systems such as bacterial colonies and biomimetic synthetic systems such as active colloidal suspensions or field-activated interacting programmable matter.

16:15

Mouvement phototactique des microalgues peut remplacer l'agitation mécanique dans un photobioréacteur

German Dario MARTINEZ (FAST)

Behnam Taidi (LGPM)

* *Mojtaba Jarrahi (FAST)*

Nous avons étudié la réponse phototactique de la microalgue *C. reinhardtii* pour déclencher une agitation d'origine biologique dans un photo-bioréacteur. Nous avons stimulé les microalgues en les faisant nager en directions opposées suivant des cycles de 40 minutes (20' vers la droite, 20' vers la gauche). Ce mouvement oscillatoire a perduré plusieurs jours tout en maintenant une amplitude comparable à la largeur du photo bioréacteur. La phototaxie a permis aux algues de rester en suspension; ainsi, il a été possible de d'agiter la culture d'une façon non conventionnelle seulement par contrôle de la lumière et sans apport d'énergie mécanique externe.

16:30

Active Viscous Fingering

* *C. Douarche (FAST)*

A. Ganesh (FAST)

H. Auradou (FAST)

Adding swimming bacteria to a liquid lowers its viscosity. We study how this phenomenon can lead to the formation of viscous Saffman–Taylor fingers which occurs when a less viscous fluid is injected into a more viscous fluid. To prove that active fluids can induce this instability, we injected bacterial suspensions into a Hele-Shaw cell containing the suspending fluid. The velocity, length, and width of the Saffman-Taylor fingers observed are identical to those obtained with a pair of Newtonian fluids with different viscosities. Our study determines the onset conditions of the Saffman-Taylor instability from an active fluid.

Mardi 20 juin : Clôture : 16h45

[Accueil JEFS](#)