44ème Congrès d'Analyse Numérique

28 mai au 1er juin 2018

Cap d'Agde (Hérault)

Table des matières

Informations générales

Plan du site Azureva

Programme

Lundi *Mardi* *Mercredi* *Jeudi* *Vendredi* *Salle Ciel* *Salle Azur* *Salle Nuit* *Salle Ut* *Salle Marin*

Conférences plénières (ordre alphabétique des orateurs)

Mini-Symposiums (ordre alphabétique des orateurs)

Sessions thématiques (ordre alphabétique des orateurs)

Communications (ordre alphabétique des orateurs)

Posters (ordre alphabétique des exposants)

Liste des exposés (ordre chronologique)

Liste des orateurs

Liste des présidents de séance

Liste des participants

Résumés des exposés (ordre alphabétique des orateurs)

Informations générales

- Ce document est régulièrement mis à jour durant le congrès. La version mise à jour peut être obtenue sur le lien suivant :

  http://smai.emath.fr/canum2018/resumes/book.pdf

- ou en version plus légère (sans les abstracts) :

  http://smai.emath.fr/canum2018/resumes/planning.pdf

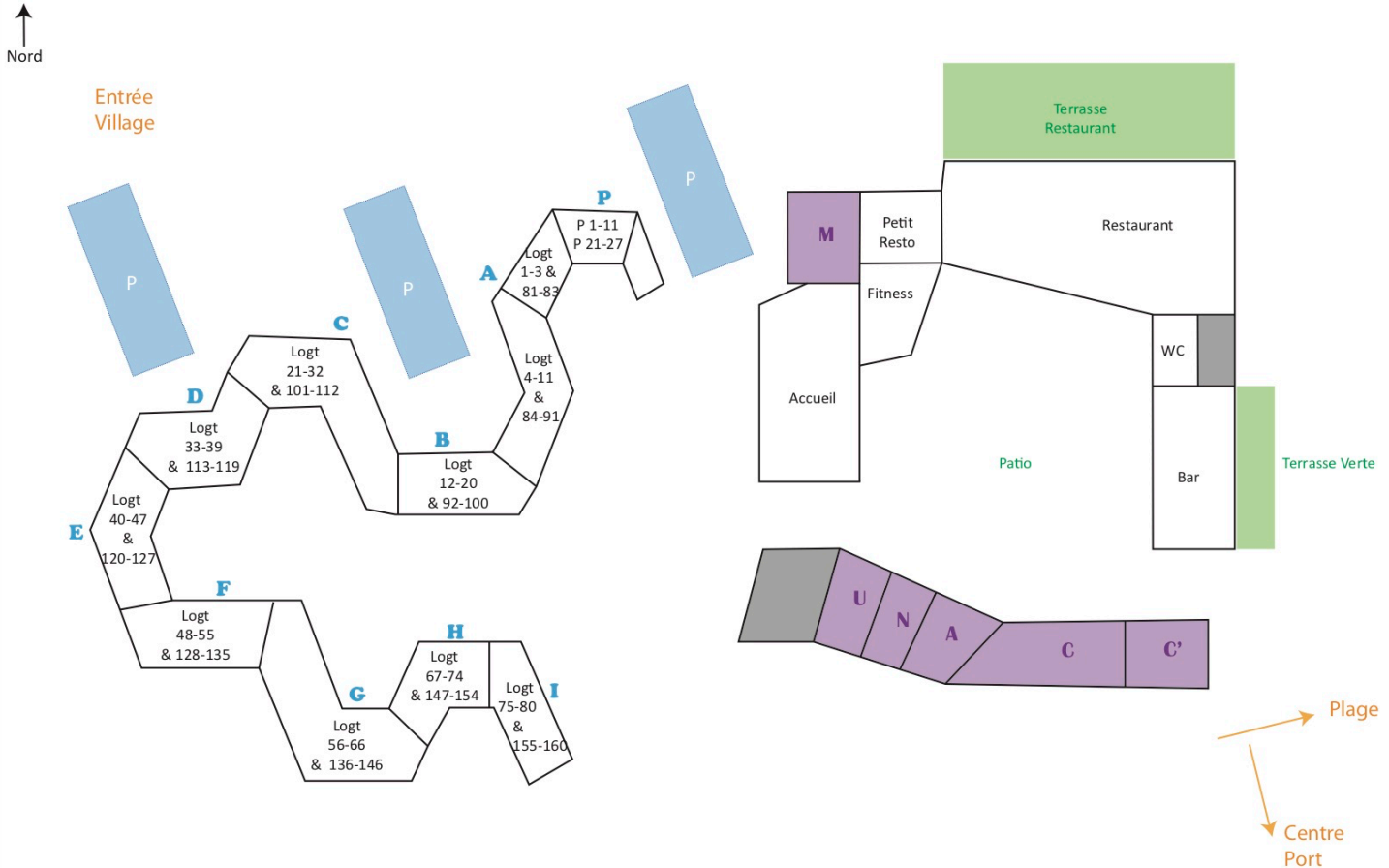
- Vous pouvez aussi accéder au site web du Canum 2018 pour consulter le programm détaillé :

  http://smai.emath.fr/canum2018/programme_detaille.php

- Le site web du Canum 2018 se trouve à l'adresse URL :

  http://smai.emath.fr/canum2018/index.php

Plan du site Azureva



Programme

<table>
<tr><th></th><th>Lundi</th><th>Mardi</th><th>Mercredi</th><th>Jeudi</th><th>Vendredi</th></tr>
<tr><td>8h30—9h30</td><td rowspan="5">Arrivées</td><td>Laurence Halpern</td><td>Sepideh Mirrahimi</td><td>Stéphanie Salmon</td><td rowspan="2">Mini Symposiums</td></tr>
<tr><td>9h30—10h30</td><td>Enrique Zuazua</td><td>Gabriel Peyré</td><td>Christophe Prieur</td></tr>
<tr><td>10h30—11h</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td></tr>
<tr><td>11h—12h</td><td rowspan="2">Communications</td><td rowspan="2">Communications</td><td rowspan="2">Communications</td><td>Raphaèle Herbin</td></tr>
<tr><td>12h—12h30</td><td rowspan="11">Fin du Congrès
Départs</td></tr>
<tr><td>12h30—14h</td><td></td><td>Déjeuner</td><td>Déjeuner</td><td>Déjeuner</td></tr>
<tr><td>14h—15h</td><td>F. Alabau-Boussouira</td><td rowspan="2">Mini Symposiums</td><td rowspan="6">Après-midi libre</td><td rowspan="2">Mini Symposiums</td></tr>
<tr><td>15h—16h</td><td>Marc Hoffmann</td></tr>
<tr><td>16h—16h30</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td></tr>
<tr><td>16h30—17h30</td><td rowspan="2">Mini Symposiums</td><td>Posters</td><td>Communications</td></tr>
<tr><td>17h30—18h30</td><td rowspan="2">Session Thématique</td><td rowspan="2">Session Thématique</td></tr>
<tr><td>18h30—19h</td><td></td></tr>
<tr><td>19h—19h30</td><td>Apéritif de bienvenue</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>19h30—21h</td><td>Dîner</td><td>Dîner</td><td>Dîner</td><td rowspan="3">Dîner de Gala
Soirée danstante</td></tr>
<tr><td>21h</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="2">Session Thématique</td></tr>
<tr><td>21h–22h30</td></tr>
<tr><td>22h30–Aube</td><td></td></tr>
</table>

Lundi

	Salle Ciel	Salle Azur	Salle Nuit	Salle Ut	Salle Marin
14h—15h	F. Alabau-Boussouira				
15h—16h	Marc Hoffmann				
16h—16h30	Pause				
16h30—17h30	Energies renouvelables et gestion énergétique durable	Limites diffusives d'équations cinétiques	Optimisation pour la science de données	Méthodes lagrangiennes & écoulements incompressibles	Eléments finis et discrétisations compatibles
17h30—18h30					
18h30—19h					
19h—19h30	Apéritif de bienvenue				
19h30—21h	Dîner				

Mardi

	Salle Ciel	Salle Azur	Salle Nuit	Salle Ut	Salle Marin
8h30—9h30	Laurence Halpern				
9h30—10h30	Enrique Zuazua				
10h30—11h	Pause				
11h—12h	Communications	Communications	Communications	Communications	
12h—12h30					
12h30—14h	Déjeuner				
14h—15h	Méthodes de discrétisation polytopale et applications	Analyse asymptotique et équations de Hamilton-Jacobi	Quantification des incertitudes dans le domaine industriel	Schémas numériques pour les écoulements compressibles	Modélisation et gestion du trafic routier
15h—16h					
16h—16h30	Pause				
16h30—17h30	Posters				
17h30—18h30	Mathématiques et apprentissages à distance				
18h30—19h					
19h—19h30					
19h30—21h	Dîner				

Mercredi

	Salle Ciel	Salle Azur	Salle Nuit	Salle Ut	Salle Marin
8h30—9h30	Sepideh Mirrahimi				
9h30—10h30	Gabriel Peyré				
10h30—11h	Pause				
11h—12h	Communications	Communications	Communications	Communications	
12h—12h30					
12h30—14h	Déjeuner				
14h—15h	Après-midi libre				
15h—16h					
16h—16h30					
16h30—17h30					
17h30—18h30					
18h30—19h					
19h—19h30					
19h30—21h	Dîner				
21h	En route pour Jupyter				
21h–21h30					

Jeudi

	Salle Ciel	Salle Azur	Salle Nuit	Salle Ut	Salle Marin
8h30—9h30	Stéphanie Salmon				
9h30—10h30	Christophe Prieur				
10h30—11h	Pause				
11h—12h	Communications	Communications	Communications	Communications	
12h—12h30					
12h30—14h	Déjeuner				
14h—15h	Utilisation de conditions limites transparent/absorbant	Systèmes avec diffusion croisée	Schémas de Boltzmann sur réseau	Modélisation numérique pour l'ingénierie hydraulique	Identification et complétion de données
15h—16h					
16h—16h30	Pause				
16h30—17h30	Communications	Communications	Communications	Communications	
17h30—18h30	*Joseph Fourier et les EDP de la physique*				
18h30—19h					
19h—19h30					
19h30—21h	Dîner de Gala Soirée danstante				
21h–Aube					

Vendredi

	Salle Ciel	Salle Azur	Salle Nuit	Salle Ut	Salle Marin
8h30—9h30	Optimisation de forme et fabrication additive	SINECUR : SImulatioN d'ECoulements mUlti-Régime	Méthodes numériques en mécanique du contact	Algorithme de type MCMC pour la biologie	Contrôle des équations aux dérivées partielles
9h30—10h30					
10h30—11h	Pause				
11h—12h	Raphaèle Herbin				

Salle Ciel

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
8h30—9h30	Arrivées	Laurence Halpern	Sepideh Mirrahimi	Stéphanie Salmon	Optimisation de forme et fabrication additive
9h30—10h30		Enrique Zuazua	Gabriel Peyré	Christophe Prieur	
10h30—11h		Pause	Pause	Pause	Pause
11h—12h		Communications	Communications	Communications	Raphaèle Herbin
12h—12h30					Fin du Congrès Départs
12h30—14h		Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner	
14h—15h	F. Alabau-Boussouira	Méthodes de discrétisation polytopale et applications	Après-midi libre	Utilisation de conditions limites transparent/absorbant	
15h—16h	Marc Hoffmann				
16h—16h30	Pause	Pause		Pause	
16h30—17h30	Energies renouvelables et gestion énergétique durable	Posters		Communications	
17h30—18h30		Mathématiques et apprentissages à distance		*Joseph Fourier et les EDP de la physique*	
18h30—19h					

Salle Ciel
Lundi

Conférences plénières

Séance présidée par Jean-Pierre Puel

14h00 — Fatiha Alabau-Boussouira : *Méthode de convexité avec poids-optimal pour les EDP hyperboliques et schémas de discrétisations numériques uniformes en temps et espace* ☞

15h00 — Marc Hoffmann : *Estimation statistique pour des modèles de population structurés en âge* ☞

Mini-symposium : *Energies renouvelables et gestion énergétique durable*

Organisé par Ionut Danaila

16h30 — Vincent Moureau : *Highly resolved Large-Eddy Simulation of wind turbine wakes* ☞

17h00 — Stéphane Le Masson : *Optimisation énergétique des réseaux de télécommunications* ☞

17h30 — Aina Rakotondrandisa : *Modélisation et simulation de matériaux à changement de phase* ☞

18h00 — Pierre-Henri Tournier : *Simulation avec FreeFem++ d'un bâtiment exothermique* ☞

Salle Ciel
Mardi

Conférences plénières

Séance présidée par Thierry Horsin

08h30 — Laurence Halpern : *Algorithmes de décomposition de domaines discrets pour des problèmes elliptiques anisotropes*

09h30 — Enrique Zuazua : *Reaction-diffusion models, constraints and control*

Mini-symposium : *Méthodes de discrétisation polytopale et applications*

Organisé par Simon Lemaire

14h00 — Daniele Di Pietro : *Some non-standard applications of the Raviart-Thomas-Nédélec element*

14h30 — Cindy Guichard : *La méthode de discrétisation du gradient, un formalisme pour l'analyse de schémas numériques pour des problèmes de type diffusion.*

15h00 — Clément Cancès : *Schémas entropiquement stables sur maillage généraux pour des équations de convection diffusion*

15h30 — Francesco Bonaldi : *Une approche Galerkin discontinue au problème élasto-acoustique sur des maillages polyédriques*

Communications

Séance présidée par Pascal Omnes

11h00 — Pierrick Quemar : *Variation et amélioration numérique 3D modélisant des problèmes d'écoulement dans des milieux naturels ou artificiels* ☞

11h20 — Giulia Lissoni : *Méthode DDFV pour le problème de Navier-Stokes avec des conditions aux bords ouvertes* ☞

11h40 — Olivier Ozenda : *Un modèle viscoélastique pour les suspensions de particules rigides* ☞

12h00 — Soumaya Oueslati : *Evaluation of singular integrals arising from boundary element method in electromagnetism* ☞

Session thématique

Session organisée par Edwige Godlewski, Thierry Horsin, Françoise Issard

17h30 — Edwige Godlewski : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞

17h30 — Françoise Issard : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞

17h30 — Alexis Herault : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞

17h30 — Thierry Horsin : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞

Salle Ciel
Mercredi

Conférences plénières

Séance présidée par Tahar Z. Boulmezaoud

08h30 — Sepideh Mirrahimi : *Approche Hamilton-Jacobi pour des modèles venant de la biologie évolutive* ☞

09h30 — Gabriel Peyré : *Transport optimal numérique pour la science de données* ☞

Communications

Séance présidée par Benjamin Graille

11h00 — Rémi Cornaggia : *Enriched finite elements for high-frequency vibrations of geometrically heterogeneous bars and Timoshenko beams* ☞

11h20 — Vivian Rizik : *Global BV Solution for a Non-Local Coupled System Modeling the Dynamics of Dislocation Densities* ☞

11h40 — Marc Josien : *Étude théorique et numérique d'une équation intégrodifférentielle modélisant des dislocations* ☞

12h00 — Romain Hild : *Towards real time computation of 3D magnetic field in parametrized Polyhelix magnets using a reduced basis Biot-Savart model* ☞

Session thématique

Session organisée par Loic Gouarin, Violaine Louvet

21h00 — Violaine Louvet : *En route pour Jupyter* ☞

21h00 — Pierre Navaro : *En route pour Jupyter* ☞

21h00 — Loic Gouarin : *En route pour Jupyter* ☞

Salle Ciel
Jeudi

Conférences plénières

Séance présidée par François Dubois

08h30 — Stéphanie Salmon : *Du numérique pour étudier le cerveau*

09h30 — Christophe Prieur : *Contrôle échantillonné de systèmes hyperboliques linéaires*

Mini-symposium : *Utilisation de conditions limites transparent/absorbant*

Organisé par Olivier Wilk

14h00 — Sophie Thery : *Algorithmes de Schwarz et conditions absorbantes pour le couplage océan atmosphère*

14h30 — Axel Modave : *Conditions aux limites absorbantes d'ordre élevé pour l'équation de Helmholtz : traitement des coins et application en DDM*

15h00 — Antoine Rousseau : *Utilisation de conditions aux limites transparentes pour le couplage de modèles en océanographie côtière*

15h30 — Jose Orellana : *Conditions aux limites absorbantes pour l'étude de l'écoulement d'un fluide stratifié autour d'un corps rigide.*

Communications

Séance présidée par Stéphanie Salmon

11h00 — Florian Omnes : *Modeling and optimization of hourglass-shaped aquaporins* ☞

11h20 — Nezha Mamouni : *Extraction of fetal ECG signal* ☞

11h40 — Santiago Montaner : *A first order mixed formulation for the numerical controllability of waves.* ☞

12h00 — Mohamed Ghattassi : *On The Solutions of Direct Contact Membrane Distillation Parabolic Systems* ☞

Communications

Séance présidée par Frédéric de Gournay

16h30 — Lydie Uro : *Reconstruction method of 3D objects for facial reconstruction and segmentation of medical imaging* ☞

16h50 — Hanane Dalimi : *La segmentation d'images par EM/MPM* ☞

17h10 — Leo Lebrat : *Transport Optimal* $\frac{3}{4}$ *discret* ☞

Session thématique

Session organisée par Martin Andler

17h45 — Martin Andler : *Joseph Fourier et les équations aux dérivées partielles de la physique* ☞

Salle Ciel
Vendredi

Conférences plénières

Séance présidée par Christophe Chalons

11h00 — Raphaèle Herbin : *Schémas décalés pour les écoulements compressibles* ☞

Mini-symposium : *Optimisation de forme et fabrication additive*

Organisé par Olivier Pantz, Grégoire Allaire

08h30 — Lukas Jakabcin : *Prise en compte des contraintes thermiques en optimisation de formes construites par fabrication additive* ☞

09h00 — Perle Geoffroy Donders : *Optimisation topologique par homogénéisation de structures 3D localement périodiques* ☞

09h30 — Alexis Faure : *Optimisation de forme dédiée à la fabrication additive : prise en compte de l'anisotropie mécanique* ☞

10h00 — Beniamin Bogosel : *Optimisation des supports en fabrication additive* ☞

Salle Azur

	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
8h30—9h30	Arrivées				SINECUR : SImulatioN d'ECoulements mUlti-Régime
9h30—10h30					
10h30—11h		Pause	Pause	Pause	Pause
11h—12h		Communications	Communications	Communications	
12h—12h30					Fin du Congrès Départs
12h30—14h		Déjeuner	Déjeuner	Déjeuner	
14h—15h		Analyse asymptotique et équations de Hamilton-Jacobi	Après-midi libre	Systèmes avec diffusion croisée : modélisation, analyse et approximation	
15h—16h					
16h—16h30	Pause	Pause		Pause	
16h30—17h30	Limites diffusives d'équations cinétiques			Communications	
17h30—18h30					
18h30—19h					

Salle Azur
Lundi

Mini-symposium : *Limites diffusives d'équations cinétiques*

Organisé par Thomas Rey, Marianne Bessemoulin, Anais Crestetto

16h30 — Emeric Bouin : *Hypocoercivity without confinement* ☞

17h00 — Maxime Herda : *Comportements asymptotiques de l'équation de Vlasov-Poisson-Fokker-Planck* ☞

17h30 — Hélène Hivert : *Schémas numériques pour une équation cinétique avec limite de diffusion et scaling anormal* ☞

18h00 — Florian Blachère : *Benchmark de schémas AP* ☞

Salle Azur
Mardi

Mini-symposium : *Analyse asymptotique et équations de Hamilton-Jacobi*

Organisé par Alvaro Mateos Gonzalez, Hélène Hivert

14h00 — Emeric Bouin : *Large deviations for velocity-jump processes* ☞

14h30 — Jessica Guerand : *Estimations dérreur d'un schéma aux différences finies associé à une équation de Hamilton-Jacobi sur une jonction* ☞

15h00 — Samuel Nordmann : *Dynamique de concentration d'une population structurée par âge et phénotype.* ☞

15h30 — Florian Patout : *Thin front limit of an integro-differential equation with fat-tailed kernels* ☞

Communications

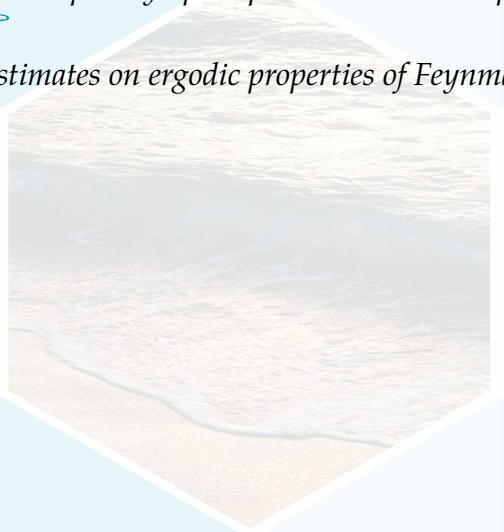
Séance présidée par Pierre Gabriel

11h00 — Sophie Hecht : *Incompressible limit of a continuum model of tissue growth with segregation for two cell populations*

11h20 — Hugo Martin : *Analyse d'une équation de croissance-fragmentation structurée en taille et incrément de taille*

11h40 — Guillaume Cantin : *Dynamique asymptotique d'un réseau couplé de systèmes de réaction-diffusion pour un modèle géographique*

12h00 — Gregoire Ferre : *Error estimates on ergodic properties of Feynman–Kac semigroups*



Salle Azur
Mercredi

Communications

Séance présidée par Didier Lucor

11h00 — Guillaume Delay : *Simulation de la stabilisation d'un problème fluide–structure* ☞

11h20 — Sébastien Kolb : *Analyse de bifurcations rencontrées en dynamique du vol et en aéroélasticité* ☞

11h40 — Arnaud Sengers : *Algorithmes de convolution-redistanciation pour le couplage fluide-structure en coordonnées eulériennes* ☞

12h00 — Krisztian Benyo : *Interaction vague-structure pour des modèles d'ondes longues en présence d'un objet en translation au fond* ☞

Salle Azur
Jeudi

Mini-symposium : *Systèmes avec diffusion croisée*

Organisé par Clément Cancès

14h00 — Thomas Lepoutre : *Construction de solutions pour les systèmes de diffusion croisée*

14h30 — Ariane Trescases : *Relaxation d'un système avec réaction rapide vers un système de diffusion croisée en Dynamique des populations*

15h00 — Lara Trussardi : *Modèle de diffusion-croisée pour le mouvement de foule*

15h30 — Boris Andreianov : *Existence des solutions et approximation volumes finis pour certains systèmes de diffusion croisée*

Communications

Séance présidée par Emmanuelle Crépeau

11h00 — Marcella Bonazzoli : *Préconditionneurs parallèles et éléments finis d'ordre élevé pour des problèmes issus de l'imagerie médicale du cerveau*

11h20 — Tarik Madani : *Implémentation d'une méthode d'identification de champs mécaniques basée sur l'Erreur en Relation de Comportement*

11h40 — Faker Ben Belgacem : *Complétion de données. Régularisation et éléments finis*

12h00 — Janelle Katharine Hammond : *PBDW: a reduced order variational data assimilation method for real-time monitoring of urban air quality*

Communications

Séance présidée par Faker Ben Belgacem

16h30 — Michel Duprez : *Problèmes de contrôle liés aux mouvements de foules*

16h50 — Houssam Abdoul Anziz : *Continua models with strain gradient energy obtained by rigorous homogenization*

17h10 — Aissam Jebrane : *Estimating contact forces in a dense crowd*

Salle Azur
Vendredi

Mini-symposium : *SINECUR : SImulatioN d'ECoulements mUlti-Régime*

Organisé par Pascal Tremblin, Samuel Kokh

08h30 — David Iampietro : *A self-adaptive flux-vector-splitting scheme capturing the multi-scale waves of compressible low-velocity flows* ☞

09h00 — Thomas Padioleau : *Schéma équilibre pour les écoulements compressibles en présence de gravité à tout régime de Mach* ☞

09h30 — Simon Peluchon : *A Robust Lagrange-Projection Splitting Scheme for Compressible Multiphase Flows with Viscous and Heat Conduction Effects: Application to the Melting Process* ☞

10h00 — Maxime Stauffert : *Un schéma Lagrange-projection tout régime et équilibre pour les équations de Saint-Venant sur maillage non-structuré* ☞

Salle Nuit

<table>
<tr><th></th><th>Lundi</th><th>Mardi</th><th>Mercredi</th><th>Jeudi</th><th>Vendredi</th></tr>
<tr><td>8h30—9h30</td><td rowspan="5">Arrivées</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2">Méthodes numériques
en mécanique du contact</td></tr>
<tr><td>9h30—10h30</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>10h30—11h</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td></tr>
<tr><td>11h—12h</td><td rowspan="2">Communications</td><td rowspan="2">Communications</td><td rowspan="2">Communications</td><td></td></tr>
<tr><td>12h—12h30</td><td rowspan="6">Fin du Congrès
Départs</td></tr>
<tr><td>12h30—14h</td><td>Déjeuner</td><td>Déjeuner</td><td>Déjeuner</td></tr>
<tr><td>14h—15h</td><td></td><td rowspan="2">Quantification des
incertitudes (...)</td><td rowspan="5">Après-midi libre</td><td rowspan="2">Schémas de
Boltzmann sur réseau</td></tr>
<tr><td>15h—16h</td><td></td></tr>
<tr><td>16h—16h30</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td></tr>
<tr><td>16h30—17h30</td><td rowspan="2">Optimisation pour la
science de données</td><td></td><td>Communications</td></tr>
<tr><td>17h30—18h30</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>18h30—19h</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Salle Nuit
Lundi

Mini-symposium : *Optimisation pour la science de données*

Organisé par Gabriel Peyré

16h30 — Claire Boyer : *On the gap between local recovery guarantees in structured compressed sensing and oracle estimates* ☞

17h00 — Remi Giraud : *Superpixels pour l'analyse et le traitement d'images* ☞

17h30 — Camille Sutour : *Débruitage de bruit impulsionnel via la coopération des méthodes non locales et TV-Lp.* ☞

18h00 — Pauline Tan : *Descentes de gradient proximal alternées par blocs pour l'optimisation non convexe sous contraintes multi-convexes. Applications à l'imagerie hyperspectrale et à la colorisation d'images* ☞

Salle Nuit
Mardi

Mini-symposium : *Quantification des incertitudes dans le domaine industriel*

Organisé par Didier Lucor

14h00 — Anne-Laure Popelin : *Traitement des incertitudes et validation des codes de calcul : principaux enjeux EDF et applications* ☞

14h30 — Merlin Keller : *Calage et Validation des modèles de simulation numérique : vers un cadre unifié* ☞

15h00 — Francois Sanson : *Uncertainty quantification for fragmentation prediction of reentering space object* ☞

15h30 — Sylvain Dubreuil : *Propagation d'incertitude de modèle pour l'optimisation multidisciplinaire* ☞

Communications

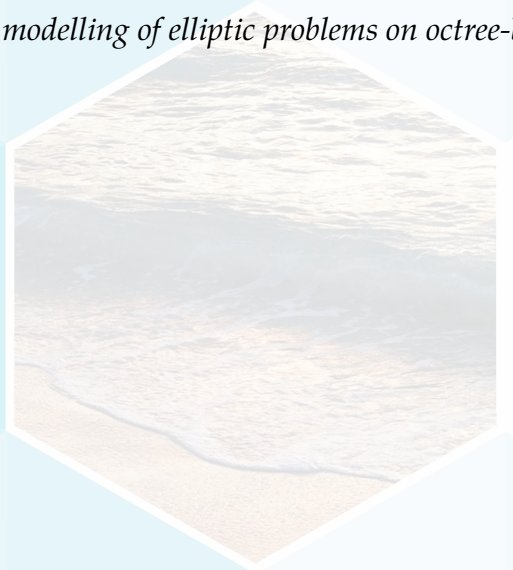
Séance présidée par Florian Blachère

11h00 — Matthieu Aussal : *Gypsilab, un espace de prototypage numérique sous Matlab*

11h20 — Georges Sadaka : *FreeVol++ 2D, solve finite volume method with FreeFem++*

11h40 — Brahim Yahiaoui : *AGENDA : Construction d'une Base de Données Pertinente pour un Modèle d'Apprentissage Automatique*

12h00 — Alice Raeli : *Numerical modelling of elliptic problems on octree-based meshes*



Salle Nuit
Mercredi

Communications

Séance présidée par Clément Cancès

11h00 — Camilla Fiorini : *Analyse de sensibilité pour les équations d'Euler*

11h20 — Teddy Pichard : *Sur un système hyperbolique avec un terme source discontinu*

11h40 — Jonas Zeifang : *A Comparison of Splitting Techniques for the Isentropic Euler Equations*

12h00 — Mohamed Alahyane : *A new approach of the fluid model based on the LBM method*

Salle Nuit
Jeudi

Mini-symposium : *Schémas de Boltzmann sur réseau*

Organisé par François Dubois, Benjamin Graille

14h00 — Benjamin Graille : *Schémas de Boltzmann sur réseau et schémas de relaxation*

14h30 — Loic Gouarin : *pyLBM : un logiciel libre de Boltzmann sur réseau*

15h00 — Filipa Caetano : *Convergence d'un schéma de Boltzmann sur réseau monodimensionnel à deux vitesses*

15h30 — Clémentine Courtès : *Un schéma de relaxation implicite basé sur les méthodes Lattice-Boltzmann*

Communications

Séance présidée par Nicole Goutal

11h00 — Rihab Daadaa : *Méthode numérique pour la simulation*

11h20 — Quentin Wargnier : *Multiscale modeling from kinetic theory and numerical treatment of the nonconservative product for multicomponent plasma in thermal nonequilibrium: Application in solar physics*

11h40 — Marie Houillon : *High-order local time-stepping for Discontinuous Galerkin methods*

12h00 — Julien Roussel : *Spectral method for hypocoercive operators*

Communications

Séance présidée par Christine Poirier

16h30 — Yannick Privat : *Lâchers de moustiques pour le contrôle d'une épidémie*

16h50 — Pierre Terrier : *Couplage déterministe/stochastique pour la dynamique d'amas*

17h10 — Enrique Cortes : *On a simplified Nordheim equation*

Salle Nuit
Vendredi

Mini-symposium : *Méthodes numériques en mécanique du contact*

Organisé par Vanessa Lleras, Franz Chouly

08h30 — Heiko Gimperlein : *Boundary elements for contact problems: Stabilization, hp-methods, dynamics*

09h00 — Franz Chouly : *Une formulation non biaisée de Nitsche pour le contact et l'auto-contact avec frottement*

09h30 — Stefan Frei : *Fluid-structure interactions with contact using Nitsche's method*

10h00 — Patrick Hild : *Approximation par éléments finis de problèmes de contact par une méthode*

Salle Ut

<table>
<tr><th></th><th>Lundi</th><th>Mardi</th><th>Mercredi</th><th>Jeudi</th><th>Vendredi</th></tr>
<tr><td>8h30—9h30</td><td rowspan="5">Arrivées</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2">Algorithme de type MCMC pour la biologie</td></tr>
<tr><td>9h30—10h30</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>10h30—11h</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td></tr>
<tr><td>11h—12h</td><td rowspan="2">Communications</td><td rowspan="2">Communications</td><td rowspan="2">Communications</td><td></td></tr>
<tr><td>12h—12h30</td><td rowspan="6">Fin du Congrès
Départs</td></tr>
<tr><td>12h30—14h</td><td></td><td>Déjeuner</td><td>Déjeuner</td><td>Déjeuner</td></tr>
<tr><td>14h—15h</td><td></td><td rowspan="2">Schémas numériques pour les écoulements compressibles (...)</td><td rowspan="5">Après-midi libre</td><td rowspan="2">Modélisation numérique pour l'ingénierie hydraulique</td></tr>
<tr><td>15h—16h</td><td></td></tr>
<tr><td>16h—16h30</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td></tr>
<tr><td>16h30—17h30</td><td rowspan="2">Méthodes lagrangiennes pour la simulation d'écoulements (...)</td><td></td><td>Communications</td></tr>
<tr><td>17h30—18h30</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>18h30—19h</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Salle Ut
Lundi

Mini-symposium : *Méthodes lagrangiennes & écoulements incompressibles*

Organisé par Chloé Mimeau

16h30 — Alexis Herault : *Implémentation de la méthode Smoothed Particles Hydrodynamics sur processeurs graphiques* ☞

17h00 — Rémi Carmigniani : *Étude numérique d'une pompe à vagues avec la méthode SPH* ☞

17h30 — Philippe Chatelain : *Vortex Particle-Mesh methods: accurate and efficient handling of solid boundaries* ☞

18h00 — Jean-Matthieu Etancelin : *Méthode Vortex et Calcul à Hautes Performances* ☞

Salle Ut
Mardi

Mini-symposium : *Schémas numériques pour les écoulements compressibles*

Organisé par Jonathan Jung

14h00 — Pascal Omnes : *On the diffusion rate of Godunov type schemes* ☞

14h30 — Vincent Perrier : *A low Mach correction able to deal with low Mach acoustic and free of checkerboard modes* ☞

15h00 — Yohan Penel : *Low Mach number models: some advantages for numerical simulations of weakly compressible flows* ☞

15h30 — Sebastien Guisset : *An entropy satisfying two-speed relaxation system for the barotropic Euler equations. Application to the numerical approximation of low Mach number flows* ☞

Communications

Séance présidée par Martin Campos Pinto

11h00 — Yangyang Cao : *Relativistic fluid flows on FLRW cosmological spacetimes. A geometry-preserving shock-capturing scheme*

11h20 — Blanche Buet : *A Varifold Approach to Surface Approximation*

11h40 — Nicolas Lebbe : *Optimisation robuste de forme pour la nano-photonique*

12h00 — Frederic De Gournay : *Distance de Wasserstein d'une image à une mesure quelconque*

Salle Ut
Mercredi

Communications

Séance présidée par Edwige Godlewski

11h00 — Laurène Hume : *Écoulements complexes en milieu poreux : estimation de la perméabilité et transport à viscosité variable*

11h20 — Karine Laurent : *Étude d'un schéma numérique réduisant l'effet d'orientation de maillage pour les écoulements en milieu poreux*

11h40 — Xavier Lhebrard : *Schéma positif non-diffusif pour les transferts de vapeur en géothermie*

12h00 — David Maltese : *Étude d'un modèle réduit pour la simulation d'écoulements diphasiques en milieu poreux*

Salle Ut
Jeudi

Mini-symposium : *Modélisation numérique pour l'ingénierie hydraulique*

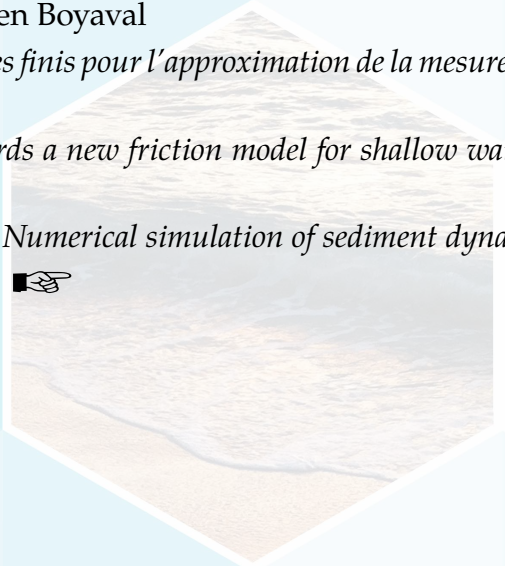
Organisé par Nicole Goutal, Sébastien Boyaval

14h00 — Sofiane Martel : *Volumes finis pour l'approximation de la mesure invariante d'une loi de conservation scalaire stochastique* ☞

14h30 — Minh Hoang Le : *Towards a new friction model for shallow water equations through an interactive viscous layer* ☞

15h00 — Alexandre Caboussat : *Numerical simulation of sediment dynamics in free surface flows* ☞

15h30 — Emmanuel Audusse : ☞



Communications

Séance présidée par Marc Bonnet

11h00 — Mohamed-Amine Bey : *Régularité H^2 de la solution du problème de Poisson-Dirichlet dans un domaine rugueux : Cas périodique et non périodique*

11h20 — Robin Gueguen : *Calcul d'acoustique de salles complexes*

11h40 — Zoïs Moitier : *Asymptotique des résonances dans un micro-résonateur optique*

12h00 — Amrita Ghosh : *Stokes and Navier-Stokes equations with Navier boundary condition*

Communications

Séance présidée par Christophe Prieur

16h30 — Alexandre Thorel : *Sur une équation de dispersion généralisée*

16h50 — Matthieu Martin : *Risk average Optimal Control Problem for elliptic PDEs with uncertain coefficients*

17h10 — Nahed Naceur : *Méthode de décomposition de domaine pour la résolution numérique d'une équation différentielle non linéaire*

Salle Ut
Vendredi

Mini-symposium : *Algorithme de type MCMC pour la biologie*

Organisé par Bertrand Cloez

08h30 — Charles-Edouard Brehier : *Analyse d'une méthode de biaisage adaptatif dans des processus de diffusion*

09h00 — Arnaud Guyader : *A Central Limit Theorem for Fleming-Viot Particle Systems*

09h30 — Pierre Monmarché : *Les PDMP cinétiques : chemotaxie et MCMC*

10h00 — Pierre Pudlo : *Échantillonnage préférentiel adaptatif multiple*

Salle Marin

<table>
<tr><th></th><th>Lundi</th><th>Mardi</th><th>Mercredi</th><th>Jeudi</th><th>Vendredi</th></tr>
<tr><td>8h30—9h30</td><td rowspan="5">Arrivées</td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2">Contrôle des équations aux dérivées partielles</td></tr>
<tr><td>9h30—10h30</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>10h30—11h</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td></tr>
<tr><td>11h—12h</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>12h—12h30</td><td rowspan="6">Fin du Congrès
Départs</td></tr>
<tr><td>12h30—14h</td><td></td><td>Déjeuner</td><td>Déjeuner</td><td>Déjeuner</td></tr>
<tr><td>14h—15h</td><td></td><td rowspan="2">Modélisation et gestion du trafic routier</td><td rowspan="5">Après-midi libre</td><td rowspan="2">Identification et complétion de données</td></tr>
<tr><td>15h—16h</td><td></td></tr>
<tr><td>16h—16h30</td><td>Pause</td><td>Pause</td><td>Pause</td></tr>
<tr><td>16h30—17h30</td><td rowspan="2">Eléments finis et discrétisations compatibles</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>17h30—18h30</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>18h30—19h</td><td></td><td></td></tr>
</table>

Salle marin
Lundi

Mini-symposium : *Eléments finis et discrétisations compatibles*

Organisé par Martin Campos Pinto

16h30 — Marcella Bonazzoli : *Éléments finis d'ordre élevé en électromagnétisme : degrés de liberté et fonctions de base en dualité* ☞

17h00 — Pierre Cantin : *An edge-based scheme on polyhedral meshes for vector advection-reaction equations* ☞

17h30 — Emmanuel Franck : *Éléments finis compatible de type Splines. Application à la physique des plasmas* ☞

18h00 — Holger Heumann : *Semi-Lagrangian Methods for Advection-Diffusion of Differential Forms* ☞

Salle marin
Mardi

Mini-symposium : *Modélisation et gestion du trafic routier*

Organisé par Paola Goatin, Maria Laura Delle Monache

14h00 — Aurelien Duret : *Suivi du trafic en temps réel et prévision du trafic à court terme, vers un dialogue entre les modèles et les données de trafic ?*

14h30 — Nicolas Forcadel : *Justification of macroscopic traffic flow model by specified homogenization of microscopic models*

15h00 — Giovanni De Nunzio : *Une application de la théorie des ondes de choc à la modèlisation et au controle du trafic urbain*

15h30 — Paolo Frasca : *Reduction of large flow networks towards scale-free structures*

Salle marin
Jeudi

Mini-symposium : *Identification et complétion de données*

Organisé par Faker Ben Belgacem, Mejdi Azaiez

14h00 — Thouraya Nouri Baranger : *Résolution de problèmes de Cauchy en mécanique non linéaire via la divergence de Bregman* ☞

14h30 — Marc Bonnet : *Identification de champs de propriétés élastiques en conditions élastodynamiques par fonctionnelles d'erreur en relation de comportement* ☞

15h00 — Franck Delvare : *Méthode de régularisation évanescente pour les problèmes inverses de complétion de données* ☞

15h30 — Cédric Bellis : *Méthodes de traitement d'images pour la reconstruction de cartes de paramètres constitutifs de matériaux hétérogènes* ☞

Salle marin
Vendredi

Mini-symposium : *Contrôle des équations aux dérivées partielles*

Organisé par Sylvain Ervedoza

08h30 — Armand Koenig : *Non-contrôlabilité à zéro de quelques équations paraboliques peu dissipatives* ☞

09h00 — Frédéric Marbach : *Contrôle de Navier-Stokes dans un rectangle, à un fantôme près* ☞

09h30 — Pierre Lissy : *Insensitizing control for linear and semi-linear heat equations with partially unknown domain* ☞

10h00 — Franck Boyer : *Propriétés spectrales et contrôlabilité* ☞

Conférences plénières (ordre alphabétique des orateurs)

exposé de : Fatiha Alabau-Boussouira
titre : *Méthode de convexité avec poids-optimal pour les EDP hyperboliques et schémas de discrétisations numériques uniformes en temps et espace* ☞
date et Lieu : Lundi à 14h00, Salle Ciel

---

exposé de : Laurence Halpern
titre : *Algorithmes de décomposition de domaines discrets pour des problèmes elliptiques anisotropes* ☞
date et Lieu : Mardi à 08h30, Salle Ciel

---

exposé de : Raphaèle Herbin
titre : *Schémas décalés pour les écoulements compressibles* ☞
date et Lieu : Vendredi à 11h00, Salle Ciel

---

exposé de : Marc Hoffmann
titre : *Estimation statistique pour des modèles de population structurés en âge* ☞
date et Lieu : Lundi à 15h00, Salle Ciel

---

exposé de : Sepideh Mirrahimi
titre : *Approche Hamilton-Jacobi pour des modèles venant de la biologie évolutive* ☞
date et Lieu : Mercredi à 08h30, Salle Ciel

---

exposé de : Gabriel Peyré
titre : *Transport optimal numérique pour la science de données* ☞
date et Lieu : Mercredi à 09h30, Salle Ciel

Conférences plénières (suite)

exposé de : Christophe Prieur
titre : *Contrôle échantillonné de systèmes hyperboliques linéaires* ☞
date et Lieu : Jeudi à 09h30, Salle Ciel

---

exposé de : Stéphanie Salmon
titre : *Du numérique pour étudier le cerveau* ☞
date et Lieu : Jeudi à 08h30, Salle Ciel

---

exposé de : Enrique Zuazua
titre : *Reaction-diffusion models, constraints and control* ☞
date et Lieu : Mardi à 09h30, Salle Ciel

Sessions thématiques

Mini-Symposiums (ordre alphabétique des orateurs)

exposé de : Boris Andreianov
titre : *Existence des solutions et approximation volumes finis pour certains systèmes de diffusion croisée* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Azur

---

exposé de : Emmanuel Audusse
titre : *Titre non précisé*
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Ut

---

exposé de : Cédric Bellis
titre : *Méthodes de traitement d'images pour la reconstruction de cartes de paramètres constitutifs de matériaux hétérogènes* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Marin

---

exposé de : Florian Blachère
titre : *Benchmark de schémas AP* ☞
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Azur

---

exposé de : Beniamin Bogosel
titre : *Optimisation des supports en fabrication additive* ☞
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Ciel

---

exposé de : Francesco Bonaldi
titre : *Une approche Galerkin discontinue au problème élasto-acoustique sur des maillages polyédriques* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Ciel

Mini-symposiums (suite)

exposé de : Marcella Bonazzoli
titre : *Éléments finis d'ordre élevé en électromagnétisme : degrés de liberté et fonctions de base en dualité* ☞
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Marin

---

exposé de : Marc Bonnet
titre : *Identification de champs de propriétés élastiques en conditions élastodynamiques par fonctionnelles d'erreur en relation de comportement* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Marin

---

exposé de : Emeric Bouin
titre : *Large deviations for velocity-jump processes* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Azur

---

exposé de : Emeric Bouin
titre : *Hypocoercivity without confinement* ☞
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Azur

---

exposé de : Franck Boyer
titre : *Propriétés spectrales et contrôlabilité* ☞
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Marin

---

exposé de : Claire Boyer
titre : *On the gap between local recovery guarantees in structured compressed sensing and oracle estimates* ☞
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Nuit

---

exposé de : Charles-Edouard Brehier
titre : *Analyse d'une méthode de biaisage adaptatif dans des processus de diffusion* ☞
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Ut

---

exposé de : Alexandre Caboussat
titre : *Numerical simulation of sediment dynamics in free surface flows* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Ut

---

exposé de : Filipa Caetano
titre : *Convergence d'un schéma de Boltzmann sur réseau monodimensionnel à deux vitesses* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Nuit

---

exposé de : Clément Cancès
titre : *Schémas entropiquement stables sur maillage généraux pour des équations de convection diffusion* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Ciel

---

exposé de : Pierre Cantin
titre : *An edge-based scheme on polyhedral meshes for vector advection-reaction equations* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Marin

---

exposé de : Rémi Carmigniani
titre : *Étude numérique d'une pompe à vagues avec la méthode SPH* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Ut

Mini-symposiums (suite)

exposé de : Philippe Chatelain
titre : *Vortex Particle-Mesh methods: accurate and efficient handling of solid boundaries*
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Ut

---

exposé de : Franz Chouly
titre : *Une formulation non biaisée de Nitsche pour le contact et l'auto-contact avec frottement*
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Nuit

---

exposé de : Clémentine Courtès
titre : *Un schéma de relaxation implicite basé sur les méthodes Lattice-Boltzmann*
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Nuit

---

exposé de : Giovanni De Nunzio
titre : *Une application de la théorie des ondes de choc à la modèlisation et au controle du trafic urbain*
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Marin

---

exposé de : Franck Delvare
titre : *Méthode de régularisation évanescente pour les problèmes inverses de complétion de données*
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Marin

---

exposé de : Daniele Di Pietro
titre : *Some non-standard applications of the Raviart-Thomas-Nédélec element*
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Ciel

Mini-symposiums (suite)

exposé de : Sylvain Dubreuil
titre : *Propagation d'incertitude de modèle pour l'optimisation multidisciplinaire* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Nuit

---

exposé de : Aurelien Duret
titre : *Suivi du trafic en temps réel et prévision du trafic à court terme, vers un dialogue entre les modèles et les données de trafic ?* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Marin

---

exposé de : Jean-Matthieu Etancelin
titre : *Méthode Vortex et Calcul à Hautes Performances* ☞
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Ut

---

exposé de : Alexis Faure
titre : *Optimisation de forme dédiée à la fabrication additive : prise en compte de l'anisotropie mécanique* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Ciel

---

exposé de : Nicolas Forcadel
titre : *Justification of macroscopic traffic flow model by specified homogenization of microscopic models* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Marin

---

exposé de : Emmanuel Franck
titre : *Éléments finis compatible de type Splines. Application à la physique des plasmas* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Marin

Mini-symposiums (suite)

exposé de : Paolo Frasca
titre : *Reduction of large flow networks towards scale-free structures* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Marin

---

exposé de : Stefan Frei
titre : *Fluid-structure interactions with contact using Nitsche's method* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Nuit

---

exposé de : Perle Geoffroy Donders
titre : *Optimisation topologique par homogénéisation de structures 3D localement périodiques* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Ciel

---

exposé de : Heiko Gimperlein
titre : *Boundary elements for contact problems: Stabilization, hp-methods, dynamics* ☞
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Nuit

---

exposé de : Remi Giraud
titre : *Superpixels pour l'analyse et le traitement d'images* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Nuit

---

exposé de : Loic Gouarin
titre : *pyLBM : un logiciel libre de Boltzmann sur réseau* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Nuit

---

exposé de : Benjamin Graille
titre : *Schémas de Boltzmann sur réseau et schémas de relaxation*
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Nuit

---

exposé de : Jessica Guerand
titre : *Estimations dérreur d'un schéma aux différences finies associé à une équation de Hamilton-Jacobi sur une jonction*
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Azur

---

exposé de : Cindy Guichard
titre : *La méthode de discrétisation du gradient, un formalisme pour l'analyse de schémas numériques pour des problèmes de type diffusion.*
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Ciel

---

exposé de : Sebastien Guisset
titre : *An entropy satisfying two-speed relaxation system for the barotropic Euler equations. Application to the numerical approximation of low Mach number flows*
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Ut

---

exposé de : Arnaud Guyader
titre : *A Central Limit Theorem for Fleming-Viot Particle Systems*
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Ut

---

exposé de : Alexis Herault
titre : *Implémentation de la méthode Smoothed Particles Hydrodynamics sur processeurs graphiques*
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Ut

---

exposé de : Maxime Herda
titre : *Comportements asymptotiques de l'équation de Vlasov-Poisson-Fokker-Planck* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Azur

---

exposé de : Holger Heumann
titre : *Semi-Lagrangian Methods for Advection-Diffusion of Differential Forms* ☞
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Marin

---

exposé de : Patrick Hild
titre : *Approximation par éléments finis de problèmes de contact par une méthode* ☞
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Nuit

---

exposé de : Hélène Hivert
titre : *Schémas numériques pour une équation cinétique avec limite de diffusion et scaling anormal* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Azur

---

exposé de : David Iampietro
titre : *A self-adaptive flux-vector-splitting scheme capturing the multi-scale waves of compressible low-velocity flows* ☞
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Azur

---

exposé de : Lukas Jakabcin
titre : *Prise en compte des contraintes thermiques en optimisation de formes construites par fabrication additive* ☞
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Ciel

Mini-symposiums (suite)

exposé de : Merlin Keller
titre : *Calage et Validation des modèles de simulation numérique : vers un cadre unifié* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Nuit

---

exposé de : Armand Koenig
titre : *Non-contrôlabilité à zéro de quelques équations paraboliques peu dissipatives* ☞
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Marin

---

exposé de : Minh Hoang Le
titre : *Towards a new friction model for shallow water equations through an interactive viscous layer* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Ut

---

exposé de : Stéphane Le Masson
titre : *Optimisation énergétique des réseaux de télécommunications* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Ciel

---

exposé de : Thomas Lepoutre
titre : *Construction de solutions pour les systèmes de diffusion croisée* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Azur

---

exposé de : Pierre Lissy
titre : *Insensitizing control for linear and semi-linear heat equations with partially unknown domain* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Marin

---

exposé de : Frédéric Marbach
titre : *Contrôle de Navier-Stokes dans un rectangle, à un fantôme près* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Marin

---

exposé de : Sofiane Martel
titre : *Volumes finis pour l'approximation de la mesure invariante d'une loi de conservation scalaire stochastique* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Ut

---

exposé de : Axel Modave
titre : *Conditions aux limites absorbantes d'ordre élevé pour l'équation de Helmholtz : traitement des coins et application en DDM* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Ciel

---

exposé de : Pierre Monmarché
titre : *Les PDMP cinétiques : chemotaxie et MCMC* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Ut

---

exposé de : Vincent Moureau
titre : *Highly resolved Large-Eddy Simulation of wind turbine wakes* ☞
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Samuel Nordmann
titre : *Dynamique de concentration d'une population structurée par âge et phénotype.* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Azur

Mini-symposiums (suite)

exposé de : Thouraya Nouri Baranger
titre : *Résolution de problèmes de Cauchy en mécanique non linéaire via la divergence de Bregman*
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Marin

---

exposé de : Pascal Omnes
titre : *On the diffusion rate of Godunov type schemes*
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Ut

---

exposé de : Jose Orellana
titre : *Conditions aux limites absorbantes pour l'étude de l'écoulement d'un fluide stratifié autour d'un corps rigide.*
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Ciel

---

exposé de : Thomas Padioleau
titre : *Schéma équilibre pour les écoulements compressibles en présence de gravité à tout régime de Mach*
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Azur

---

exposé de : Florian Patout
titre : *Thin front limit of an integro-differential equation with fat-tailed kernels*
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Azur

---

exposé de : Simon Peluchon
titre : *A Robust Lagrange-Projection Splitting Scheme for Compressible Multiphase Flows with Viscous and Heat Conduction Effects: Application to the Melting Process*
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Azur

Mini-symposiums (suite)

exposé de : Yohan Penel
titre : *Low Mach number models: some advantages for numerical simulations of weakly compressible flows* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Ut

---

exposé de : Vincent Perrier
titre : *A low Mach correction able to deal with low Mach acoustic and free of checkerboard modes* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Ut

---

exposé de : Anne-Laure Popelin
titre : *Traitement des incertitudes et validation des codes de calcul : principaux enjeux EDF et applications* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Nuit

---

exposé de : Pierre Pudlo
titre : *Échantillonnage préférentiel adaptatif multiple* ☞
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Ut

---

exposé de : Aina Rakotondrandisa
titre : *Modélisation et simulation de matériaux à changement de phase* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Ciel

---

exposé de : Antoine Rousseau
titre : *Utilisation de conditions aux limites transparentes pour le couplage de modèles en océanographie côtière* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Ciel

---

exposé de : Francois Sanson
titre : *Uncertainty quantification for fragmentation prediction of reentering space object*
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Nuit

---

exposé de : Maxime Stauffert
titre : *Un schéma Lagrange-projection tout régime et équilibre pour les équations de Saint-Venant sur maillage non-structuré*
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Azur

---

exposé de : Camille Sutour
titre : *Débruitage de bruit impulsionnel via la coopération des méthodes non locales et TV-Lp.*
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Nuit

---

exposé de : Pauline Tan
titre : *Descentes de gradient proximal alternées par blocs pour l'optimisation non convexe sous contraintes multi-convexes. Applications à l'imagerie hyperspectrale et à la colorisation d'images*
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Nuit

---

exposé de : Sophie Thery
titre : *Algorithmes de Schwarz et conditions absorbantes pour le couplage océan atmosphère*
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Ciel

---

exposé de : Pierre-Henri Tournier
titre : *Simulation avec FreeFem++ d'un bâtiment exothermique*
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Ciel

---

exposé de : Ariane Trescases
titre : *Relaxation d'un système avec réaction rapide vers un système de diffusion croisée en Dynamique des populations* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Azur

---

exposé de : Lara Trussardi
titre : *Modèle de diffusion-croisée pour le mouvement de foule* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Azur

Sessions thématiques (ordre alphabétique des orateurs)

exposé de : Martin Andler
titre : *Joseph Fourier et les équations aux dérivées partielles de la physique* ☞
date et Lieu : Jeudi à 17h45, Salle Ciel

---

exposé de : Edwige Godlewski
titre : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞
date et Lieu : Mardi à 17h30, Salle Ciel

---

exposé de : Loic Gouarin
titre : *En route pour Jupyter* ☞
date et Lieu : Mercredi à 21h00, Salle Ciel

---

exposé de : Alexis Herault
titre : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞
date et Lieu : Mardi à 17h30, Salle Ciel

---

exposé de : Thierry Horsin
titre : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞
date et Lieu : Mardi à 17h30, Salle Ciel

---

exposé de : Françoise Issard
titre : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞
date et Lieu : Mardi à 17h30, Salle Ciel

---

exposé de : Violaine Louvet
titre : *En route pour Jupyter* ☞
date et Lieu : Mercredi à 21h00, Salle Ciel

---

exposé de : Pierre Navaro
titre : *En route pour Jupyter* ☞
date et Lieu : Mercredi à 21h00, Salle Ciel

Communications (ordre alphabétique des orateurs)

exposé de : Houssam Abdoul Anziz
titre : *Continua models with strain gradient energy obtained by rigorous homogenization* ☞
date et Lieu : Jeudi à 16h50, Salle Azur

---

exposé de : Mohamed Alahyane
titre : *A new approach of the fluid model based on the LBM method* ☞
date et Lieu : Mercredi à 12h00, Salle Nuit

---

exposé de : Matthieu Aussal
titre : *Gypsilab, un espace de prototypage numérique sous Matlab* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h00, Salle Nuit

---

exposé de : Faker Ben Belgacem
titre : *Complétion de données. Régularisation et éléments finis* ☞
date et Lieu : Jeudi à 11h40, Salle Azur

---

exposé de : Krisztian Benyo
titre : *Interaction vague-structure pour des modèles d'ondes longues en présence d'un objet en translation au fond* ☞
date et Lieu : Mercredi à 12h00, Salle Azur

---

exposé de : Mohamed-Amine Bey
titre : *Régularité H^2 de la solution du problème de Poisson-Dirichlet dans un domaine rugueux : Cas périodique et non périodique* ☞
date et Lieu : Jeudi à 11h00, Salle Ut

Communications (suite)

exposé de : Marcella Bonazzoli
titre : *Préconditionneurs parallèles et éléments finis d'ordre élevé pour des problèmes issus de l'imagerie médicale du cerveau* ☞
date et Lieu : Jeudi à 11h00, Salle Azur

---

exposé de : Blanche Buet
titre : *A Varifold Approach to Surface Approximation* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h20, Salle Ut

---

exposé de : Guillaume Cantin
titre : *Dynamique asymptotique d'un réseau couplé de systèmes de réaction-diffusion pour un modèle géographique* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h40, Salle Azur

---

exposé de : Yangyang Cao
titre : *Relativistic fluid flows on FLRW cosmological spacetimes. A geometry-preserving shock-capturing scheme* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h00, Salle Ut

---

exposé de : Rémi Cornaggia
titre : *Enriched finite elements for high-frequency vibrations of geometrically heterogeneous bars and Timoshenko beams* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h00, Salle Ciel

---

exposé de : Enrique Cortes
titre : *On a simplified Nordheim equation* ☞
date et Lieu : Jeudi à 17h10, Salle Nuit

Communications (suite)

exposé de : Rihab Daadaa
titre : *Méthode numérique pour la simulation*
date et Lieu : Jeudi à 11h00, Salle Nuit

---

exposé de : Hanane Dalimi
titre : *La segmentation d'images par EM/MPM*
date et Lieu : Jeudi à 16h50, Salle Ciel

---

exposé de : Frederic De Gournay
titre : *Distance de Wasserstein d'une image à une mesure quelconque*
date et Lieu : Mardi à 12h00, Salle Ut

---

exposé de : Guillaume Delay
titre : *Simulation de la stabilisation d'un problème fluide–structure*
date et Lieu : Mercredi à 11h00, Salle Azur

---

exposé de : Michel Duprez
titre : *Problèmes de contrôle liés aux mouvements de foules*
date et Lieu : Jeudi à 16h30, Salle Azur

---

exposé de : Gregoire Ferre
titre : *Error estimates on ergodic properties of Feynman–Kac semigroups*
date et Lieu : Mardi à 12h00, Salle Azur

Communications (suite)

exposé de : Camilla Fiorini
titre : *Analyse de sensibilité pour les équations d'Euler* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h00, Salle Nuit

---

exposé de : Mohamed Ghattassi
titre : *On The Solutions of Direct Contact Membrane Distillation Parabolic Systems* ☞
date et Lieu : Jeudi à 12h00, Salle Ciel

---

exposé de : Amrita Ghosh
titre : *Stokes and Navier-Stokes equations with Navier boundary condition* ☞
date et Lieu : Jeudi à 12h00, Salle Ut

---

exposé de : Robin Gueguen
titre : *Calcul d'acoustique de salles complexes* ☞
date et Lieu : Jeudi à 11h20, Salle Ut

---

exposé de : Janelle Katharine Hammond
titre : *PBDW: a reduced order variational data assimilation method for real-time monitoring of urban air quality* ☞
date et Lieu : Jeudi à 12h00, Salle Azur

---

exposé de : Sophie Hecht
titre : *Incompressible limit of a continuum model of tissue growth with segregation for two cell populations* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h00, Salle Azur

Communications (suite)

exposé de : Romain Hild
titre : *Towards real time computation of 3D magnetic field in parametrized Polyhelix magnets using a reduced basis Biot-Savart model* ☞
date et Lieu : Mercredi à 12h00, Salle Ciel

---

exposé de : Marie Houillon
titre : *High-order local time-stepping for Discontinuous Galerkin methods* ☞
date et Lieu : Jeudi à 11h40, Salle Nuit

---

exposé de : Laurène Hume
titre : *Écoulements complexes en milieu poreux : estimation de la perméabilité et transport à viscosité variable* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h00, Salle Ut

---

exposé de : Aissam Jebrane
titre : *Estimating contact forces in a dense crowd* ☞
date et Lieu : Jeudi à 17h10, Salle Azur

---

exposé de : Marc Josien
titre : *Étude théorique et numérique d'une équation intégrodifférentielle modélisant des dislocations* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h40, Salle Ciel

---

exposé de : Sébastien Kolb
titre : *Analyse de bifurcations rencontrées en dynamique du vol et en aéroélasticité* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h20, Salle Azur

Communications (suite)

exposé de : Karine Laurent
titre : *Étude d'un schéma numérique réduisant l'effet d'orientation de maillage pour les écoulements en milieu poreux* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h20, Salle Ut

---

exposé de : Nicolas Lebbe
titre : *Optimisation robuste de forme pour la nano-photonique* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h40, Salle Ut

---

exposé de : Leo Lebrat
titre : *Transport Optimal* $\frac{3}{4}$ *discret* ☞
date et Lieu : Jeudi à 17h10, Salle Ciel

---

exposé de : Xavier Lhebrard
titre : *Schéma positif non-diffusif pour les transferts de vapeur en géothermie* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h40, Salle Ut

---

exposé de : Giulia Lissoni
titre : *Méthode DDFV pour le problème de Navier-Stokes avec des conditions aux bords ouvertes* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h20, Salle Ciel

---

exposé de : Tarik Madani
titre : *Implémentation d'une méthode d'identification de champs mécaniques basée sur l'Erreur en Relation de Comportement* ☞
date et Lieu : Jeudi à 11h20, Salle Azur

Communications (suite)

exposé de : David Maltese
titre : *Étude d'un modèle réduit pour la simulation d'écoulements diphasiques en milieu poreux*
date et Lieu : Mercredi à 12h00, Salle Ut

---

exposé de : Nezha Mamouni
titre : *Extraction of fetal ECG signal*
date et Lieu : Jeudi à 11h20, Salle Ciel

---

exposé de : Hugo Martin
titre : *Analyse d'une équation de croissance-fragmentation structurée en taille et incrément de taille*
date et Lieu : Mardi à 11h20, Salle Azur

---

exposé de : Matthieu Martin
titre : *Risk average Optimal Control Problem for elliptic PDEs with uncertain coefficients*
date et Lieu : Jeudi à 16h50, Salle Ut

---

exposé de : Zoïs Moitier
titre : *Asymptotique des résonances dans un micro-résonateur optique*
date et Lieu : Jeudi à 11h40, Salle Ut

---

exposé de : Santiago Montaner
titre : *A first order mixed formulation for the numerical controllability of waves.*
date et Lieu : Jeudi à 11h40, Salle Ciel

Communications (suite)

exposé de : Nahed Naceur
titre : *Méthode de décomposition de domaine pour la résolution numérique d'une équation différentielle non linéaire*
date et Lieu : Jeudi à 17h10, Salle Ut

---

exposé de : Florian Omnes
titre : *Modeling and optimization of hourglass-shaped aquaporins*
date et Lieu : Jeudi à 11h00, Salle Ciel

---

exposé de : Soumaya Oueslati
titre : *Evaluation of singular integrals arising from boundary element method in electromagnetism*
date et Lieu : Mardi à 12h00, Salle Ciel

---

exposé de : Olivier Ozenda
titre : *Un modèle viscoélastique pour les suspensions de particules rigides*
date et Lieu : Mardi à 11h40, Salle Ciel

---

exposé de : Teddy Pichard
titre : *Sur un système hyperbolique avec un terme source discontinu*
date et Lieu : Mercredi à 11h20, Salle Nuit

---

exposé de : Yannick Privat
titre : *Lâchers de moustiques pour le contrôle d'une épidémie*
date et Lieu : Jeudi à 16h30, Salle Nuit

Communications (suite)

exposé de : Pierrick Quemar
titre : *Variation et amélioration numérique 3D modélisant des problèmes d'écoulement dans des milieux naturels ou artificiels* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h00, Salle Ciel

---

exposé de : Alice Raeli
titre : *Numerical modelling of elliptic problems on octree-based meshes* ☞
date et Lieu : Mardi à 12h00, Salle Nuit

---

exposé de : Vivian Rizik
titre : *Global BV Solution for a Non-Local Coupled System Modeling the Dynamics of Dislocation Densities* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h20, Salle Ciel

---

exposé de : Julien Roussel
titre : *Spectral method for hypocoercive operators* ☞
date et Lieu : Jeudi à 12h00, Salle Nuit

---

exposé de : Georges Sadaka
titre : *FreeVol++ 2D, solve finite volume method with FreeFem++* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h20, Salle Nuit

---

exposé de : Arnaud Sengers
titre : *Algorithmes de convolution-redistanciation pour le couplage fluide-structure en coordonnées eulériennes* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h40, Salle Azur

Communications (suite)

exposé de : Pierre Terrier
titre : *Couplage déterministe/stochastique pour la dynamique d'amas*
date et Lieu : Jeudi à 16h50, Salle Nuit

---

exposé de : Alexandre Thorel
titre : *Sur une équation de dispersion généralisée*
date et Lieu : Jeudi à 16h30, Salle Ut

---

exposé de : Lydie Uro
titre : *Reconstruction method of 3D objects for facial reconstruction and segmentation of medical imaging*
date et Lieu : Jeudi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Quentin Wargnier
titre : *Multiscale modeling from kinetic theory and numerical treatment of the nonconservative product for multicomponent plasma in thermal non-equilibrium: Application in solar physics*
date et Lieu : Jeudi à 11h20, Salle Nuit

---

exposé de : Brahim Yahiaoui
titre : *AGENDA : Construction d'une Base de Données Pertinente pour un Modèle d'Apprentissage Automatique*
date et Lieu : Mardi à 11h40, Salle Nuit

---

exposé de : Jonas Zeifang
titre : *A Comparison of Splitting Techniques for the Isentropic Euler Equations*
date et Lieu : Mercredi à 11h40, Salle Nuit

Posters (ordre alphabétique des exposants)

exposé de : Jean-Francois Abadie
titre : *Estimations d'une fonction et de ses dérivées*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Achraf Badahmane
titre : *A Preconditioned global method for solving the saddle point problem with multiple right-hand sides*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Clement Beneteau
titre : *Homogénéisation enrichie en présence de bords*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Antoine Bera
titre : *A continuation method for building invisible obstacles in waveguides*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Georis Billo
titre : *Numerical modeling of an in-vessel flow limiter using an Immersed Boundary Approach*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Edoardo Bocchi
titre : *Floating structures in shallow water: local well-posedness in the axisymmetric case*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Mathilde Boissier
titre : *Couplage de méthodes d'optimisation topologique de formes et d'optimisation de trajectoires en fabrication additive* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Federica Bubba
titre : *Energy and implicit discretization of density-dependent Keller-Segel type equations* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Solène Bulteau
titre : *Taux de convergence d'un schéma asymptotic preserving pour la limite diffusive du p-système avec friction* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Renald Chalayer
titre : *Un schéma numérique pour les écoulements viscoplastiques à densité variable.* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Pierre Cordesse
titre : *Multi-phase flow modeling using entropy symmetrization and variational calculus for jet atomization simulations* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Nourallah Dahmen
titre : *Modélisation numérique des ceintures de radiation terrestres : Quelques aspects des méthodes numériques.* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

Posters (suite)

exposé de : Phuoc Nhat Dang
titre : *Derivation and well-posedness for Nagdhi poroelastic shell*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Alexandre Delyon
titre : *Non-dispersal and density properties of infinite packings*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Abdelghani Elmousaoui
titre : *2D modeling of crowd motion from a discrete kinetic theory viewpoint: Influence of the obstacles on the evacuation time*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Tarik Fahlaoui
titre : *Problème de diffusion pour des milieux multicouches avec une résistance de contact d'interface non-linéaire*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

exposé de : Qingqing Feng
titre : *Crouzeix-Raviart multiscale finite element method for Stokes flows in heterogeneous media*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Saeed Hadikhanloo
titre : *Learning and convergence analysis in finite mean field games*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

Posters (suite)

exposé de : Yassine Kaouane
titre : *An adaptive block tangential method for MIMO dynamical systems*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Frederic Marazzato
titre : *A Discrete Element Method for dynamic elastoplasticity recast as a Gradient Scheme*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Arthur Marly
titre : *Écoulements de fluides à seuil : étude prospective de la couche limite*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Marta Marulli
titre : *Analysis and simulation of a simplified model for ionic exchanges in kidney.*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Idriss Mazari
titre : *Répartition optimale de resources dans les modèles logistiques diffusifs*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Pierre Mennuni
titre : *Existence des ondes progressives pour l'équation de Gross-Pitaevskii non locale en dimension un*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

Posters (suite)

exposé de : Clément Moreau
titre : *Hydrodynamique et élasticité de micro-filaments : comparaison de modèles et applications*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Marc-Arthur Nguessan
titre : *Application de la multirésolution adaptative à la simulation numérique d'écoulements incompressibles*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Farah Oumri
titre : *Modélisation de la tomographie optique chez lénfant prématuré*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Corentin Prigent
titre : *A kinetic approach to the bi-temperature Euler model*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Lalaina Rakotondrainibe
titre : *Optimisation topologique des liaisons dans les systèmes mécaniques*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Lorenzo Sala
titre : *Unconditionally stable operator splitting method for a multiscale application in ophthalmology*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Jean-Baptiste Wahl
titre : *High Reynolds Aerothermal Simulations and Reduced Basis in Feel++* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

exposé de : Antoine Zurek
titre : *Comportement en temps long d'un schéma volume fini pour un modèle de carbonatation des bétons armés* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

Liste des exposés (ordre chronologique)

type d'exposé : Conférence plénière (séance présidée par Jean-Pierre Puel)
exposé de : Fatiha Alabau-Boussouira
titre : *Méthode de convexité avec poids-optimal pour les EDP hyperboliques et schémas de discrétisations numériques uniformes en temps et espace*
date et Lieu : Lundi à 14h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Conférence plénière (séance présidée par Jean-Pierre Puel)
exposé de : Marc Hoffmann
titre : *Estimation statistique pour des modèles de population structurés en âge*
date et Lieu : Lundi à 15h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Ionut Danaila)
exposé de : Vincent Moureau
titre : *Highly resolved Large-Eddy Simulation of wind turbine wakes*
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Ionut Danaila)
exposé de : Stéphane Le Masson
titre : *Optimisation énergétique des réseaux de télécommunications*
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Ionut Danaila)
exposé de : Aina Rakotondrandisa
titre : *Modélisation et simulation de matériaux à changement de phase*
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Ionut Danaila)
exposé de : Pierre-Henri Tournier
titre : *Simulation avec FreeFem++ d'un bâtiment exothermique*
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Thomas Rey, Marianne Bessemoulin, Anais Crestetto)
exposé de : Emeric Bouin
titre : *Hypocoercivity without confinement*
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Thomas Rey, Marianne Bessemoulin, Anais Crestetto)
exposé de : Maxime Herda
titre : *Comportements asymptotiques de l'équation de Vlasov-Poisson-Fokker-Planck*
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Thomas Rey, Marianne Bessemoulin, Anais Crestetto)
exposé de : Hélène Hivert
titre : *Schémas numériques pour une équation cinétique avec limite de diffusion et scaling anormal*
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Thomas Rey, Marianne Bessemoulin, Anais Crestetto)
exposé de : Florian Blachère
titre : *Benchmark de schémas AP*
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Azur

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Gabriel Peyré)
exposé de : Claire Boyer
titre : *On the gap between local recovery guarantees in structured compressed sensing and oracle estimates*
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Gabriel Peyré)
exposé de : Remi Giraud
titre : *Superpixels pour l'analyse et le traitement d'images*
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Gabriel Peyré)
exposé de : Camille Sutour
titre : *Débruitage de bruit impulsionnel via la coopération des méthodes non locales et TV-Lp.*
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Gabriel Peyré)
exposé de : Pauline Tan
titre : *Descentes de gradient proximal alternées par blocs pour l'optimisation non convexe sous contraintes multi-convexes. Applications à l'imagerie hyperspectrale et à la colorisation d'images*
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Chloé Mimeau)
exposé de : Alexis Herault
titre : *Implémentation de la méthode Smoothed Particles Hydrodynamics sur processeurs graphiques*
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Ut

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Chloé Mimeau)
exposé de : Rémi Carmigniani
titre : *Étude numérique d'une pompe à vagues avec la méthode SPH* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Chloé Mimeau)
exposé de : Philippe Chatelain
titre : *Vortex Particle-Mesh methods: accurate and efficient handling of solid boundaries* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Chloé Mimeau)
exposé de : Jean-Matthieu Etancelin
titre : *Méthode Vortex et Calcul à Hautes Performances* ☞
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Martin Campos Pinto)
exposé de : Marcella Bonazzoli
titre : *Éléments finis d'ordre élevé en électromagnétisme : degrés de liberté et fonctions de base en dualité* ☞
date et Lieu : Lundi à 16h30, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Martin Campos Pinto)
exposé de : Pierre Cantin
titre : *An edge-based scheme on polyhedral meshes for vector advection-reaction equations* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h00, Salle Marin

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Martin Campos Pinto)
exposé de : Emmanuel Franck
titre : *Éléments finis compatible de type Splines. Application à la physique des plasmas* ☞
date et Lieu : Lundi à 17h30, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Martin Campos Pinto)
exposé de : Holger Heumann
titre : *Semi-Lagrangian Methods for Advection-Diffusion of Differential Forms* ☞
date et Lieu : Lundi à 18h00, Salle Marin

---

type d'exposé : Conférence plénière (séance présidée par Thierry Horsin)
exposé de : Laurence Halpern
titre : *Algorithmes de décomposition de domaines discrets pour des problèmes elliptiques anisotropes* ☞
date et Lieu : Mardi à 08h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Conférence plénière (séance présidée par Thierry Horsin)
exposé de : Enrique Zuazua
titre : *Reaction-diffusion models, constraints and control* ☞
date et Lieu : Mardi à 09h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Simon Lemaire)
exposé de : Daniele Di Pietro
titre : *Some non-standard applications of the Raviart-Thomas-Nédélec element* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Simon Lemaire)
exposé de : Cindy Guichard
titre : *La méthode de discrétisation du gradient, un formalisme pour l'analyse de schémas numériques pour des problèmes de type diffusion.* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Simon Lemaire)
exposé de : Clément Cancès
titre : *Schémas entropiquement stables sur maillage généraux pour des équations de convection diffusion* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Simon Lemaire)
exposé de : Francesco Bonaldi
titre : *Une approche Galerkin discontinue au problème élasto-acoustique sur des maillages polyédriques* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Alvaro Mateos Gonzalez, Hélène Hivert)
exposé de : Emeric Bouin
titre : *Large deviations for velocity-jump processes* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Alvaro Mateos Gonzalez, Hélène Hivert)
exposé de : Jessica Guerand
titre : *Estimations dérreur d'un schéma aux différences finies associé à une équation de Hamilton-Jacobi sur une jonction* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Azur

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Alvaro Mateos Gonzalez, Hélène Hivert)
exposé de : Samuel Nordmann
titre : *Dynamique de concentration d'une population structurée par âge et phénotype.* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Alvaro Mateos Gonzalez, Hélène Hivert)
exposé de : Florian Patout
titre : *Thin front limit of an integro-differential equation with fat-tailed kernels* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Didier Lucor)
exposé de : Anne-Laure Popelin
titre : *Traitement des incertitudes et validation des codes de calcul : principaux enjeux EDF et applications* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Didier Lucor)
exposé de : Merlin Keller
titre : *Calage et Validation des modèles de simulation numérique : vers un cadre unifié* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Didier Lucor)
exposé de : Francois Sanson
titre : *Uncertainty quantification for fragmentation prediction of reentering space object* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Nuit

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Didier Lucor)
exposé de : Sylvain Dubreuil
titre : *Propagation d'incertitude de modèle pour l'optimisation multidisciplinaire* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Jonathan Jung)
exposé de : Pascal Omnes
titre : *On the diffusion rate of Godunov type schemes* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Jonathan Jung)
exposé de : Vincent Perrier
titre : *A low Mach correction able to deal with low Mach acoustic and free of checkerboard modes* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Jonathan Jung)
exposé de : Yohan Penel
titre : *Low Mach number models: some advantages for numerical simulations of weakly compressible flows* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Jonathan Jung)
exposé de : Sebastien Guisset
titre : *An entropy satisfying two-speed relaxation system for the barotropic Euler equations. Application to the numerical approximation of low Mach number flows* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Ut

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Paola Goatin, Maria Laura Delle Monache)
exposé de : Aurelien Duret
titre : *Suivi du trafic en temps réel et prévision du trafic à court terme, vers un dialogue entre les modèles et les données de trafic ?* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h00, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Paola Goatin, Maria Laura Delle Monache)
exposé de : Nicolas Forcadel
titre : *Justification of macroscopic traffic flow model by specified homogenization of microscopic models* ☞
date et Lieu : Mardi à 14h30, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Paola Goatin, Maria Laura Delle Monache)
exposé de : Giovanni De Nunzio
titre : *Une application de la théorie des ondes de choc à la modèlisation et au controle du trafic urbain* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h00, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Paola Goatin, Maria Laura Delle Monache)
exposé de : Paolo Frasca
titre : *Reduction of large flow networks towards scale-free structures* ☞
date et Lieu : Mardi à 15h30, Salle Marin

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Pascal Omnes)
exposé de : Pierrick Quemar
titre : *Variation et amélioration numérique 3D modélisant des problèmes d'écoulement dans des milieux naturels ou artificiels* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h00, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Pascal Omnes)
exposé de : Giulia Lissoni
titre : *Méthode DDFV pour le problème de Navier-Stokes avec des conditions aux bords ouvertes* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h20, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Pascal Omnes)
exposé de : Olivier Ozenda
titre : *Un modèle viscoélastique pour les suspensions de particules rigides* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h40, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Pascal Omnes)
exposé de : Soumaya Oueslati
titre : *Evaluation of singular integrals arising from boundary element method in electromagnetism* ☞
date et Lieu : Mardi à 12h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Pierre Gabriel)
exposé de : Sophie Hecht
titre : *Incompressible limit of a continuum model of tissue growth with segregation for two cell populations* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Pierre Gabriel)
exposé de : Hugo Martin
titre : *Analyse d'une équation de croissance-fragmentation structurée en taille et incrément de taille* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h20, Salle Azur

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Pierre Gabriel)
exposé de : Guillaume Cantin
titre : *Dynamique asymptotique d'un réseau couplé de systèmes de réaction-diffusion pour un modèle géographique*
date et Lieu : Mardi à 11h40, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Pierre Gabriel)
exposé de : Gregoire Ferre
titre : *Error estimates on ergodic properties of Feynman–Kac semigroups*
date et Lieu : Mardi à 12h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Florian Blachère)
exposé de : Matthieu Aussal
titre : *Gypsilab, un espace de prototypage numérique sous Matlab*
date et Lieu : Mardi à 11h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Florian Blachère)
exposé de : Georges Sadaka
titre : *FreeVol++ 2D, solve finite volume method with FreeFem++*
date et Lieu : Mardi à 11h20, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Florian Blachère)
exposé de : Brahim Yahiaoui
titre : *AGENDA : Construction d'une Base de Données Pertinente pour un Modèle d'Apprentissage Automatique*
date et Lieu : Mardi à 11h40, Salle Nuit

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Florian Blachère)
exposé de : Alice Raeli
titre : *Numerical modelling of elliptic problems on octree-based meshes* ☞
date et Lieu : Mardi à 12h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Martin Campos Pinto)
exposé de : Yangyang Cao
titre : *Relativistic fluid flows on FLRW cosmological spacetimes. A geometry-preserving shock-capturing scheme* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Martin Campos Pinto)
exposé de : Blanche Buet
titre : *A Varifold Approach to Surface Approximation* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h20, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Martin Campos Pinto)
exposé de : Nicolas Lebbe
titre : *Optimisation robuste de forme pour la nano-photonique* ☞
date et Lieu : Mardi à 11h40, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Martin Campos Pinto)
exposé de : Frederic De Gournay
titre : *Distance de Wasserstein d'une image à une mesure quelconque* ☞
date et Lieu : Mardi à 12h00, Salle Ut

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Yassine Kaouane
titre : *An adaptive block tangential method for MIMO dynamical systems* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Lalaina Rakotondrainibe
titre : *Optimisation topologique des liaisons dans les systèmes mécaniques* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Lorenzo Sala
titre : *Unconditionally stable operator splitting method for a multiscale application in ophthalmology* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Jean-Baptiste Wahl
titre : *High Reynolds Aerothermal Simulations and Reduced Basis in Feel++* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Arthur Marly
titre : *Écoulements de fluides à seuil : étude prospective de la couche limite* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Farah Oumri
titre : *Modélisation de la tomographie optique chez lénfant prématuré*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Marta Marulli
titre : *Analysis and simulation of a simplified model for ionic exchanges in kidney.*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Frederic Marazzato
titre : *A Discrete Element Method for dynamic elastoplasticity recast as a Gradient Scheme*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Corentin Prigent
titre : *A kinetic approach to the bi-temperature Euler model*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Idriss Mazari
titre : *Répartition optimale de resources dans les modèles logistiques diffusifs*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Clément Moreau
titre : *Hydrodynamique et élasticité de micro-filaments : comparaison de modèles et applications*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Pierre Mennuni
titre : *Existence des ondes progressives pour l'équation de Gross-Pitaevskii non locale en dimension un*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Marc-Arthur Nguessan
titre : *Application de la multirésolution adaptative à la simulation numérique d'écoulements incompressibles*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Jean-Francois Abadie
titre : *Estimations d'une fonction et de ses dérivées*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Antoine Zurek
titre : *Comportement en temps long d'un schéma volume fini pour un modèle de carbonatation des bétons armés*
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Antoine Bera
titre : *A continuation method for building invisible obstacles in waveguides* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Mathilde Boissier
titre : *Couplage de méthodes d'optimisation topologique de formes et d'optimisation de trajectoires en fabrication additive* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Qingqing Feng
titre : *Crouzeix-Raviart multiscale finite element method for Stokes flows in heterogeneous media* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Federica Bubba
titre : *Energy and implicit discretization of density-dependent Keller-Segel type equations* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Edoardo Bocchi
titre : *Floating structures in shallow water: local well-posedness in the axisymmetric case* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Georis Billo
titre : *Numerical modeling of an in-vessel flow limiter using an Immersed Boundary Approach* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Saeed Hadikhanloo
titre : *Learning and convergence analysis in finite mean field games* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Cyan

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Achraf Badahmane
titre : *A Preconditioned global method for solving the saddle point problem with multiple right-hand sides* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Tarik Fahlaoui
titre : *Problème de diffusion pour des milieux multicouches avec une résistance de contact d'interface non-linéaire* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Solène Bulteau
titre : *Taux de convergence d'un schéma asymptotic preserving pour la limite diffusive du p-système avec friction* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Abdelghani Elmousaoui
titre : *2D modeling of crowd motion from a discrete kinetic theory viewpoint: Influence of the obstacles on the evacuation time* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Nourallah Dahmen
titre : *Modélisation numérique des ceintures de radiation terrestres : Quelques aspects des méthodes numériques.* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Phuoc Nhat Dang
titre : *Derivation and well-posedness for Nagdhi poroelastic shell* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Pierre Cordesse
titre : *Multi-phase flow modeling using entropy symmetrization and variational calculus for jet atomization simulations* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Alexandre Delyon
titre : *Non-dispersal and density properties of infinite packings* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Renald Chalayer
titre : *Un schéma numérique pour les écoulements viscoplastiques à densité variable.* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Présentation de poster
exposé de : Clement Beneteau
titre : *Homogénéisation enrichie en présence de bords* ☞
date et Lieu : Mardi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Session thématique (organisé par Edwige Godlewski, Thierry Horsin, Françoise Issard)
exposé de : Edwige Godlewski
titre : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞
date et Lieu : Mardi à 17h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Session thématique (organisé par Edwige Godlewski, Thierry Horsin, Françoise Issard)
exposé de : Françoise Issard
titre : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞
date et Lieu : Mardi à 17h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Session thématique (organisé par Edwige Godlewski, Thierry Horsin, Françoise Issard)
exposé de : Alexis Herault
titre : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞
date et Lieu : Mardi à 17h30, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Session thématique (organisé par Edwige Godlewski, Thierry Horsin, Françoise Issard)
exposé de : Thierry Horsin
titre : *Mathématiques et apprentissages à distance* ☞
date et Lieu : Mardi à 17h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Conférence plénière (séance présidée par Tahar Z. Boulmezaoud)
exposé de : Sepideh Mirrahimi
titre : *Approche Hamilton-Jacobi pour des modèles venant de la biologie évolutive* ☞
date et Lieu : Mercredi à 08h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Conférence plénière (séance présidée par Tahar Z. Boulmezaoud)
exposé de : Gabriel Peyré
titre : *Transport optimal numérique pour la science de données* ☞
date et Lieu : Mercredi à 09h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Benjamin Graille)
exposé de : Rémi Cornaggia
titre : *Enriched finite elements for high-frequency vibrations of geometrically heterogeneous bars and Timoshenko beams* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Benjamin Graille)
exposé de : Vivian Rizik
titre : *Global BV Solution for a Non-Local Coupled System Modeling the Dynamics of Dislocation Densities* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h20, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Benjamin Graille)
exposé de : Marc Josien
titre : *Étude théorique et numérique d'une équation intégrodifférentielle modélisant des dislocations* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h40, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Benjamin Graille)
exposé de : Romain Hild
titre : *Towards real time computation of 3D magnetic field in parametrized Polyhelix magnets using a reduced basis Biot-Savart model* ☞
date et Lieu : Mercredi à 12h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Didier Lucor)
exposé de : Guillaume Delay
titre : *Simulation de la stabilisation d'un problème fluide–structure* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Didier Lucor)
exposé de : Sébastien Kolb
titre : *Analyse de bifurcations rencontrées en dynamique du vol et en aéroélasticité* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h20, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Didier Lucor)
exposé de : Arnaud Sengers
titre : *Algorithmes de convolution-redistanciation pour le couplage fluide-structure en coordonnées eulériennes* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h40, Salle Azur

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Didier Lucor)
exposé de : Krisztian Benyo
titre : *Interaction vague-structure pour des modèles d'ondes longues en présence d'un objet en translation au fond* ☞
date et Lieu : Mercredi à 12h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Clément Cancès)
exposé de : Camilla Fiorini
titre : *Analyse de sensibilité pour les équations d'Euler* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Clément Cancès)
exposé de : Teddy Pichard
titre : *Sur un système hyperbolique avec un terme source discontinu* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h20, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Clément Cancès)
exposé de : Jonas Zeifang
titre : *A Comparison of Splitting Techniques for the Isentropic Euler Equations* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h40, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Clément Cancès)
exposé de : Mohamed Alahyane
titre : *A new approach of the fluid model based on the LBM method* ☞
date et Lieu : Mercredi à 12h00, Salle Nuit

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Edwige Godlewski)
exposé de : Laurène Hume
titre : *Écoulements complexes en milieu poreux : estimation de la perméabilité et transport à viscosité variable* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Edwige Godlewski)
exposé de : Karine Laurent
titre : *Étude d'un schéma numérique réduisant l'effet d'orientation de maillage pour les écoulements en milieu poreux* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h20, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Edwige Godlewski)
exposé de : Xavier Lhebrard
titre : *Schéma positif non-diffusif pour les transferts de vapeur en géothermie* ☞
date et Lieu : Mercredi à 11h40, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Edwige Godlewski)
exposé de : David Maltese
titre : *Étude d'un modèle réduit pour la simulation d'écoulements diphasiques en milieu poreux* ☞
date et Lieu : Mercredi à 12h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Session thématique (organisé par Loic Gouarin, Violaine Louvet)
exposé de : Violaine Louvet
titre : *En route pour Jupyter* ☞
date et Lieu : Mercredi à 21h00, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Session thématique (organisé par Loic Gouarin, Violaine Louvet)
exposé de : Pierre Navaro
titre : *En route pour Jupyter* ☞
date et Lieu : Mercredi à 21h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Session thématique (organisé par Loic Gouarin, Violaine Louvet)
exposé de : Loic Gouarin
titre : *En route pour Jupyter* ☞
date et Lieu : Mercredi à 21h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Conférence plénière (séance présidée par François Dubois)
exposé de : Stéphanie Salmon
titre : *Du numérique pour étudier le cerveau* ☞
date et Lieu : Jeudi à 08h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Conférence plénière (séance présidée par François Dubois)
exposé de : Christophe Prieur
titre : *Contrôle échantillonné de systèmes hyperboliques linéaires* ☞
date et Lieu : Jeudi à 09h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Olivier Wilk)
exposé de : Sophie Thery
titre : *Algorithmes de Schwarz et conditions absorbantes pour le couplage océan atmosphère* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Olivier Wilk)
exposé de : Axel Modave
titre : *Conditions aux limites absorbantes d'ordre élevé pour l'équation de Helmholtz : traitement des coins et application en DDM* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Olivier Wilk)
exposé de : Antoine Rousseau
titre : *Utilisation de conditions aux limites transparentes pour le couplage de modèles en océanographie côtière* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Olivier Wilk)
exposé de : Jose Orellana
titre : *Conditions aux limites absorbantes pour l'étude de l'écoulement d'un fluide stratifié autour d'un corps rigide.* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Clément Cancès)
exposé de : Thomas Lepoutre
titre : *Construction de solutions pour les systèmes de diffusion croisée* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Clément Cancès)
exposé de : Ariane Trescases
titre : *Relaxation d'un système avec réaction rapide vers un système de diffusion croisée en Dynamique des populations* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Azur

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Clément Cancès)
exposé de : Lara Trussardi
titre : *Modèle de diffusion-croisée pour le mouvement de foule* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Clément Cancès)
exposé de : Boris Andreianov
titre : *Existence des solutions et approximation volumes finis pour certains systèmes de diffusion croisée* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par François Dubois, Benjamin Graille)
exposé de : Benjamin Graille
titre : *Schémas de Boltzmann sur réseau et schémas de relaxation* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par François Dubois, Benjamin Graille)
exposé de : Loic Gouarin
titre : *pyLBM : un logiciel libre de Boltzmann sur réseau* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par François Dubois, Benjamin Graille)
exposé de : Filipa Caetano
titre : *Convergence d'un schéma de Boltzmann sur réseau monodimensionnel à deux vitesses* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Nuit

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par François Dubois, Benjamin Graille)
exposé de : Clémentine Courtès
titre : *Un schéma de relaxation implicite basé sur les méthodes Lattice-Boltzmann* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Nicole Goutal, Sébastien Boyaval)
exposé de : Sofiane Martel
titre : *Volumes finis pour l'approximation de la mesure invariante d'une loi de conservation scalaire stochastique* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Nicole Goutal, Sébastien Boyaval)
exposé de : Minh Hoang Le
titre : *Towards a new friction model for shallow water equations through an interactive viscous layer* ☞
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Nicole Goutal, Sébastien Boyaval)
exposé de : Alexandre Caboussat
titre : *Numerical simulation of sediment dynamics in free surface flows* ☞
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Nicole Goutal, Sébastien Boyaval)
exposé de : Emmanuel Audusse
titre : *Titre non précisé*
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Ut

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Faker Ben Belgacem, Mejdi Azaiez)
exposé de : Thouraya Nouri Baranger
titre : *Résolution de problèmes de Cauchy en mécanique non linéaire via la divergence de Bregman*
date et Lieu : Jeudi à 14h00, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Faker Ben Belgacem, Mejdi Azaiez)
exposé de : Marc Bonnet
titre : *Identification de champs de propriétés élastiques en conditions élastodynamiques par fonctionnelles d'erreur en relation de comportement*
date et Lieu : Jeudi à 14h30, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Faker Ben Belgacem, Mejdi Azaiez)
exposé de : Franck Delvare
titre : *Méthode de régularisation évanescente pour les problèmes inverses de complétion de données*
date et Lieu : Jeudi à 15h00, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Faker Ben Belgacem, Mejdi Azaiez)
exposé de : Cédric Bellis
titre : *Méthodes de traitement d'images pour la reconstruction de cartes de paramètres constitutifs de matériaux hétérogènes*
date et Lieu : Jeudi à 15h30, Salle Marin

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Stéphanie Salmon)
exposé de : Florian Omnes
titre : *Modeling and optimization of hourglass-shaped aquaporins*
date et Lieu : Jeudi à 11h00, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Stéphanie Salmon)
exposé de : Nezha Mamouni
titre : *Extraction of fetal ECG signal*
date et Lieu : Jeudi à 11h20, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Stéphanie Salmon)
exposé de : Santiago Montaner
titre : *A first order mixed formulation for the numerical controllability of waves.*
date et Lieu : Jeudi à 11h40, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Stéphanie Salmon)
exposé de : Mohamed Ghattassi
titre : *On The Solutions of Direct Contact Membrane Distillation Parabolic Systems*
date et Lieu : Jeudi à 12h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Emmanuelle Crépeau)
exposé de : Marcella Bonazzoli
titre : *Préconditionneurs parallèles et éléments finis d'ordre élevé pour des problèmes issus de l'imagerie médicale du cerveau*
date et Lieu : Jeudi à 11h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Emmanuelle Crépeau)
exposé de : Tarik Madani
titre : *Implémentation d'une méthode d'identification de champs mécaniques basée sur l'Erreur en Relation de Comportement*
date et Lieu : Jeudi à 11h20, Salle Azur

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Emmanuelle Crépeau)
exposé de : Faker Ben Belgacem
titre : *Complétion de données. Régularisation et éléments finis*
date et Lieu : Jeudi à 11h40, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Emmanuelle Crépeau)
exposé de : Janelle Katharine Hammond
titre : *PBDW: a reduced order variational data assimilation method for real-time monitoring of urban air quality*
date et Lieu : Jeudi à 12h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Nicole Goutal)
exposé de : Rihab Daadaa
titre : *Méthode numérique pour la simulation*
date et Lieu : Jeudi à 11h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Nicole Goutal)
exposé de : Quentin Wargnier
titre : *Multiscale modeling from kinetic theory and numerical treatment of the nonconservative product for multicomponent plasma in thermal nonequilibrium: Application in solar physics*
date et Lieu : Jeudi à 11h20, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Nicole Goutal)
exposé de : Marie Houillon
titre : *High-order local time-stepping for Discontinuous Galerkin methods*
date et Lieu : Jeudi à 11h40, Salle Nuit

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Nicole Goutal)
exposé de : Julien Roussel
titre : *Spectral method for hypocoercive operators*
date et Lieu : Jeudi à 12h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Marc Bonnet)
exposé de : Mohamed-Amine Bey
titre : *Régularité H^2 de la solution du problème de Poisson-Dirichlet dans un domaine rugueux : Cas périodique et non périodique*
date et Lieu : Jeudi à 11h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Marc Bonnet)
exposé de : Robin Gueguen
titre : *Calcul d'acoustique de salles complexes*
date et Lieu : Jeudi à 11h20, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Marc Bonnet)
exposé de : Zoïs Moitier
titre : *Asymptotique des résonances dans un micro-résonateur optique*
date et Lieu : Jeudi à 11h40, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Marc Bonnet)
exposé de : Amrita Ghosh
titre : *Stokes and Navier-Stokes equations with Navier boundary condition*
date et Lieu : Jeudi à 12h00, Salle Ut

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Frédéric de Gournay)
exposé de : Lydie Uro
titre : *Reconstruction method of 3D objects for facial reconstruction and segmentation of medical imaging* ☞
date et Lieu : Jeudi à 16h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Frédéric de Gournay)
exposé de : Hanane Dalimi
titre : *La segmentation d'images par EM/MPM* ☞
date et Lieu : Jeudi à 16h50, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Frédéric de Gournay)
exposé de : Leo Lebrat
titre : *Transport Optimal* $\frac{3}{4}$ *discret* ☞
date et Lieu : Jeudi à 17h10, Salle Ciel

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Faker Ben Belgacem)
exposé de : Michel Duprez
titre : *Problèmes de contrôle liés aux mouvements de foules* ☞
date et Lieu : Jeudi à 16h30, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Faker Ben Belgacem)
exposé de : Houssam Abdoul Anziz
titre : *Continua models with strain gradient energy obtained by rigorous homogenization* ☞
date et Lieu : Jeudi à 16h50, Salle Azur

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Faker Ben Belgacem)
exposé de : Aissam Jebrane
titre : *Estimating contact forces in a dense crowd*
date et Lieu : Jeudi à 17h10, Salle Azur

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Christine Poirier)
exposé de : Yannick Privat
titre : *Lâchers de moustiques pour le contrôle d'une épidémie*
date et Lieu : Jeudi à 16h30, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Christine Poirier)
exposé de : Pierre Terrier
titre : *Couplage déterministe/stochastique pour la dynamique d'amas*
date et Lieu : Jeudi à 16h50, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Christine Poirier)
exposé de : Enrique Cortes
titre : *On a simplified Nordheim equation*
date et Lieu : Jeudi à 17h10, Salle Nuit

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Christophe Prieur)
exposé de : Alexandre Thorel
titre : *Sur une équation de dispersion généralisée*
date et Lieu : Jeudi à 16h30, Salle Ut

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Communication (séance présidée par Christophe Prieur)
exposé de : Matthieu Martin
titre : *Risk average Optimal Control Problem for elliptic PDEs with uncertain coefficients* ☞
date et Lieu : Jeudi à 16h50, Salle Ut

---

type d'exposé : Communication (séance présidée par Christophe Prieur)
exposé de : Nahed Naceur
titre : *Méthode de décomposition de domaine pour la résolution numérique d'une équation différentielle non linéaire* ☞
date et Lieu : Jeudi à 17h10, Salle Ut

---

type d'exposé : Session thématique (organisé par Martin Andler)
exposé de : Martin Andler
titre : *Joseph Fourier et les équations aux dérivées partielles de la physique* ☞
date et Lieu : Jeudi à 17h45, Salle Ciel

---

type d'exposé : Conférence plénière (séance présidée par Christophe Chalons)
exposé de : Raphaèle Herbin
titre : *Schémas décalés pour les écoulements compressibles* ☞
date et Lieu : Vendredi à 11h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Olivier Pantz, Grégoire Allaire)
exposé de : Lukas Jakabcin
titre : *Prise en compte des contraintes thermiques en optimisation de formes construites par fabrication additive* ☞
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Ciel

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Olivier Pantz, Grégoire Allaire)
exposé de : Perle Geoffroy Donders
titre : *Optimisation topologique par homogénéisation de structures 3D localement périodiques*
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Olivier Pantz, Grégoire Allaire)
exposé de : Alexis Faure
titre : *Optimisation de forme dédiée à la fabrication additive : prise en compte de l'anisotropie mécanique*
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Olivier Pantz, Grégoire Allaire)
exposé de : Beniamin Bogosel
titre : *Optimisation des supports en fabrication additive*
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Ciel

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Pascal Tremblin, Samuel Kokh)
exposé de : David Iampietro
titre : *A self-adaptive flux-vector-splitting scheme capturing the multi-scale waves of compressible low-velocity flows*
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Pascal Tremblin, Samuel Kokh)
exposé de : Thomas Padioleau
titre : *Schéma équilibre pour les écoulements compressibles en présence de gravité à tout régime de Mach*
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Azur

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Pascal Tremblin, Samuel Kokh)
exposé de : Simon Peluchon
titre : *A Robust Lagrange-Projection Splitting Scheme for Compressible Multiphase Flows with Viscous and Heat Conduction Effects: Application to the Melting Process* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Pascal Tremblin, Samuel Kokh)
exposé de : Maxime Stauffert
titre : *Un schéma Lagrange-projection tout régime et équilibre pour les équations de Saint-Venant sur maillage non-structuré* ☞
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Azur

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Vanessa Lleras, Franz Chouly)
exposé de : Heiko Gimperlein
titre : *Boundary elements for contact problems: Stabilization, hp-methods, dynamics* ☞
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Vanessa Lleras, Franz Chouly)
exposé de : Franz Chouly
titre : *Une formulation non biaisée de Nitsche pour le contact et l'auto-contact avec frottement* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Vanessa Lleras, Franz Chouly)
exposé de : Stefan Frei
titre : *Fluid-structure interactions with contact using Nitsche's method* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Nuit

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Vanessa Lleras, Franz Chouly)
exposé de : Patrick Hild
titre : *Approximation par éléments finis de problèmes de contact par une méthode* ☞
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Nuit

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Bertrand Cloez)
exposé de : Charles-Edouard Brehier
titre : *Analyse d'une méthode de biaisage adaptatif dans des processus de diffusion* ☞
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Bertrand Cloez)
exposé de : Arnaud Guyader
titre : *A Central Limit Theorem for Fleming-Viot Particle Systems* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Bertrand Cloez)
exposé de : Pierre Monmarché
titre : *Les PDMP cinétiques : chemotaxie et MCMC* ☞
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Ut

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Bertrand Cloez)
exposé de : Pierre Pudlo
titre : *Échantillonnage préférentiel adaptatif multiple* ☞
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Ut

Liste des exposés (suite)

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Sylvain Ervedoza)
exposé de : Armand Koenig
titre : *Non-contrôlabilité à zéro de quelques équations paraboliques peu dissipatives*
date et Lieu : Vendredi à 08h30, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Sylvain Ervedoza)
exposé de : Frédéric Marbach
titre : *Contrôle de Navier-Stokes dans un rectangle, à un fantôme près*
date et Lieu : Vendredi à 09h00, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Sylvain Ervedoza)
exposé de : Pierre Lissy
titre : *Insensitizing control for linear and semi-linear heat equations with partially unknown domain*
date et Lieu : Vendredi à 09h30, Salle Marin

---

type d'exposé : Mini-symposium (organisé par Sylvain Ervedoza)
exposé de : Franck Boyer
titre : *Propriétés spectrales et contrôlabilité*
date et Lieu : Vendredi à 10h00, Salle Marin

Liste des orateurs

Abadie, Jean-Francois 88, 108
Abdoul Anziz, Houssam 29, 77, 125
Alabau-Boussouira, Fatiha 11, 59, 94
Alahyane, Mohamed 37, 77, 115
Andler, Martin 18, 75, 127
Andreianov, Boris 28, 61, 119
Audusse, Emmanuel 50, 61, 120
Aussal, Matthieu 36, 77, 104

Badahmane, Achraf 88, 110
Bellis, Cédric 57, 61, 121
Ben Belgacem, Faker 29, 77, 123
Beneteau, Clement 88, 112
Benyo, Krisztian 26, 77, 115
Bera, Antoine 88, 109
Bey, Mohamed-Amine 51, 77, 124
Billo, Georis 88, 110
Blachère, Florian 22, 61, 95
Bocchi, Edoardo 88, 109
Bogosel, Beniamin 19, 61, 128
Boissier, Mathilde 89, 109
Bonaldi, Francesco 13, 61, 99
Bonazzoli, Marcella 29, 55, 62, 78, 97, 122
Bonnet, Marc 57, 62, 121
Bouin, Emeric 22, 24, 62, 95, 99
Boyer, Claire 33, 62, 96
Boyer, Franck 58, 62, 131
Brehier, Charles-Edouard 52, 63, 130
Bubba, Federica 89, 109
Buet, Blanche 47, 78, 105
Bulteau, Solène 89, 110

Caboussat, Alexandre 50, 63, 120
Caetano, Filipa 39, 63, 119
Cancès, Clément 13, 63, 99
Cantin, Guillaume 25, 78, 104
Cantin, Pierre 55, 63, 97
Cao, Yangyang 47, 78, 105
Carmigniani, Rémi 44, 63, 97
Chalayer, Renald 89, 112
Chatelain, Philippe 44, 64, 97
Chouly, Franz 41, 64, 129
Cordesse, Pierre 89, 111
Cornaggia, Rémi 15, 78, 113
Cortes, Enrique 40, 78, 126
Courtès, Clémentine 39, 64, 120

Daadaa, Rihab 40, 79, 123
Dahmen, Nourallah 89, 111
Dalimi, Hanane 18, 79, 125
Dang, Phuoc Nhat 90, 111
De Gournay, Frederic 47, 79, 105
De Nunzio, Giovanni 56, 64, 102
Delay, Guillaume 26, 79, 114
Delvare, Franck 57, 64, 121
Delyon, Alexandre 90, 111
Di Pietro, Daniele 13, 64, 98
Dubreuil, Sylvain 35, 65, 101
Duprez, Michel 29, 79, 125
Duret, Aurelien 56, 65, 102

Elmousaoui, Abdelghani 90, 111
Etancelin, Jean-Matthieu 44, 65, 97

Fahlaoui, Tarik 90, 110
Faure, Alexis 19, 65, 128
Feng, Qingqing 90, 109
Ferre, Gregoire 25, 79, 104
Fiorini, Camilla 37, 80, 115
Forcadel, Nicolas 56, 65, 102
Franck, Emmanuel 55, 65, 98
Frasca, Paolo 56, 66, 102
Frei, Stefan 41, 66, 129

Geoffroy Donders, Perle 19, 66, 128
Ghattassi, Mohamed 18, 80, 122
Ghosh, Amrita 51, 80, 124
Gimperlein, Heiko 41, 66, 129
Giraud, Remi 33, 66, 96
Godlewski, Edwige 14, 75, 112
Gouarin, Loic 16, 39, 66, 75, 117, 119
Graille, Benjamin 39, 67, 119
Gueguen, Robin 51, 80, 124
Guerand, Jessica 24, 67, 99
Guichard, Cindy 13, 67, 99
Guisset, Sebastien 46, 67, 101
Guyader, Arnaud 52, 67, 130

Hadikhanloo, Saeed 90, 110
Halpern, Laurence 13, 59, 98
Hammond, Janelle Katharine 29, 80, 123

Hecht, Sophie 25, 80, 103
Herault, Alexis 14, 44, 67, 75, 96, 112
Herbin, Raphaèle 19, 59, 127
Herda, Maxime 22, 68, 95
Heumann, Holger 55, 68, 98
Hild, Patrick 41, 68, 130
Hild, Romain 15, 81, 114
Hivert, Hélène 22, 68, 95
Hoffmann, Marc 11, 59, 94
Horsin, Thierry 14, 75, 113
Houillon, Marie 40, 81, 123
Hume, Laurène 48, 81, 116

Iampietro, David 30, 68, 128
Issard, Françoise 14, 75, 112

Jakabcin, Lukas 19, 68, 127
Jebrane, Aissam 29, 81, 126
Josien, Marc 15, 81, 114

Kaouane, Yassine 91, 106
Keller, Merlin 35, 69, 100
Koenig, Armand 58, 69, 131
Kolb, Sébastien 26, 81, 114

Laurent, Karine 48, 82, 116
Le Masson, Stéphane 11, 69, 94
Lebbe, Nicolas 47, 82, 105
Lebrat, Leo 18, 82, 125
Lepoutre, Thomas 28, 69, 118
Le, Minh Hoang 50, 69, 120
Lhebrard, Xavier 48, 82, 116
Lissoni, Giulia 14, 82, 103
Lissy, Pierre 58, 69, 131
Louvet, Violaine 16, 76, 116

Madani, Tarik 29, 82, 122
Maltese, David 48, 83, 116
Mamouni, Nezha 18, 83, 122
Marazzato, Frederic 91, 107
Marbach, Frédéric 58, 70, 131
Marly, Arthur 91, 106
Martel, Sofiane 50, 70, 120
Martin, Hugo 25, 83, 103
Martin, Matthieu 51, 83, 127
Marulli, Marta 91, 107
Mazari, Idriss 91, 107
Mennuni, Pierre 91, 108
Mirrahimi, Sepideh 15, 59, 113
Modave, Axel 17, 70, 118
Moitier, Zoïs 51, 83, 124
Monmarché, Pierre 52, 70, 130
Montaner, Santiago 18, 83, 122
Moreau, Clément 92, 108
Moureau, Vincent 11, 70, 94

Naceur, Nahed 51, 84, 127
Navaro, Pierre 16, 76, 117
Nguessan, Marc-Arthur 92, 108
Nordmann, Samuel 24, 70, 100
Nouri Baranger, Thouraya 57, 71, 121

Omnes, Florian 18, 84, 121
Omnes, Pascal 46, 71, 101
Orellana, Jose 17, 71, 118
Oueslati, Soumaya 14, 84, 103
Oumri, Farah 92, 107
Ozenda, Olivier 14, 84, 103

Padioleau, Thomas 30, 71, 128
Patout, Florian 24, 71, 100

Peluchon, Simon 30, 71, 129
Penel, Yohan 46, 72, 101
Perrier, Vincent 46, 72, 101
Peyré, Gabriel 15, 59, 113
Pichard, Teddy 37, 84, 115
Popelin, Anne-Laure 35, 72, 100
Prieur, Christophe 17, 60, 117
Prigent, Corentin 92, 107
Privat, Yannick 40, 84, 126
Pudlo, Pierre 52, 72, 130

Quemar, Pierrick 14, 85, 102

Raeli, Alice 36, 85, 105
Rakotondrainibe, Lalaina 92, 106
Rakotondrandisa, Aina 11, 72, 94
Rizik, Vivian 15, 85, 113
Rousseau, Antoine 17, 72, 118
Roussel, Julien 40, 85, 124

Sadaka, Georges 36, 85, 104
Sala, Lorenzo 92, 106
Salmon, Stéphanie 17, 60, 117
Sanson, Francois 35, 73, 100
Sengers, Arnaud 26, 85, 114
Stauffert, Maxime 30, 73, 129
Sutour, Camille 33, 73, 96

Tan, Pauline 33, 73, 96
Terrier, Pierre 40, 86, 126
Thery, Sophie 17, 73, 117
Thorel, Alexandre 51, 86, 126
Tournier, Pierre-Henri 11, 73, 95
Trescases, Ariane 28, 74, 118
Trussardi, Lara 28, 74, 119

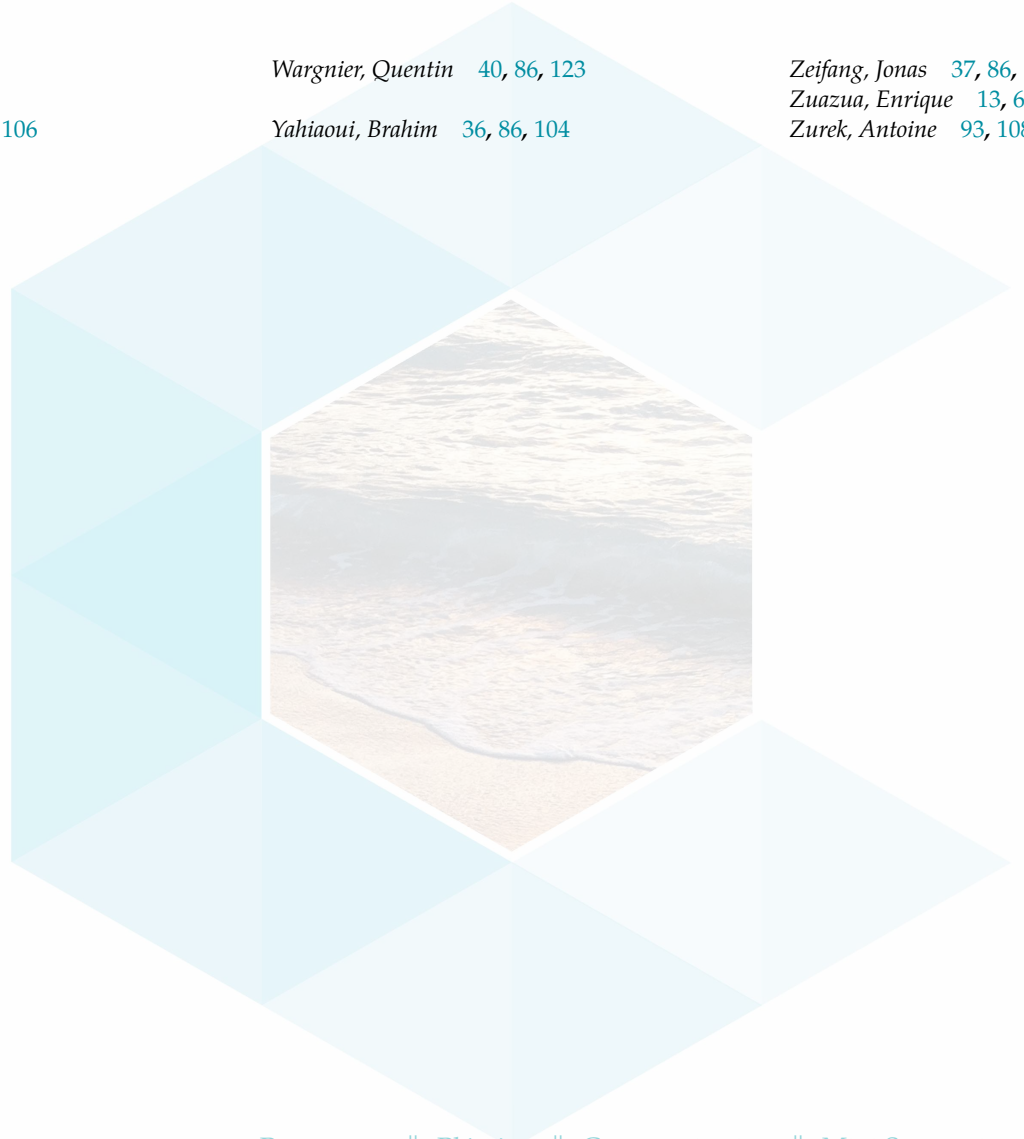
Uro, Lydie 18, 86, 125

Wahl, Jean-Baptiste 93, 106

Wargnier, Quentin 40, 86, 123

Yahiaoui, Brahim 36, 86, 104

Zeifang, Jonas 37, 86, 115
Zuazua, Enrique 13, 60, 98
Zurek, Antoine 93, 108



Liste des présidents de séance

(Ordre alphabétique des prénoms…)

Alvaro Mateos Gonzalez, Hélène Hivert 24, 99, 100

Benjamin Graille 15, 113, 114
Bertrand Cloez 52, 130

Chloé Mimeau 44, 96, 97
Christine Poirier 40, 126
Christophe Chalons 19, 127
Christophe Prieur 51, 126, 127
Clément Cancès 28, 37, 115, 118, 119

Didier Lucor 26, 35, 100, 101, 114, 115

Edwige Godlewski 48, 116
Edwige Godlewski, Thierry Horsin, Françoise Issard 14, 112, 113
Emmanuelle Crépeau 29, 122, 123

Faker Ben Belgacem 29, 125, 126
Faker Ben Belgacem, Mejdi Azaiez 57, 121

Florian Blachère 36, 104, 105
François Dubois 17, 117
François Dubois, Benjamin Graille 39, 119, 120
Frédéric de Gournay 18, 125

Gabriel Peyré 33, 96

Ionut Danaila 11, 94, 95

Jean-Pierre Puel 11, 94
Jonathan Jung 46, 101

Loic Gouarin, Violaine Louvet 16, 116, 117

Marc Bonnet 51, 124
Martin Andler 18, 127
Martin Campos Pinto 47, 55, 97, 98, 105

Nicole Goutal 40, 123, 124
Nicole Goutal, Sébastien Boyaval 50, 120

Olivier Pantz, Grégoire Allaire 19, 127, 128
Olivier Wilk 17, 117, 118

Paola Goatin, Maria Laura Delle Monache 56, 102
Pascal Omnes 14, 102, 103
Pascal Tremblin, Samuel Kokh 30, 128, 129
Pierre Gabriel 25, 103, 104

Simon Lemaire 13, 98, 99
Stéphanie Salmon 18, 121, 122
Sylvain Ervedoza 58, 131

Tahar Z. Boulmezaoud 15, 113
Thierry Horsin 13, 98
Thomas Rey, Marianne Bessemoulin, Anais Crestetto 22, 95

Vanessa Lleras, Franz Chouly 41, 129, 130

Liste des participants

1. Abadie, Jean-Francois : jean-francois.abadie@upmc.fr
2. Abdoul Anziz, Houssam : houssam.abdoul-anziz@univ-tln.fr
3. Aissiouene, Nora : nora.aissiouene@upmc.fr
4. Alabau-Boussouira, Fatiha : fatiha.alabau@univ-lorraine.fr
5. Alahyane, Mohamed : alahyanemohamed89@gmail.com
6. Allaire, Grégoire : allaire@cmap.polytechnique.fr
7. Andler, Martin : martin.andler@uvsq.fr
8. Andreianov, Boris : boris.andreianov@univ-tours.fr
9. Arnaud, Nadege : nadege.arnaud@uvsq.fr
10. Atsou, Kokou Kevin : kevin.atsou@unice.fr
11. Audusse, Emmanuel : eaudusse@yahoo.fr
12. Aussal, Matthieu : matthieu.aussal@polytechnique.edu
13. Azaiez, Mejdi : azaiez@ipb.fr
14. Badahmane, Achraf : badahmane.achraf@gmail.com
15. Balasoiu, Dimitri : dimitri.balasoiu@univ-grenoble-alpes.fr
16. Bellis, Cédric : bellis@lma.cnrs-mrs.fr
17. Ben Belgacem, Faker : faker.ben-belgacem@utc.fr
18. Benamou, Jean-David : jean-david.benamou@inria.fr
19. Beneteau, Clement : clement.beneteau@ensta-paristech.fr
20. Benyo, Krisztian : krisztian.benyo@math.u-bordeaux.fr
21. Bera, Antoine : antoine.bera@ensta-paristech.fr
22. Bessemoulin, Marianne : marianne.bessemoulin@univ-nantes.fr
23. Bey, Mohamed-Amine : bey@ceremade.dauphine.fr
24. Bhandari, Kuntal : kuntal.bhandari1993@gmail.com

Liste des participants (suite)

25. Bidegaray-Fesquet, Brigitte : Brigitte.Bidegaray@univ-grenoble-alpes.fr
26. Billo, Georis : georis.billo@gmail.com
27. Blachère, Florian : florian.blachere@utt.fr
28. Bocchi, Edoardo : edoardo.bocchi@math.u-bordeaux.fr
29. Bogosel, Beniamin : beniamin.bogosel@cmap.polytechnique.fr
30. Boissier, Mathilde : mathilde.boissier@polytechnique.edu
31. Boiveau, Thomas : thomas.boiveau@upmc.fr
32. Bonaldi, Francesco : francesco.bonaldi@polimi.it
33. Bonazzoli, Marcella : bonazzoli@ljll.math.upmc.fr
34. Bonnet, Marc : mbonnet@ensta.fr
35. Bouin, Emeric : bouin@ceremade.dauphine.fr
36. Boulmezaoud, Tahar Z. : tahar.boulmezaoud@uvsq.fr
37. Boyaval, Sébastien : sebastien.boyaval@enpc.fr
38. Boyer, Franck : franck.boyer@math.univ-toulouse.fr
39. Boyer, Claire : claire.boyer@upmc.fr
40. Brehier, Charles-Edouard : brehier@math.univ-lyon1.fr
41. Bubba, Federica : federica.bubba@upmc.fr
42. Buet, Blanche : blanche.buet@math.u-psud.fr
43. Bulteau, Solène : solene.bulteau@univ-nantes.fr
44. Caboussat, Alexandre : alexandre.caboussat@hesge.ch
45. Caetano, Filipa : filipa.caetano@math.u-psud.fr
46. Campos Pinto, Martin : campos@ann.jussieu.fr
47. Cancès, Clément : clement.cances@inria.fr
48. Cantin, Pierre : pircantin@gmail.com

Liste des participants (suite)

49. Cantin, Guillaume : guillaumecantin@mail.com
50. Cao, Yangyang : caoy@ljll.math.upmc.fr
51. Carmigniani, Rémi : Rcarmi@me.com
52. Chalayer, Renald : renald.chalayer@math.univ-bpclermont.fr
53. Chalons, Christophe : christophe.chalons@uvsq.fr
54. Chatelain, Philippe : philippe.chatelain@uclouvain.be
55. Chazel, Florent : florent.chazel@insa-toulouse.fr
56. Chouly, Franz : franz.chouly@univ-fcomte.fr
57. Cloez, Bertrand : Bertrand.Cloez@inra.fr
58. Cordesse, Pierre : pierre.cordesse@polytechnique.edu
59. Cornaggia, Rémi : remi.cornaggia@univ-rennes1.fr
60. Cortes, Enrique : ecortes@bcamath.org
61. Courtès, Clémentine : courtes@math.unistra.fr
62. Crepeau, Emmanuelle : emmanuelle.crepeau@uvsq.fr
63. Crestetto, Anais : Anais.Crestetto@univ-nantes.fr
64. Daadaa, Rihab : rihab.zammit-chatti@univ-lorraine.fr
65. Dahmen, Nourallah : nourallah.dahmen@onera.fr
66. Dalimi, Hanane : hanane.dalimi@gmail.com
67. Danaila, Ionut : ionut.danaila@univ-rouen.fr
68. Dang, Phuoc Nhat : nhatdp.hcmus@gmail.com
69. De Gournay, Frederic : frederic@degournay.fr
70. De Nunzio, Giovanni : giovanni.de-nunzio@ifpen.fr
71. Delay, Guillaume : guillaume.delay@math.univ-toulouse.fr
72. Delle Monache, Maria Laura : ml.dellemonache@inria.fr

Liste des participants (suite)

73. Delvare, Franck : franck.delvare@unicaen.fr
74. Delyon, Alexandre : Alexandre.Delyon@univ-lorraine.fr
75. Di Pietro, Daniele : daniele.di-pietro@umontpellier.fr
76. Dubois, François : francois.dubois@u-psud.fr
77. Dubreuil, Sylvain : sylvain.dubreuil@onera.fr
78. Dumas, Laurent : laurent.dumas@uvsq.fr
79. Duprez, Michel : mduprez@math.cnrs.fr
80. Duran, Arnaud : arnaud.duran@univ-montp2.fr
81. Duret, Aurelien : aurelien.duret@ifsttar.fr
82. Elmousaoui, Abdelghani : elmoussaoui.abdelghani@gmail.com
83. Ervedoza, Sylvain : sylvain.ervedoza@math.univ-toulouse.fr
84. Etancelin, Jean-Matthieu : jean-matthieu.etancelin@univ-pau.fr
85. Fahlaoui, Tarik : tarik.fahlaoui@utc.fr
86. Faure, Alexis : alexis.faure.mobile@gmail.com
87. Feng, Qingqing : qingqing_feng@yahoo.com
88. Ferre, Gregoire : gregoire.ferre@enpc.fr
89. Fiorini, Camilla : camilla.fiorini@uvsq.fr
90. Forcadel, Nicolas : nicolas.forcadel@insa-rouen.fr
91. Franck, Emmanuel : emmanuel.franck@inria.fr
92. Frasca, Paolo : paolo.frasca@gipsa-lab.fr
93. Frei, Stefan : s.frei@ucl.ac.uk
94. Frerejean, Laure : Laure.frerejean@uvsq.fr
95. Gabriel, Pierre : pierre.gabriel@uvsq.fr
96. Garnotel, Simon : simon.garnotel@airthium.com

Liste des participants (suite)

97. Geoffroy Donders, Perle : perle.geoffroy@polytechnique.edu
98. Ghattassi, Mohamed : mohamed.ghattassi@gmail.com
99. Ghosh, Amrita : amrita.ghosh@univ-pau.fr
100. Gillon, Franck : franck.gillon@uca.fr
101. Gimperlein, Heiko : h.gimperlein@hw.ac.uk
102. Giraud, Remi : rgiraud@u-bordeaux.fr
103. Goatin, Paola : paola.goatin@inria.fr
104. Godlewski, Edwige : edwige.godlewski@upmc.fr
105. Gonzalez, Alvaro Mateos : alvaro.mateos-gonzalez@umontpellier.fr
106. Gouarin, Loic : loic.gouarin@math.u-psud.fr
107. Goudenege, Ludovic : goudenege@math.cnrs.fr
108. Goutal, Nicole : nicole.goutal@edf.fr
109. Graille, Benjamin : benjamin.graille@math.u-psud.fr
110. Gueguen, Robin : gueguen.robin@gmail.com
111. Guerand, Jessica : jessica.guerand@ens.fr
112. Guichard, Cindy : cindy.guichard@sorbonne-universite.fr
113. Guisset, Sebastien : sebguisset@gmail.com
114. Guyader, Arnaud : arnaud.guyader@upmc.fr
115. Hadikhanloo, Saeed : saeed.hadikhanloo@inria.fr
116. Halpern, Laurence : halpern@math.univ-paris13.fr
117. Hamaizia, Tayeb : h2tayeb@gmail.com
118. Hammond, Janelle Katharine : hammond.janelle@gmail.com
119. Hecht, Sophie : sophie.hecht15@imperial.ac.uk
120. Herault, Alexis : alexis.herault@cnam.fr

Liste des participants (suite)

121. Herbin, Raphaèle : Raphaele.Herbin@univ-amu.fr
122. Herda, Maxime : herda@ljll.math.upmc.fr
123. Heumann, Holger : holger.heumann@inria.fr
124. Hild, Patrick : phild@math.univ-toulouse.fr
125. Hild, Romain : romain.hild@unistra.fr
126. Hivert, Hélène : helene.hivert@ec-lyon.fr
127. Hoffmann, Marc : hoffmann@ceremade.dauphine.fr
128. Horsin, Thierry : thierry.horsin@lecnam.net
129. Houillon, Marie : houillon@math.unistra.fr
130. Hubert, Florence : florence.hubert@univ-amu.fr
131. Hume, Laurène : laurene.hume@univ-pau.fr
132. Iampietro, David : david.iampietro@edf.fr
133. Issard, Françoise : francoise.issard-roch@math.u-psud.fr
134. Jakabcin, Lukas : lukas.jakabcin@polytechnique.edu
135. Jarraud, Pierre : pierre.jarraud@upmc.fr
136. Jebrane, Aissam : aissam.jebrane@enpc.fr
137. Josien, Marc : marc.josien@enpc.fr
138. Julisson, Sarah : sarah.julisson@upmc.fr
139. Jung, Jonathan : jonathan.jung@univ-pau.fr
140. Kaouane, Yassine : yassine.kaouane@etu.univ-littoral.fr
141. Kavian, Otared : kavian@math.uvsq.fr
142. Keller, Merlin : merlin.keller@edf.fr
143. Koenig, Armand : armand.koenig@unice.fr
144. Kokh, Samuel : samuel.kokh@cea.fr

Liste des participants (suite)

145. Kolb, Sébastien : sebastien.kolb@defense.gouv.fr
146. Lafitte, Pauline : pauline.lafitte@centralesupelec.fr
147. Laurent, Karine : karine.laurent@ifpen.fr
148. Le, Minh Hoang : minh-hoang.le@enpc.fr
149. Le Masson, Stéphane : stephane.lemasson@orange.com
150. Lebbe, Nicolas : lebbe.nicolas@gmail.com
151. Lebrat, Leo : leo.lebrat@gmail.com
152. Lemaire, Simon : simon.lemaire@inria.fr
153. Lepoutre, Thomas : thomas.lepoutre@inria.fr
154. Lesage, Adrien : adrien.lesage@enpc.fr
155. Lhebrard, Xavier : lhebrard@ljll.math.upmc.fr
156. Lissoni, Giulia : lissoni@unice.fr
157. Lissy, Pierre : lissy@ceremade.dauphine.fr
158. Lleras, Vanessa : vanessa.lleras@umontpellier.fr
159. Lothode, Corentin : corentin.lothode@univ-rouen.fr
160. Louvet, Violaine : Violaine.louvet@univ-grenoble-alpes.fr
161. Lucor, Didier : didier.lucor@limsi.fr
162. Luddens, Francky : francky.luddens@univ-rouen.fr
163. Madani, Tarik : tarik.madani@umontpellier.fr
164. Maitre, Emmanuel : Emmanuel.Maitre@imag.fr
165. Maltese, David : david.maltese@inria.fr
166. Mamouni, Nezha : nezha.mamouni@gmail.com
167. Marazzato, Frederic : frederic.marazzato@ponts.org
168. Marbach, Frédéric : frederic.marbach@ens-rennes.fr

Liste des participants (suite)

169. Marly, Arthur : arthur.marly@ens-lyon.fr
170. Martel, Sofiane : sofiane.martel@enpc.fr
171. Martin, Hugo : martin@ljll.math.upmc.fr
172. Martin, Matthieu : matthieu.martin@epfl.ch
173. Marulli, Marta : marta.marulli3@unibo.it
174. Mazari, Idriss : idriss.mazari@upmc.fr
175. Mennuni, Pierre : pierremennuni@gmail.com
176. Miglio, Edie : edie.miglio@polimi.it
177. Mimeau, Chloé : chloe.mimeau@cnam.fr
178. Mirrahimi, Sepideh : Sepideh.Mirrahimi@math.univ-toulouse.fr
179. Modave, Axel : axel.modave@ensta-paristech.fr
180. Moitier, Zoïs : zois.moitier@univ-rennes1.fr
181. Monmarché, Pierre : pierre.monmarche@ens-cachan.org
182. Montaner, Santiago : santiago.montaner@uca.fr
183. Moreau, Clément : clement.moreau@inria.fr
184. Moureau, Vincent : vincent.moureau@coria.fr
185. Naceur, Nahed : nahed.naceur@univ-lorraine.fr
186. Navaro, Pierre : pierre.navaro@univ-rennes1.fr
187. Nguessan, Marc-Arthur : marc-arthur.nguessan@polytechnique.edu
188. Nordmann, Samuel : samnordmann@gmail.com
189. Nouri Baranger, Thouraya : Thouraya.Baranger@univ-lyon1.fr
190. Omnes, Pascal : pascal.omnes@cea.fr
191. Omnes, Florian : florian.omnes@upmc.fr
192. Orellana, Jose : jose.orellana@cnam.fr

Liste des participants (suite)

193. Oueslati, Soumaya : soumaya.oueslati1@u-cergy.fr
194. Oumri, Farah : farah.zeriouh@etudiant.univ-reims.fr
195. Ozenda, Olivier : olivier.ozenda@univ-grenoble-alpes.fr
196. Padioleau, Thomas : thomas.padioleau@cea.fr
197. Pages, Valentin : valentin.pages@gmail.com
198. Pantz, Olivier : pantz@unice.fr
199. Patout, Florian : florian.patout@ens-lyon.fr
200. Peluchon, Simon : simon.peluchon@cea.fr
201. Penel, Yohan : yohan.penel@gmail.com
202. Perrier, Vincent : vincent.perrier@univ-pau.fr
203. Peyré, Gabriel : gabriel.peyre@ens.fr
204. Pichard, Teddy : pichard@ann.jussieu.fr
205. Poirier, Christine : christine.poirier@uvsq.fr
206. Popelin, Anne-Laure : anne-laure.popelin@edf.fr
207. Prieur, Christophe : christophe.prieur@gipsa-lab.fr
208. Prigent, Corentin : corentin.prigent@math.u-bordeaux.fr
209. Privat, Yannick : yannick.privat@upmc.fr
210. Pudlo, Pierre : pierre.pudlo@univ-amu.fr
211. Puel, Jean-Pierre : jppuel@math.uvsq.fr
212. Quemar, Pierrick : quemar@math.univ-paris13.fr
213. Raeli, Alice : alice.raeli@umontpellier.fr
214. Rakotondrainibe, Lalaina : lalaina.rakotondrainibe@renault.com
215. Rakotondrandisa, Aina : aina.rakotondrandisa@etu.univ-rouen.fr
216. Remi, Tesson : remi.tesson@univ-amu.fr

Liste des participants (suite)

217. Rey, Thomas : thomas.rey@math.univ-lille1.fr
218. Rizik, Vivian : vivian.rizik@utc.fr
219. Rousseau, Antoine : Antoine.Rousseau@inria.fr
220. Roussel, Julien : julien.roussel@enpc.fr
221. Sadaka, Georges : georges.sadaka@u-picardie.fr
222. Sala, Lorenzo : sala@math.unistra.fr
223. Saleh, Khaled : saleh@math.univ-lyon1.fr
224. Salmon, Stéphanie : stephanie.salmon@univ-reims.fr
225. Sanson, Francois : francois.sanson@inria.fr
226. Santi, Françoise : santi@cnam.fr
227. Sengers, Arnaud : arnaud.sengers@univ-grenoble-alpes.fr
228. Stauffert, Maxime : maxime.stauffert@gmail.com
229. Sutour, Camille : camille.sutour@parisdescartes.fr
230. Tan, Pauline : pauline.tan@cmla.ens-cachan.fr
231. Terrier, Pierre : pc.terrier@gmail.com
232. Thery, Sophie : sophie.thery@univ-grenoble-alpes.fr
233. Thorel, Alexandre : alexandre.thorel@orange.fr
234. Tournier, Pierre-Henri : tournier@ljll.math.upmc.fr
235. Tremblin, Pascal : pascal.tremblin@cea.fr
236. Trescases, Ariane : ariane.trescases@math.univ-toulouse.fr
237. Trussardi, Lara : lara.trussardi@univie.ac.at
238. Tseveendorj, Ider : ider.tseveendorj@uvsq.fr
239. Uro, Lydie : lydie.uro@upmc.fr
240. Wahl, Jean-Baptiste : wahl@math.unistra.fr

Liste des participants (suite)

241. Wargnier, Quentin : quentin.wargnier@centralesupelec.fr
242. Wilk, Olivier : olivier.wilk@lecnam.net
243. Yahiaoui, Brahim : yahiaoui.brahim@gmail.com
244. Zeifang, Jonas : jonas.zeifang@iag.uni-stuttgart.de
245. Zuazua, Enrique : enrique.zuazua@deusto.es
246. Zurek, Antoine : zureka3@gmail.com

Résumés des exposés (ordre alphabétique des orateurs)

Estimations d'une fonction et de ses dérivées

Jean-François ABADIE, Sorbonne Université

Mots-clés : Formule de Taylor-Lagrange, bornes ponctuelles, optimisation, calculs en temps réel.

Dans cet exposé, nous présenterons différents modèles et algorithmes permettant de borner une fonction f et ses dérivées à partir :

- de bornes sur f en certains points, et,
- d'une borne uniforme sur l'une de ses dérivées.

Nous expliquerons en quoi ces travaux, menés pour les besoins d'Alstom et de la RATP, permettent l'étude de systèmes complexes (*e.g.* physiques ou biologiques) pour lesquels il n'existe pas nécessairement de modélisation fiable de leur comportement. Nous présenterons et analyserons ensuite les performances des modèles et algorithmes qui en découlent, et les illustrerons sur quelques cas tests simples.

Références

Jean-François ABADIE, Sorbonne Université, Université Paris-Diderot SPC, CNRS, Laboratoire Jacques-Louis Lions, LJLL, F-75005 Paris
jean-francois.abadie@upmc.fr

Continua models with strain gradient energy obtained by rigorous homogenization

Houssam ABDOUL ANZIZ, IMATH, Université de Toulon

Mots-clés : Homogenization, strain gradient

In the framework of homogenization of high contrast materials, we study the effective behavior of periodic elastic structures. We focus our attention to determine the effective energy of lattice-based periodic structures. The geometry we consider is based on periodic graph which is determined by:

- a bounded open domain Ω in $\mathbb{R}^n$, $n = 2$ or 3,
- a prototype cell containing a finite number of nodes,
- a family of two (in 2D) or three (in 3D) independent periodicity vectors,
- five (in 2D) or fourteen (in 3D) interaction matrices defining the edges of the graph.

The considered structures can be modeled by a system of nodes liked by extensional, flexional and torsional bars. We use the method of Gamma-convergence to study the equilibrium of the structures. We show that when the small parameter ε which compares the size of the periodic cell with the size of the macroscopic domain Ω tends to 0, the initial elastic energy converges (in the sense of Gamma-convergence) to a nonlocal strain gradient energy with possible extra kinematics variables (see [1], [2]).
We provide the general algorithm [2] which makes explicit the effective energy and the effective stiffness matrices. If the infimum with respect to the extra kinematic variables cannot be computed locally, we use Matlab/Octave and Maxima software to do it.
Our future work will be the optimization of our structures for getting experimental evidence of second gradient effects.

Références

[1] Abdoul Anziz, H., Seppecher, P., *Homogenization of periodic graph-based elastic structures*, Journal de l'Ecole polytechnique-Mathématiques, 2018.

[2] Abdoul Anziz, H., Seppecher, P., *Strain gradient and generalized continua obtained by homogenizing frame lattices*, Submlitted to MEMOCS, 2018.

[3] Bellieud, M., Bouchitté, G., *Homogenization of a soft elastic material reinforced by fibers*, Asymptotic Analysis, 2002.

[4] Briane, M., Camar-Eddine, M., *Homogenization of two-dimensional elasticity problems with very stiff coefficients*, Journal de Mathmatiques pures et appliques, 2007.

[5] Alibert, J. J., Della Corte, A., *Second-gradient continua as homogenized limit of pantographic microstructered plates*, ZAMP, 2015.

Houssam ABDOUL ANZIZ, 74, Impasse Auguste Renoir, 83130, La Garde
houssam.abdoul-anziz@univ-tln.fr

Méthode de convexité avec poids-optimal pour les EDP hyperboliques et schémas de discrétisations numériques uniformes en temps et espace

Fatiha Alabau-Boussouira, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Sorbonne Université

On s'intéressera dans cet exposé, aux EDP d'évolution hyperboliques avec amortissement non linéaire. Cet amortissement n'est actif, en pratique, que "localement", c'est-à-dire soit dans un sous-domaine du domaine spatial dans lequel l'EDP est posée ou soit sur une partie de son bord. Le domaine d'action de l'amortissement doit satisfaire à des conditions géométriques bien connues, dues à la vitesse de propagation finie des EDP considérées. Les effets de l'amortissement se traduisent physiquement et mathématiquement par le fait qu'une énergie naturelle associée à l'EDP est décroissante au cours du temps, cette décroissance "se mesurant" sous forme d'une relation de dissipation de l'énergie.

Comment pouvoir prédire, sous une forme que l'on espère optimale, notamment en terme de taux de décroissance, et dans un cadre général, le comportement asymptotique des solutions en temps long ? Comment combiner taux optimal de décroissance et hypothèses optimales sur les conditions géométriques sur le domaine spatial dans lequel l'amortissement est actif ?

On présentera dans une première partie de l'exposé la méthode de convexité avec poids-optimal qui permet de répondre à ces questions, en insistant sur les différentes étapes de la construction de cette méthode et sur ce qu'elle permet de comprendre entre étapes géométriques et étapes analysant de façon optimale la présence de l'amortissement non linéaire. Nous donnerons plusieurs taux explicites de décroissance en fonction de la non linéarité de l'amortissement. Un des aspects sera aussi de montrer comment on retrouve l'intérêt de l'approche numérique pour l'obtention d'un taux pour le problème continu, permettant de passer d'une estimation à temps discrets, à une estimation continue en temps, en reconnaissant une discrétisation de type schéma d'Euler.

Dans la seconde partie de l'exposé, on s'intéressera à l'obtention de schémas de discrétisation numérique de ces EDP en espace, en temps, et en temps et espace. L'exigence de précision sera d'obtenir des schémas pour lesquels les taux de décroissance de l'énergie des solutions associées sont du même ordre que ceux du modèle continu et sont uniformes par rapport aux paramètres de discrétisation du temps ou de l'espace.

Nous introduirons pour cela, une approche générale basée sur l'ajout de termes de viscosité numérique adaptés. Cette approche est connue dans le cas d'amortissement linéaire. Nous étendons cette stratégie aux cas d'amortissements non linéaires en utilisant la méthode de convexité avec poids-optimal, dans un cadre abstrait incluant de nombreuses EDP hyperboliques comme cas particuliers : équation de transport, équation des ondes, équation de Schrödinger, équations des plaques...

Fatiha Alabau-Boussouira, Laboratoire Jacques-Louis Lions, UMR 7598, Sorbonne Université & Université de Lorraine
alabau@ljll.upmc.fr

A new approach of the fluid model based on the LBM method

Mohamed ALAHYANE, Cadi Ayyad University

Abdelilah HAKIM, Cadi Ayyad University

Said RAGHAY, Cadi Ayyad University

As a mesoscopic method based on the kinetic Boltzmann equation, the lattice Boltzmann method (LBM) has been developed rapidly in the last three decades. As an alternative scheme of solving the Navier-Stokes equations, the LBM is usually designed as a fully discretized version of the Boltzmann equation with a set of symmetric discrete velocities to ensure isotropy in the kinetic theory. In the LBM, only a few discrete, kinetic-particle velocities are used, and the kinetic velocities are fully coupled to the lattice grid in the physical space and the time step size, which makes the numerical implementation highly efficient when compared to other kinetic schemes. Through multiscaling expansion, the incompressible Navier-Stokes equations can be recovered from the lattice Boltzmann BGK equation. The advantage of the lattice Boltzmann method is that it provides easily implemented fully parallel algorithms and the capability of handling complicated boundaries. In this work, we propose a new approach to fluid image registration problem by using LBM method, and the partial differential equation (PDE) that we used to solve this problem is the incompressible Navier-Stokes equation.

Références

[1] W. Zhang, B. Shi, *Application of lattice Boltzmann method to image filtering*, J. Math Imaging Vis., Vol. 43, pp. 135-142, 2012.

[2] D. L. G. Hill, P. G. Batchelor, M. Holden, D. J. Hawkes, *Medical image registration*, Physics in medicine and biology, Vol. 46, N.3, pp. R1, 2001.

[3] B. Jawerth, P. Lin, E. Sinzinger, *Lattice Boltzmann models for anisotropic diffusion of image*, Journal of Mathematical Imaging and Vision, Vol. 11, N.3, pp. 231-237, 1999.

[4] Z. Guo, B. Shi, N. Wang, *Lattice BGK model for Incompressible Navier-Stokes Equation*, Journal of Computational Physics, Vol. 165, N.1, pp. 288-306, 2000.

[5] C. Peng, Z. Guo, L. P. Wang, *A Lattice-BGK model for the Navier-Stokes equation based on a rectangular grid*, Computers and Mathematics with Applications, 2016.

[6] J. Modersitzki, *Numerical Methods for Image Registration*, Oxford university press, 2004.

[7] U. Frisch, D. d'Humieres, B. Hasslacher, P. Lallemand, Y. Pomeau, J. P. Rivet, *Lattice gas hydrodynamics in two and three dimensions*, Complex systems, Vol. 1, N. 4, pp. 649-707, 1987.

Mohamed ALAHYANE, LAMAI, FSTG, Cadi Ayyad University, Marrakesh, Morocco
alahyanemohamed89@gmail.com
Abdelilah HAKIM, LAMAI, FSTG, Cadi Ayyad University, Marrakesh, Morocco
abdelilah.hakim@gmail.com
Said RAGHAY, LAMAI, FSTG, Cadi Ayyad University, Marrakesh, Morocco
s.raghay@uca.ac.ma

Existence des solutions et approximation volumes finis pour certains systèmes de diffusion croisée

Boris ANDREIANOV, Institut Denis Poisson, Université de Tours

Mostafa BENDAHMANE, Institut de Mathématiques de Bordeaux

Ricardo RUIZ BAIER, Oxford Mathematical Institute, Royaume-Uni

L'exposé sera consacré principalement à la présentation des résultats du travail [1] où l'on s'intéresse aux systèmes du type "diffusion croisée" généralisant le système suivant, du type SKT (Shigesada-Kawasaki-Teramoto) : dans le domaine $Q_T := \Omega \times (0,T] \subset \mathbb{R}^d \times \mathbb{R}^+$,

$$\begin{aligned} &\partial_t u - D_1 \Delta u - \operatorname{div}\big((u+v)\nabla u + v\nabla v\big) = u(a_1 - b_1 u - c_1 v), \\ &\partial_t v - D_2 \Delta v - \operatorname{div}\big(u\nabla u + (u+v)\nabla v\big) = v(a_2 - b_2 u - c_2 v), \qquad (x,t), \\ &\frac{\partial u}{\partial \eta} = \frac{\partial v}{\partial \eta} = 0, \ u(x,0) = u_0(x), \quad v(x,0) = v_0(x), \end{aligned} \tag{1}$$

où les coefficients a_i, b_i, c_i sont positifs ($i = 1, 2$). La matrice de diffusion croisée associée est

$$\mathcal{A}(u,v) = \begin{pmatrix} u+v & u \\ v & u+v \end{pmatrix}. \tag{2}$$

Dans cet exemple, la diffusion croisée est "faible" (en termes de [2]) dans le sens que la matrice est positive; toutefois, la diffusion reste non linéaire et le cadre hilbertien n'est pas approprié. L'étude consiste à combiner des techniques plutôt très classiques d'analyse non linéaire permettant de donner un sens à tous les termes de la formulation faible dans l'espace L^1, et de passer à la limite dans des suites des solutions approchées. Une possibilité pour produire des solutions approchées est d'utiliser un schéma volumes finis, très classique lui aussi (dans la lignée des schémas de [3] sur maillages admissibles). On montrera quelques simulations, de nombreuses cas test peuvent être trouvés dans les travaux postérieurs de Ricardo Ruiz Baier, Canrong Tian et al..
On évoquera aussi l'étude des systèmes du type étudié par Chen et Jüngel dans [2], notamment

$$\begin{aligned} \partial_t u - D_1 \Delta u - \operatorname{div}\big(c_1 u \nabla u + \nabla(uv)\big) &= F(u,v), \\ \partial_t v - D_2 \Delta v - \operatorname{div}\big(c_2 v \nabla v + \nabla(uv)\big) &= G(u,v) \end{aligned}$$

où la diffusion croisée peut être "forte" càd la matrice n'est pas positive dès que $c_1, c_2 > 0$ ne sont pas assez grands. La preuve d'existence passe alors par les estimations d'entropie qu'on obtient formellement en multipliant les équations par $\ln(u)$ et $\ln(v)$, respectivement (ayant $\nabla(uv)\cdot(\nabla \ln u + \nabla \ln v) = 4|\nabla\sqrt{uv}|^2$). On discutera de la compatibilité de cette technique d'estimation avec la construction des solutions approchées à l'aide des mêmes schémas volumes finis.

Références

[1] B. Andreianov, M. Bendahmane and R. Ruiz Baier, *Analysis of a finite volume method for a cross-diffusion model in population dynamics*, M3AS, Vol.21, No.2, pp.307-344 (2011).

[2] L. Chen and A. Jüngel, *Analysis of a multi-dimensional parabolic population model with strong cross-diffusion*, SIAM J. Math. Anal. Vol.36, pp.301–322 (2004).

[3] R. Eymard, T. Gallouët and R. Herbin, Finite Volume Methods. In: P.G. Ciarlet, J.L. Lions (eds.), Handbook of Numerical Analysis, vol. VII, North-Holland, Amsterdam, (2000) pp. 713-1020.

Boris ANDREIANOV, Institut Denis Poisson, Université de Tours, Parc Grandmont, 37200 Tours
boris.andreianov@univ-tours.fr
Mostafa BENDAHMANE,
mostafa.bendahmane@math@u-bordeaux.fr
Ricardo RUIZ BAIER,
ruizbaier@maths.ox.ac.uk

Gypsilab, un espace de prototypage numérique sous Matlab

Matthieu Aussal, CMAP de l'École polytechnique

Francois Alouges, CMAP de l'École polytechnique

Gypsilab est un nouvel environnement open-source pour le prototypage rapide, permettant la résolution numérique de problèmes variés [1]. L'objectif est de proposer des interfaces simples donnant accès à des méthodes numériques avancées. Aujourd'hui, cet environnement propose des outils de :

- Gestion de maillages (2D et 3D),
- Formulations variationnelles par éléments finis (FEM) et éléments finis de frontière (BEM),
- Compression hiérarchique de matrices pleines,
- Lancer de rayon.

Gypsilab est utilisé à la fois pour l'enseignement, la recherche, mais aussi le prototypage industriel. Cet outil résout des problèmes en acoustique, vibro-acoustique, électromagnétisme, mécanique des fluides, etc... avec des couplages forts sur les opérateurs associés.

A titre d'exemple, Gypsilab affiche des performances suffisantes pour résoudre des systèmes jusqu'à 10^6 inconnues en FEM (stockage creux) et 10^5 inconnues en BEM (stockage plein hiérarchique [2]). De plus, une interface simple permet à l'utilisateur d'écrire des formulations variationnelles "à la freefem++", et de résoudre des problèmes complexes sans rentrer dans l'architecture logiciel [3]. Dans cette présentation, nous allons montrer quelques exemples de résolutions numériques, en présentant conjointement des équations et le code source qui permet de les résoudre.

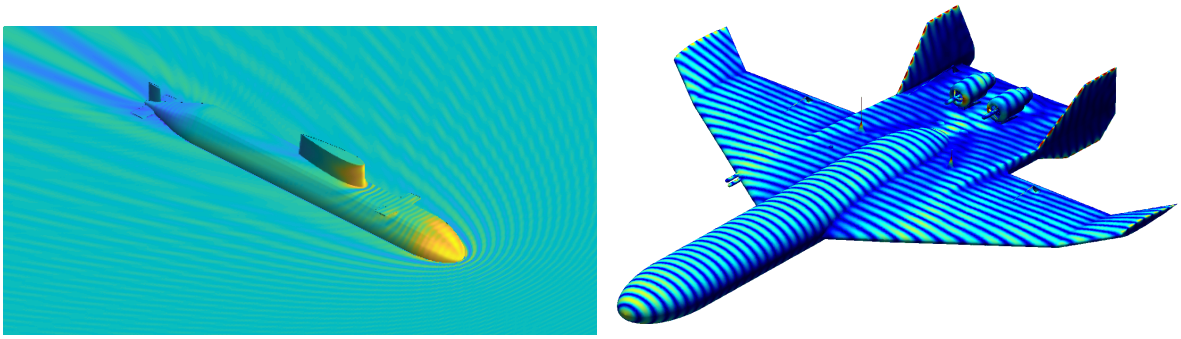


Figure 1: Calcul par Gypsilab de diffraction acoustique (gauche) et électromagntique (droite)

Références

[1] See http://www.cmap.polytechnique.fr/~aussal/gypsilab/

[2] Hackbusch, W, *Hierarchische Matrizen*, Springer, 2009.

[3] See http://freefem.org.

Matthieu Aussal, Centre de Mathématiques Appliquées de l'École polytechnique - Route de Saclay - 91128 Palaiseau CEDEX France
`matthieu.aussal@polytechnique.edu`
Francois Alouges, Centre de Mathématiques Appliquées de l'École polytechnique - Route de Saclay - 91128 Palaiseau CEDEX France
`francois.alouges@polytechnique.edu`

A Preconditioned global method for solving the saddle point problem with multiple right-hand sides

Achraf BADAHMANE, LMPA

Hafid Abdeslam BENTBIB, FST-Marrakech

Hassan SADOK, LMPA

In the present paper, we propose the preconditioned global approach [5] as a new strategy to solve saddle point problems with several right-hand sides. The preconditioner is obtained by replacing the saddle block $(2, 2)$ by another block of the Saddle-point matrix $\mathcal{A}$. We applied the global GMRES method for this problem with several right hand sides and we gave new convergence results and we analyzed the eigenvalue-distribution and the eigenvectors of the preconditioner. Finally, numerical results show that our preconditioned global GMRES method, has high performance as compared to other preconditioned global GMRES methods for solving the saddle point problem with several right hand sides.

Références

[1] Bellalij M, Jbilou K, Sadok H. New convergence results on the global GMRES method for diagonalizable matrices. Journal of Computational and Applied Mathematics., 219 (2008). pp. 350-358.

[2] Benner P, Saak J , Stoll M, Weichelt KH. Efficient solution of large-scale saddle point systems arising in riccati-based boundary feedback stabilization of incompressible stokes flow. Siam J. Sci. Comput., 35 (2013), pp. S150-S170.

[3] Bissuel A, Allaire G, Daumas L, Chalot F, Mallet M. Linear Systems with multiple right-hand sides with GMRES, an application to aircraft design. ECCOMAS congress 2016 .

[4] Bouyouli R, Jbilou K, Sadaka R, Sadok H. Convergence proprieties of some block Krylov subspace methods for multiple linear systems. J. Comput. Appl. Math., 196 (2006), pp. 498-511.

[5] Cao HZ. Augmentation block preconditioners for saddle point-type matrices with singular $(1, 1)$ blocks. Linear Algebra Appl., 15 (2008) , pp. 515-533 .

[6] Elman CH, Ramage A, Silvester JD, IFISS: A Matlab toolbox for modelling incompressible flow, ACM Trans. Math. Software. 33 (2007) Article 14.

[7] Elbouyahyaoui L, Messaoudi A, Sadok H. Algebraic properties of the block GMRES and block arnoldi methods. Electronic Transaction on Numerical Analysis., 33 (2009), pp. 207-220.

[8] Jbilou K, Messaoudi A, Sadok H. Global FOM and GMRES algorithms for matrix equation. App. Num.Math, 31 (1999), pp. 49-43.

Achraf BADAHMANE, LMPA, Université du Littoral Côte d'Opale, 50 Rue F. Buisson, BP 699 - 62228 Calais cedex, France.
Badahamane.achraf@gmail.com
Hafid Abdeslam BENTBIB, FST-Marrakech, Laboratoire de Mathématiques Appliquées et Informatique, Marrakech, Morocco.
a.bentbib@uca.ma
Hassan SADOK, LMPA, Université du Littoral Côte d'Opale, 50 Rue F. Buisson, BP 699 - 62228 Calais cedex, France.
Hassane.Sadok@lmpa.univ-littoral.fr

Méthodes de traitement d'images pour la reconstruction de cartes de paramètres constitutifs de matériaux hétérogènes

Cédric BELLIS, LMA, CNRS

Dans cette présentation nous nous intéresserons à l'imagerie et la caractérisation de matériaux composites. Ceux-ci sont entendus au sens large de matériaux dont les constituants possèdent des propriétés ou des fonctionnalités spatialement hétérogènes, que ces matériaux soient naturels ou bien manufacturés.

L'objectif général considéré concerne la reconstruction quantitative de cartes de paramètres constitutifs d'un tel matériau hétérogène. Le développement et la généralisation des méthodes de mesures de champs ont permis de jeter un nouveau regard sur ce problème [1, 2]. Répandues dans différents domaines de la physique, ces techniques expérimentales incluent les méthodes de corrélation d'images, la tomographie ou encore l'imagerie ultrasonore. Celles-ci permettent d'examiner la réponse d'un milieu donné lors d'une sollicitation afin d'obtenir des mesures internes de champs physiques tels que champ de déplacement, de température ou encore de potentiel électrique.

Dans cette étude, l'approche proposée adopte le point de vue original des méthodes de traitement d'images afin de reconstruire des cartes de paramètres constitutifs cibles à partir d'un ensemble d'images de mesures de champs cinématiques telles que déplacement local ou déformation du matériaux lorsqu'il est soumis à un chargement mécanique extérieur imposé.

Deux approches complémentaires seront décrites :
– Une approche analytique fondée sur la dérivation de formules de reconstruction locales dans le cas de matériaux à faibles contrastes [3].
– Une méthodologie générale pour les matériaux de contrastes arbitraires afin de reconstruire des cartes de paramètres constitutifs par déconvolution et filtrage d'images de mesure de champs [4].

Références

[1] M. Grédiac and F. Hild, editors, *Full-Field Measurements and Identification in Solid Mechanics*, John Wiley & Sons, Inc., 2013.

[2] S. Avril, M. Bonnet, A.-S. Bretelle, M. Grédiac, F. Hild, P. Ienny, F. Latourte, D. Lemosse, S. Pagano, E. Pagnacco, and F. Pierron, *Overview of identification methods of mechanical parameters based on full-field measurements*, Experimental Mechanics, 48(4) :381–402, 2008.

[3] C. Bellis, *Converting strain maps into elasticity maps for materials with small contrast*, J. Mech. Phys. Solids, 2016.

[4] C. Bellis, M. Trabelsi, F. Fremy, *Reconstructing material properties by deconvolution of full-field measurement images: The conductivity case*, Inverse Problems, 2017.

Cédric BELLIS, Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique – CNRS, Aix Marseille Univ., Centrale Marseille
bellis@lma.cnrs-mrs.fr

Complétion de données. Régularisation et éléments finis

Faker BEN BELGACEM, LMAC, UTC

Le problème de Cauchy consiste reconstruire un champ de diffusion partir de données au bord partielles. Des mesures abondantes sont disponibles sur une partie du bord tandis qu'elles sont (totalement) manquantes sur une portion inacessible. En dépit de la grande simplicité dans son énoncé, ce problème est très instable et sa résolution numérique est compliquée. Nous proposons ici une formulation variaètionnelle condensée sur le bord incomplet (données manquantes) basée sur l'approche de Steklov-Poincaré très employée en décomposition de domaine. Le problème obtenu est régularisé par la méthode de Lavrentiev avant d'tre discrétisé par éléments finis. Nous listons les propriétés marquantes de ce problème, sources d'instabilité et de difficulté. Nous donnons les résultats de convergence de la procédure de Lavrentiev pour ensuite réaliser l'analyse numérique du problème régularisé discrétisé. Nous présentons quelques exemples numériques pour illustrer nos résultats.
Les rsulats sont compilées et complétés dans [1].

Références

[1] F. Ben Belgacem, V. Girault, F. Jelassi, *Analysis of Lavrentiev-finite element methods for data completion problems*, Numer. Math., Springer (2017). https://doi.org/10.1007/s00211-017-0930-6 , à paraıtre.

Faker BEN BELGACEM, Laboratoire de Mathématique de Compiègne. Université De Technologie de Compiègne.
email

Homogénéisation enrichie en présence de bords

Clément BENETEAU, ENSTA Paristech

Sonia FLISS, ENSTA Paristech

Xavier CLAEYS, Université Pierre et Marie Curie

Quand on s'intéresse à la propagation des ondes dans un milieu périodique à basse fréquence (i.e. la longueur d'onde est grande devant la période), il est possible de modéliser le milieu périodique par un milieu homogène équivalent ou effectif qui a les mêmes propriétés macroscopiques. C'est la théorie de l'homogénéisation qui justifie d'un point de vue mathématique ce procédé. Ce procédé est très séduisant car les calculs numériques sont beaucoup moins couteux (la petite structure périodique a disparu) et des calculs analytiques sont de nouveau possibles dans certaines configurations. Les ondes dans le milieu périodique et dans le milieu effectif sont très proches d'un point de vue macroscopique... sauf en présence de bords ou d'interfaces.

En effet, il est bien connu que le modèle homogénéisé est obtenu en négligeant les effets de bords et par conséquent il est beaucoup moins précis aux bords du milieu périodique. Quand les phénomènes intéressants apparaissent aux bords du milieu (comme la propagation des ondes plasmoniques à la surface des métamatériaux par exemple), il semble donc difficile de faire confiance au modèle effectif.

En revenant sur le processus d'homogénéisation et en étendant les travaux de [1] et [2], nous proposons un modèle homogénéisé qui est plus riche aux niveaux des bords. Le modèle homogénéisé enrichi est aussi simple que le modèle homogénéisé classique loin des interfaces, seule les conditions aux bords changent et prennent mieux en compte les phénomènes. D'un point de vue numérique, se rajoutent aux problèmes de cellule classiques qui apparaissent en homogénéisation, des problèmes de bandes périodiques qui prennent en compte la façon dont le bord coupe le milieu périodique.

Références

[1] G.Allaire and M.Amar, *Boundary layer tails in periodic homogenization*, ESAIM : Control, Optimisation and Calculus of Variations,Volume 4, Pages 209-243, 1999.

[2] S.Moskow and M.Vogelius, *First order corrections to the homogenized eigenvalues of a periodic composite medium. The case of Neumann boundary conditions.*

Clément BENETEAU, POems, ENSTA Paristech, 828, Boulevard des Maréchaux, 91762 Palaiseau Cedex
clement.beneteau@ensta-paristech.fr
Sonia FLISS, POems, ENSTA Paristech, 828, Boulevard des Maréchaux, 91762 Palaiseau Cedex
sonia.fliss@ensta-paristech.fr
Xavier CLAEYS, Laboratoire Jacques-Louis Lions ,Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu 75005 Paris
claeys@ann.jussieu.fr

Interaction vague-structure pour des modèles d'ondes longues en présence d'un objet en translation au fond

Krisztián BENYÓ, Université de Bordeaux

Mots-clés : interaction fluide-structure, water waves, modèle de Boussinesq

Nous présentons de nouveaux résultats concernant un problème d'interaction fluide-structure. Nous considérons le problème de Cauchy pour l'équation des vagues dans le cas où le domaine occupé par le fluide est à surface libre et avec un fond plat sur lequel un objet solide se translate horizontalement sous l'effet de la force de pression du fluide. Nous examinons deux systèmes asymptotiques décrivant le cas dun fluide parfait incompressible en faible profondeur correspondant aux équations de Saint-Venant et de Boussinesq. Nous décrivons le système couplé dans ces deux régimes asymptotiques afin d'établir des résultats d'existence et d'unicité pour des données régulières (au sens de Sobolev). En particulier, un théorème d'existence en temps long est démontré, en étendant les résultats de [3].

Afin de déterminer le mouvement du solide, une analyse précise des termes asymptotiquement singuliers induits par les forces de frottements est nécessaire (cf. [1]). Ces travaux théoriques sont complémentés par une étude numérique approfondie. Les effets d'un solide capable de bouger au fond ont été mesurés par une suite de simulations basées sur un schéma de différences finies ([2]) adapté à ce problème couplé.

Références

[1] Krisztián Benyó, *Wave-structure interaction for long wave models with a moving bottom*, Preprint, 2017.

[2] Pengzhi Lin and Chuanjian Man, *A staggered-grid numerical algorithm for the extended Boussinesq equations*, Applied Mathematical Modelling, 31 (2), 2007.

[3] Benjamin Mélinand, *A mathematical study of meteo and landslide tsunamis: the Proudman resonance*, Nonlinearity, 28 (11), 2015.

Krisztián BENYÓ, IMB, Université de Bordeaux, 351 cours de la Libération, 33405 Talence
krisztian.benyo@math.u-bordeaux.fr

A continuation method for building invisible obstacles in waveguides

Antoine BERA, ENSTA ParisTech

Anne-Sophie BONNET-BEN DHIA, ENSTA ParisTech

Lucas CHESNEL, École Polytechnique

We are interested in building invisible obstacles in waveguides, at a given frequency. The invisibility is characterized by the nullity of the scattering coefficients associated to propagating modes. In previous papers, a method has been proposed to prove the existence of invisible obstacles and to build them. Its main drawback was its limitation to small obstacles. In order to get larger invisible obstacles, we have developed a new approach which combines the previous idea with a continuation method: we build a sequence of invisible obstacles, each of them being a small perturbation of the previous one. This relies, at each step, on the ontoness of a differential and on the fixed-point theorem. We have implemented the method in the finite element library XLiFE++, in the case of a penetrable obstacle of a two-dimensional acoustic waveguide in multi-modal regime. A remarkable result is that the ontoness condition can be ensured in many situations, so that the algorithm can be iterated as long as required. Another interesting feature of our approach is that it allows one to prescribe some properties of the obstacle (shape of the obstacle, piecewise constant index, ...), but a drawback is that the algorithm can produce non-realistic negative indices. This is a question that we are currently working on. Finally, let us emphasize that the formalism of the method is very general and flexible. In particular, it can be directly extended to 3D waveguides, or to scattering in free space.

Références

[1] A.-S. Bonnet-Ben Dhia and S. Nazarov, Obstacles in acoustic waveguides becoming "invisible" at given frequencies, *Acoustical Physics*, 59(6), (2013) pp. 633-639.

[2] A.-S. Bonnet-Ben Dhia, E. Lunéville, Y. Mbeutcha and S. Nazarov, A method to build non-scattering perturbations of two-dimensional acoustic waveguides, *Math. Meth. in the Appl. Sci.*, (2015).

[3] A.-S. Bonnet-BenDhia, L. Chesnel and S. Nazarov, Non-scattering wavenumbers and far field invisibility for a finite set of incident scattering directions, *Inverse Problems*, vol. 31, (2015).

Antoine BERA, Laboratoire Poems, UMR 7231 CNRS/ENSTA/INRIA, Ensta ParisTech, 828 Boulevard des Marchaux, 91762 Palaiseau, France
antoine.bera@ensta-paristech.fr
Anne-Sophie BONNET-BEN DHIA, Laboratoire Poems, UMR 7231 CNRS/ENSTA/INRIA, Ensta ParisTech, 828 Boulevard des Marchaux, 91762 Palaiseau, France
anne-sophie.bonnet-bendhia@ensta-paristech.fr
Lucas CHESNEL, INRIA/Centre de mathmatiques appliques, École Polytechnique, Universit Paris-Saclay, Route de Saclay, 91128 Palaiseau, France
lucas.chesnel@inria.fr

Régularité H^2 de la solution du problème de Poisson-Dirichlet dans un domaine rugueux : Cas périodique et non périodique

Mohamed-Amine BEY, CEREMADE - Université Paris-Dauphine

Il existe plusieurs phénomènes pouvant affecter l'écoulement sanguin, et qui sont à l'origine de pathologies mortelles courantes du système cardio-vasculaire. Parmi ces phénomènes, on peut citer la rupture d'anévrisme. Une thérapie possible consiste à introduire un fil métallique multi-couches appelé endoprothèse vasculaire (*stent*) comme une protection supplémentaire de la paroi artérielle ou afin de ralentir les tourbillons dans l'anévrisme.

D'un point de vue mathématique, la recherche sur les pathologies du système cardio-vasculaire se modélise par un système d'équations mathématiques rendant compte de toutes les données expérimentales connues du phénomène biologique étudié. Nous nous intéressons à l'analyse d'un modèle réduit permettant de prendre en compte l'effet de ces stents lorsque le sang peut être considéré comme un fluide parfait. Cependant, dans les zones où l'endoprothèse vasculaire tressé est en contact avec une artère collatérale, nous observons une perturbation locale du bord lisse d'écoulement, qui entraîne une certaine singularité si nous nous intéressons à un niveau de régularité plus élevé.

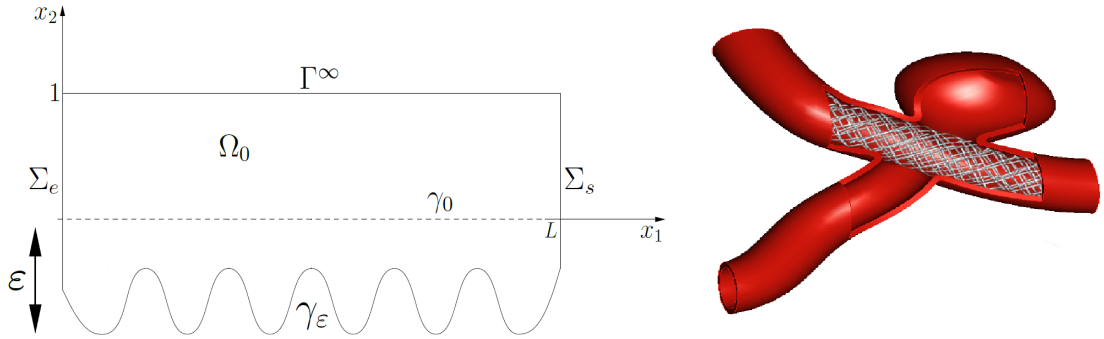


Figure 1: Domaine rugueux (gauche), un exemple 3D d'un endoprothèse vasculaire (*stent*) métallique tressé multi-couche (droite)

Dans cette communication, nous présentons le modèle d'écoulement sanguin, nous énonons les résultats obtenus théoriques et numériques pour l'étude de la régularité H^2 dans un domaine rugueux périodique (voir Figure 1). Une extension naturelle de ces résultats est bien entendu la généralisation de cette étude dans le cas d'un domaine rugueux non-périodique.

Références

[1] M.A. Bey., *Modélisation mathématique et simulations numériques des écoulements sanguins dans des artères avec ou sans stents.* , PhD thesis, Université Paris 13-Sorbonne Paris Cité, Octobre 2015.

[2] M.A. Bey., *H^2-Regularity of the solutions of a blood-flow model with stents*, Submitted, 2017.

[3] M.A. Bey., *Improving convergence estimates and extended results regularity for a rough poisson-dirichlet problem : The non periodic case*, In preparation.

Mohamed-Amine BEY, Centre de Recherche en Mathématiques de la Décision, UMR CNRS 7534, Université de Paris-Dauphine, Place du Maréchal De Lattre De Tassigny, 75775 Paris cedex 16 - France
bey@ceremade.dauphine.fr

Numerical modeling of an in-vessel flow limiter using an Immersed Boundary Approach

Georis BILLO, CEA Cadarache

The increasing performance and safety requirements for the third generation of nuclear reactors led to new Research and Development studies. In this context, new innovative systems are designed to prevent or soften potential accidental or incidental situations. For instance, a passive system to postpone the core dewatering, in the case of a Large-Break Loss Of Coolant Accident in Pressurized Water Reactors, has been imagined and patented by CEA [1]. This passive flow limiter is composed of fins which, in accidental behavior (for instance fluid coming out from the vessel due a break on the cold leg), force the creation of a large vortex of fluid and so reduce the flowrate going outflow of the vessel (*i.e.* postpone the core dewatering). For more information about the background, the interested reader can refer to [2]. Of course, the pressure drop induced by the device (in both nominal and accidental situations) is greatly influenced by the shape of the fins. Thus, in order to optimize its geometry, a fast and robust numerical tool, able to faithfully model the flow limiter, is needed.

The main problematic, in developing such a tool, concerns the modelling of the effect of obstacles on the flow, regarding pressure and velocities orders of magnitude, and turbulence induced in their vicinity. The complex geometry of the fins and the large scale ratio between the fins' thickness (∼cm) and the characteristic length of the flow (∼m), added to the need of fast numerical simulations, tends to rule out a "body-fitted" approach. Indeed, fictitious domain methods, originally introduced by V.K. Saul'ev [3], seem more adapted to the problem thanks to their capability to use simple structured (often Cartesian) meshes while preserving accuracy. However, those methods fall outside the scope of standard applications of usual turbulence models, requiring a deep investigation. Aside from fictitious domain methods, the space discretisation, which notably influences the interpolation process for the variables at the vicinity of the obstacles, is also a major issue. Here, the fins can be considered as infinitely thin. In that case, the eXtended (or Generalized) Finite Element Method (X-FEM), which is often used in the field of fracture mechanics [4], can give some answers: it is capable to deal with discontinuous quantities (typically tangential velocities on each side of an infinitely thin obstacle) while preserving the standard Finite Element properties elsewhere.

In this context, an Immersed Boundary Method (IBM) called Penalized Direct Forcing and developed by M. Belliard *et al.* [5] has been chosen. The purpose is, in one way, to extend this method to weakly compressible flow models and, in another way, to adapt it to a Finite Element formulation. Moreover, as the turbulence play an important role, the interaction between IBM and different turbulence models – such as RANS, LES or DES – has to be investigated. The future IBM models would be implemented in TRUST which is an open-source CFD plateform developed by the CEA.

Références

[1] Gautier, G.M., *Dispositif limiteur de débit inverse de fluide*, Patent n 88 12665, 1988.

[2] Belliard, M., *Numerical Modeling of an in-vessel flow limiter using an Immersed Boundary Approach*, Nuclear Engineering and Design, vol. 330, pp. 437-449, 2018.

[3] Saul'ev, V.K., *On the solution of some boundary value problems on high performance computers by fictitious domain method*, Siberian Math. Journal, vol. 4, pp. 912-925, 1963 (*in Russian*).

[4] Yazid, A. *et al.*, *A state-of-the-art review of the X-FEM for computational fracture mechanics*, Applied Mathematical Modelling, vol. 33, pp. 4269-4282, 2009.

[5] Belliard, M. *et al.*, *Penalized Direct Forcing and projection schemes for Navier-Stokes*, C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I, vol. 348, pp. 1133-1136, 2010.

Georis BILLO, DEN/DER/SESI/LEMS
georis.billo@cea.fr

Benchmark de schémas AP

Florian Blachère, ICD, UTT

Dans cette présentation on se propose de réaliser un comparatif de différents schémas préservant l'asymptotique. Il est réalisé avec les équations du télégraphe (1) en choisissant plusieurs cas tests représentatifs, à la fois dans le régime de transport et proche de la limite de diffusion (2).

$$\begin{cases} \partial_t u + a\partial_x u &= \sigma(v-u) \\ \partial_t v - a\partial_x v &= \sigma(u-v) \end{cases} \tag{1}$$

$$\partial_t(u+v) - \partial_x \frac{a^2}{2\sigma}\partial_x(u+v) = 0. \tag{2}$$

Florian Blachère, Institut Charles Delaunay, Université de technologie de Troyes
florian.blachere@utt.fr

Floating structures in shallow water: local well-posedness in the axisymmetric case

Edoardo BOCCHI, Université de Bordeaux

The floating structure problem describes the interaction between surface water waves and a floating body, generally a boat or a wave energy converter. As shown by Lannes in [1] the equations for the fluid motion can be reduced to a set of two evolution equations on the surface elevation and the horizontal discharge. The presence of the object is accounted for by a constraint on the discharge under the object; the pressure exerted by the fluid on this object is then the Lagrange multiplier associated with this constraint. Our goal is to prove the well-posedness of this fluid-structure interaction problem in the shallow water approximation under the assumption that the flow is axisymmetric without swirl. We write the fluid equations as a quasilinear hyperbolic mixed initial boundary value problem and the solid equation as a second order ODE coupled to the fluid equations. Finally we prove the local in time well-posedness for this coupled problem, provided some compatibility conditions on the initial data are satisfied.

Références

[1] D. LANNES, *On the dynamics of floating structures*, Ann. PDE, Vol.3, 2017.

Edoardo BOCCHI, IMB, Université de Bordeaux, 351 cours de la Libération, 33405 Talence
edoardo.bocchi@math.u-bordeaux.fr

Optimisation des supports en fabrication additive

Beniamin Bogosel, CNRS, CMAP, École Polytechnique

Grégoire Allaire, CMAP, École Polytechnique

Les structures support sont essentielles pour assurer la qualité des pièces en fabrication additive avec des technologies fusion sélective par laser (SLM). Ces structures support consomme de la matière et du temps d'impression, donc il est important de les réduire au maximum, en préservant leur fonctionnalité. Je vais présenter comment intégrer quelques caractéristiques des structures support dans des modèles mathématiques qui permettent d'optimiser leur forme, en diminuant leur volume.

Dans une première partie on présente comment trouver et optimiser la position des supports en utilisant des systèmes d'élasticité linearisée, pour maximiser la rigidité de la structure cobinée pièce/support. On montre aussi comment optimiser le support pour faciliter l'évacuation de la chaleur qui résulte du processus de fabrication. Finalement, on introduit d'autre propriétés dans le modèle qui sont relevantes pour les applications industrielles, comme la nécessité de supporter chaque surface inclinée et de pénaliser le contact entre la pièce et les supports.

Pour tous les modèles décrits on présente des simulations numériques basées sur la méthode de lignes de niveaux pour le paramétrage de formes et en utilisant des dérivées de forme pour appliquer des algorithmes de descente de gradient de manière efficace. L'implémentation est faite en FreeFem++ [1] en utilisant les librairies MshDist et Advect pour le traitement des fonctions level-set. Certains de ces résultats peuvent tre consultés dans l'article [2].

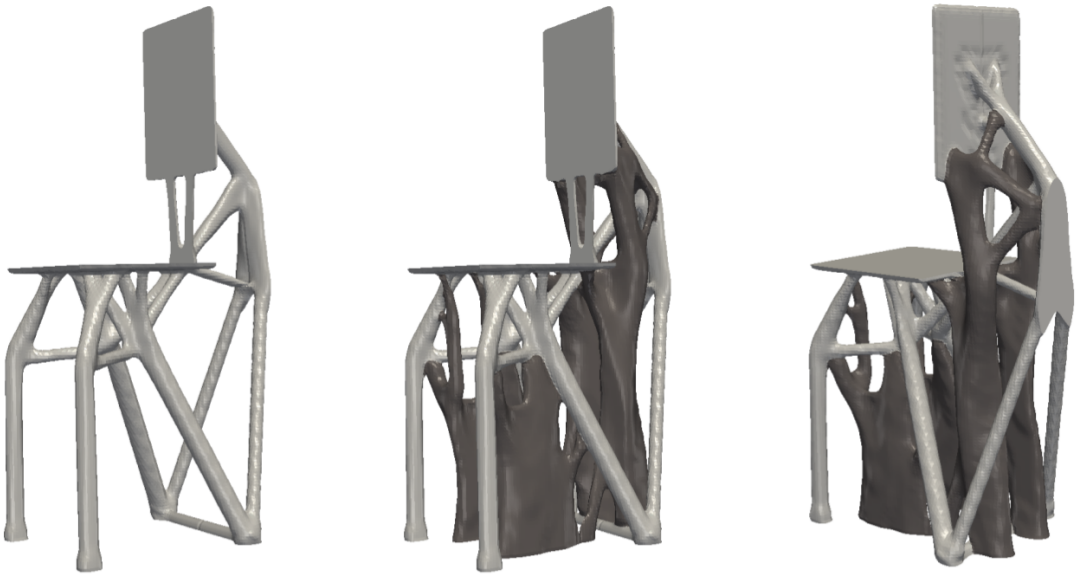


Figure 1: Exemple de structures support générées par notre algorithme

Références

[1] Hecht, F., *New development in FreeFem++*, Journal of Numerical Mathematics, 3-4 (20) 2012

[2] G. Allaire, B. Bogosel, *Optimizing supports for additive manufacturing*, Preprint, 2018.

Beniamin Bogosel, CNRS, CMAP, École Polytechnique, Palaiseau, France
beniamin.bogosel@cmap.polytechnique.fr

Couplage de méthodes d'optimisation topologique de formes et d'optimisation de trajectoires en fabrication additive

Mathilde BOISSIER, CMAP, LURPA

Grégoire ALLAIRE, CMAP

Christophe TOURNIER, LURPA

Le procédé de fabrication métallique sur lit de poudre est un procédé de fabrication couche par couche consistant à faire fusionner de la poudre au passage d'un laser [2]. Ce procédé induit des températures qui peuvent être très élevées et varier fortement sur des domaines réduits. Ces phénomènes thermiques sont à l'origine de déformations mécaniques telles que la distortion et la formation de contraintes résiduelles, entrainant des fragilités dans la pièce construite.

Les trajectoires de lasage jouent donc un rôle prépondérant dans ce type de fabrication additive, car, bien choisies, elles peuvent permettre de minimiser les défauts mécaniques de la pièce. Cependant, pour des raisons de production industrielle, elles doivent aussi satisfaire des contraintes géométriques garantissant un passage rapide du laser lors de la fabrication de la couche.

L'objectif est donc de coupler les méthodes d'optimisation géométriques et topologiques de forme (en utilisant la méthode level-set [1]) avec des stratégies de commande de trajectoires afin, d'une part, en modélisant ces contraintes de lasage, de designer des pièces faciles à fabriquer, et d'autre part, d'optimiser la trajectoire de lasage elle-même, pour permettre d'améliorer la qualité ainsi que la vitesse de fabrication des pièces.

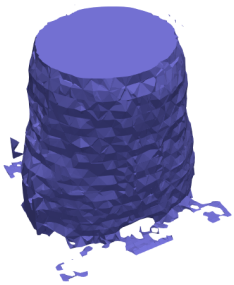


Figure 1: Optimisation de la compliance avec contrainte géométrique sur les couches

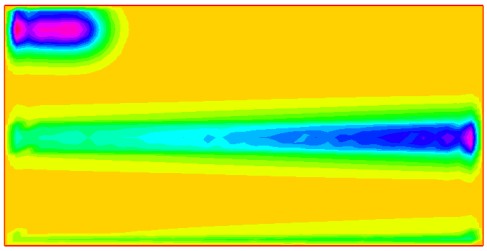


Figure 2: Modélisation du passage d'un laser

Références

[1] G. Allaire, F. Jouve, A.-M. Toader,, *Structural optimization using sensitivity analysis and a level-set method*, J. Comp. Phys., Vol 194/1, pp.363-393, 2004.

[2] M.Megahed, HW.Mindt, N.NDri, H.Duan, O.Desmaison, *Metal additive-manufacturing process and residual stress modeling*, Integrating Materials and Manufacturing Innovation, 5(1):4, dcembre 2016.

Mathilde BOISSIER, CMAP, Ecole Polytechnique, Route de Saclay, 91128 Palaiseau Cedex
LURPA, ENS Cachan, 61 avenue du Président Wilson, 94 230 Cachan
mathilde.boissier@cmap.polytechnique.fr
Grégoire ALLAIRE, CMAP, Ecole Polytechnique, Route de Saclay, 91128 Palaiseau Cedex
allaire@cmap.polytechnique.fr
Christophe TOURNIER, LURPA, ENS Cachan, 61 avenue du Président Wilson, 94 230 Cachan
christophe.tournier@lurpa.ens-cachan.fr

Une approche Galerkin discontinue au problème élasto-acoustique sur des maillages polyédriques

Francesco BONALDI, MOX, Politecnico di Milano

Paola F. ANTONIETTI, MOX, Politecnico di Milano

Ilario MAZZIERI, MOX, Politecnico di Milano

Cet exposé est consacré au développement et à l'analyse d'une méthode Galerkin discontinue (dG) pour la discrétisation en espace d'un problème d'évolution modélisant le couplage entre la propagation d'ondes viscoélastiques et la propagation d'ondes acoustiques. Ce type de problème se présente, par exemple, dans un contexte géophysique, c'est-à-dire dans la modélisation et simulation d'événements sismiques dans des aires géographiques proches d'environnements côtiers. D'autres cadres où ce problème joue un rôle majeur sont représentés par la modélisation de capteurs ou actionneurs immergés dans un fluide acoustique, ou bien par la médecine à ultrasons.
Dans les applications pratiques, la géométrie du domaine computationnel est remarquablement irrégulière et complexe ; considérer un maillage conforme entraînerait donc un côut de calcul très élevé. On est donc amené à envisager une discrétisation en espace capable de reproduire les contraintes géométriques dans une mesure raisonnable de précision, sans être au même temps trop coûteuse du point de vue computationnel. Une telle discrétisation est alors effectuée en utilisant des éléments polygonaux (en dimension deux) ou polyédriques (en dimension trois), sans aucune restriction sur le nombre de faces de chaque élément, et éventuellement permettant la dégénération des faces (en sommets en dimension deux, en segments ou sommets en dimension trois) lors du raffinement du maillage. La capacité de la méthode dG de gérer des maillages polyédriques a été récemment démontrée ; voir, e.g., les contributions d'Antonietti *et al.* et Cangiani *et al.* [1, 2, 3] et la monographie de recherche de Cangiani *et al.* [4].
Nous présentons d'abord la formulation du problème, en donnant un résultat d'existence et unicité pour sa solution, sous des hypothèses opportunes sur les termes de source et les données initiales. Nous introduisons alors le cadre discret, en remarquant en particulier les hypothèses sur le maillage polyédrique, et montrons un résultat de stabilité dans une norme d'énergie opportune pour la formulation du problème semi-discret. Ensuite, nous donnons des résultats de convergence *hp* (avec h et p désignant, comme d'habitude, le pas de maillage et le degré polynômial) pour l'erreur dans la même norme d'énergie. Enfin, nous présentons des expériences numériques effectuées dans un cadre bidimensionnel pour valider les résultats théoriques. Une simulation d'un problème d'intérêt physique, où le système est excité par une source ponctuelle dans le domaine acoustique, sera également présentée.

Références

[1] P.F. Antonietti, A. Cangiani, J. Collis, Z. Dong, E.H. Georgoulis, S. Giani, P. Houston, *Review of discontinuous Galerkin finite element methods for partial differential equations on complicated domains*, Lecture Notes in Computational Science and Engineering, 2016.

[2] P.F. Antonietti, I. Mazzieri, *High-order discontinuous Galerkin methods for the elastodynamics equation on polygonal and polyhedral meshes*, MOX-Report No. 06/2018, soumis, 2018.

[3] A. Cangiani, E.H. Georgoulis, P. Houston, *hp-Version discontinuous Galerkin methods on polygonal and polyhedral meshes*, Math. Models Methods Appl. Sci., 2014.

[4] A. Cangiani, Z. Dong, E.H. Georgoulis, P. Houston, *hp-Version discontinuous Galerkin methods on polygonal and polyhedral meshes*, Springer International Publishing, 2017.

Francesco BONALDI, MOX, Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, Italy
francesco.bonaldi@polimi.it
Paola F. ANTONIETTI, MOX, Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, Italy
paola.antonietti@polimi.it
Ilario MAZZIERI, MOX, Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano
Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, Italy
ilario.mazzieri@polimi.it

Éléments finis d'ordre élevé en électromagnétisme : degrés de liberté et fonctions de base en dualité

Marcella BONAZZOLI, LJLL (UPMC) et Inria Alpines

Francesca RAPETTI, LJAD (Université Côte d'Azur)

La discrétisation par éléments finis des problèmes d'électromagnétisme requiert des espaces de fonctions vectorielles qui satisfont des conditions de conformité plus compliquées par rapport à celles des éléments finis nodaux : la continuité de la composante tangentielle ou bien de celle normale.
Nous adoptons les générateurs d'ordre élevé de [2], qui sont définis localement, sur chaque simplexe, comme le produit des fonctions de base de degré 1 et des coordonnées barycentriques du simplexe ; comme ces dernières sont continues, les conditions de conformité sont conservées. Il s'agit d'une définition simple parce qu'elle n'utilise que des coordonnées barycentriques. Cependant, ces générateurs ne sont pas tous linéairement indépendants et une selection est nécessaire pour constituer une base.
Dans ce travail [1] nous revisitons les degrés de liberté classiques définis par Nédélec, afin d'obtenir une expression qui dépend seulement des coordonnées barycentriques, tout comme les générateurs. Ensuite la selection de générateurs linéairement indépendants est guidée par ces degrés de liberté.
Par ailleurs, nous proposons une technique générale pour restaurer la dualité entre les fonctions de base d'ordre élevé et les degrés de liberté, grâce à une matrice de Vandermonde généralisée. Cette propriété de dualité est nécéssaire pour la définition d'un opérateur d'interpolation classique (le diagramme de De Rham associé commute car les degrés de liberté considérés sont équivalents aux degrés de liberté classiques). Les nouvelles fonctions de base sont des combinaison linéaires des anciennes avec des coefficients donnés par l'inverse de la matrice de Vandermonde (les conditions de conformité restent toujours conservées). Avec notre choix de fonctions de base et de degrés de liberté l'inverse de la matrice de Vandermonde ne dépend pas de la métrique du simplexe et elle est à coefficients entiers.

Références

[1] Marcella Bonazzoli, Francesca Rapetti, *High order finite elements in numerical electromagnetism: degrees of freedom and generators in duality*, Numerical Algorithms, Vol. 74, No. 1, pp. 111–136, 2017.

[2] Francesca Rapetti, Alain Bossavit, *Whitney forms of higher degree*, SIAM J. on Numerical Analysis, Vol. 47, No. 3, pp. 2369–2386, 2009.

Marcella BONAZZOLI, Sorbonne Université, UPMC, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Inria Alpines, Paris
bonazzoli@ljll.math.upmc.fr
Francesca RAPETTI, Université Côte d'Azur, Laboratoire J.A. Dieudonné, Nice
francesca.rapetti@unice.fr

Préconditionneurs parallèles et éléments finis d'ordre élevé pour des problèmes issus de l'imagerie médicale du cerveau

Marcella BONAZZOLI, LJLL (UPMC) et Inria Alpines

Victorita DOLEAN, LJAD (Université Côte d'Azur)

Frédéric HECHT, LJLL (UPMC) et Inria Alpines

Francesca RAPETTI, LJAD (Université Côte d'Azur)

Pierre-Henri TOURNIER, LJLL (UPMC) et Inria Alpines

Les équations de Maxwell en régime harmonique comportent plusieurs difficultés lorsque la fréquence est élevée. Dans [1, 3], nous proposons une stratégie de solution précise et rapide, qui associe une discrétisation par des éléments finis d'ordre élevé à des préconditionneurs de type décomposition de domaine. Les éléments finis adaptés à l'approximation du champ électrique sont les éléments finis H(rot)-conformes ou d'arête. Nous décrivons une stratégie d'implémentation [2] qui a été appliquée pour introduire les éléments d'arête d'ordre élevé en 3d dans le langage spécialisé et open source FreeFem++. Ensuite, nous nous concentrons sur les techniques de préconditionnement du système linéaire résultant de la discrétisation par éléments finis : nous présentons des préconditionneurs de type décomposition de domaine à un niveau et à deux niveaux.
Nous appliquons ces méthodes à un problème à grande échelle qui découle de la modélisation d'un système d'imagerie micro-onde, pour la détection et le suivi des accidents vasculaires cérébraux. En effet, la précision et la vitesse de calcul sont essentielles dans cette application.

Références

[1] Marcella Bonazzoli, *Efficient high order and domain decomposition methods for the time-harmonic Maxwell's equations*, PhD Thesis, Université Côte d'Azur, `https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01662467`, 2017.

[2] Marcella Bonazzoli, Victorita Dolean, Frédéric Hecht, Francesca Rapetti *An example of explicit implementation strategy and preconditioning for the high order edge finite elements applied to the time-harmonic Maxwell's equations*, Computers and Mathematics with Applications, 75(5): 1498–1514, 2018.

[3] Marcella Bonazzoli, Victorita Dolean, Francesca Rapetti, Pierre-Henri Tournier, *Parallel preconditioners for high order discretizations arising from full system modeling for brain microwave imaging*, International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields, 31(2), 2018.

Marcella BONAZZOLI, Sorbonne Université, UPMC, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Inria Alpines, Paris
`bonazzoli@ljll.math.upmc.fr`
Victorita DOLEAN, Université Côte d'Azur, Laboratoire J.A. Dieudonné, Nice
`victorita.dolean@unice.fr`
Frédéric HECHT, Sorbonne Université, UPMC, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Inria Alpines, Paris
`hecht@ljll.math.upmc.fr`
Francesca RAPETTI, Université Côte d'Azur, Laboratoire J.A. Dieudonné, Nice
`francesca.rapetti@unice.fr`
Pierre-Henri TOURNIER, Sorbonne Université, UPMC, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Inria Alpines, Paris
`tournier@ljll.math.upmc.fr`

Identification de champs de propriétés élastiques en conditions élastodynamiques par fonctionnelles d'erreur en relation de comportement

Marc BONNET, POems, ENSTA

Wilkins AQUINO, Duke University, USA

Cette présentation concerne un ensemble de travux sur l'imagerie de propriétés élastiques hétérogènes au moyen de fonctionnelles d'erreur en relation de comportement (ERC). Notre contribution sur cette approche, dont les principes sont bien connus [1, 5], se place dans le cadre suivant: conditions dymaniques (fréquentielle ou transitoire) du type "full waveform inversion", utilisation de données "intérieures" de type mesure de champ cinématique, ignorance possible de certaines conditions aux limites. Nos principales contributions [2, 3, 4] portent sur les points suivants:

a) Reconstruction de champs de modules (paramétrage de dimension élevée)

b) Faisabilité dans le cas dynamique trasitoire (problème du couplage entre problèmes direct et adjoint, obstacle principal à l'application en conditions de calcul intensif)

c) Propriétés mathématiques de cette approche établies dans le cas fréquenttiel: caractère bien posé du problème à deux champs exprimant la stationnarité de la fonctionnelle d'ERC (à toute fréquence et en l'absence éventuelle de conditions aux limites permettant de définir un problème direct usuel bien posé), faisabilité de la mise en oeuvre du critère de Morozov (régularisation ajustée au bruit de mesure), cas asymptotique pour les valeurs extrêmes (zéro ou infinie) du paramètre de pondération entre erreurs sur le comportement et sur le respect des mesures.

La présentation portera sur ces aspects, ainsi que sur leur illustration par des exemples numériques.

Références

[1] Barthe, D., Deraemaeker, A., Ladevèze, P., Le Loch, S. Validation and updating of industrial models based on the constitutive relation error. *AIAA Journal*, **42**:1427–1434 (2004).

[2] Bonnet, M., Aquino, W. Three-dimensional transient elastodynamic inversion using an error in constitutive relation functional. *Inverse Probl.*, **31**:035010 (2015).

[3] Bonnet, M., Aquino, W. Analysis of the error in constitutive equations approach for inverse problems (2017, in preparation).

[4] Diaz, M., Aquino, W., Bonnet, M. A modified error in constitutive equation approach for frequency-domain viscoelasticity imaging using interior data. *Comp. Meth. Appl. Mech. Eng.*, **296**:129–149 (2015).

[5] Ladevèze, P., Leguillon, D. Error estimate procedure in the finite element method and applications. *SIAM J. Numer. Anal.*, **20**:485–509 (1983).

Marc BONNET, POems (CNRS UMR 7231, INRIA, ENSTA), ENSTA, Palaiseau
mbonnet@ensta.fr
Wilkins AQUINO, Dept. of Civil and Env. Eng., Duke University, Durham, USA
wilkins.aquino@duke.edu

Large deviations for velocity-jump processes

Emeric Bouin, Université Paris Dauphine

In this talk, I will present some results concerning the study of large deviations for velocity jump processes from a PDE point of view. The Chapman-Kolmogorov equation of the process being a kinetic equation, I will show how to perform an Evans-Souganidis/Freidlin type of approach directly at the kinetic level. The talk will also underline the differences between the results we obtain, and the classical results obtained for the macroscopic limit of the process (the heat equation).

Emeric Bouin, CEREMADE - Université Paris-Dauphine, Place du Maréchal de Lattre de Tassigny, 75775 Paris Cedex 16, FRANCE
bouin@ceremade.dauphine.fr

Hypocoercivity without confinement

Emeric Bouin, Université Paris Dauphine

In this talk, hypocoercivity methods are applied to linear kinetic equations with mass conservation and without confinement, in order to prove that the long-time behavior has algebraic decay as in the case of the heat equation. Two alternative approaches are developed: an analysis based on decoupled Fourier modes and a direct approach where, instead of the Poincaré inequality for the Dirichlet form, Nash's inequality is employed. The first approach is also used to provide a proof of exponential decay to equilibrium on the flat torus. The results are obtained on a space with exponential weights and then extended to larger function spaces by a factorization method. The optimality of the rates is discussed. Algebraic rates of decay on the whole space are also improved when the initial datum has zero average.

Emeric Bouin, CEREMADE - Université Paris-Dauphine, Place du Maréchal de Lattre de Tassigny, 75775 Paris Cedex 16, FRANCE
bouin@ceremade.dauphine.fr

Propriétés spectrales et contrôlabilité

Franck BOYER, Institut de mathématiques de Toulouse

Les propriétés de contrôlabilité de systèmes d'EDP d'évolution linéaires autonomes sont intimement liées aux propriétés spectrales de l'opérateur différentiel sous-jacent. Ces propriétés peuvent être de différentes natures : propriétés qualitatives des fonctions propres, comportement asymptotique des valeurs et/ou des fonctions propres, estimations de résolvante, ... Le but de l'exposé sera de faire un petit panorama appuyé sur des exemples de résultats relativement récents sur ces questions.

Références

[1] D. Allonsius, F. Boyer, and M. Morancey, *Spectral analysis of discrete elliptic operators and applications in control theory* , soumis, `hal-01422168v1`.

[2] D. Allonsius and F. Boyer, *Boundary null-controllability of semi-discrete coupled parabolic systems in some multi-dimensional geometries*, en préparation, 2018.

[3] F. Ammar Khodja, A. Benabdallah, M. González-Burgos and M. Morancey, *Quantitative Fattorini-Hautus test and minimal null control time for parabolic problems*, soumis `hal-01557933`

[4] F. Ammar-Khodja, A. Benabdallah, M. González-Burgos, and L. de Teresa, *Minimal time for the null controllability of parabolic systems: The effect of the condensation index of complex sequences*, Journal of Functional Analysis, 267 (2014), pp. 2077–2151.

[5] A. Benabdallah, F. Boyer, M. González-Burgos, and G. Olive, *Sharp estimates of the one-dimensional boundary control cost for parabolic systems and application to the n-dimensional boundary null controllability in cylindrical domains*, SIAM Journal on Control and Optimization, 52 (2014), pp. 2970–3001.

[6] F. Boyer and G. Olive, *Approximate controllability conditions for some linear 1D parabolic systems with space-dependent coefficients*, Mathematical Control and Related Fields, 4 No 3 (2014), pp. 263–287

[7] S. Dolecki, *Observability for the one-dimensional heat equation*, Studia Mathematica, 48 No 3 (1973), pp. 291–305

Franck BOYER, Institut de Mathématiques de Toulouse, UMR 5219, Université de Toulouse, CNRS, UPS-IMT, et Institut universitaire de France
`franck.boyer@math.univ-toulouse.fr`

On the gap between local recovery guarantees in structured compressed sensing and oracle estimates

Claire Boyer, claire.boyer@upmc.fr

First we will introduce a compressed sensing (CS) theory more compatible with real-life applications: we derive guarantees to ensure reconstruction of a structured sparse signal of interest while imposing structure in the acquisition (no Gaussian measurements here...). We will study how far those CS results are from oracle-type guarantees, and we will show that they are similar in terms of the required number of measurements. These results give an insight to design new optimal sampling strategies when realistic physical constraints are imposed in the acquisition. This is a joint work with Ben Adcock and Simone Brugiapaglia (Simon Fraser University, Burnaby).

Claire BOYER,
claire.boyer@upmc.fr

Analyse d'une méthode de biaisage adaptatif dans des processus de diffusion

Charles-Edouard Brehier, Université Claude Bernard Lyon 1

Pour calculer des moyennes du type $\mu^\beta(\varphi) = \int_{\mathbb{T}^N} \varphi d\mu^\beta$, où $\mu^\beta(dx) = \exp(-\beta V(x))dx$ pour une fonction d'énergie potentielle V suffisamment régulière, et $\beta > 0$, une stratégie MCMC consiste à introduire le processus de diffusion

$$dX_t = -\nabla V(X_t) + \sqrt{2\beta^{-1}} dB_t,$$

dont l'unique distribution invariante est μ_β.
Bien que la loi de X_t converge, en temps $t \to \infty$, vers μ_β, la convergence est en pratique très lente, quand $\beta \to \infty$, et si V a plusieurs minima locaux: le processus X est métastable.
L'idée des méthodes de biaisage, utilisées en pratique en simulation moléculaire avec applications en biologie et chimie, consiste à remplacer la fonction potentiel V par $V - A \circ \xi$, où typiquement $\xi : \mathbb{T}^N \to \mathbb{T}$ est une fonction caractérisant un comportement macroscopique du système, et $A : \mathbb{T} \to \mathbb{R}$.
Je présenterai une analyse mathématique d'une méthode où le biaisage est adaptatif: la fonction $A = A_t$ dépend du temps, à travers le passé de la trajectoire du processus. J'expliquerai comment définir des mesures μ_t, qui permettent d'estimer de façon consistante $\mu^\beta(\varphi)$: le résultat principal est la convergence presque sûre $\mu_t(\varphi) \to \mu^\beta(\varphi)$, quand $t \to \infty$. Enfin, je présenterai des arguments justifiant l'efficacité de ce type de méthodes.
Il s'agit d'un travail en collaboration avec Michel Benaïm (Université de Neuchâtel).

Charles-Edouard Brehier, Université Claude Bernard Lyon 1
brehier@math.univ-lyon1.fr

Energy and implicit discretization of density-dependent Keller-Segel type equations

Federica BUBBA, Laboratoire J.-L. Lions

Benoît PERTHAME, Laboratoire J.-L. Lions

Camille POUCHOL, Laboratoire J.-L. Lions

Chemotaxis, the movement of cells or organisms in response to chemical gradients, is a phenomenon that can be observed in many biological species, from bacteria to tumor cells. We collaborate with a team of cancer biologists at INSERM (Paris) that carried out three-dimensional biological experiments to understand the reciprocal interactions between breast cancer cells and adypocites. Their experiments show a collection of inhomogeneous spheroidal spots, i.e. spatially inhomogeneous aggregates of cells. Changing some important parameters, such us the initial number of cells or their invasiveness, several different patterns can be observed.
Our aim is to explore the possibility to replicate the patterning behaviors observed experimentally with two different variants of the original Keller-Segel system. Our models take into account volume effects that prevent overcrowding of cells, thus excluding blow-up of solutions and enabling a better understanding of the evolution in time of the solutions. Due to the presence of nonlinear terms, the models we study are mainly analytically untractable and thus suitable numerical methods are required. We propose a conservative, semi-implicit in time, finite difference scheme which maintains the nonnegativity of solutions, preserves the conservation of the total mass at the discrete level and the dissipation of the energy of the system at both the semi-discrete and discrete level.

Références

Federica BUBBA, Laboratoire J.-L. Lions, 4 pl. Jussieu, 75005, Paris
federica.bubba@upmc.fr
Benoît PERTHAME, Laboratoire J.-L. Lions, 4 pl. Jussieu, 75005, Paris
benoit.perthame@upmc.fr
Camille POUCHOL, Laboratoire J.-L. Lions, 4 pl. Jussieu, 75005, Paris
camille.pouchol@gmail.com

A Varifold Approach to Surface Approximation

Blanche BUET, LMO, Paris Sud

Gian Paolo LEONARDI, University of Modena

Simon MASNOU, Université Lyon 1

On the one hand, discrete geometry is a central and very topical issue, mainly because of its applications in computer graphics and image processing. There has been a huge literature on the subject in the last decade, leading to impressive numerical results. On the other hand, varifolds have been introduced by F. Almgren in 1965 in [1] to study *minimal surfaces*. Though mainly used with smooth surfaces and rectifiable sets, they are very flexible tools : both regular surfaces and discrete approximations (triangulations, point clouds, digital shapes ...) can be provided with a varifold structure, allowing to study surfaces and their different discretizations in a consistent unified setting. We aim at connecting these successful tools from geometric measure theory (varifolds) to practical issues in discrete geometry (surface comparison, notion of discrete curvature, geometric motions etc.).

Let us define varifolds. A *d–varifold* in an open set $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ is a positive Radon measure on $\Omega \times G_{d,n}$ where $G_{d,n} = \{d\text{–vector plane of } \mathbb{R}^n\}$ is the d–Grassmannian. A varifold couples spatial and directional information: if M is a d–sub-manifold or more generally a d–rectifiable set provided with a multiplicity $\theta : M \to \mathbb{R}_+^*$, there is a natural d–varifold structure $v(M,\theta) = \theta \mathcal{H}^d_{|M} \otimes \delta_{T_x M}$ on (M,θ). Such varifolds are called rectifiable varifolds. Let us now give an example of varifold structure on a point cloud. Given $\{x_i\}_{i=1\dots N} \subset \mathbb{R}^n$, weighted by masses $\{m_i\}_{i=1\dots N} \subset \mathbb{R}_+$ and directions $\{P_i\}_{i=1\dots N} \subset G_{d,n}$, we can define the d–varifold: $V_N = \sum_{i=1}^N m_i \, \delta_{x_i} \otimes \delta_{P_i}$.

A major issue is that, although the concept of varifold is very general, very few studies have been carried out outside the class of rectifiable varifolds. For instance, if we try to compute the so-called *first variation*, denoted by δV, of a point cloud varifold V in order to obtain a numerical estimate of the mean curvature of the underlying surface, we end up with a distribution of order 1, loosely speaking, we are differentiating Dirac masses. And yet, when dealing with a varifold V associated with a smooth surface $\delta V = -H\sigma$, where H is the mean curvature vector and σ is the surface measure, and hence identifies with a L^1 function. We propose to explain how these two ingredients – a weak formulation relying only on the varifold structure, and its consistency with the smooth setting – are sufficient to propose a notion of discrete mean curvature (actually a family of discrete mean curvatures associated with a regularization scale ϵ) having nice convergence properties and numerically easy to compute.

Elaborating on this approach, it is possible to adapt the process in order to recover not only a discrete mean curvature but a whole discrete second fundamental form. For this purpose, we regularize a slightly modified version of the *weak second fundamental form* introduced in [3] and based on the tangential divergence theorem evaluated with test functions defined on $\Omega \times G_{d,n}$. In [3], the conditions for the existence of a weak second fundamental form are too restrictive to apply to point cloud varifolds for instance, even up to a regularization process. To circumvent this drawback, we have to weaken this notion of weak second fundamental, at the expense of losing the regularity result following from its p integrability established by Hutchinson.

Références

[1] J. Almgren, *Theory of Varifolds*, Mimeographed lecture notes, 1965.

[2] B. Buet, G.P. Leonardi, S. Masnou, *A Varifold Approach to Surface Approximation*, ARMA, 2017.

[3] J.E. Hutchinson, *Second Fundamental Form for Varifolds and the Existence of Surfaces Minimising Curvature*, Indiana Univ. Math. J., (35)1, 1986.

Blanche BUET, Bâtiment 307, Faculté des Sciences d'Orsay, 91405 Orsay Cedex
blanche.buet@math.u-psud.fr
Gian Paolo LEONARDI, Department of Mathematics, Via Campi, 213/b - 41100 Modena, Italy
gianpaolo@unimore.it
Simon MASNOU, Bâtiment Braconnier, 43 bd. du 11 novembre 1918, 69 622 Villeurbanne Cedex
masnou@math.univ-lyon1.fr

Taux de convergente d'un schéma asymptotic preserving pour la limite diffusive du p-système avec friction

Solène BULTEAU, Université de Nantes, Laboratoire de Mathématiques Jean Leray

Dans cet exposé, nous présenterons un résultat de convergence numérique rigoureux pour une discrétisation du p-système. Ce problème, aussi appelé dynamique des gaz isentropiques en formulation lagrangienne est posé ci-dessous :

$$\begin{cases} \partial_t \tau - \partial_x u = 0, \\ \partial_t u + \partial_x p(\tau) = -\sigma u, \end{cases} \qquad (x,t) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}_+, \tag{1}$$

où $\tau > 0$ désigne le volume spécifique du gaz, u sa vitesse et σ est le paramètre de friction. De plus p désigne la pression, fonction dépendante de τ dont la dérivée est strictement négative.
Afin de simuler le temps long et la friction dominante, nous avons procédé à une mise à l'échelle de (1) à l'aide d'un petit paramètre ε comme suit :

$$\begin{cases} \partial_t \tau - \partial_x u = 0, \\ \varepsilon^2 \partial_t u + \partial_x p(\tau) = -\sigma u, \end{cases} \qquad (x,t) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}_+. \tag{2}$$

En faisant tendre ε vers zero nous obtenons l'equation de la limite diffusive :

$$\partial_t \tau + \frac{1}{\sigma} \partial_{xx} p(\tau) = 0, \qquad (x,t) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}_+, \tag{3}$$

problème parabolique connu sous le nom d'équation des milieux poreux ou loi de Darcy.
Récemment, Lattanzio et Tzavaras [2] ont rigoureusement montré la convergence des solutions du problème hyperbolique (2) vers celles du problème parabolique (3) et ont exhibé le taux de convergence explicite. Pour cela ils ont utilisé des méthodes dites d'entropie relative.
Plus récemment, Berthon *et al* [3] se sont placés dans le cadre semi-discret en discrétisant les solutions en espace. En adaptant les techniques d'entropie relative, ils ont prouvé la convergence et, de plus, ont obtenu le même taux de convergence.
Dans cette présentation, nous discuterons du cas full-discret, où les discrétisations sont faites en temps et en espace à l'aide d'un schéma volumes finis asymptotic preserving introduit par Jin *et al* dans [1]. Dans le regime où ε tend vers zero nous obtenons une discrétisation de la limite diffusive (3). Après avoir expliqué comment les méthodes d'entropie relative ont été adaptées à ce cas discret, nous présenterons les résultats de convergence asymptotique. De plus, nous verrons que le taux de convergence correspond à celui obtenu par Lattanzio et Tzavaras.

Références

[1] S.Jin, L.Pareschi, G.Toscani, *Diffusive relaxation schemes for multiscale discrete-velocity kinetic equations*, SIAM J. Numer. Anal., 1998.

[2] C.Lattanzio, A.E.Tzavaras, *Relative entropy in diffusive relaxation*, SIAM J. Math. Anal., 2013.

[3] C.Berthon, M.Bessemoulin-Chatard, H.Mathis, *Numerical convergence rate for a diffusive limit of hyperbolic systems: p-system with damping*, SMAI J. Comput. Math., 2016.

Solène BULTEAU, Université de Nantes, Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, CNRS UMR 6629 - 2 rue de la Houssinière
solene.bulteau@univ-nantes.fr
Christophe BERTHON, Université de Nantes, Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, CNRS UMR 6629 - 2 rue de la Houssinière
christophe.berthon@univ-nantes.fr
Marianne BESSEMOULIN-CHATARD, Université de Nantes, Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, CNRS UMR 6629 - 2 rue de la Houssinière
marianne.bessemoulin@univ-nantes.fr

Numerical simulation of sediment dynamics in free surface flows

Alexandre CABOUSSAT, Haute école de gestion de Genève, HES-SO

Arwa MRAD, Mathematics institute, EPFL

Marco PICASSO, Mathematics institute, EPFL

Sediment transport is becoming a crucial question in hydraulic and environmental engineering. In addition to sharp interfaces between immiscible phases such as water and air, the modeling of sediments introduces an additional miscible phase in the liquid with diffuse interfaces. Challenges range from the physical modeling of the poly-dispersed sediments, the design of appropriate numerical methods for the coupled model, to the large-scale three-dimensional simulation of reservoirs and lakes.
We present a numerical model for the simulation of 3D poly-dispersed sediments transported in a water flow involving free surfaces between the liquid and the ambient air. The physical model is based on a mixture model for multiphase flows. The Navier-Stokes equations for incompressible non-Newtonian flow are coupled with the advection and vertical deposition of the particles' concentration, and a Eulerian approach for the tracking of the free surfaces.
The numerical algorithm relies on an operator-splitting method that decouples diffusion, advection and sedimentation processes. A well-chosen mix of finite elements, finite volumes and characteristics methods are dedicated to each sub-step of the time evolution algorithm. A volume-of-fluid approach to track the free surfaces between water and air. A two-grid discretization allows to treat the diffusion phenomenon on an unstructured finite element mesh, and the advection and vertical sedimentation phenomena on a Cartesian grid.
The numerical model is validated through numerical experiments. A comparison with experimental results in various situations for mono-disperse and poly-disperse sediments, and the calibration of deposition fluxes, are performed.

Alexandre CABOUSSAT, Haute école de gestion de Genève, University of Applied Sciences Western Switzerland (HES-SO), Rue de la Tambourine 17, 1227 Carouge, Switzerland
alexandre.caboussat@hesge.ch

Convergence d'un schéma de Boltzmann sur réseau monodimensionnel à deux vitesses

Filipa CAETANO, Univ. Paris-Sud

François DUBOIS, CNAM et Univ. Paris-Sud

Benjamin GRAILLE, Univ. Paris-Sud

Mots-clés : schémas de Boltzmann sur réseau, lois de conservation scalaires, systèmes de relaxation.

Nous considérons un schéma de Boltzmann sur réseau monodimensionnel à deux vitesses que, d'après [1], nous interprétons comme un schéma de volumes finis approchant une loi de conservation scalaire. Nous faisons un lien entre ce schéma et les schémas de relaxation basés dans l'approximation des systèmes de lois de conservation par le système de relaxation de Jin et Xin ([2]). En utilisant des estimations de la norme L^∞ et de la variation total des solutions approchées, nous prouvons la convergence du schéma vers l'unique solution entropique de la loi de conservation scalaire, pour un intervalle de valeurs d'un paramétre du schéma correspondant à un rapport entre le pas de temps de la discrètisation et le paramètre de relaxation.

Références

[1] B. Graille, *Approximation of mono-dimensional hyperbolic systems: a lattice Boltzmann scheme as a relaxation method*, J. Comput. Phys. 266, 74–88, 2014.

[2] S. Jin et Z. Xin, *The relaxation schemes for systems of conservation laws in arbitrary space dimensions*, Comm. Pure Appl. Math 48, 235–277, 1995.

Filipa CAETANO, Univ. Paris-Sud, Laboratoire de Mathématiques, UMR 8628, Orsay, F-91405, France, CNRS, Orsay, F-91405
filipa.caetano@math.u-psud.fr
François DUBOIS, Conservatoire National des Arts et Métiers, Département de mathématiques, Paris, France, et Univ. Paris-Sud, Laboratoire de Mathématiques, UMR 8628, Orsay, F-91405, France, CNRS, Orsay, F-91405
francois.dubois@math.u-psud.fr
Benjamin GRAILLE, Univ. Paris-Sud, Laboratoire de Mathématiques, UMR 8628, Orsay, F-91405, France, CNRS, Orsay, F-91405
benjamin.graille@math.u-psud.fr

Schémas entropiquement stables sur maillage généraux pour des équations de convection diffusion

Clément CANCÈS, Inria RAPSODI, Lille

Au cours des dernières années, il y a un un effort important de la communauté mathématique pour développer des méthodes numériques robustes par rapport à la grille, c'est à dire capables de fournir des résultats de bonne qualité sur des grilles potentiellement très générales. Nous nous référons par exemple à [5] pour une revue des méthodes Volumes Finis entrant dans ce cadre.
D'un autre cté, il est maintenant bien compris que la décroissance d'une fonctionnelle de Lyapunov prescrite par la physique est cruciale pour caractériser le comportement en temps long de certaines équations paraboliques [3]. Transposer cette approche au niveau discret permet d'obtenir des schémas précis en temps long et robustes en limite de parametre [4].
Cette présentation s'appuie sur des travaux [2, 1] en collaboration avec Cindy Guichard (UPMC), Claire Chainais-Hillairet (Univ. Lille) et Stella Krell (Univ. Nice). L'objectif est montrer comment concevoir des méthodes qui soient robustes par rapport au maillage et qui font décroitre une fonctionnelle de Lyapunov prescrite.

Références

[1] C. Cancès, C. Chainais-Hillairet, S. Krell, *A nonlinear Discrete Duality Finite Volume Scheme for convection-diffusion equations*, FVCA8 2017 - International Conference on Finite Volumes for Complex Applications VIII, Springer Proc. Math. Stat., 199:439-447, 2017.

[2] C. Cancès, C. Guichard, *Numerical analysis of a robust free energy diminishing finite volume scheme for degenerate parabolic equations with gradient structure*, Found. Comput. Math., 17(6):1525-1584, 2017.

[3] J. A. Carrillo, A. Jüngel, P. A. Markowich, G. Toscani, A. Unterreiter, *Entropy dissipation methods for degenerate parabolic problems and generalized Sobolev inequalities*, Monatsh. Math., 133(1):1-82, 2001.

[4] C. Chainais-Hillairet, *Entropy method and asymptotic behaviours of finite volume schemes*, Finite volumes for complex applications. VII. Methods and theoretical aspects, Springer Proc. Math. Stat., 77:17-35, 2014.

[5] J. Droniou, *Finite volume schemes for diffusion equations: introduction to and review of modern methods*, Math. Models Methods Appl. Sci., 24(8):1575-1620, 2014.

Clément CANCÈS, Inria, Univ. Lille, CNRS, UMR 8524 - Laboratoire Paul Painlevé, F-59000 Lille
clement.cances@inria.fr

An edge-based scheme on polyhedral meshes for vector advection-reaction equations

Pierre CANTIN, PUC, Chile

Alexandre ERN, ENPC, France

In this work [1], we present a low-order edge-based scheme on polyhedral meshes for the vector advection-reaction problem. This model problem is encountered in various situations, such as the representation of the Lie derivative in $\mathbb{R}^3$, the modelling of magnetic fields in moving plasmas or also as one of the building blocks of the Oseen problem. Our scheme is based on the use of a low order edge-based reconstruction map (see [2] and [3]), extending the notion of edge finite elements on polyhedral meshes. The well-posedness of our scheme is analyzed first under the classical hypothesis of Friedrichs systems that requires a strictly positive lower bound on the lowest eigenvalue of some tensor depending on the model parameters. We also prove stability when this quantity is null or slightly negative if the mesh size is small enough. Quasi-optimal a priori error estimates are established for solutions in $W^{1,p}$ with $p \in \left(\frac{3}{2}, 2\right]$ and numerical results are presented on three-dimensional polyhedral meshes.

Références

[1] Cantin, P. & Ern, A., *An edge-based scheme on polyhedral meshes for vector advection-reaction equations*, ESAIM: M2AN, 51. 2017.

[2] Gerristma, M., *An introduction to a compatible spectral discretization method*, Mechanics of Advanced Materials and Structures, 19, 2012.

[3] Codecasa, L., Specogna R. & Trevisan F. , *A new set of basis functions for the discrete geometric approach*, J. Comput. Phys. 223, 2010.

Pierre CANTIN, Facultad de Matematicas, Pontificia Universidad Catolica de Chile
pierre.cantin@mat.uc.cl
Alexandre ERN, Université Paris-Est, CERMICS, ENPC
alexandre.ern@enpc.fr

Dynamique asymptotique d'un réseau couplé de systèmes de réaction-diffusion pour un modèle géographique

Guillaume CANTIN, Laboratoire de Mathématiques Appliquées du Havre

Mots-clés : Système complexe, réaction-diffusion, attracteur exponentiel, estimation d'énergie, dimension fractale.

Dans cet exposé, nous étudions la dynamique asymptotique d'un problème d'évolution donné par un réseau complexe de systèmes de réaction-diffusion. À partir d'hypothèses portant sur la dynamique interne à chaque nœud composant le système complexe, ainsi que sur la topologie du réseau, nous analysons le comportement des solutions de ce problème. Après avoir montré l'existence et l'unicité de solutions locales, nous démontrons l'existence de régions positivement invariantes, qui garantissent à la fois la positivité des solutions et leur caractère global en temps. Ensuite, nous établissons des estimations d'énergie, qui révèlent la nature dissipative du système considéré, et qui permettent d'étudier le comportement asymptotique des solutions. Nous construisons alors un système dynamique associé au problème d'évolution, et montrons que ce système dynamique possède l'attracteur global, ainsi qu'une famille d'attracteurs exponentiels. Nous présentons quelques applications, avec l'étude de réseaux de systèmes épidémiologiques, mais aussi de systèmes issus de la modélisation des comportements humains en situation de catastrophe. Enfin, nous recherchons des solutions présentant des oscillations amorties, et présentons des résultats numériques obtenus par implémentation d'un schéma de *splitting*.

Références

[1] Cantin, G., *Non identical coupled networks with a geographical model for human behaviors during catastrophic events*, International Journal of Bifurcation and Chaos, to be published in Vol. 17, 2018.

[2] Eden, A., Foias, C., Nicolaenko, B. & Temam, R., *Exponential attractors for dissipative evolution equations*, Research in Applied Mathematics. John Wiley and Sons, 1994.

[3] Temam, R., *Infinite-dimensional dynamical systems in mechanics and physics*, Springer Science & Business Media, 2012.

[4] Yagi, A., *Abstract parabolic evolution equations and their applications*, Springer Science & Business Media, 2009.

Guillaume CANTIN, Normandie Univ, UNIHAVRE, LMAH; FR CNRS 3335, ISCN, 76600 Le Havre, France
guillaumecantin@mail.com
M.A. Aziz-Alaoui, Normandie Univ, UNIHAVRE, LMAH; FR CNRS 3335, ISCN, 76600 Le Havre, France
aziz.alaoui@univ-lehavre.fr
Nathalie Verdière, Normandie Univ, UNIHAVRE, LMAH; FR CNRS 3335, ISCN, 76600 Le Havre, France
nathalie.verdiere@univ-lehavre.fr

Relativistic fluid flows on FLRW cosmological spacetimes. A geometry-preserving shock-capturing scheme

Yangyang CAO, Sorbonne Université

Mots-clés : Relativistic fluid, FLRW spacetime, hyperbolic balance law, finite volume scheme.

We consider here a finite volume methodology for a first-order hyperbolic model of relativistic fluids. The main purpose of this research concerns the design and numerical implementation of geometry-preserving shock-capturing method for the relativistic fluid flows evolving on a curved geometry, which provides us with a robust framework in order to investigate the propagation and interaction of shock waves. In particular, our numerical method allows us to tackle the very challenging problem of the long-time asymptotic behavior of fluid flows in a curved geometry. More specifically, the geometry of interest here is the so-called *Friedmann–Lemaître–Robertson–Walker spacetime* which is the simplest, yet challenging, model for a homogeneous and isotrope cosmological spacetime.

Références

[1] T. Ceylan, P.G. LeFloch, and B. Okutmustur. A finite volume method for the relativistic Burgers equation on a FLRW background spacetime. *Commun. Comput. Phys.*, 2017.

[2] P.G. LeFloch and H. Makhlof. A geometry-preserving finite volume method for compressible fluids on Schwarzschild spacetime. *Commun. Comput. Phys.*, 15: 827–852, 2014.

Yangyang CAO, Laboratoire Jacques-Louis Lions & Centre National de la Recherche Scientifique, Sorbonne Université, 4 Place Jussieu, 75252 Paris, France.
caoy@ljll.math.upmc.fr

Étude numérique d'une pompe à vagues avec la méthode SPH

Rémi Carmigniani, Laboratoire d'hydrauliques Saint-Venant, ENPC

Comment pomper avec des vagues? L'interaction d'un champ de vagues monochromatiques avec une plaque submergée entraîne une augmentation de la dérive de Stokes proche de son bord d'attaque. Ce transport de matière peut être interprété comme un courant de surface. Son augmentation génère une aspiration proche de la surface à l'origine d'un courant sous l'objet dans la direction opposée au champs de vagues. Dans cette présentation, nous étudions ce phénomène à l'aide de la méthode SPH qui permet de capturer correctement les fortes déformations de la surface. Nous considérons le cas d'un train de vagues en incidence normal avec une fine plaque rectangulaire submergée ce qui permet de limiter l'étude à un cas 2D. La méthode numérique est comparée à des résultats expérimentaux (voir figure 2). Nous mettons en évidence l'augmentation de la dérive de Stokes en évaluant le champs de vitesse Eulérien moyen (voir figure 1) et étudions les caractéristiques de cette pompe.

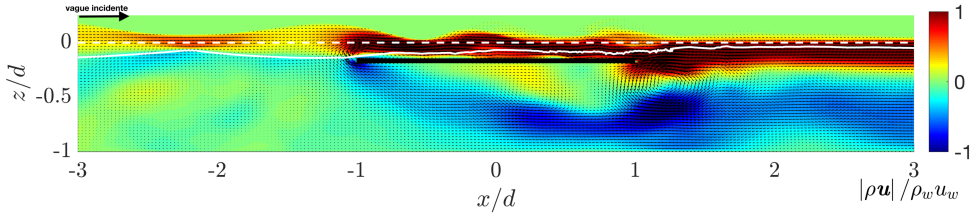


Figure 1: Simulation SPH des vagues au-dessus d'une plaque : flux de masse moyen en Eulérien.

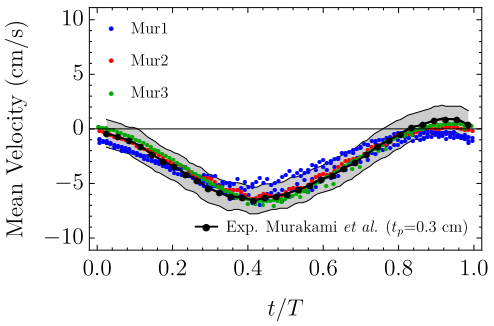


Figure 2: Comparaison de la vitesse moyenne des vagues sous la plaque sur une période avec des mesures expérimentales.

Références

[1] Brossard, Perret, Blonce and Diedhiou, *Higher harmonics induced by a submerged horizontal plate and a submerged rectangular step in a wave flume*, Coast. Eng., **56** 11-22, 2009.

[2] Murakami, Hosoi, Sawamura and Ikeda, *Wave induced flow around submerged vertical and horizontal plates*, Proc. 39th Coast. Eng. Conf. JSCE, **39** 571-575 (in Japanese), 1992.

[3] Violeau D., *Fluid Mechanics and the SPH Method*, Oxford University Press, 2012.

Rémi Carmigniani, Laboratoire d'hydrauliques Saint-Venant, ENPC, 6 quai Watier, 78400 Chatou, France
rcarmi@me.com

Un schéma numérique pour les écoulements viscoplastiques à densité variable.

Rénald CHALAYER, Université Clermont Auvergne

Nous définissons et étudions un nouveau schéma numérique de semi-discrétisation en temps pour des écoulements incompressible visco-plastiques avec une rhéologie de Bingham et à densité variable. Dans un tel modèle, le tenseur des contraintes plastiques n'est pas différentiable dans les zones rigides. Nous proposerons une formulation sous forme de projection du tenseur des contraintes plastiques, que nous couplerons à une méthode de type pas fractionnaires initialement introduite pour les écoulements Newtoniens à densité variable. L'utilisation d'une vitesse à divergence nulle pour convecter la densité dans l'équation de conservation de la masse nous permet d'obtenir des bornes inférieures et supérieures positives sur la densité, qui seront essentielles pour l'analyse du schéma, dont la stabilité et la convergence seront ptésentées.

Références

[1] L. Chupin and T. Dubois, *A bi-projection method for Bingham type flows*, Comput. Math. Appl., 2016.

[2] J.-L. Guermond and A. Salgado, *A splitting method for incompressible flows with variable density based on a pressure Poisson equation*, J. Comput. Phys., 2009

[3] R. Chalaver, L. Chupin and T. Dubois, *A bi-projection method for incompressible Bingham type flows with wariable density, viscosity and yield stress*, Soumis, 2018.

Rénald CHALAYER, Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal, UMR 6620, Université Clermont Auvergne et CNRS, Campus des Cezeaux, 3 place Vasarely, TSA 60026 CS 60026, 63178 Aubiere cedex, France
renald.chalayer@uca.fr

Vortex Particle-Mesh methods: accurate and efficient handling of solid boundaries

Philippe CHATELAIN, Université catholique de Louvain (UCL), Belgium

Thomas GILLIS, UCL

Denis-Gabriel CAPRACE, UCL

Caroline BERNIER, UCL

Matthieu DUPONCHEEL, UCL

Grégoire WINCKELMANS, UCL

Vortex methods have been through many developments over the past decades, yet the efficient and accurate treatment of solid boundaries has remained a challenge. In this talk, we will discuss recent efforts aimed towards that goal, and in the context of a vortex particle-mesh (VPM) method. The VPM method is a state-of-the-art variant, which relies on a dual discretization: the particles handle the advection of vorticity, while the mesh is used, not only for the "remeshing" (i.e., the "particle redistribution" step, required in Lagrangian methods to maintain time accuracy), but also for the efficient evaluation of the differential operators (diffusion, vortex stretching) and the efficient solution of the elliptic problems (Biot-Savart law, re-projection step when in 3D). Specifically, this presentation will focus on the handling of solid boundaries, first through penalization methods, then through Immersed Interface techniques. We discuss the porting of such techniques to the context of vortex methods and some specific developments to ensure their efficiency [3, 5, 4]. Additional results for the handling of fluid-structure interaction problems will also be presented [2, 1].

Références

[1] Caroline Bernier, Mattia Gazzola, Renaud Ronsse, and Philippe Chatelain. Coupling a vortex particle-mesh method to a multi-body system solver for the simulation of articulated swimmers. In *7th International Conference on Vortex Flows and Vortex Models (ICVFM 2016)*, Sep 2016.

[2] Mattia Gazzola, Philippe Chatelain, Wim M. van Rees, and Petros Koumoutsakos. Simulations of single and multiple swimmers with non-divergence free deforming geometries. *Journal of Computational Physics*, 230(19):7093–7114, 8 2011.

[3] Thomas Gillis, Grégoire Winckelmans, and Philippe Chatelain. An efficient iterative penalization method using recycled krylov subspaces and its application to impulsively started flows. *Journal of Computational Physics*, 347:490–505, 2017.

[4] Thomas Gillis, Grégoire Winckelmans, and Philippe Chatelain. Fast immersed interface poisson solver for 3d unbounded problems around arbitrary geometries. *Journal of Computational Physics*, 354:403–416, 2018.

[5] Yves Marichal, Philippe Chatelain, and Grégoire Winckelmans. Immersed interface interpolation schemes for particle-mesh methods. *Journal of Computational Physics*, 326:947–972, Dec 2016.

Philippe CHATELAIN, Institute of Mechanics, Materials and Civil Engineering (iMMC), Université catholique de Louvain (UCL), 1348 Louvain-la-Neuve, Belgium
philippe.chatelain@uclouvain.be

Une formulation non biaisée de Nitsche pour le contact et l'auto-contact avec frottement

Rabii MLIKA, INSA Lyon

Yves RENARD, INSA Lyon

Franz CHOULY, UBFC

Dans cette communication, nous présentons une nouvelle formulation du problème de contact frottant entre deux corps élastiques se basant sur la méthode de Nitsche. Une adaptation de la méthode de Nitsche au contact unilatéral est donnée dans [1]. Dans cette méthode les conditions de contact sont imposées faiblement, grâce à un terme additionnel consistant et stabilisé par un paramètre γ. En premier lieu, nous introduisons, l'étude effectuée en petites déformations pour une version non biaisée de la méthode. La non distinction entre une surface maître et une surface esclave permettra à la méthode d'être plus générique et applicable directement au problème d'auto-contact. Comme en [1], la formulation est généralisée à travers un paramètre θ pour couvrir toute une famille de méthodes. Chaque variante particulière a des propriétés différentes du point de vue théorique et numérique, en termes de robustesse et de symétrie. Le cadre restrictif des petites déformations nous permet d'obtenir des résultats théoriques sur la stabilité et la convergence de la méthode (voir [2]). Ces résultats sont complétés par une validation numérique.

Ensuite, nous introduisons l'extension de la méthode de Nitsche au cadre des grandes déformations qui est d'avantage pertinent pour les applications industrielles et les situations d'auto-contact. La méthode de Nitsche est formulée pour un matériau hyper-élastique avec frottement de Coulomb et se décline en deux versions : biaisée ou non. La formulation est aussi généralisée à travers le paramètre θ. Pour prouver la performance de la méthode, elle est testée et validée à travers plusieurs cas tests académiques et industriels. La description de la méthode et les résultats sont détaillés dans [3].

Références

[1] F. Chouly, P. Hild, and Y. Renard. Symmetric and non-symmetric variants of Nitsche's method for contact problems in elasticity : theory and numerical experiments. *Mathematics of Computation*, 84 :1089–1112, 2015.

[2] F. Chouly, R. Mlika, and Y. Renard. An unbiased Nitsche's approximation of the frictional contact between two elastic structures. *To appear in Numerische Mathematik , Available on HAL as hal-01240068*, 2016.

[3] R. Mlika, Y. Renard, and F. Chouly. An unbiased Nitsche's formulation of large deformation frictional contact and self-contact. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 325(Supplement C) :265 – 288, 2017.

Rabii MLIKA, Université de Lyon, CNRS, INSA-Lyon, LaMCoS UMR5259, F-69621, Villeurbanne, France.
mlika.rabii@gmail.com
Yves RENARD, Université de Lyon, CNRS, INSA-Lyon, ICJ UMR5208, LaMCoS UMR5259, F-69621, Villeurbanne, France.
Yves.Renard@insa-lyon.fr
Franz CHOULY, Laboratoire de Mathématiques de Besançon - UMR CNRS 6623, Université de Franche Comté, France.
franz.chouly@univ-fcomte.fr

Multi-phase flow modeling using entropy symmetrization and variational calculus for jet atomization simulations

Pierre CORDESSE, ONERA, Chemin de la Huniére 91123 Palaiseau, FRANCE

Marc MASSOT, CMAP, École polytechnique, Route de Saclay, 91128 Palaiseau Cedex, FRANCE

Angelo MURRONE, ONERA, Chemin de la Huniére 91123 Palaiseau, FRANCE

Mots-clés : Multiphase flow, thermodynamics, entropy symmetrization, variational calculus, numerical simulation

Jet atomization plays a crucial role in many applications such as in cryogenic combustion chambers, thus must be thoroughly studied to understand its impact on high-frequency instabilities. Since direct numerical simulations of these two-phase flows in a real engine are still out of reach, predictive numerical tools must be developed using reduced-order models. However great care must be taken on the choices of these models in order to reach sound mathematical properties and predictive simulations after a validation process. The contribution of this talk is three-fold. First, we present two original Eulerian diffuse interface models describing various disequilibrium level of the mixture. Both are based on the extension of the usual multi-phase flow thermodynamic to include a mixture entropy contribution [1, 4]. Doing so, a strictly convex entropy is obtained permitting first to symmetrize in the sense of Mock and Godunov [5] the existing Baer-Nunziato seven equations model [7]. Then, the extended thermodynamics also helps in defining an extended Lagrangian energy $\mathcal{L}$. The Least Action Principle combined to the entropy inequality returns new governing equations for the system under consideration [3]. This method hence depicts a coherent mathematical system of equations and is compared to the symmetrized Baer-Nunziato seven equations model. Second, to cope with the strong discontinuities encountered in jet atomization, a robust and accurate numerical method using multi-slope MUSCL technique will be applied [6]. The extension of the proposed strategy to the various levels of the diffuse interface models will be discussed. Third, relying on the previous two points, large eddy simulations of a jet atomization in a cryogenic combustion chamber in subcritical conditions are presented using a hierarchy of diffuse interface models coupled with an Eulerian kinetic-based moment method (KBMM) [8]. Numerical results of jet atomization on the test bench MASCOTTE (ONERA) should eventually be obtained.

Références

[1] Baer, M. R. and Nunziato, J. W., *A two-phase mixture theory for the Deflagration-to-Detonation Transition (DDT) in reactive granular materials*, Int. J. Multiph. Flow, 1986.

[2] Berdichevsky, V., *Variational Principles of Continuum Mechanics: I. Fundamentals*, Springer Science & Business Media, 2009.

[3] Drui, F., *Eulerian modeling and simulations of separated and disperse two-phase flows: development of a unified modeling approach and associated numerical methods for highly parallel computations*, Phd Thesis, Paris Saclay Uni., 2017.

[4] Gallouët, T. and Hérard, J-M. and Seguin, N., *Numerical modeling of two-phase flows using the two-fluid two-pressure approach*, Math. Models Methods Appl. Sci., 2004.

[5] Godunov, S. K., *An Interesting Class of Quasilinear Systems*, Soviet Math. Dokl., 1961.

[6] Le Touze, C., Murrone, A., and Guillard, H., *Multislope MUSCL method for general unstructured meshes*, J. Comput. Phys., 2014.

[7] Magin, T.E. and Graille, B. and Massot, M., *Thermo-chemical dynamics and chemical quasi-equilibrium of plasmas in thermal non-equilibrium*, Center for Turb. Research, Stanford Uni., Annual Research Briefs, 2009.

[8] Sibra, A. and Dupays, J. and Murrone, A. and Laurent, F. and Massot, M., *Simulation of reactive polydisperse sprays strongly coupled to unsteady flows in solid rocket motors: Efficient strategy using Eulerian Multi-Fluid methods*, J. Comput. Phys., 2017.

Pierre CORDESSE, DMPE, ONERA, Chemin de la Huniére 91123 Palaiseau, FRANCE
pierre.cordesse@polytechnique.edu

Enriched finite elements for high-frequency vibrations of geometrically heterogeneous bars and Timoshenko beams

Rémi Cornaggia, Université Rennes 1

Éric Darrigrand, Université Rennes 1

Loïc Le Marrec, Université Rennes 1

Fabrice Mahé, Université Rennes 1

Mots-clés : Enriched finite elements, high frequency vibrations, bar, Timoshenko beam

Introduction This study proposes a new enriched finite element method (FEM) to handle high-frequency vibrations of bars (traction-compression) and beams (bending) with varying cross-section. Indeed, analytical solutions are available for a limited number of geometries, especially for Timoshenko beams [2], and traditional *h*- and *hp*-FEM may become costly at increasing frequencies as they require a minimal *resolution* (number of elements per wavelength) to reach the convergence regime. Hereinafter, the focus is on bars, but numerical illustrations will be provided for both bars and beams.

Problem and approximation space Consider a bar of length L made of an homogeneous material, such that the wavespeed c is constant, and submitted to time-harmonic excitations with circular frequency ω. In a non-dimensional setting, the amplitude $u(x)$ of the longitudinal displacement obeys the wave equation $(\mathcal{A}u')' + \mathcal{A}k^2 u = f$, where $\mathcal{A}(x)$ is the profile of the cross-section, k is the non-dimensional counterpart of ω/c and f is the amplitude of time-harmonic distributed forces. Boundary conditions, possibly including boundary excitations, complete the problem.
Let $\Omega_h = \{x_0, \dots, x_N\}$ be a mesh of the domain $[0, L]$. Following the ideas of the partition of unity method [1], we define the following enriched FE space:

$$V_h^\Psi = \mathrm{Span}\left\{ \{\varphi_n^0\}_{n=0\dots N} \bigcup \left\{ \{\varphi_n^- \psi_n^m\} \bigcup \{\varphi_n^+ \psi_n^m\} \right\}_{n=1\dots N,\, m=1,2} \right\},$$

where the φ_n^0 are the traditional "hat" functions (the basis of the space of continuous and piecewise affine functions), the φ_n^- (resp. φ_n^+) are "half-hat" functions, i.e. the restriction of φ_{n+1}^0 (resp. φ_n^0) to the n-th element, and $\Psi_n = \{\psi_n^1, \psi_n^2\}$ is the enrichment family associated with this element. Two of these families are considered.

Global and local enrichments First, we use the family $\Psi_n^k = \{\sin(kx), \cos(kx)\}$ for all elements, i.e. the basis of solutions to the wave equation for constant profiles. We prove that using the corresponding enriched space provides the same convergence order than using a fifth-order polynomial basis, and show that *static condensation* is easily implemented thanks to the choice of "half-hat" functions as partition of unity, resulting in a well-conditioned linear system. On numerical tests, we see that (i) the resolution needed to reach convergence is much lower than for the polynomial basis, and (ii) the error decreases with the frequency for a given resolution, making our proposal well adapted to high-frequency problems. Finally, we consider the following element-dependent family:

$$\Psi_n^{k,\delta} = \left\{ e^{-\delta_n x} \sin(\widetilde{k}_n x), e^{-\delta_n x} \cos(\widetilde{k}_n x) \right\}, \quad \text{with} \quad \delta_n = (\mathcal{A}'/2\mathcal{A})(x_{n-1/2}) \quad \text{and} \quad \widetilde{k}_n = \sqrt{k^2 - \delta_n^2},$$

which corresponds to the basis of solutions for exponential profiles $\mathcal{A}_\delta(x) = e^{-2\delta_n x}$, the value of δ_n being determined using a Taylor expansion of the wave equation about the middle $x_{n-1/2}$ of the n-th element. This second family enables to keep all the properties described above, while reducing again the FEM error by a factor up to 2 (depending on the profile $\mathcal{A}$) compared to the first family.

Aknowledgements The authors thank the Centre Henri Lebesgue ANR-11-LABX-0020-01 and the program "Défis émergents" of Université Rennes-1 for financial support.

Références

[1] J.M. Melenk and I. Babuška. The partition of unity finite element method: Basic theory and applications. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 139(1):289 – 314, 1996.

[2] J. Yuan, Y.-H. Pao, and W. Chen. Exact solutions for free vibrations of axially inhomogeneous Timoshenko beams with variable cross section. *Acta Mechanica*, 227(9):2625–2643, 2016.

Rémi Cornaggia, Univ Rennes, CNRS, IRMAR - UMR 6625, F-35000 Rennes, France
remi.cornaggia@univ-rennes1.fr

On a simplified Nordheim equation

Enrique CORTÉS, BCAM

Miguel ESCOBEDO, UPV/EHU

Mots-clés : Nordheim, Boltzmann, bosons, condensation, weak solution, moments.

For a diluted and weakly interacting gas of bosons, homogeneously distributed, the time evolution of its density function in the space of velocities is described by the Nordheim equation.
In the isotropic case, it has been proved separately in [1] and [2] that a local condition on the initial data implies that solutions develop a Dirac delta at the origin in finite time. Such a concentration phenomenon could be regarded as a mathematical description of the Bose-Einstein condensate.
In this short talk we will present some mathematical properties of a kinetic equation describing the interaction between the Dirac delta and the rest of the gas in the Nordheim equation. Global existence of weak solutions, conservation laws, moment production, and condensation will be addressed.

Références

[1] Escobedo, M., Velázquez, J.J.L., *Finite time blow-up and condensation for the bosonic Nordheim equation*, Inventiones mathematicae, **200**, 761-847, (2015).

[2] Lu, X., *The Boltzmann equation for Bose-Einstein particles: condensation in finite time.*, J. Stat. Phys. **150**, 1138-1176, (2013).

Enrique CORTÉS, Basque Center for Applied Mathematics, Alameda de Mazarredo 14, 48009 Bilbao, (Bizkaia), Spain.
ecortes@bcamath.org
Miguel ESCOBEDO, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea; Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencia y Tecnología, Barrio Sarriena s/n, 48940 Leioa, (Bizkaia), Spain.
miguel.escobedo@ehu.es

Un schéma de relaxation implicite basé sur les méthodes Lattice-Boltzmann

Clémentine COURTÈS, IRMA, Université de Strasbourg

Emmanuel FRANCK, INRIA Nancy Grand-Est et IRMA, Université de Strasbourg

Mots-clés : schéma Lattice-Boltzmann, représentation cinétique BGK, modélisation bas Mach

Les méthodes de Lattice-Boltzmann servent à simuler des équations à l'échelle macroscopique à partir de la dynamique microscopique latente et sont par exemple très utilisées pour modéliser les écoulements de fluides complexes.
La discrétisation des modèles cinétiques sous-jacents au problème macroscopique étudié se fait classiquement au moyen d'un schéma de propagation-collision. À chaque pas de temps, deux étapes sont effectuées : une étape de transport (ou propagation) et une étape de relaxation (ou collision). Lors de l'étape de transport, les particules sont restreintes à se déplacer de nœuds en nœuds sur le réseau et les pas d'espace et de temps discrets sont donc fortement liés par une condition de type Courant-Friedrichs-Lewy (CFL).

Nous présentons dans cet exposé un schéma de relaxation cinétique généralisant ces méthodes Lattice-Boltzmann [1, 2]. Ce schéma permet par exemple de s'affranchir de condition CFL, d'impliciter l'étape de relaxation et de monter en ordre en temps assez facilement. Une application possible de ce schéma est la simulation de fluides à bas nombre de Mach.

Références

[1] D. Coulette, E. Franck, P. Helluy, A. Ratnani et E. Sonnendrücker, *Implicit time schemes for compressible fluid models based on relaxation methods*, working paper or preprint, hal-01514593, 2017.

[2] D. Coulette, E. Franck, P. Helluy, M. Mehrenberger et L. Navoret, *Palindromic discontinuous Galerkin method for kinetic equations with stiff relaxation*, working paper or preprint, hal-01422922, 2016.

Clémentine COURTÈS, Université de Strasbourg, CNRS, IRMA UMR 7501, F-67000 Strasbourg, France
courtes@math.unistra.fr
Emmanuel FRANCK, INRIA Nancy-Grand Est, équipe TONUS - TOkamaks and NUmerical Simulations et IRMA, UMR CNRS 7501, Université de Strasbourg, France
emmanuel.franck@inria.fr

Méthode numérique pour la simulation "Full-Wave" dans un tokamak

Rihab DAADAA, Université de Lorraine

La production d'énergie en utilisant les réactions de fusion fait l'objet de recherches en physique des plasmas. Elles éviteraient, si elles pouvaient devenir disponibles industriellement, les risques essentiels associés à l'énergie de fission (risque d'emballement, risque de prolifération, déchets radioactifs, etc,...).
Les expériences abordées dans ce domaine ont révélé que les réacteurs à configuration magnétique toroïdale, dite tokamak, sont les plus efficaces. Récemment, d'importants programmes de recherche se sont développés sur la fusion par confinement magnétique.
Les réactions de fusion nécessitent des techniques de chauffage à des températures très élevées. Plusieurs techniques ont été explorées: l'effet Joule, l'injection de particules neutres et l'injection d'ondes électromagnétiques. On s'intéresse à cette dernière technique.
Dans cette communication, on présente une méthode de décomposition de domaines pour simuler la propagation de l'onde électromagnétique qui avoisine la fréquence de résonance hybride-basse (Lower-Hybrid L-H) calculée au centre d'un plasma fortement magnétisé.
La simulation Full-Wave, c'est-à-dire, la résolution directe des équations de Maxwell décrivant la propagation des ondes L-H est un défi stimulant. D'une part, la longueur d'onde est faible par rapport aux dimensions de l'enceinte de confinement du plasma et d'autre part, le milieu est non homogène et anisotrope.
Nous avons développé un algorithme d'éléments finis en utilisant une méthode de décomposition de domaines sans recouvrement qui résout les équations de Maxwell harmoniques en imposant explicitement la condition de divergence.
Dans le modèle considéré, les ondes sont émises par des antennes simulées par des conditions limites essentielles ou naturelles. Le tenseur de réponse du plasma est déduit d'une approximation de type plasma froid du tenseur de permittivité diélectrique. Les expressions des éléments de la matrice sont fonctions de la fréquence du plasma, des fréquences cyclotron de chaque espèce (ions et électrons), de la fréquence de collision, de densité du plasma et du champ de confinement. Ce tenseur est complexe et non hermitien dès que les collisions et l'amortissement Landau sont pris en compte.
On a choisi une formulation variationnelle mixte qui impose la condition de divergence du champ électrique et contrôle les phénomènes de "charge d'espace". Les conditions d'interface entre les sous-domaines sont dualisées en utilisant des multiplicateurs de Lagrange [2].
Cette formulation multi-domaines est bien posée et est équivalente à la formulation mono-domaine [3].
Sur chaque sous-domaine, elle est discrétisée en utilisant des éléments finis de Taylor-Hood [1].
Le système linéaire résultant impliquant tous les sous-domaines, est un problème de point-selle généralisé, où la matrice est creuse par blocs et non-hermitienne. Chaque bloc est associé à un sous-domaine et à son tour, à un problème de type point-selle généralisé.
Le système linéaire est résolu en utilisant un algorithme GMRES préconditionné couplé à une résolution par une méthode directe sur chaque sous domaine.
On présente une série de tests numériques.

Références

[1] F. Assous, P. Degond, E. Heintzé, P.A. Raviart, and J. Segre, *On a finite Element Method for Solving the Three-Dimensional Maxwell Equations*. J. Comput. Phys., vol. 109, pp. 222-237, 1993.

[2] F. Assous, J. Sergé and E. Sonnendrucker , *A domain decomposition method for parallelization of a three-dimensional Maxwell solver based on a constrained formulation*, Mathematics and Computers in Simulation, vol. 81, pp. 2371-2388, 2011.

[3] A. Back, T. Hattori, S. Labrunie, J.R. Roche and P. Bertrand, *Electromagnetic wave propagation and absorption in magnetise plasmas: variational formulation and domain decomposition*, M2AN, 49, no. 5 pp. 1239-1260, 2015.

Rihab DAADAA, Université de Lorraine, IECL, B.P. 70239, 54506 Vandoeuvre lès Nancy Cedex.
rihab.zammit-chatti@univ-lorraine.fr

Modélisation numérique des ceintures de radiation terrestres : Quelques aspects des méthodes numériques.

Nourallah DAHMEN, ONERA/DPHY, Toulouse, France

Vincent MAGET, ONERA/DPHY, Toulouse, France

François ROGIER, ONERA/DTIS, Toulouse, France

Mots-clés : Ceintures de radiation, Équation de diffusion, Schéma implicite, Volumes finis

Les ceintures de radiation terrestres sont des structures physiques quasi-permanentes et dynamiques, évoluant autour de la Terre. De forme toroïdale, elles renferment des électrons et des protons très énergétiques piégés par le champ magnétique terrestre qui décrivent des mouvements quasi-périodiques. On y observe des variations de flux intenses (plusieurs ordres de grandeur en quelques heures) essentiellement dues à un fort couplage avec le vent solaire.
La modélisation du mouvement des particules des ceintures de radiation repose sur une équation de diffusion[1] décrivant la fonction de distribution des particules, issue d'une formulation hamiltonienne et d'une approche statistique du problème. Le département Physique, Instrumentation, Environnement et Espace (DPHY) de l'ONERA, développe depuis les années 90 le code de calcul Salammbô 3D pour la résolution de cette équation de diffusion par le biais d'une discrétisation par Différences finies[1].

Du fait de la dynamique intense, fortement inhomogène et anisotrope des ceintures de radiation (intervenant dans l'équation à travers les coefficients de diffusion), le schéma numérique actuel est limité par des conditions de stabilité et n'est pas assez robuste pour prendre en compte certaines interactions physiques induisant des termes de diffusion croisés (termes extra-diagonaux du tenseur de diffusion)[2].

L'objet de la communication est de présenter les premiers résultats de la recherche entreprise pour refondre le coeur numérique actuel de Salammbô 3D. Les axes d'améliorations identifiés concernent : le passage vers une discrétisation temporelle Implicite/Semi-implicite[3] (dans l'optique d'élargir le domaine de stabilité de la méthode et la prise en compte des termes de diffusion croisés), et l'adoption de la méthode Volumes finis[4] pour la discrétisation spatiale (meilleure prise en compte des forts gradients spatiaux). En premier lieu, on s'est intéressé à un problème de diffusion simplifié 2D, pour lequel plusieurs schémas de discrétisation ont été implémentés, avec plusieurs techniques de résolution (solveur direct, itératif, techniques de pré-conditionnement). Ces schémas ont été validés et leurs performances ont été comparées, grâce à l'élaboration d'un cas test dimensionnant reprenant un état physique et réaliste des ceintures de radiation.

Références

[1] T.Beutier, *Modélisation tridimensionelle pour l'étude de la dynamique des ceintures de radiations*, Editeur,1993.

[2] J.M.Albert, *Using quasi-linear diffusion to model acceleration and loss from wave-particle interactions*, Space Weather Volume 2 - Issue 9, 2004.

[3] E.Comporeale, G.Delzanno, S.Zaharia, J.Koller, *On the numerical simulation of particle dynamics in the radiation belt:1.Implicit and semi-implicit schemes*,Journal of Geophysical Research: Space Physics, VOL. 118, 3476-3484, 2013.

[4] S.Bourdarie, F.Rogier, D.Boscher, *Assimilation filtrée appliquée aux ceintures de radiation* , Rapport R&T CNES, 2013.

Nourallah DAHMEN, ONERA - Toulouse/DPHY - 2, Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France
nourallah.dahmen@onera.fr
Vincent MAGET, ONERA - Toulouse/DPHY - 2, Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France
vincent.maget@onera.fr
François ROGIER, ONERA - Toulouse/DTIS - 2, Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France
francois.rogier@onera.fr

La segmentation d'images par EM/MPM

Hanane DALIMI, Université hassan II Casablanca

Mots-clés : segmentation, EM , Markov, K-means Histogramme

Les diverses modélisations markoviennes s'avèrent d'être d'une remarquable efficacité dans différents problèmes de modélisations et de traitements des phénomènes les plus divers. L'utilisation de ces modèles est en très forte progression en économie, finances, génomique, écologie, communications, traitement des signaux et des images, À travers ce travail, nous proposons de nous placer dans un cadre markovien pour une segmentation non supervisé d'image. Nous donnons une présentation générale des champs de Markov, nous montrons la mise en oeuvre de ces modèles pour la classification, suivi d'une description des procédures d'estimation des paramètres d'un champ de Markov, nous nous limitons à la méthode d'estimation EM et la méthode de segmentation Maximisation des Marginaux Postérieur (MPM) . Nous définissons ensuite notre algorithme pour la segmentation on utilisant la méthode K-means Histogramme pour produire rapidement une première segmentation qui sert d'initialisation un modèle statistique MRF

Hanane DALIMI, Université hassan II, Facultés Sciences Ben M'Sik , Avenue Cdt. Driss El Harti B.P. 7955 Ben M Sik
hanane.dalimi@gmail.fr

Derivation and well-posedness for Nagdhi poroelastic shell

Phuoc Nhat DANG, Université Paris 13

Adel BLOUZA, Université de Rouen Normandie

Linda EL ALAOUI, Université Paris 13

Poroelastic structures [1], [2] and their interactions with fluids are part of a wide variety of matters of the greatest interest for contemporary engineering: ship hulls, tanks, hemodynamics, etc. We consider in the present work Biot's coupled equations where the structure is a porous saturated shell of Naghdi type. The unknowns are the displacement, the rotation of the normal to the midsurface as well as the fluid pore pressure. Thanks to the Galerkin method, we prove the existence and uniqueness of a solution for the associate system.

Références

[1] M. A. Biot, *General theory of three-dimensional consolidation*, J. Appl. Phys., 12, 155-164, 1941.

[2] V. Girault, G. Pencheva, M. F. Wheeler and T. Wildey, *Domain decompositon for poroelasticity and elasticity with DG jumps and mortars*, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, Vol. 21, No. 1, p. 169-213, 2011.

[3] A. Blouza and H. Le Dret, *Nagdhi's shell model: Existence, uniqueness and continuous dependence on the midsurface*, Journal of Elasticity 64, 199-216, 2001.

[4] A. Blouza, F. Hecht, H. L. Dret, *Two Finite Element Approximations of Naghdi's Shell Model in Cartesian Coordinates*, SIAM J. Numerical Analysis 44(2): 636-654, 2006.

Phuoc Nhat DANG, LAGA, Institut Galilée, Université Paris 13, 93430 Villetaneuse
dang@math.univ-paris13.fr
Adel BLOUZA, Laboratoire de Mathématiques Raphaël Salem (UMR 6085), CNRS-Université de Rouen, 76801 Saint-Étienne-du-Rouvray
Adel.Blouza@univ-rouen.fr
Linda EL ALAOUI, LAGA, Institut Galilée, Université Paris 13, 93430 Villetaneuse
elalaoui@math.univ-paris13.fr

Distance de Wasserstein d'une image à une mesure quelconque

Frédéric de GOURNAY, INSA Toulouse

Léo LEBRAT, INSA Toulouse

Jonas KHAN, IMT

Pierre WEISS, ITAV

Mots-clés : Transport optimal, distance de Wasserstein, cellules de Laguerre

Le calcul du transport optimal entre deux mesures de probabilités μ et ν a connu un spectaculaire développement durant les dernières années. Il existe principalement 3 méthodes, les méthodes semi-discretes [1, 2], les méthodes discrètes régularisées [3] et les méthodes continues [4].

Nous nous intéresserons plus particulièrement au calcul de transport optimal quand une des deux mesures (et une seule) représente une image, c'est-à-dire que la mesure μ possède une structure de grille uniforme et non la mesure ν. Nous discuterons de la méthode à choisir pour calculer le plus rapidement et de manière stable la distance de Wasserstein 2. Après nous être arrêtés sur la méthode semi-discrète, nous discuterons de la manière la plus efficace de tirer partie de la structure cartésienne de μ.

Ensuite nous utiliserons ce calcul pour une application de projection dans l'ensemble de mesures et nous l'illustrerons par le problème du curvling qui consisite à projeter au sens de la distance de Wasserstein μ sur l'ensemble des mesures portées par des courbes à vitesse et courbure finie.

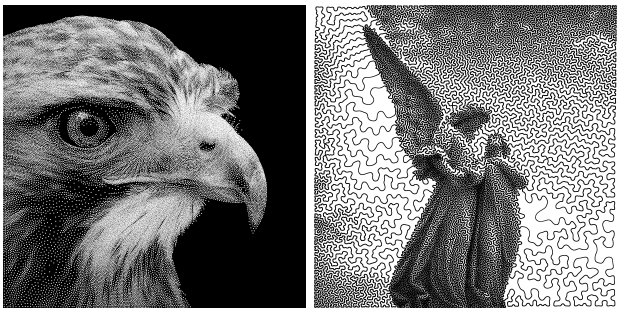


Figure 1: Deux exemples d'approximation d'images par des mesures : A gauche le problème du stippling (approximation par des points) et à droite le problème de curvling (approximation par une courbe de longueur et de courbure donnée).

Références

[1] B. Lévy, *A numerical algorithm for L2 semi-discrete optimal transport in 3D*, ESAIM : MMNA, 49(6), 2015.

[2] J. Kitagawa, Q. Mérigot, B. Thibert, *A Newton algorithm for semi-discrete optimal transport*, JEMS, accepted.

[3] JD. Benamou, G. Carlier, M. Cuturi, L. Nenna, G. Peyré, *Iterative Bregman projections for regularized transportation problems* , SIAM Journal on Scientific Computing, 37(2), 2015.

[4] JD. Benamou, V.Duval, *Minimal convex extensions and finite difference discretization of the quadratic Monge-Kantorovich problem* , HAL : 01616842.

Frédéric de GOURNAY, 135 Avenue de Rangueil, 31400 Toulouse
frederic@degournay.fr
Léo LEBRAT, 135 Avenue de Rangueil, 31400 Toulouse
llebrat@math.univ-toulouse.fr
Jonas KHAN, Institut de Mathmatiques de Toulouse 118, route de Narbonne F-31062 Toulouse Cedex 9
jkahn@math.univ-toulouse.fr
Pierre WEISS, Institut des Techniques Avances du Vivant, 1 Place Pierre Potier, 31000 Toulouse
pierre.armand.weiss@gmail.com

Une application de la théorie des ondes de choc à la modèlisation et au controle du trafic urbain

Giovanni DE NUNZIO, IFP Energies nouvelles

L'idée que la décongestion du trafic dans les aires densément urbanisées peut apporter des bénéfices importants à la qualité de l'air des centres urbains et réduire la consommation énergétique des transports est généralement acceptée [1]. La gestion du trafic en milieu urbain demande une connaissance des dynamiques des flux véhiculaires, notamment les causes de la congestion, les mécanismes de formation des queues et les modalités avec lesquelles elles se propagent dans le réseau routier. La modélisation et la simulation du trafic sont, dans ce sens, des outils indispensables permettant la compréhension des phénomènes ainsi que la conception et la validation des stratégies de gestion de la congestion.
Malgré leur notoriété et leur simplicité, les modèles macroscopiques présentent quelques inconvénients critiques dans la représentation réaliste de l'évolution et de la répartition de la densité lorsque la discrétisation n'est pas assez fine (petit nombre de cellules), ou lorsque la congestion se crée. Une alternative au modèles macroscopiques classiques, comme le Cell Transmission Model (CTM) [2], en mesure de répondre plus efficacement aux problèmes mentionnés ci-dessus, est représentée par le Modèle à Longueur Variable (VLM), proposé à l'origine dans [3]. Un des principaux avantages de ce modèle est la réduction de la dimension de l'espace d'état. En fait, le nombre de cellules par section, indépendamment de sa longueur, se réduit à deux seulement (une cellule pour la zone non congestionnée et une cellule pour la congestion). Une autre caractéristique intéressante est la meilleure représentation de la congestion, qui dans les réseaux urbains est très susceptible de se produire en raison de la présence de feux de circulation, et doit être traitée correctement.
En dépit de sa simplicité et de sa flexibilité, le fait de négliger l'onde cinématique générée par les redémarrages aux feux de signalisation, peut impacter de façon significative la précision de ce type de modèle, ainsi que le calcul des indicateurs de performance du trafic. Une amélioration en ce sens a été proposée avec l'introduction de la dynamique de l'état de trafic en aval de la congestion et de la nouvelle frontière entre les deux états [4]. La précision du modèle est ainsi accrue, mais la dimension du système dynamique est augmentée, ce qui comporte une complexité computationnelle plus élevée. Il est possible de montrer que la même précision de modélisation est atteignable avec un nombre d'équations dynamiques inférieur. Ce résultat est basé sur le constat que l'évolution des états de trafic dans les cellules peut être négligée sans aucun impact sur l'évolution des frontières entre cellules, qui, quant à elles, peuvent être finalement considérées comme les seules variables nécessaires à la description du système. Par ailleurs, l'évolution des frontières pourrait être obtenue analytiquement, permettant de modéliser le trafic dans chaque tronçon de route à l'aide d'équations algébriques. L'optimisation de l'énergie totale dépensée et des émissions polluantes sur l'ensemble du réseau routier peut donc s'appuyer sur des équations simples qui permettraient de prédire rapidement et efficacement l'évolution future du trafic.

Références

[1] A. Goel and P. Kumar, *Characterisation of Nanoparticle Emissions and Exposure at Traffic Intersections through Fast–Response Mobile and Sequential Measurements*, Atmospheric Environment, 2015.

[2] C. F. Daganzo, *The Cell Transmission Model : A Dynamic Representation of Highway Traffic Consistent with the Hydrodynamic Theory*, Transportation Research Part B, 1994.

[3] C. Canudas de Wit, *Best-Effort Highway Traffic Congestion Control via Variable Speed Limits*, IEEE 50th Conference on Decision and Control and European Control Conference, 2011.

[4] C. Canudas de Wit and A. Ferrara, *A Variable-Length Cell Road Traffic Model : Application to Ring Road Speed Limit Optimization*, IEEE 55th Conference on Decision and Control, 2016.

Giovanni DE NUNZIO, IFP Energies nouvelles - établissement de Lyon, Rond-point de l'échangeur de Solaize, BP 3, 69360 Solaize, France
giovanni.de-nunzio@ifpen.fr

Simulation de la stabilisation d'un problème fluide–structure

Guillaume DELAY, Institut de Mathématiques de Toulouse

Michel FOURNIÉ, Institut de Mathématiques de Toulouse

Introduction On s'intéresse à stabiliser par feedback un problème d'intéraction fluide–structure. Le fluide est représenté par les équations de Navier–Stokes, la structure dépend d'un nombre fini de paramètres. L'existence de solutions au problème continu et leur stabilisation ont été étudiées récemment [1].
Dans ce travail, nous présentons des simulations numériques associées à ce problème de stabilisation qui requièrent un traitement particulier nouveau. La méthode utilisée est de type domaine fictif, c'est-à-dire que le maillage ne s'appuie pas sur la structure et ne change pas au cours du temps.

Le problème abordé Nous considérons un modèle d'intéraction fluide–structure où le fluide satisfait les équations de Navier–Stokes. Les équations de la structure sont obtenues à l'aide du principe des travaux virtuels [1]. Le domaine global représente une veine de soufflerie (voir Figure 1).

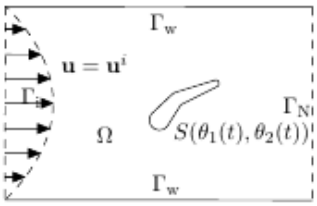


Figure 1: Géométrie

L'originalité du modèle utilisé vient du fait que la structure est déformable et ne dépend que de deux degrés de liberté [1].
Nous présentons les simulations numériques associées à la stabilisation du problème continu. La principale difficulté de cette étude est qu'il faut fournir un contrôle par feedback à un système dont la configuration évolue au cours du temps. Nous montrerons comment mettre en œuvre de façon efficace un tel feedback en utilisant une méthode basée sur des éléments finis coupés.

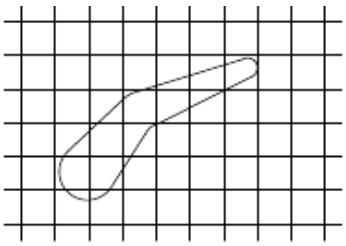


Figure 2: Le domaine fictif

Nous adoptons une approche partitionnée, à chaque pas de temps on résout d'abord les équations de la structure puis celles du fluide. Les équations de Navier–Stokes en domaine mobile sont discrétisées sur un maillage fixe à l'aide d'une level–set localisant le bord de la structure (voir Figure 2) et d'éléments finis coupés (XFEM). Les conditions de Dirichlet sont prises en compte avec des multiplicateurs de Lagrange. Pour assurer une convergence optimale du schéma, on ajoute un terme de stabilisation sur le bord de la structure. L'analyse numérique de la version stationnaire de cette méthode a été effectuée dans [2].

Le contrôle est calculé à partir de la solution d'une équation de Riccati portant sur un modèle réduit de faible dimension. Ce modèle réduit est déterminé en analysant le linéarisé des équations écrites dans un domaine fixe. L'originalité de notre travail vient du fait que l'on peut calculer un contrôle dans un domaine mobile à partir d'une matrice de feedback qui est définie sur un domaine fixe. La méthode utilisée peut facilement être étendue à d'autres problèmes d'intéraction fluide–structure.
Les simulations numériques du système en boucle fermée sont effectuées avec la bibliothèque GetFEM++ pour des nombres de Reynolds de l'ordre de 200.

Références

[1] Guillaume Delay, *Analyse de la stabilisation d'un problème d'intéraction fluide–structure*, thèses de l'Université Paul Sabatier, 2018.

[2] Michel Fournié, Alexei Lozinski, *Inf-sup stable unfitted extended finite element methods with Lagrange multipliers for the Stokes equations*, the conference proceedings volume 'Geometrically Unfitted Finite Element Methods and Applications - Proceedings of the UCL Workshop 2016'

Guillaume DELAY, Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier – 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse Cédex 9, France.
`guillaume.delay@math.univ-toulouse.fr`
Michel FOURNIÉ, Institut de Mathématiques de Toulouse, même adresse.
`michel.fournie@math.univ-toulouse.fr`

Méthode de régularisation évanescente pour les problèmes inverses de complétion de données

Franck DELVARE, Université de Caen Normandie

Alain CIMETIÈRE, ISAE-ENSMA Poitiers

L'objectif de l'exposé est de présenter une méthode pour la résolution des problèmes inverses de complétion de données. Pour ces problèmes, il s'agit de déterminer la solution, à partir de la connaissance de données aux limites surabondantes sur une partie de la frontière du domaine ou de la donnée partielle du champ solution sur une partie du domaine.
L'idée essentielle de la méthode inverse [1, 2], que nous proposons, est de distinguer des quantités fiables et des quantités non fiables. Cette distinction est réalisée en faisant l'hypothèse que l'équation d'équilibre est vérifiée exactement et qu'elle représente bien le phénomène physique que l'on veut modéliser alors que les conditions aux limites ou les données partielles à l'intérieur du domaine auxquelles nous avons accès peuvent être entachées d'erreurs pouvant provenir de l'expérimentation et correspondre à un bruit de mesure. La méthode inverse proposée, qui n'est pas spécifique à une EDP, repose donc sur un algorithme itératif où l'idée est de rechercher, à chaque itération, parmi toutes les solutions de l'équilibre celle qui s'approche au mieux des données accessibles à la mesure.
Dans le cas de données compatibles, nous montrons que notre algorithme iteratif converge vers la solution du problème de complétion de données. Des tests numériques, menés en présence de données bruitées, montrent la précision et la robustesse de la méthode de complétion de données, ainsi que sa capacité à débruiter les données. Quelques applications numériques sont fournies, comme la résolution des problèmes de Cauchy associés à l'équation de Laplace [1, 2] ou à l'équation d'Helmholtz [3] ou comme la complétion de données en élasticité linéaire lorsque le champ de déplacements est mesuré sur une partie du domaine grâce à la corrélation d'images numériques.

Références

[1] A. Cimetière, F. Delvare, F. Pons, *Une méthode inverse avec régularisation évanescente*, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris, Tome IIb, 328, 639-644, (2000).

[2] A. Cimetière, F. Delvare, M. Jaoua, F. Pons, *Solution of the Cauchy problem using iterated Tikhonov regularisation*, Inverse Problems, 17, 553-570, (2001).

[3] L. Caillé, F. Delvare, L. Marin, N. Michaux-Leblond, *Fading regularization MFS algorithm for the Cauchy problem associated with the two-dimensional Helmholtz equation*, International Journal of Solids and Structures, 125, 122-133, (2017).

Franck DELVARE, LMNO, Université de Caen Normandie, Boulevard du Maréchal Juin, 14032 Caen
franck.delvare@unicaen.fr

Non-dispersal and density properties of infinite packings

Alexandre DELYON, IECL Nancy, UPMC

Antoine Henrot, IECL Nancy

Yannick Privat, UPMC

On veut expliquer la forme de certains œufs d'eulimnadia, un petit animal vivant dans des mares éphémères à l'aide de l'optimisation de forme. En effet la théorie de l'évolution laisse penser que la forme des objets que l'on retrouve dans la nature résulte dun processus doptimisation, cest à dire que leur forme est telle que l'objet résiste le mieux possible aux contraintes extérieures. On propose donc un critère naturel optimisé par la forme de l'œuf, que l'on modèlise mathématiquement par un problème de minimisation de fonctionnelle de forme s'écrivant comme combinaison convexe du diamètre et de la densité, notion que l'on définira durant l'exposé. On présente le travail réalisé jusqu'à présent.

Références

[1] Hernández C., María A. and Salinas, G., *Some optimization problems for planar convex figures*, IV International Conference in "Stochastic Geometry, Convex Bodies, Empirical Measures & Applications to Engineering Science", Vol. I , 2001.

[2] A. Delyon, A. Henrot, Y. Privat, *Non-dispersal and density properties of infinite packings*, to appear.

Alexandre DELYON, IECL Nancy, UPMC
Alexandre.Delyon@univ-lorraine.fr

Some non-standard applications of the Raviart–Thomas–Nédélec element

Daniele A. DI PIETRO, IMAG, University of Montpellier, CNRS, France

Lorenzo BOTTI, Department of Engineering and Applied Sciences, University of Bergamo, Italy

Jérôme DRONIOU, School of Mathematical Sciences, Monash University, Australia

Gianmarco MANZINI, T-5 Applied Mathematics and Plasma Physics Group, LANL, USA

We consider here non-standard applications of the mixed finite element originally introduced in two space dimensions by Raviart and Thomas [5], and later extended to three space dimensions by Nédélec [6].

The first application is in the context of Hybrid High-Order (HHO) discretisations of the Brinkman equation. Specifically, we propose a novel discretisation of the Darcy term based on a Raviart–Thomas–Nédélec reconstruction of the velocity which warrants a robust behaviour in both the Darcy- and Stokes-dominated regimes, and also extends to the singular limit case corresponding to the Darcy problem. An important novelty in the analysis is that the local regime is identified by a dimensionless number which can be interpreted as a friction coefficient. An optimal error estimate in h^{k+1} (with h denoting, as usual, the meshsize) is proved.

The second application is the development of a stable gradient reconstruction in the context of HHO methods for linear and nonlinear scalar diffusion problems. HHO discretisations of such problems typically involve two types of contributions: standard Galerkin consistency terms involving a local gradient reconstruction, and stabilisation terms; see, e.g., [4, 2]. We show here that stabilisation can be incorporated into the gradient reconstruction by projecting suitable local residuals onto a Raviart–Thomas–Nédélec subspace. As a result, for both linear and nonlinear problems, a stable and convergent HHO discretisation can be obtained from the weak formulation of the continuous problem by simply replacing the continuous gradient operator with the corresponding discrete counterpart. This new construction also allows us to bridge HHO and other polytopal methods to the recently developed Gradient Discretisation framework.

Références

[1] L. Botti, D. A. Di Pietro, J. Droniou, *A robust Hybrid High-Order discretisation of the Brinkman problem*. Submitted.

[2] D. A. Di Pietro, J. Droniou, *A Hybrid High-Order method for Leray–Lions elliptic equations on general meshes*, Math. Comp., 2017, 86 (307), 2159–2191. DOI: 10.1090/mcom/3180.

[3] D. A. Di Pietro, J. Droniou, G. Manzini, *Discontinuous Skeletal Gradient Discretisation Methods on polytopal meshes*, J. Comput. Phys., 2018, 355:397–425, DOI: 10.1016/j.jcp.2017.11.018.

[4] D. A. Di Pietro, A. Ern, S. Lemaire, *An arbitrary-order and compact-stencil discretization of diffusion on general meshes based on local reconstruction operators*, Comput. Meth. Appl. Math., 2014, 14 (4), 461–472. DOI: 10.1515/cmam-2014-0018.

[5] P.-A. Raviart and J. M. Thomas, *A mixed finite element method for 2nd order elliptic problems*, Mathematical Aspects of finite element methods (Proc. Conf., Consiglio Naz. delle Ricerche (C.N.R.), Rome, 1975). Springer, Berlin, 1977, 292–315. Lecture Notes in Math., Vol. 606.

[6] J.-C. Nédélec, *Mixed finite elements in* $\mathbf{R}^3$, Numer. Math., 1980, 315–341.

Daniele A. DI PIETRO, Institut Montpelliérain Alexander Grothendieck, Université de Montpellier, CNRS, France
daniele.di-pietro@umontpellier.fr
Lorenzo BOTTI, Department of Engineering and Applied Sciences, University of Bergamo, Italy
lorenzo.botti@unibg.it
Jérôme DRONIOU, School of Mathematical Sciences, Monash University, Australia
jerome.droniou@monashe.edu
Gianmarco MANZINI, T-5 Applied Mathematics and Plasma Physics Group, Los Alamos National Laboratory, USA
gmanzini@lanl.gov

Propagation d'incertitude de modèle pour l'optimisation multidisciplinaire

Sylvain DUBREUIL, Onera-The French Aerospace Lab

Nathalie BARTOLI, Onera-The French Aerospace Lab

Thierry LEFEBVRE, Onera-The French Aerospace Lab

Christian GOGU, Université de Toulouse

L'évaluation et l'optimisation d'un nouveau concept d'aéronef nécessite la mise en place de processus couplant les différentes disciplines physiques (aérodynamique, structure, propulsion, système etc.) modélisant son comportement. Chaque discipline est représentée par un modèle numérique (modéle empirique, éléments finis, CFD, etc.). L'analyse multidisciplinaire consiste à résoudre le système non linéaire formé par les différents solveurs disciplinaires. En notant y_i la rponse de la discipline i et f_i son solveur, l'analyse multidisciplinaire impliquant n_d disciplines peut s'écrire, $y_i = f_i(y_{c^i}),\ i = 1, \cdots, n_d$ avec y_{c^i} les *variables de couplage* de la discipline i, *i.e* $y_{c^i} \subset \{y_i, i = 1, \cdots, n_d\}$.
Si l'on s'intéresse maintenant à l'optimisation d'un concept, l'approche la plus simple à mettre en oeuvre consiste à résoudre l'analyse multidisciplinaire pour chaque point proposé par l'optimiseur (*MultiDisciplinary Feasible, MDF*). En notant $z \in S \subset \mathbb{R}^n$ les variables de conception et y_{obj} la fonction objectif, le problème d'optimisation à résoudre est, $\min_{z \in S} y_{obj}(z, y)$ où $y = \{y_i, i = 1, \cdots, n_d\}$ est solution de l'analyse multidisciplinaire. Lorsque les solveurs disciplinaires f_i sont numériquement coûteux à évaluer, la résolution de ce problème d'optimisation devient prohibitive voir impossible.
Afin de palier à ce problème nous proposons de remplacer chaque solveur disciplinaire par un méta-modèle de krigeage (processus gaussien), construit en échantillonnant le solveur f_i sur $S \times C_i$ (avec C_i l'ensemble de définition de y_{c^i}). La solution du système multidisciplinaire, en un point $z^{(0)} \in S$, est donc le vecteur aléatoire $Y(z^{(0)}) = \{Y_i, i = 1, \cdots, n_d\}$ dont la loi est la nouvelle inconnue du problème. Dans [1], nous avons proposé d'approcher la solution $Y(z^{(0)})$ par son développement sur le chaos polynomial d'Hermite. Pour cela, nous approximons chaque variable aléatoire $Y_i(z^{(i)})$ par son développement polynomial $\hat{Y}_i(z^{(i)})$, la résolution de l'analyse multidisciplinaire (point fixe sur les coefficients des développements polynomiaux) conduit alors à l'approximation $\hat{Y}(z^{(0)})$.
Ainsi, en prenant en compte l'incertitude introduite par l'utilisation des méta-modèles de krigeage dans l'analyse multidisciplinaire, la fonction objective peut être vue comme un champ aléatoire sur l'espace de conception S. Nous sommes en particulier intéressés par les valeurs extrêmes de ce champ *i.e.* la variable aléatoire $Y_{min} = \min_{z \in S} Y_{obj}(z, Y_i, i = 1, \cdots, n_d)$ qui modélise la valeur aléatoire du minimum et $Z^\star = \arg\min_{z \in S} Y_{obj}(z, Y_i, i = 1, \cdots, n_d)$ qui modélise sa position. Afin d'approximer ces 2 variables aléatoires nous avons proposé [2] une méthode originale de discrétisation et de représentation du champ aléatoire $Y_{obj}(z, Y_i, i = 1, \cdots, n_d)$ basée sur un couplage entre chaos polynomial et interpolation par krigeage. Cette approche permet une discrétisation adaptative du champ aléatoire (sélection itérative des points $z^{(k)}$ où la propagation d'incertitude par chaos polynomial doit être effectuée) dans les zones de l'espace de conception S où la probabilité d'atteindre le minimum est importante (un critère de type *amélioration espérée* est proposé dans [2]).
Enfin, un processus d'optimisation par enrichissement des méta-modèles disciplinaires est mis en place à l'aide du critère de discrétisation. L'objectif de cet enrichissement est de *réduire* itérativement la dispersion des variables aléatoires Y_{min} et $Z^\star$. Lorsque celle-ci est *suffisamment* faible, la solution du problème d'optimisation déterministe est approchée par $E[Y_{min}]$ et $E[Z^\star]$.

Références

[1] S. Dubreuil, N. Bartoli, C. Gogu, T. Lefebvre, *Propagation of Modeling uncertainty by Polynomial Chaos Expansion in Muldisciplinary Analysis*, Journal of Mechanical Design, 111411-11, 2016.

[2] S. Dubreuil, N. Bartoli, C. Gogu, T. Lefebvre, J. Mas Colomer, *Extreme value oriented random field discretization based on an hybrid polynomial chaos expansion - Kriging approach*, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 540-571, 2018.

Sylvain DUBREUIL, Onera-The French Aerospace Lab, Toulouse, F-31055, France
sylvain.dubreuil@onera.fr

Problèmes de contrôle liés aux mouvements de foules

Michel DUPREZ, Institut de Mathématiques de Marseille

Morgan MORANCEY, Institut de Mathématiques de Marseille

Francesco ROSSI, Dipartimento di Matematica di Padova

Pour décrire l'évolution d'une foule d'agents, deux approches sont largement utilisées. Dans les modèles microscopiques, la position de chaque agent est clairement identifiée ; la dynamique de la foule est décrite par une équation différentielle ordinaire de grande dimension, dans laquelle des termes de couplages représentent des interactions entre les agents. Dans les modèles macroscopiques, l'idée est de représenter la foule par la densité spatiale des agents ; dans ce cadre, l'évolution de la densité est solution d'une équation aux dérivées partielles, généralement de type transport. Des termes non-locaux (tels que des convolutions) modélisent les interactions entre les agents.

Dans cet exposé, nous étudierons un modèle macroscopique. Ainsi la foule sera représentée par une mesure $\mu(t)$ définie pour tout temps t positif sur l'espace $\mathbb{R}^d$ ($d \geq 1$). Le champ de vitesses naturel (non-contrôlé) de la mesure, notée $v : \mathbb{R}^d \to \mathbb{R}^d$, sera un champ de vecteur supposé Lipschitz et uniformément borné. Nous agirons sur le champ de vitesses dans une portion fixée ω de l'espace, qui sera un ouvert connexe et non-vide de $\mathbb{R}^d$. Les contrôles admissibles seront alors des fonctions de la forme $\mathbb{1}_\omega u$: $\mathbb{R}^d \times \mathbb{R}^+ \to \mathbb{R}^d$. Nous considérons donc l'équation de transport linéaire suivante

$$\begin{cases} \partial_t \mu + \nabla \cdot ((v + \mathbb{1}_\omega u)\mu) = 0 & \text{dans } \mathbb{R}^d \times \mathbb{R}^+, \\ \mu(0) = \mu^0 & \text{dans } \mathbb{R}^d, \end{cases} \tag{1}$$

où μ^0 est la donnée initiale (configuration initiale de la foule) et la fonction u un contrôle admissible. La fonction $v + \mathbb{1}_\omega u$ représente le champ de vecteur agissant sur μ. Le système (1) est une première approximation de la modélisation d'une foule puisque le champ de vecteur non-contrôlé est donné et ne décrit pas d'interaction entre les agents. Néanmoins, il est nécessaire de comprendre les propriétés de contrôlabilité d'une telle équation simplifiée dans un premier temps avant d'étudier le cas d'un champ de vitesses dépendant de la foule. Bien que le système (1) soit linéaire, le contrôle agit sur la vitesse, ainsi le problème de contrôle, lui, est non-linéaire, ce qui est la difficulté principale de cette étude.

Nous mettons en évidence dans [1] qu'il est possible de guider une foule proche d'une configuration finale donnée à l'aide d'un contrôle Lipschitz lorsque la dynamique non-contrôlée v permet de croiser la région de contrôle. Nous montrons que la contrôlabilité exacte peut avoir lieu seulement pour des contrôles avec moins de régularité pour lesquels nous pouvons perdre l'unicité de la solution associée. Nous donnons également une caractérisation du temps minimal dans [2]. Le temps minimal pour guider une foule vers une configuration finale est lié à la condition d'avoir suffisamment de masse dans la région de contrôle afin d'alimenter la configuration finale désirée. La construction du contrôle étant un passage à la limite du cas discret, nous en déduisons un algorithme numérique convergeant. Nous finirons par quelques simulations numériques.

Références

[1] M. Duprez, M. Morancey, F. Rossi, *Approximate and exact controllability of the continuity equation with a localized vector field*, soumis, 2017.

[2] M. Duprez, M. Morancey, F. Rossi, *Minimal time problem for crowd models with a localized vector field*, soumis, 2018.

Michel DUPREZ, Institut de Mathématiques de Marseille, 39, rue F. Joliot Curie, 13 013 Marseille
mduprez@math.cnrs.fr
Morgan MORANCEY, Institut de Mathématiques de Marseille, 39, rue F. Joliot Curie, 13 013 Marseille
morgan.morancey@univ-amu.fr
Francesco ROSSI, Dipartimento di Matematica "Tullio Levi-Civita", Via Trieste 63, 35131 Padova, Italy
francesco.rossi@math.unipd.it

Suivi du trafic en temps réel et prévision du trafic à court terme, vers un dialogue entre les modèles et les données de trafic ?

Aurélien DURET, IFSTTAR

Contexte
Historiquement, l'analyse de données de trafic a permis de comprendre les propriétés et caractéristiques spatio-temporelles des écoulements routiers. Sur cette base, la communauté de recherche développe depuis les années 30 des modèles d'écoulement pour la plupart analogue à des modèles de mécanique des fluides. Ces dernières décennies, de nombreux modèles ont été proposés et étudiés, tant sur leurs propriétés mathématiques que sur leurs capacités à reproduire les comportements de flux et phénomènes propres aux écoulements routiers. Depuis plus récemment, de nouvelles perspectives d'application ont été ouvertes grâce aux nouvelles données de trafic, massives et multi sources, ainsi que l'augmentation perpétuelle des capacités informatiques. Parmi elles, l'utilisation des modèles de trafic pour suivre en temps réel et prévoir les conditions de circulation à court terme.
Objectif
L'intervention présente l'adaptation du modèle de trafic du premier ordre pour le rendre capable de dialoguer avec des données de trafic recueillies en temps réel, grâce une méthode d'assimilation de données.
Contenu de la présentation
L'intervention introduit un cadre d'assimilation générique, dans lequel des données Lagrangiennes et Eulériennes sont assimilées par un modèle mésoscopique du premier ordre. Les principaux verrous scientifiques sont présentés et explorés, interrogeant : les propriétés mathématiques du modèle de trafic, le choix du modèle d'observation, la méthode fusion de données multi sources, la mises à jour des conditions internes du modèle. Des questions de recherche nouvelles sont également posées, notamment sur le suivi des incertitudes et le calage des paramètres en temps réel. Enfin, une ouverture sur les perspectives de mises en œuvre opérationnelles conclut la présentation.

Aurélien DURET, Laboratoire d'Ingénierie Circulation Transports UMR T9401 IFSTTAR – ENTPE – Université de Lyon, France
Aurelien.DURET@ifsttar.fr

2D modeling of crowd motion from a discrete kinetic theory viewpoint: Influence of the obstacles on the evacuation time

Abdelghani ELMOUSSAOUI, Université Cadi Ayyad, Morocco.

Aissam JEBRANE, Université Cadi Ayyad, Morocco.

Pierre ARGOUL, Université Paris-Est,France.

Mohammed EL RHABI, Université Paris-Est,France.

Abdelilah HAKIM, Université Cadi Ayyad, Morocco.

Mots-clés : Discrete kinetic theory, Crowd dynamics, Panic situation, Complex system, Evacuation time.

Several recent studies have concluded that placed obstacle near an exit can speed evacuations. This obstacle have proven to have beneficial effects by limiting the number of pedestrians that approach an exit at once. In crowd motion models; model parameters showed great variability, hence a large sequence of simulations is necessary to study the average effects of the obstacle on the outflow. Therefore usage of the kinetic theory model and its adaptation to the crowd motion can approve an ability to easily and rapidly simulate these effects and achieving practical results. The influence of the dimensions and position of a square and of a disk-shaped obstacle on the rooms evacuation time is finally studied through the kinetic approach.

Références

[1] A. Elmoussaoui and P. Argoul and M. El Rhabi and A. Hakim, *Discrete kinetic theory for 2D modeling of a moving crowd: Application to the evacuation of a non-connected bounded domain*, Computers & Mathematics with Applications, 75(4), 2018, 1159 – 1180.

[2] N. Bellomo, L. Gibelli, *Behavioral crowds: Modeling and Monte Carlo simulations toward validation*, Comput. & Fluids, 141 (2016) 13 – 21.

Abdelghani ELMOUSSAOUI, LAMAI, FST Marrakech, Université Cadi Ayyad, Morocco.
elmoussaoui.abdelghani@gmail.com

Méthode Vortex et Calcul à Hautes Performances

Jean-Matthieu ETANCELIN, LMAP, UPPA, Pau

Mots-clés : Méthode Vortex, HPC, GPU, Écoulement turbulent

Le principe fondamental des méthodes particulaires consiste à discrétiser le domaine de calcul à l'aide de particules dont la vitesse et la quantité transportée permet de résoudre un problème donné. Ce type de méthode est particulièrement bien adapté à la simulation de phénomènes dans lesquels les effets de convection sont prépondérants, en particulier, pour les problèmes issus de la mécanique des fluides. Dans ce travail, on s'intéresse aux méthodes Vortex hybrides [1] pour lesquelles la vorticité est transportée par les particules et le caractère sans maillage est combiné à une grille sous-jacente à travers une interaction particules-grille appelée remaillage. Cette méthode permet d'exploiter, par un splitting visqueux, un formalisme Lagrangien pour le terme de convection puis un formalisme Eulérien pour les autres termes des équations considérées (étirement, diffusion, termes sources, ...)
L'étape de remaillage est l'élément fondamental des méthodes Vortex hybrides et permet de redistribuer sur la grille les quantitées transportées par les particules. Une première partie de ce travail a été consacrée à l'élaboration de schémas de remaillage d'ordre élevé [2]. Cette méthode de construction permet de généraliser les noyaux de remaillage existants et de produire des formules d'ordre arbitrairement élevé. En pratique, ces formules, dont le support s'élargit avec l'augmentation de l'ordre numérique, sont utilisées uniquement travers un schéma de splitting dimensionnel. Cela permet donc de résoudre une équation de transport à l'aide d'un schéma numérique à un ordre donnée.
Les questions de mise en œuvre sur des machines hybrides ont également été abordées dans ce travail. En effet, l'augmentation de l'ordre des formules de remaillage conduit à une importante intensité opérationnelle (nombre d'opérations par volume de donnée utilisée) du schéma numérique qui, combinée à une structure de données régulière due à la grille cartésienne sous-jacente, fait de cette méthode un excellent candidat pour exploiter la puissance de calcul développée par les cartes graphiques (GPU) [3, 4]. Les performances de calcul ont été analysées par rapport à l'architecture matérielle.
Sur la base de ces bonnes performances, cette approche hybride a été mise en œuvre sur une application spécifique en utilisant une machine de calcul hybride. Pour cela nous nous intéressons à la résolution d'un problème de transport de scalaire passif dans un écoulement turbulent. Ainsi, les deux sous-problèmes que sont l'écoulement et le transport de scalaire sont résolus sur différentes architectures (CPU et GPU) et à deux résolution différentes (simulation directe des plus petites échelles) [4]. Enfin, un travail en cours d'extension à des applications de transport de scalaires actifs [5] (concentrations en espèces chimiques) sera évoqué.

Références

[1] G.-H. Cottet et P. Koumoutsakos, *Vortex methods: theory and practice*, Cambridge university press, 2000.

[2] G.-H. Cottet, J.-M. Etancelin, F. Pérignon et C. Picard, *High order Semi-Lagrangian particle methods for transport equations: numerical analysis and implementation issues*, ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis 48, 2014.

[3] D. Rossinelli, M. Bergdorf, G.-H. Cottet et P. Koumoutsakos, *GPU accelerated simulations of bluff body flows using vortex particle methods*, Journal of Computational Physics 229, 2010.

[4] J.-M. Etancelin, G.-H. Cottet, F. Pérignon et C. Picard, *Multi-CPU and multi-GPU hybrid computations of multi-scale scalar transport*, Proceedings of the 26th International Conference on Parallel Computational Fluid Dynamics, 2014.

[5] P. Poncet, L. Hume et J.-M. Etancelin, *New trends in Vortex Methods for reactive flows*, InterPore 10th Annual Meeting, 2018.

Jean-Matthieu ETANCELIN, Laboratoire de Mathématiques et leurs Applications de Pau - UMR CNRS 5142, IPRA, Université de Pau et des Pays de l'Adour, BP 1155 - 64013 Pau
jean-matthieu.etancelin@univ-pau.fr

Problème de diffusion pour des milieux multicouches avec une résistance de contact d'interface non-linéaire

Tarik Fahlaoui, Université de technologie de Compiègne

Faker Ben Belgacem, Université de technologie de Compiègne

Faten Jelassi, Université de technologie de Compiègne

Maimouna Mint Brahim, CIC Energigune et Institut de mécanique et d'ingénierie de Bordeaux

Mots-clés : Nonlinear Interface Contact Resistance, hybrid dual finite element methods

Lors du stockage de l'énergie thermique, un matériau à changement de phase est chauffé afin d'en récupérer de l'énergie. Pour accélerer ce processus, ce matériau est encapsulé dans une matrice de graphite poreuse. Le contact non parfait entre le graphite et le matériau à changement de phase agit comme une résistance de contact ce qui entraîne un saut de la température à l'interface. Le cas d'une résistance de contact constante a été étudié dans [1]. On s'intéressera ici au cas où la résistance de contact est une fonction non-linéaire du saut de la température et de la variable spatiale sur l'interface.
On cherchera alors à établir le caractère bien posé de l'équation pour un grand nombre de fonctions grâce au théorème de Minty-Browder ([4]). Enfin tel que suggéré par l'analyse dans le cas d'une résistance de contact constante, une formulation hybride duale ([5]) sera adaptée à ce problème où ici la non-linéarité sera traitée par une méthode de Newton. Ce type de condition de transmission à l'interface se retrouve également dans d'autres applications physiques tel que l'électroporation ([2]) ou l'électrocardiographie ([3]).

Références

[1] F. Ben Belgacem and C. Bernardi and F. Jelassi and M. Mint Brahim, *Finite Element Methods for the Temperature in Composite Media with Contact Resistance*, Journal of Scientific Computing, 63(2) : 478-501, 2015.

[2] O. Kavian and M. Leguébe and C. Poignard and L. Weynans, *"Classical" Electropermeabilization Modeling at the Cell Scale*, Journal of Mathematical Biology,68(1) : 235-265, 2014.

[3] M. Boulakia and S. Cazeau and M.A. Fernández and J.F. Gerbeau and N. Zemzemi, *Mathematical Modeling of Electrocardiograms: A Numerical Study*, Annals of Biomedical Engineering, 38(3) : 1071-1097, 2010.

[4] G.J. Minty, *On a monotonicity method for the solution of nonlinear equations in Banach spaces.*, Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 50(6):1038-1041, 1963.

[5] P.A. Raviart and J.M. Thomas, *A mixed finite element method for 2-nd order elliptic problems*, Mathematical Aspects of Finite Element Methods, 292-315, 1977.

Tarik Fahlaoui, Sorbonne Universités, UTC, EA 2222, LMAC, F-60205 Compiègne, France
tarik.fahlaoui@utc.fr
Faker Ben Belgacem, Sorbonne Universités, UTC, EA 2222, LMAC, F-60205 Compiègne, France
faker.ben-belgacem@utc.fr
Faten Jelassi, Sorbonne Universités, UTC, EA 2222, LMAC, F-60205 Compiègne, France
faten.jelassi@utc.fr
Maimouna Mint Brahim, Esplanade des Arts et Métiers 33405 Talence Cedex et Parque Tecnológico C/Albert Einstein, 48 01510 Vitoria-Gasteiz (Àlava) Spain
mintb001@u-bordeaux.fr

Optimisation de forme dédiée à la fabrication additive: prise en compte de l'anisotropie mécanique

Alexis Faure, ANSYS

Les méthodes de fabrication additive (FDM, EBM, SLM) permettent de s'affranchir des contraintes de fabrication conventionnelles (pliage, usinage, moulage). Ce sont de fait des moyens pertinents de production de structures résultant de calculs d'optimisation topologique, connus pour leur grande complexité. Cependant les pièces produites par des méthodes de fabrication additive comportent souvent des propriétés induites s'écartant des modèles utilisés lors de l'optimisation. Dans le cas particulier de la FDM (Fiber Deposition Molding) où les pièces sont produites par superposition de couches de filaments de polymères, on observe une anisotropie des propriétés mécaniques importante. Cet écart de propriétés pose la question de la validité des résultats d'optimisation dans le cas où la pièce finale serait produite via une méthode de fabrication additive.
Dans cette présentation nous introduisons plusieurs modèles permettant de rendre de compte de cette anisotropie, puis nous évaluons leur influence sur les dérivées de formes utilisées en optimisation. Nous évaluons ensuite les effets de cette nouvelle formulation tant sur les performances que sur les formes optimisées obtenues.

Alexis Faure, ANSYS
alexis.faure@ansys.com

Crouzeix-Raviart multiscale finite element method for Stokes flows in heterogeneous media

Qingqing FENG, CEA saclay

Grégoire ALLAIRE, École Polytechnique

Maria Adela PUSCAS, CEA saclay

Mots-clés : Mutltiscale finite element method, finite volume method, Crouzeix-Raviart element, heterogeneous media

A CFD modelling of the whole nuclear reactor core is very difficult due to the high heterogeneity of the domain and a huge demand of computational resources. Therefore our work presents one Multiscale Finite Element Method (MsFEM) [1] which is capable to solve multiscale features of flow without confining itself to fine scale calculations.

When computing multiscale basis functions, the approximation of boundary conditions on coarse element edges influences critically the accuracy of the MsFEM method. The non-conforming Crouzeix-Raviart MsFEM has been proposed in [2]. In the construction of Crouzeix-Raviart multiscale basis functions, the conformity between coarse elements is only weakly enforced, i.e. merely the average of the jumps of these functions vanishes at coarse element edges. This leads to a natural boundary condition on coarse element edges, which relaxes the sensitivity of the method to complex patterns of obstacles, without having to use oversampling methods.

Based on [2], we have implemented and tested Crouzeix-Raviart MsFEM in TrioCFD [3] to solve the Stokes flow in a genuine heterogeneous media. The Crouzeix-Raviart multiscale basis functions are computed in triangular and tetrahedral meshes by the Finite Volume Element Method and belong to P1NC-P0 FEM spaces. Convergence studies of enclosed and open-channel flows with arbitrary patterns of obstacles and non-homogeneous boundary conditions show good qualitative and quantitative agreements with the reference solution even with a rather coarse mesh. The advantages of Crouzeix-Raviart MsFEM are especially significant when obstacles are dense and intersections with coarse element edges exist.

Since assemblies in nuclear reactor cores are periodically placed, we are extending the method for cases with periodically placed obstacles by enriching the multiscale basis functions and also for Navier-Stokes flows with not too large Reynolds numbers.

Références

[1] Y.Efendiev, T.Y.Hou, *Multiscale Finite Element Methods, theory and applications*, Surveys and tutorials in the applied mathematical sciences, Springer, 2008.

[2] B.P.Muljadi, J.Narski, A.Lozinski, P.Degond, *Non-conforming multiscale finite element method for Stokes flows in heterogeneous media, Part I: methodologies and numerical experiments*, SIAM Multiscale Model.Simul., Vol.13, pp.1146-1172, 2015.

[3] TrioCFD, *http://www-trio-u.cea.fr/*.

Qingqing FENG, DEN/DM2S/STMF/LMSF, Centre CEA de Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
qingqing.feng@cea.fr
Grégoire ALLAIRE, CMAP, École Polytechnique, route de Saclay, 91128 Palaiseau Cedex
allaire@cmap.polytechnique.fr
Maria Adela PUSCAS, DEN/DM2S/STMF/LMSF, Centre CEA de Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
maria-adela.puscas@cea.fr

Error estimates on ergodic properties of Feynman–Kac semigroups

Grégoire Ferré, CERMICS, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Gabriel Stoltz, CERMICS, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Feynman–Kac semigroups corresponds to stochastic processes whose trajectories are weighted depending on their path. They appear in several areas of mathematics, such as quantum physics (as Diffusion Monte Carlo), large deviations, or nonlinear filtering. Given that, in order to conserve probability, the expectation of such a process needs to be normalized, the PDE associated to its probability density is nonlinear. However, the limiting distribution ν_W is solution to the following linear eigenvalue problem

$$(\mathcal{L} + W)^\dagger \nu_W = \lambda \nu_W,$$

where $\mathcal{L} = \Delta + b \cdot \nabla$ is the generator of the stochastic process and W is a weight function. The main difference with the invariant measure of a stochastic process is the source term W, hence the eigenvalue associated with the invariant measure is not zero.

Typical finite elements methods generally fail to solve such an eigenproblem for large systems. This is a reason why Feynman–Kac semigroups are useful in practice: averages with respect to ν_W are estimated through ergodic averages over trajectories. However, for computing such a stochastic dynamics, one needs to discretize it in time. The discretized process then has an invariant measure $\nu_{W,\Delta t}$ and an eigenvalue $\lambda_{\Delta t}$ that differ from the correct ones, and it is interesting to quantify precisely this error depending on the numerical scheme at hand and the time step.

The purpose of [1] is to adress this issue by analytical techniques. With this approach based on semigroup expansions, we obtain that there exists $p \in \mathbb{N}^*$ such that for any test function φ:

$$\int \varphi \, d\nu_{W,\Delta t} = \int \varphi \, d\nu_W + \Delta t^p \int f \varphi \, d\nu_W + \mathrm{O}(\Delta t^{p+1}),$$

where f is solution to a *linear* Poisson equation. In words, we quantify the order of convergence and characterize the leading order correction. Compared to the usual case $W = 0$, one has to consider non probability-conserving generators, which raises a number of difficulties for which we develop specific tools. This particularity of the model is due to the fact that in general, $\lambda \neq 0$. This also led us to provide new estimators of λ with precise rates of convergence.

This work not only justifies results already observed numerically in the litterature, but also provides criteria to construct new efficient integration schemes of the Feynman–Kac dynamics. We believe that the approach developped in [1] can be used for other processes that do not conserve probability, like quasi-stationary distributions.

Références

[1] G. Ferré & G. Stoltz, *Error estimates on ergodic properties of Feynman–Kac semigroups*, ArXiv:1712.04013, 2017.

Grégoire Ferré, 6-8 Avenue Blaise Pascal, Champs sur Marne 77455
gregoire.ferre@enpc.fr

Analyse de sensibilité pour les équations d'Euler

Camilla FIORINI, LMV, UVSQ, Versailles.

Christophe CHALONS, LMV, UVSQ, Versailles.

Régis DUVIGNEAU, Université Côte d'Azur, INRIA, CNRS, Sophia-Antipolis.

L'analyse de sensibilité s'intéresse à l'étude des changements dans la solution d'un système d'équations aux dérivées partielles en fonction de la variation des paramètres d'entrée du modèle. L'analyse de sensibilité a plusieurs applications, y compris la quantification d'incertitude, l'évaluation rapide de solutions proches et l'optimisation basée sur des méthodes de descente. Les techniques standard d'analyse de sensibilité requièrent de dériver la variable d'état, donc elles ne fonctionnent que sous certaines conditions de régularité [1]. Cependant, ces hypothèses ne sont pas vérifiées dans le cas d'équations hyperboliques de la forme

$$\begin{cases} \partial_t \mathbf{U} + \partial_x \mathbf{F}(\mathbf{U}) = 0, \quad x \in \mathbb{R}, \quad t > 0, \\ \mathbf{U}(x,0) = \mathbf{U}_0(x), \end{cases}$$

à cause des discontinuités qui peuvent se produire même si la donnée initiale est régulière. Si l'état $\mathbf{U}$ est discontinu, des Diracs apparaissent dans la sensibilité $\mathbf{U}_a = \partial_a \mathbf{U}$, où a est le paramètre d'intérêt. Dans le cas régulier, les équations de sensibilité se déduisent en dérivant les équations d'état; cela donne les équations de sensibilité suivantes :

$$\begin{cases} \partial_t \mathbf{U}_a + \partial_x \mathbf{F}'(\mathbf{U})\mathbf{U}_a = 0, \quad x \in \mathbb{R}, \quad t > 0, \\ \mathbf{U}_a(x,0) = \mathbf{U}_{a,0}(x). \end{cases}$$

Dans [4] nous avons analisé le problème dans les détails dans le cas du système d'Euler barotrope et nous avons proposé un terme de correction de la forme :

$$\mathbf{S} = \sum_{k=1}^{N_s} \boldsymbol{\rho}_k \delta(x - x_{k,s}(t)),$$

où N_s est le nombre de discontinuités, $\boldsymbol{\rho}_k$ est l'amplitude de la $k-$ième correction (à calculer) et $x_{s,k}(t)$ la position de la $k-$ième discontinuité à l'instant t. Ensuite, nous avons étendu cela aux systèmes d'Euler complet et d'Euler quasi-1D. Pour le dernier, nous avons considéré un problème d'optimisation de type *pressure matching*, c'est-à-dire la minimisation de la fonctionnelle suivante :

$$J(\mathbf{U}) = \frac{1}{2}\|p - p^*\|^2_{L^2},$$

où p est la pression et p^* la pression cible. Pour résoudre cela, nous avons utilisé une méthode du gradient. Pour cette méthode il est nécessaire de calculer le gradient de la fonctionnelle par rapport aux paramètres d'interêt:

$$\nabla_{\mathbf{a}} J = (p - p^*, p_{\mathbf{a}})_{L^2}.$$

Nous avons comparé les résultats obtenus en calculant le gradient avec les sensibilités $p_{\mathbf{a}}$ corrigées et non corrigées.

Références

[1] C. Bardos and O. Pironneau,*A formalism for the differentiation of conservation laws*, Compte rendu de l'Académie des Sciences, 335(10):839-845, 2002.

[2] C. Chalons and P. Goatin, *Godunov scheme and sampling technique for computing phase transitions in traffic flow modeling.*, Interfaces and Free Boundaries, 10(2):197-221, 2008.

[3] V. Guinot, *Upwind finite volume solution of sensitivity equations for hyperbolic systems of conservation laws with discontinuous solutions.*, Computers & Fluids, 38(9):1697-1709, 2009.

[4] C. Chalons, R. Duvigneau, C. Fiorini, Sensitivity analysis and numerical diffusion effects for hyperbolic PDE systems with discontinuous solutions. The case of barotropic Euler equations in Lagrangian coordinates, submitted, 2017.

Justification of macroscopic traffic flow model by specified homogenization of microscopic models

Nicolas FORCADEL, INSA Rouen Normandie

The goal of this talk is to present and to justify Hamilton-Jacobi formulation for macroscopic traffic flow model. The idea is to show how it is possible to deduce macroscopic models of traffic flow from microscopic ones. The main advantage of microscopic models (in which we describe the dynamics of each vehicle in an individual way) is that one can easily distinguish each vehicle and then associate different attributes (like maximal velocity, maximal acceleration...) to each vehicle. It is also possible to describe microscopic phenomena like red lights, slowdown or change of the maximal velocity. The main drawback is for numerical simulations where we have to treat a large number of data, which can be very expensive for example if we want to simulate the traffic at the scale of a town.
On the contrary, macroscopic models consist in describing the collective behaviour of the vehicles for example by giving an evolution law on the density of vehicles. The oldest macroscopic model is the LWR model (Lighthill, Whitham [3], Richards [4]), which dates back to 1955 and is inspired by the laws of fluid dynamics. More recently, some macroscopic models propose to describe the flow of vehicles in terms of the averaged spacing between the vehicles. The main advantage of these macroscopic models is that it is possible to make numerical simulations on large portion of road. On the other side, it is more complicated to describe microscopic phenomena or attributes.
Generally speaking, microscopic models are considered more justifiable because the behaviour of every vehicle can be described with high precision and it is immediately clear which kind of interactions are considered. On the contrary, macroscopic models are based on assumptions that are hardly correct or at least verifiable. As a consequence, it is often desirable establishing a connection between microscopic and macroscopic models so to justify and validate the latter on the basis of the verifiable modelling assumptions of the former.
The goal of this talk is to show how to pass from microscopic models to macroscopic ones. As we will explain, this problem can be seen as an homogenization result on a non-local Hamilton-Jacobi equation. More precisely, at the microscopic scale, we will consider a first order model of the type follow the leader , i.e., the velocity of a vehicle depends only on the distance with the one in front of it and we will consider a local perturbation located at the origin which make slow down the vehicles. At the macroscopic scale, we attend to recover an Hamilton-Jacobi equation on the right and on the left of the origin and a condition of junction at the origin (as studied in the work of Imbert and Monneau [2]). This junction condition allows us to see the influence of the microscopic perturbation at the macroscopic scale. We will also consider the case of a simple junction, i.e., one road that separates in several roads.
This is joint works with W. Salazar and M. Zaydan

Références

[1] N. Forcadel, W. Salazar, M. Zaydan, *Specified homogenization of a discrete traffic model leading to an effective junction condition*, To appear in Communications on Pure and Applied Analysis..

[2] C. Imbert, R. Monneau, *Flux-limited solutions for quasi-convex hamilton-jacobi equations on networks*, Annales Scientifiques de l'ENS, 50 (2017), pp. 357–448.

[3] M. J. Lighthill, G. B. Whitham, *On kinematic waves. ii. a theory of traffic flow on long crowded roads* in Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, vol. 229, The Royal Society, 1955, pp. 317–345.

[4] P. I. Richards, *Shock waves on the highway*, Operations research, 4 (1956), pp. 42?51.

Nicolas FORCADEL, Laboratoire de Mathématique de l'INSA INSA de Rouen Avenue de l'Université 76801 Saint Étienne-du-Rouvray cedex, France
nicolas.forcadel@insa-rouen.fr

Éléments finis compatible de type Splines. Application à la physique des plasmas

Emmanuel Franck, IRMA Strasbourg, INRIA

Dans ce travail on commencera par rapidement introduire les éléments finis compatible qui sont des éléments finis scalaire et vectoriel satisfaisant le diagramme de deRham. Après cela nous introduirons les spécificités des B-Splines qui permettent certaines simplifications. Nous appliquerons ces elements finis avec des schémas implicites pour traiter les équations de Maxwell. Pour finit nous introduirons la méthode pour la MHD et discuterons préconditionneur.

Emmanuel Franck, IRMA Strasbourg, INRIA
emmanuel.franck@inria.fr

Reduction of large flow networks towards scale-free structures

Nicolas MARTIN, CNRS

Paolo FRASCA, CNRS

Carlos CANUDAS-DE-WIT, CNRS

In this talk we look at the problem of graph reduction towards a scale-free graph while preserving a consistency with the initial graph. This problem is formulated as a minimization problem and to this end we define a metric to measure the scale-freeness of a graph and another metric to measure the similarity between two graphs with different dimensions, based on spectral centrality. We also want to ensure that if the initial network is a flow network, the reduced network preserves this property. We explore the optimization problem and, based on the gained insights, we derive an algorithm allowing to find an approximate solution. Finally, the effectiveness of the algorithm is shown through a simulation on a Manhattan-like network.

Nicolas MARTIN, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Inria, Grenoble INP, GIPSA-Lab, 38000 Grenoble, France
nicolas.martin@gipsa-lab.fr
Paolo FRASCA, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Inria, Grenoble INP, GIPSA-Lab, 38000 Grenoble, France
paolo.frasca@gipsa-lab.fr
Carlos CANUDAS-DE-WIT, Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Inria, Grenoble INP, GIPSA-Lab, 38000 Grenoble, France
carlos.canudas-de-wit@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

Fluid-structure interactions with contact using Nitsche's method

Stefan FREI, University College London

Erik BURMAN, University College London

Miguel A. FERNANDEZ, Inria de Paris

Mots-clés : fluid-structure interaction, contact mechanics, Nitsche's method, fully Eulerian approach, slip conditions

In this presentation we develop a Nitsche-based contact formulation for fluid-structure interaction (FSI) problems with contact. Our approach is based on the works of Chouly and co-workers for contact problems in solid mechanics [1, 2]. The introduction of an artificial fluid allows us to formulate the FSI interface and the contact conditions simultaneously in equation form on a joint interface-contact surface $\Gamma(t)$. This equation can then be included fully implicitly within a monolithic variational formulation by using Nitsche's method.
To deal with the topology changes in the fluid domain at the time of impact, we use a monolithic Fully Eulerian approach for the FSI problem [3, 4]. For discretisation, both fitted and unfitted finite elements are considered. We compare the effect of slip- and no-slip interface conditions and show numerical results that illustrate the performance of the method.

Références

[1] F. Chouly and P. Hild, A Nitsche-based method for unilateral contact problems: numerical analysis, *SIAM J. Numer. Anal.*, 51(2):1295-1307, 2013.

[2] F. Chouly, P. Hild, and Y. Renard, Symmetric and non-symmetric variants of Nitsches method for contact problems in elasticity: Theory and numerical experiments, *Mathematics of Computation*, 84(293):1089-1112, 2015.

[3] T. Dunne, An Eulerian approach to fluid-structure interaction and goal-oriented mesh refinement, *Int. J. Numer. Methods Fluids*, 51:1017-1039, 2006.

[4] S. Frei, *Eulerian finite element methods for interface problems and fluid-structure interactions*, Dissertation, Heidelberg University, 2016.

Stefan FREI, Department of Mathematics, University College London, Gower Street, London, WC1E 6BT, UK
s.frei@ucl.ac.uk
Erik BURMAN, Department of Mathematics, University College London, Gower Street, London, WC1E 6BT, UK
e.burman@ucl.ac.uk
Miguel A. FERNANDEZ, Inria de Paris, 2 rue Simone Iff, 75012 Paris, France
miguel.fernandez@inria.fr

Optisation topologique par homogénéisation de structures 3D localement périodiques

Perle Geoffroy, Safran / CMAP, École Polytechnique

Nous nous intéressons ici à l'optimisation topologique de structures 3D localement périodiques, composées de cellules perforées dont les paramètres, tels que la densité et l'orientation, peuvent varier macroscopiquement. En passant à la formulation homogénéisée de ce problème, on le réduit à un simple problème d'optimisation paramétrique. La solution homogénéisée est alors une structure composite, non usinable en l'état. On propose de construire une suite de structures micro-perforées convergeant vers la structure composite. Le défi majeur consiste à générer des structures composées de cellules dont l'orientation est respectée et qui se recollent parfaitement avec leurs voisines, c'est-à-dire sans créer de recouvrement ni d'interstice. C'est là que réside la principale nouveauté de notre travail : tenir compte de l'orientation optimale des cellules dans le cas 3D. Pour cela, nous introduisons un difféomorphisme de l'espace, solution d'un problème de minimisation ne faisant intervenir que les orientations optimales précédemment calculées. Grâce à ce difféomorphisme, il est alors possible de générer sans coût supplémentaire, une suite convergente de structures micro-perforées. Notre travail trouve des applications directes grâce aux récentes avancées technologiques en fabrication additive.

Perle Geoffroy, Safran / CMAP, École Polytechnique
perle.geoffroy@safrangroup.com

On The Solutions of Direct Contact Membrane Distillation Parabolic Systems

Mohamed GHATTASSI, King Abdullah University of Science and Technology (KAUST)

The access to drinking water is getting more and more problematic as a result of the limited natural freshwater resources. Many countries rely on desalination to address their potable water demand. Indeed, desalination has been recognized as one of the most promising approaches to reduce water shortage in arid regions through the production of fresh water from seawater and saline groundwater. Among conventional yet innovative water desalination technologies is membrane distillation (MD). There are different configurations for MD system such as Direct Contact Membrane Distillation (DCMD), Air Gap Membrane Distillation (AGMD), Sweeping Gas Membrane Distillation (SGMD) and Vacuum Membrane Distillation (VMD).
In this talk, we study and analyze the mathematical properties of the model describing heat transfer in the MD process, which is given by a two dimensional advection diffusion parabolic system coupled at the boundary, for more details see [1] and references therein. The framework of semigroup theory has been considered. Using some classical arguments for the analysis of PDEs, the existence and uniqueness as well as regularity are proved. Moreover, the controllability of an advection-diffusion parabolic system coupled at the boundary will be also discussed. Finally, a numerical example based on penalized HUM approach (see [2, 3]) is shown to validate the theoretical results.
This presentation is based on joint work with Taous-Meriem Laleg (KAUST, Saudi Arabia) and Jean Claude Vivalda (INRIA-Nancy, IECL, Université de Lorraine, France).

Références

[1] M. Ghattassi, T-M. Laleg, J-C. Vivalda, *On The Solutions of Systems of Advection Diffusion equations coupled at the boundary*, preprint, 2018.

[2] F. Boyer, *On the penalised HUM approach and its applications to the numerical approximation of null-controls for parabolic problems*, ESAIM: Proceedings, 41:15-58, 2013.

[3] M. Ghattassi, T. Takahashi, *On the null-controllability of a radiation-conduction-convection heat transfer system*, to appear, 2018.

Mohamed GHATTASSI, King Abdullah University of Science and Technology (KAUST), Saudi Arabia.
mohamed.ghattassi@kaust.edu.sa

Stokes and Navier-Stokes equations with Navier boundary condition

Amrita GHOSH, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Chérif AMROUCHE, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Carlos CONCA, University of Chile

Paul ACEVEDO, University of Chile

Mots-clés : Stokes equations, Navier boundary condition, weak solution, L^p-regularity, limiting case

We focus on the study of the incompressible fluid in a bounded domain in $\mathbb{R}^3$. We consider the stationary Stokes equation

$$-\Delta \boldsymbol{u} + \nabla \pi = \boldsymbol{f}, \quad \text{div } \boldsymbol{u} = 0 \ \text{ in } \Omega \tag{1}$$

and the stationary Navier-Stokes equation

$$-\Delta \boldsymbol{u} + (\boldsymbol{u} \cdot \nabla)\boldsymbol{u} + \nabla \pi = \boldsymbol{f}, \quad \text{div } \boldsymbol{u} = 0 \ \text{ in } \Omega \tag{2}$$

where Ω be a bounded domain in $\mathbb{R}^3$ with boundary Γ, possibly not connected, of class $\mathcal{C}^{1,1}$ and $\boldsymbol{u}$ and π are the velocity field and the pressure of the fluid respectively, $\boldsymbol{f}$ is the external force acting on the fluid. A boundary condition was suggested by Navier (in 1823) which states that on one hand, the normal component of the fluid velocity is zero at the boundary (impermeability condition) and on the other hand, the amount of slip in the tangential part of the velocity, rather than being zero, is proportional to the tangential part of the normal stress exerted by the fluid on the boundary i.e.

$$\boldsymbol{u} \cdot \boldsymbol{n} = 0, \quad 2\left[(\mathbb{D}\boldsymbol{u})\boldsymbol{n}\right]_{\boldsymbol{\tau}} + \alpha\, \boldsymbol{u}_{\boldsymbol{\tau}} = \boldsymbol{0} \ \text{ on } \Gamma \tag{3}$$

where $\boldsymbol{n}$ and $\boldsymbol{\tau}$ are the unit outward normal and tangent vectors on Γ respectively and $\mathbb{D}\boldsymbol{u} = \frac{1}{2}(\nabla \boldsymbol{u} + \nabla \boldsymbol{u}^T)$ is the rate of strain tensor. Here, α is the coefficient which measures the tendency of the fluid to slip on the boundary, called *friction coefficient*. We are interested to discuss the well-posedness of the problem (1) and (2) along with (3), in particular existence, uniqueness of weak and strong solutions in $\boldsymbol{W}^{1,p}(\Omega)$ and $\boldsymbol{W}^{2,p}(\Omega)$ for all $1 < p < \infty$ considering minimal regularity on the friction coefficient α. Moreover, we deduce estimates to analyze the behavior of the solution with respect to α which indicates in some sense, an inverse of the derivation of the Navier boundary conditions from no-slip boundary condition for rough boundaries.

Références

[1] V.A. Solonnikov and V.E. Sčadilov, *A certain boundary value problem for the stationary system of Navier-Stokes equations.*, Trudy. Mat. Inst. Steklov., 1973.

[2] C. Amrouche and A. Rejaiba, *L^p-theory for Stokes and Navier-Stokes equations with Navier boundary condition.*, J. Differential Equations, 2014.

Amrita GHOSH, LMAP, Université de Pau et des Pays de l'Adour,
Avenue de l'Université - BP 1155,
64013 Pau, France.
amrita.ghosh@univ-pau.fr
Chérif AMROUCHE, UMR CNRS 5142
Bâtiment IPRA, Avenue de l'Université - BP 1155,
64013 Pau Cedex, France.
cherif.amrouche@univ-pau.fr
Carlos CONCA, Departamento de Ingeniería Matemática,
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas,
Universidad de Chile, Santiago, Chile.
cconca@dim.uchile.cl
Paul ACEVEDO, Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Matemática,
Facultad de Ciencias, Ladrón de Guevara E11-253,
P.O.Box 17-01-2759, Quito, Ecuador.
paul.acevedo@epn.edu.ec

Boundary elements for contact problems: Stabilization, *hp*-methods, dynamics

Heiko GIMPERLEIN, Maxwell Institute for Mathematical Sciences and Heriot-Watt University

Ernst P. Stephan, Leibniz University Hannover

This talk considers recent work on boundary elements for the approximation of frictional contact problems. It focuses on stabilized *hp*-adaptive methods [1], as well as on first results for dynamic contact [2].
Boundary elements formulate the Signorini problem, possibly with friction, as a variational inequality for the Dirichlet-to-Neumann operator on the boundary. The resulting problem is then discretized and solved in a saddle point formulation.
As a basic problem of high-order polynomial ansatz functions, the discretized systems degenerate as the polynomial degree tends to infinity. We show that a basic idea by Barbosa and Hughes for the stabilization of finite element methods can be extended to boundary elements and obtain a priori and a posteriori error estimates for Tresca friction. Numerical experiments in $2d$ confirm the theoretical results and apply the approach to contact problems with Coulomb friction.
We then present first results with low-order ansatz functions for a dynamic contact problem for the wave equation. A priori estimates are obtained for Galerkin approximations in the case of a flat contact area, where the existence of solutions to the continuous problem is known. Numerical experiments in $3d$ demonstrate the performance of the proposed method. They indicate the stability and convergence beyond flat geometries. Future work will focus on space-time stabilization and adaptively generated meshes [3, 4].

Références

[1] Lothar Banz, Heiko Gimperlein, Abderrahman Issaoui and Ernst P. Stephan, *Stabilized mixed hp-BEM for frictional contact problems in linear elasticity*, Numerische Mathematik 135 (2017), 217 - 263.

[2] Heiko Gimperlein, Fabian Meyer, Ceyhun Ozdemir and Ernst P. Stephan, *Time domain boundary elements for dynamic contact problems*, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 333 (2018), 147 - 175.

[3] Heiko Gimperlein, Fabian Meyer, Ceyhun Ozdemir, David Stark and Ernst P. Stephan, *Boundary elements with mesh refinements for the wave equation*, Numerische Mathematik (2018), 45 pages, to appear.

[4] Heiko Gimperlein, Ceyhun Ozdemir, David Stark and Ernst P. Stephan *A residual a posteriori estimate for the time domain boundary element method*, preprint (2018).

Heiko GIMPERLEIN, Maxwell Institute for Mathematical Sciences and Department of Mathematics, Heriot-Watt University, Edinburgh, EH14 4AS, United Kingdom
h.gimperlein@hw.ac.uk

Superpixels pour l'analyse et le traitement d'images

Rémi Giraud, Université de Bordeaux

Les superpixels, groupant localement les pixels d'une image en zones de couleurs homogènes, ont progressivement été introduits depuis une vingtaine d'annéees afin de diminuer le coût de calcul et d'augmenter la précision d'applications d'analyse d'images. Néanmoins, l'irrégularité des décompositions générées limite encore aujourd'hui leur utilisation dans les approches utilisant le voisinage.
Dans cette présentation nous verrons plusieurs contributions permettant de pallier cette irrégularité et d'adapter les superpixels au contexte des méthodes non locales. Ces méthodes, largement utilisées par la communauté de vision par ordinateur, utilisent généralement des patchs réguliers pour extraire et transférer de l'information par exemple pour le débruitage ou la segmentation automatique depuis des images d'exemples.
Une structure de voisinage de superpixels sera introduite avec un algorithme de correspondance dédié pour permettre la recherche rapide et pertinente de superpixels dans une biblioth'eque d'images. Une nouvelle méthode état de l'art de décomposition en superpixels sera également présentée et ces outils seront appliqués entre autres au transfert de couleurs et à la segmentation et l'étiquetage.

Rémi Giraud, Université de Bordeaux
rgiraud@u-bordeaux.fr

pyLBM : un logiciel libre de Boltzmann sur réseau

Loïc GOUARIN, Université Paris-Sud

pyLBM est un module Python permettant d'utiliser simplement différentes méthodes de Boltzmann sur réseau avec un formalisme très proche de celui proposé par D. D'Humières en dimension 1, 2 ou 3 d'espace. Il s'appuie sur le package SymPy pour décrire de manière formelle tous les paramètres de la simulation : les vitesses du schéma, les moments sous la forme de polynômes, les valeurs à l'équilibre de ces moments par des fonctions formelles, les conditions aux limites *etc*.
En ce qui concerne le domaine de calcul de la simulation, l'utilisateur peut créer des domaines complexes s'appuyant sur l'union de formes simples telles que des cercles, des triangles ou des parallélogrammes en dimension 2, ou leur quivalent en dimension 3.
Un code est ensuite généré en fonction de ces paramètres physiques et mathématiques. Il existe différents types de générateurs (NumPy, Cython, loo.py) permettant de tirer partie au mieux des performances de la machine. Le code est parallélisé en utilisant mpi4py.
Le logiciel est disponible à l'adresse suivante http://www.math.u-psud.fr/pyLBM.
Dans cette présentation, nous proposons de montrer quelques exemples du plus simple au plus compliqué d'utilisation de ce logiciel en insistant sur les points suivants :

- le formalisme est très proche du formalisme mathématique abstrait (il n'est pas nécessaire de rentrer dans les détails de l'algorithme pour effectuer une simulation),
- la grande variété des modèles physiques que la méthode de Boltzmann sur réseau permet de traiter,
- les outils formels du logiciel pour analyser les propriétés du schéma comme la consistance ou la stabilité,
- le traitement des conditions aux limites.

Références

[1] D. D'Humières, *Generalized Lattice-Boltzmann Equations*, Rarefied Gas Dynamics: Theory and Simulations, **159** pp. 450–458, AIAA Progress in astronomics ans aeronautics, 1992.

[2] F. Dubois, *Equivalent partial differential equations of a lattice Boltzmann scheme*, Computers and Mathematics with Applications, **55** pp. 1441–1449, 2008.

[3] B. Graille, *Approximation of mono-dimensional hyperbolic systems: a lattice Boltzmann scheme as a relaxation method*, Journal of Computational Physics, **266** pp. 74-88, 2014.

[4] Y. H. Qian, D. D'Humières, P. Lallemand, *Lattice BGK Models for Navier-Stokes Equation*, Europhys. Lett., **17** pp. 479–484, 1992.

Loïc GOUARIN, IMO, Université Paris-Sud, 91405 Cedex, Orsay
loic.gouarin@u-psud.fr

Schémas de Boltzmann sur réseau et schémas de relaxation

Benjamin GRAILLE, Université Paris-Sud

Dans cet exposé, nous construirons des schémas de Boltzmann sur réseau pour simuler des lois de conservation hyperboliques en lien avec les schémas de relaxation.
Dans [5], une construction de schémas vectoriels à partir du schéma de Boltzmann à deux vitesses en dimension un d'espace a permis de simuler des lois de conservation scalaires. Les schémas obtenus sont diffusifs et la diffusion numérique peut être contrôlée dans la limite de stabilité.
Le schéma à deux vitesses est très agréable à manipuler car il est très simple mais il possède une propriété désagréable : les points d'indice pair et ceux d'indice impair ne communiquent pas, ce qui engendre une pixelisation de la solution. Nous montrerons alors comment construire des schémas vectoriels à partir de schémas plus utilisés dans la communauté : le schéma à trois vitesses en dimension un d'espace en particulier.
Nous montrerons un lien entre ces schémas et les systèmes de relaxation, en particulier celui proposé par Jin et Xin [3]. Ce système consiste à transformer la loi de conservation non linéaire en un système de taille double linéaire en ajoutant un terme source raide. Cette méthode a été largement utilisée pour construire des schémas aux volumes finis. Nous verrons ici une classe de schémas de Boltzmann qui peut être vue comme une discrétisation d'un système de relaxation.
Cette méthode peut se généraliser à des dimensions supérieures et nous présenterons des résultats numériques illustrant quelques schémas sur des systèmes classiques.

Références

[1] D. D'Humières, *Generalized Lattice-Boltzmann Equations*, Rarefied Gas Dynamics: Theory and Simulations, **159** pp. 450–458, AIAA Progress in astronomics ans aeronautics, 1992.

[2] Y. H. Qian, D. D'Humières, P. Lallemand, *Lattice BGK Models for Navier-Stokes Equation*, Europhys. Lett., **17** pp. 479–484, 1992.

[3] S. Jin and Z. Xin, *The Relaxation Schemes for Systems of Conservation Laws in Arbitrary Space Dimensions*, Comm. Pure Appl. Math, **48** pp. 235–277, 1995.

[4] F. Dubois, *Equivalent partial differential equations of a lattice Boltzmann scheme*, Computers and Mathematics with Applications, **55** pp. 1441–1449, 2008.

[5] B. Graille, *Approximation of mono-dimensional hyperbolic systems: a lattice Boltzmann scheme as a relaxation method*, Journal of Computational Physics, **266** pp. 74-88, 2014.

Benjamin GRAILLE, IMO, Université Paris-Sud, 91405 Cedex, Orsay
benjamin.graille@u-psud.fr

Calcul d'acoustique de salles complexes

Robin Gueguen, ISCD

Matthieu Aussal, CMAP

Dans le cadre d'un projet doctoral autour de la virtualisation de monuments antiques, un outil de calcul pour l'acoustique des salles a été développé. Celui-ci est disponible en open source sous Matlab ou sous forme d'un plug-in développé en C++ et interfacé directement au logiciel de CAO Blender. Des sources omnidirectionnelles et des récepteurs ponctuels sont positionnés dans le modèle 3D, l'absorption des matériaux est configurée sur huit bandes d'octave et les propriétés atmosphériques sont paramètrables. L'algorithme calcule les intensités acoustiques par méthode de lancer de rayons statistique et génère des sources-images permettant la création de réponses impulsionnelles spatialisées [3].

Il s'agit pour cela de calculer de manière itérative les réflexions des rayons sonores dans le maillage. On utilise dans ce but un algorithme optimisé de calcul d'intersection rayons/triangles [1]. Ce code présente une complexité en $O(N \times M)$ avec N le nombre de rayons et M le nombre de triangles dans le maillage. Les valeurs N et M pouvant être très importantes, la complexité est réduite à $O(N \log M)$ par *divide and conquer* sur des *octrees* [2]. Le temps de calcul devient ainsi peu sensible au nombre d'éléments du maillage. L'alogorithme a été validé par comparaison à des cas tests analytiques.

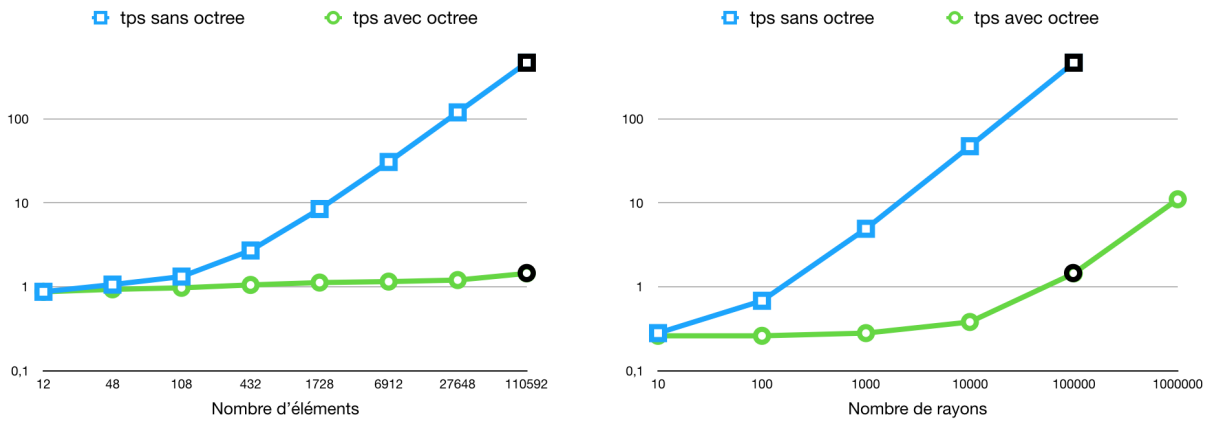


Figure 1: *Temps (s) d'une itération (échelle log) en fonction du nombre de triangles pour 100000 rayons (gauche) et du nombre de rayons pour 100000 triangles (droite)*

Le principal cas d'application à l'étude est le théâtre antique d'Orange dont la maquette numérique comporte environ 50000 éléments. La réponse impulsionnelle à RT60, c'est à dire jusqu'à atteindre une atténuation à $-60dB$, pour un million de rayons est calculée en 138 secondes. Les perspectives d'évolution de cet outil sont nombreuses notamment sur les notions de visualisation de résultats acoustiques.

Références

[1] Didier Badouel, *An Efficient Ray-Polygon Intersection*, Graphics Gems, 1990.

[2] Donald Meagher, *Octree Generation, Analysis and Manipulation*, Image processing laboratory, 1982.

[3] Jacques Jouhaneau, *Acoustique des salles et sonorisation*, Conservatoire national des arts et métiers (Acoustique appliquée), 1997.

Robin Gueguen, ISCD - Sorbonne Université 4 place Jussieu 75252 Paris Cedex 05 France
`gueguen.robin@gmail.com`
Matthieu Aussal, CMAP - Ecole Polytechnique - Route de Saclay, 91128 Palaiseau Cedex France
`matthieu.aussal@gmail.com`

Mini-symposium: Analyse asymptotique et équations de Hamilton-Jacobi

Estimations d'erreur d'un schéma aux différences finies associé à une équation de Hamilton-Jacobi sur une jonction

Jessica Guerand, École Normale Supérieure

Marwa Koumaiha, Université Libanaise

Dans cet exposé, nous introduisons un schéma monotone aux différences finies permettant d'approcher les solutions de viscosité d'une équation de Hamilton-Jacobi posée sur une jonction. Les conditions de junction imposées permettent de modéliser des problèmes de trafic routier. La convergence du schéma vers l'unique solution a été montrée par Costeseque, Lebacque, Monneau [1] dans le cas d'une condition de jonction de type "flux limité minimal". Nous présenterons un résultat de convergence pour une condition de jonction plus générale, ainsi qu'une estimation d'erreur dans le cas d'une condition de jonction de type "flux limité" qui sont montrés dans [2]. Nous obtenons une erreur de l'ordre de $\Delta x^{\frac{1}{2}}$ pour un flux "strictement limité" et de l'ordre de $\Delta x^{\frac{2}{5}}$ pour un "flux limité minimal".

Références

[1] Costeseque, G., Lebacque, J.P., Monneau, R., *A convergent scheme for Hamilton-Jacobi equations on a junction: application to traffic*, Numerische Mathematik, 2015.

[2] Guerand, J., Koumaiha, M., *Error estimates for finite difference schemes associated with Hamilton-Jacobi equations on a junction*, HAL, 2017.

Jessica Guerand, DMA, École Normale Supérieure, 45 rue d'Ulm, 75005 Paris
jessica.guerand@ens.fr
Marwa Koumaiha, Université Libanaise, École Doctorale des Sciences et de Technologie, Hadath, Beirut, Liban
marwa.koumaiha@math.cnrs.fr

La "méthode de discrétisation du gradient", un formalisme pour l'analyse de schémas numériques pour des problèmes de type diffusion.

Cindy GUICHARD, LJLL, Sorbonne Université et équipe ANGE Inria

La "méthode de discrétisation du gradient" (MDG, ou GDM en anglais) est un cadre incluant des schémas numériques pour approcher des problèmes de type diffusion, qu'ils soient linéaires ou non, transitoires ou stationnaires. La preuve de la convergence d'un schéma élaboré au moyen de la MDG pour approcher un tel problème (elliptique ou parabolique linéaire ou non) repose ainsi sur un petit nombre de propriétés. Ainsi il suffit qu'un schéma numérique entre dans le cadre de la MDG pour que la preuve de sa convergence soit établie. Cela s'applique, par exemple, aux méthodes de type Galerkine, aux éléments finis non conformes, ou encore certaines méthodes de Galerkine discontinues. Ainsi l'exposé, qui s'appuiera notamment sur [1], présentera les idées et principes généraux d'une MDG, puis des exemples, de schémas et d'applications inclus dans ce formalisme. Ce travail est en collaboration avec J. Droniou, R. Eymard, T. Gallouët, et R. Herbin.

Références

[1] J. Droniou, R. Eymard, T. Gallouët, C. Guichard, R. Herbin, *The Gradient Discretisation Method : A framework for the discretisation of linear and nonlinear elliptic and parabolic problems*, hal-01382358.

Cindy GUICHARD, LJLL, Sorbonne Université et équipe ANGE Inria

An entropy satisfying two-speed relaxation system for the barotropic Euler equations. Application to the numerical approximation of low Mach number flows

Sébastien Guisset, CEA-DIF Bruyères le Châtel

François Bouchut, Université Paris-Est

Christophe Chalons, Laboratoire de Mathématiques de Versailles

In the first part of this talk, we introduce a new relaxation system in order to approximate the solutions to the barotropic Euler equations. We show that the solutions to this two-speed relaxation model can be understood as viscous approximations of the solutions to the barotropic Euler equations under appropriate sub-characteristic conditions. Our relaxation system is a generalization of the well-known Suliciu relaxation system, and it is entropy satisfying. A Godunov-type finite volume scheme based on the exact resolution of the Riemann problem associated to the relaxation system is deduced, as well as its stability properties. In the second part of this work, we show how the new relaxation approach can be successfully applied to the numerical approximation of low Mach number flows. We prove that the underlying scheme satisfies the well-known asymptotic-preserving property in the sense that it is uniformly (first-order) accurate with respect to the Mach number, and at the same time it satisfies a fully discrete entropy inequality. This discrete entropy inequality allows us to prove strong stability properties in the low Mach regime. At last, numerical experiments are given to illustrate the behaviour of our scheme.

Sébastien Guisset, CEA-DIF Bruyères le Châtel
sebastien.guisset@cea.fr

A Central Limit Theorem for Fleming-Viot Particle Systems

Arnaud GUYADER, UPMC

Frédéric CEROU, INRIA

Bernard DELYON, Université Rennes 1

Mathias ROUSSET, INRIA

Fleming-Viot type particle systems represent a classical way to approximate the distribution of a Markov process with killing, given that it is still alive at a final deterministic time. In this context, each particle evolves independently according to the law of the underlying Markov process until its killing, and then branches instantaneously on another randomly chosen particle. While the consistency of this algorithm in the large population limit has been recently studied in several articles, our purpose here is to prove Central Limit Theorems under very general assumptions. For this, we only suppose that the particle system does not explode in finite time, and that the jump and killing times have atomless distributions.

Arnaud GUYADER, UPMC, 4 Place Jussieu, 75005 Paris
arnaud.guyader@upmc.fr

Learning and convergence analysis in finite mean field games

Saeed Hadikhanloo, CMAP, École Polytechnique and INRIA-Saclay

Francisco J. Silva, TSE-R, Université de Toulouse I Capitole, and XLIM, Université de Limoges

Mean Field Games (MFGs) were introduced by Lasry, Lions (2007) and, independently, by Huang, Caines and Malhamé (2007). One of the main purposes of the theory is to develop a notion of Nash equilibria for dynamic games, which can be deterministic or stochastic, with an infinite number of players. Most of the literature about MFGs deals with games in continuous time and where the agents are distributed on a continuum of states. In this article we consider a MFG problem where the number of states and times are finite. For the sake of simplicity, we will call *finite MFGs* the games of this type. This framework has been introduced by Gomes, Mohr and Souza in [1], where the authors prove results related to the existence and uniqueness of equilibria, as well as the convergence to a stationary equilibrium as time goes to infinity. Our contributions to finite MFGs will be twofold:

1. we study an iterative method, similar to *fictitious play*, and prove its convergence to an equilibrium,
2. we investigate the relation between continuous and finite MFGs.

Let us give a brief definition of the model and our contributions on it. Let $\mathcal{S}$ be a finite set and $\mathcal{T}$ consists of $0 = t_0 < t_1 < \ldots < t_m = T$, representing the set of states and time. We denote by $\mathcal{P}(\mathcal{S})$ the set of probability measures over $\mathcal{S}$. We call a tuple (U, M) with $U : \mathcal{T} \times \mathcal{S} \to \mathbb{R},\ M : \mathcal{T} \to \mathcal{P}(\mathcal{S})$, an equilibrium solution to the finite MFG, if there exists $\hat{P} : \mathcal{S} \times \mathcal{S} \times \mathcal{T} \setminus \{T\} \to [0, 1]$ such that:

$$\begin{aligned}
&(i) \quad U(x, t_k) = \inf_{p \in \mathcal{P}(\mathcal{S})} \sum_{y \in \mathcal{S}} p_y \Big(c_{xy}(p, M(t_k)) + U(y, t_{k+1}) \Big), \\
&(ii) \quad \hat{P}(x, \cdot, t_k) \in \arg\min_{p \in \mathcal{P}(\mathcal{S})} \sum_{y \in \mathcal{S}} p_y \big(c_{xy}(p, M(t_k)) + U(y, t_{k+1}) \big), \\
&(iii) \quad M(x, t_{k+1}) = \sum_{y \in \mathcal{S}} M(y, t_k) \hat{P}(y, x, t_k),
\end{aligned} \tag{1}$$

where $U(\cdot, T)$ and $M(0)$ are given. We should note that the relation $(i)(1)$, is a discrete dynamic programming with a *backward* nature, while $(1)(iii)$ describes the evolution of the initial measure M_0 with a *forward* equation. So due to this contrast, and the fact that the system is coupled, finding an equilibrium will be subtle. For achieving this goal, we apply an iterative scheme similar to the fictitious play procedure defined by Brown (1951) and construct $\{(U^n, M^n, \bar{M}^n)\}_{n \in \mathbb{N}}$ in the following recursive way. Let U^{n+1} be obtained from $(i)(1)$ by putting $M = \bar{M}^n$. Denote P^n the corresponding minimiser of problem $(ii)(1)$ for $M = \bar{M}^n$. Then, we obtain M^{n+1} from $(iii)(1)$ by setting $\hat{P} = P^n$. At last set $\bar{M}^{n+1} = \frac{1}{n+1} M^{n+1} + \frac{n}{n+1} \bar{M}^n$. We proved the convergence of (U^n, M^n) to equilibrium, under monotonicity and suitable continuity assumptions. Our second contribution is the convergence of the solutions of finite MFG system (1) to the solution of first-order MFG system when discretization becomes finer. We answered to this question for the case of

$$c_{xy}(p, M) := \Delta t_n \left(L\left(x, \frac{y - x}{\Delta t_n} \right) + f(x, M) \right) + \epsilon_n \log(p_y),$$

and suitable assumptions on the rate of convergence of $\epsilon_n, \Delta t_n, \Delta x_n$ to zero. Numerical results and simulations are done by the help of the developed iterative method.

Références

[1] D. A. Gomes, J. Mohr, R. R. Souza *Discrete time, finite state space mean field games*, Journal de mathmatiques pures et appliques, 93(3), 308-328.

[2] P. Cardaliaguet, S. Hadikhanloo *Learning in mean field games: The fictitious play*, ESAIM: Control, Optimisation and Calculus of Variations, 23(2), 569-591.

[3] S. Hadikhanloo *Learning in anonymous nonatomic games with applications to first-order mean field games*, arXiv preprint arXiv:1704.00378.

Saeed Hadikhanloo, CMAP, Ecole Polytechnique, CNRS, Université Paris Saclay, and Inria, France
saeed.hadikhanloo@polytechnique.edu

Algorithmes de décomposition de domaines discrets pour des problèmes elliptiques anisotropes

Laurence Halpern, LAGA, Paris 13

Les méthodes de Schwarz optimisées introduites dans les deux dernières décennies se prêtent parfaitement à une extension à des problèmes anisotropes. Nous étudions ici deux questions nouvelles liées à la taille du domaine de calcul et à la discrétisation. Nous montrerons sur deux exemples, le schéma aux différences finies classique et le schéma DDFV comment les prendre en compte pour optimiser la transmission entre les sous-domaines.
Ce travail est une collaboration avec Martin Gander (Genève), Florence Hubert (Marseille) et Stella Krell (Nice).

Laurence Halpern, LAGA, Paris 13
halpern@math.univ-paris13.fr

PBDW: a reduced order variational data assimilation method for real-time monitoring of urban air quality

Janelle K. HAMMOND, Inria de Paris

Frédéric Bourquin, Université Paris Est, IFSTTAR

Rachida Chakir, Université Paris Est, IFSTTAR

Yvon Maday, Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, UMR 7598, Laboratoire Jacques-Louis Lions

As the population increases, cities must constantly reassess their urban planning. However, this must be done in such a way to preserve the quality of life of its inhabitants. Energy saving, sustainable water and air quality are some of the important challenges associated with growing cities. In this context, the monitoring of urban air quality is very important. For instance data assimilation approaches can be used in monitoring. These methods incorporate available measurement data and mathematical model to provide improved approximations of the physical state. The effectiveness of modeling and simulation tools is essential. Advanced physically-based models could provide spatially rich small-scale solutions, however the use of such models is challenging due to explosive computational times in real-world applications. Beyond computational costs, physical models are often constrained by available knowledge on the physical system such as input parameters. To overcome these difficulties, we resort the Parameterized-Background Data-Weak (PBDW) method introduced in [1]. The PBDW formulation combines a set of solutions (a reduced basis [2]) from the physical model, and available experimental observations, in order to provide a real-time and in-situ state estimate. The reduced basis is used to diminish the cost of using a high-resolution model by exploiting the parametric structure of the governing equations. In addition, variational data-assimilation techniques are used to correct the model error. In this work we extend the PBDW method to the study of urban air quality as an important case study but also as an example of the very generic approach which proves well suited to in-situ urban flow monitoring over large scales, and in the context of parameterized numerical models with observational data. In case studies presented here, the method allows to correct for unmodeled physics and treat cases of unknown parameter values, all while significantly reducing online computational time.

Références

[1] Y. Maday, A.T Patera, J.D. Penn and M. Yano, *A parameterized-background data-weak approach to variational data assimilation: formulation, analysis, and application to acoustics*, Int. J. Numer. Meth. Engng, 2014.

[2] Prud'homme, C., Rovas, D. V., Veroy, K., Machiels, L., Maday, Y., Patera, A. T., and Turinici, G., *Reliable real-time solution of parametrized partial differential equations: Reduced-basis output bound methods*, Journal of Fluids Engineering, 124(1), 70-80, 2002.

Janelle K. HAMMOND, Inria de Paris, Equipe ANGE, 2 Rue Simonne IFF, 75012 Paris, France
janelle.hammond@inria.fr
Frédéric Bourquin, Université Paris Est, IFSTTAR, 14-20 Bd Newton, Cité Descartes, Champs-sur-Marne, 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2, France
frederic.bourquin@ifsttar.fr
Rachida Chakir, Université Paris Est, IFSTTAR, 14-20 Bd Newton, Cité Descartes, Champs-sur-Marne, 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2, France
rachida.chakir@ifsttar.fr
Yvon Maday, Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, UMR 7598, Laboratoire Jacques-Louis Lions, F-75005, Paris, France; Institut Universitaire de France F-75005, Paris, France; Division of Applied Mathematics, Brown University, Providence, RI 02912, USA
maday@ann.jussieu.fr

Incompressible limit of a continuum model of tissue growth with segregation for two cell populations

Sophie HECHT, Imperial College London

Pierre DEGOND, Imperial College London

Jean-Paul VINCENT, The Francis Crick Institue

In developmental biology, the mechanisms by which an organ knows when it has reached its adult size and shape and stops growing are still poorly understand. Among a lot of explanations, the role of mechanical feedback has emerged. In some tissue, mechanical forces such as stretching and compression may arise during the development due to segregation of different type of cell. We proposes a model for two interacting populations of cells which avoid mixing. The dynamics is driven by pressure and cohesion forces on the one hand and proliferation on the other hand. Following earlier works on the single population case [1, 2], we show that the model approximates a free boundary Hele Shaw type model that we characterise using both analytical and numerical arguments.

Références

[1] S. Hecht, N. Vauchelet, *Incompressible limit of a mechanical model for tissue growth with non-overlapping constraint*, Commun. Math. Sci. (2017).

[2] B. Perthame, N. Vauchelet, *Incompressible limit of mechanical model of tumor growth with viscosity*, Phil. Trans. R. Soc. (2015).

Sophie HECHT, 180 Queen's Gate, Kensington, London SW7 2AZ, UK
sophie.hecht15@imperial.ac.uk

Implémentation de la méthode Smoothed Particles Hydrodynamics sur processeurs graphiques

Alexis HERAULT, Laboratoire M2N, CNAM et Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Catane, Italie

Nous présenterons GPUSPH, code de calcul implémentant la méthode Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) sur processeur graphique (GPU). GPUPSH est un code SPH multi-nœud et multi-GPU développé en C++/CUDA. Toutes les étapes relatives au SPH (recherche des voisins, calcul des forces et intégration) sont exclusivement réalisées sur GPU. Nous nous intéresserons à trois aspects principaux : la stratégie de parallélisation, la précision numérique et la maintenabilité du code.

Un code multi-noeud multi-GPU a trois niveaux de parallélisation : le niveau GPU, le niveau nœud (communication entre les GPU d'un même nœud) et le niveau cluster (communication inter-nœud). Chacun de ces niveaux a des caractéristiques spécifiques dont il faut tenir compte lors du développement du code. Nous détaillerons les stratégies employées à chaque niveau de parallélisation et montrerons comment il est possible de masquer la latence due aux communications inter-GPU et inter-nœud.

Même si les GPU supportent la double précision leurs performances en double précision sont deux à trois fois moindres qu'en simple précision. Si l'on veut obtenir les meilleures performances la double précision ne doit être utilisée que lorsque cela est strictement nécessaire. Nous montrerons qu'en termes de précision, une utilisation optimisée de la simple précision est aussi efficace qu'une utilisation naïve de la double précision.

Les performances sont importantes mais elle ne doivent pas être obtenues au détriment de la maintenabilité du code. Nous devons tenir compte d'un nombre important d'options et du fait que de nombreuses structures de données dépendent du choix de ces options. Ceci peut facilement aboutir à un code peu lisible et dont la maintenance s'avère difficile. Nous montrerons comment éviter ces écueils.

Enfin nous montrerons un ensemble de simulations faites avec GPUSPH allant des coulées de laves à l'impact de vagues sur des structures.

Alexis HERAULT, CNAM, 2 rue Conté 75003 Paris et Sezione di Catania, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Catane, Italie
alexis.herault@lecnam.net

Schémas décalés pour les écoulements compressibles

Raphaèle Herbin, Institut de Mathématiques de Marseille, Université Aix-Marseille

Une classe de schémas pour la résolution numérique des écoulements compressibles a été développée ces dernières années, dans le contexte de la sûreté nucléaire.
Les écoulements en question sont de nature complexe en ce sens qu'ils peuvent comprendre des zones à haut ou bas Mach.
Les schémas à mailles décalées font intervenir des inconnues de vitesse discrètes sur les faces et des inconnues scalaires au centre des cellules et sont naturellement stables pour des régimes incompressibles; ils sont donc bien adaptés pour la discrétisation de tels écoulements.
Un exemple de schéma à mailles décalées est le schéma bien connu Marker And Cell (MAC) pour des maillages rectangulaires.
L'exposé présentera cette classe de schémas pour les équations compressibles d'Euler.
Outre l'utilisation d'un maillage décalé, les principales caractéristiques de l'algorithme de résolution sont la discrétisation du bilan énergétique interne (non conservatif) plutôt que de l'énergie totale et le décentrement des flux par rapport à la vitesse du matériau (plutôt que la célérité des ondes), assurant ainsi la positivité de la densité et de l'énergie interne.
La discrétisation temporelle peut être explicite ou utiliser une technique de correction de pression.
Dans les deux cas, un terme de correction est ajouté à l'équation d'énergie interne discrète, ce qui permet de récupérer les bonnes vitesses de choc.
On peut de fait montrer que les schémas sont consistants au sens de Lax, c.à.d. que sous hypothèse de compacité, une suite de solutions approchées converge (à sous suite près) vers une solution faible des équations d'Euler.
Une inégalité d'entropie discrète est obtenue lorsque la discrétisation des équations de bilan de masse et d'énergie interne est implicite et que les flux sont décentrés amont.
Pour les discrétisations explicites, les résultats théoriques actuels nécessitent soit une contrainte sur le pas de temps plus forte que la CFL matérielle, soit un terme de stabilisation supplémentaire.
Il est intéressant de noter que pour une densité constante, le schéma semi-implicite dégénère en un algorithme standard pour le régime incompressible.
Dans le cas des équations barométriques compressibles de Navier-Stokes, on peut montrer que pour un maillage fixe, la solution numérique du schéma compressible converge vers la solution numérique du schéma incompressible lorsque le nombre de Mach tend vers zéro.

Ce travail a été effectué en collaboration avec Thierry Gallouët, Jean-Claude Latché, Trung Nguyen, Khaled Saleh et Nicolas Therme.

Raphaèle Herbin, Institut de Mathématiques de Marseille, Université Aix-Marseille
raphaele.herbin@univ-amu.fr

Comportements asymptotiques de l'équation de Vlasov-Poisson-Fokker-Planck

Maxime HERDA, LJLL, Sorbonne Université

Luis Miguel RODRIGUES, IRMAR, Université de Rennes 1

Dans cet exposé, je présenterai des résultats obtenus en collaboration avec L. Miguel Rodrigues (Univ. Rennes 1) et publiés dans [1]. On s'intéresse à l'équation de Vlasov-Poisson-Fokker-Planck qui décrit l'évolution de particules chargées dans un domaine périodique 2D en présence d'un fond de particules immobiles de charge opposée. On montre comment obtenir des estimations hypocoercives et hypoelliptiques uniformes en temps et en des paramètres d'échelle (libre parcours moyen, longueur de Debye) grâce à la conception d'une unique fonctionnelle de Lyapunov. Ces estimations nous permettent de construire des solutions à l'équation, quantifier les effets régularisants et la convergence en temps long vers l'équilibre. Grâce à l'uniformité des estimations, on obtient des taux explicites dans des régimes asymptotiques des paramètres d'échelle et on est capable de justifier la convergence forte vers des limites hydrodynamiques de l'équation comme la limite de diffusion.

Références

[1] Herda, Maxime and Rodrigues, L. Miguel, *Large-Time Behavior of Solutions to Vlasov-Poisson-Fokker-Planck Equations: From Evanescent Collisions to Diffusive Limit*, Journal of Statistical Physics, 2018, DOI: 10.1007/s10955-018-1963-7.

Maxime HERDA, Sorbonne Université, Université Pierre et Marie Curie, CNRS UMR 5208, Laboratoire Jacques-Louis Lions, F-75005 Paris, France
herda@ljll.math.upmc.fr
Luis Miguel RODRIGUES, Université de Rennes 1, IRMAR, UMR CNRS 6625, 263 avenue du General Leclerc, F-35042 Rennes Cedex, France
luis-miguel.rodrigues@univ-rennes1.fr

Semi-Lagrangian Methods for Advection-Diffusion of Differential Forms

Holger Heumann, CASTOR INRIA SAM/LJAD

We consider generalised linear transient advection-diffusion problems for differential forms on bounded domains that involve Lie derivatives with respect to a prescribed smooth vector field. The Lie-derivative is the generalization of the directional derivative of scalar functions to differential forms and measures the rate of change of the action of a differential form on advected manifolds. We will show how such structural properties can be exploited to formulate and analyze semi-Lagrangian approaches for advection-diffusion of vector fields.

Références

Holger Heumann, INRIA, CASTOR team, 2004 Route des Lucioles,06902,Sophia Antipolis, France & Dept. of Mathematics, Univ. de Nice, Parc Valrose, 06108, Nice, France
holger.heumann@inria.fr

Approximation par éléments finis de problèmes de contact par une méthode “mortar" de type local

Patrick HILD, Université de Toulouse

Mots-clés : mécanique des solides, contact, éléments finis

La méthode “Local Average Contact (LAC)" permet de traiter les maillages incompatibles de manière simple en moyennant localement l'interpénétration entre les solides en contact (voir [1],[2]). Dans cet exposé nous considérons plusieurs tests numériques faisant intervenir des objets bi- et tridimensionnels et des éléments finis linéaires ou quadratiques. Nous justifions la précision de la méthode par des résultats théoriques de convergence.

Références

[1] G. Drouet and P. Hild, *An accurate local average contact method for nonmatching meshes*, Numerische Mathematik, Vol. 136, No. 2, 467-502, 2017.

[2] M. Abbas, G. Drouet and P. Hild, *The Local Average Contact (LAC) method*, hal-01682901, 2018.

Patrick HILD, IMT, Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31077 Toulouse
patrick.hild@math.univ-toulouse.fr

Towards real time computation of 3D magnetic field in parametrized Polyhelix magnets using a reduced basis Biot-Savart model

Romain HILD, Unistra

Christophe Prud'homme, Unistra

Christophe Trophime, LNCMI

Mots-clés : Reduced Basis, Empirical Interpolation Method, SER, Thermo-Electric problem, Biot-Savart law, High field magnet

We present our work on model reduction for the computation of 3D magnetic field, as part of our collaboration with the Laboratoire National des Champs Magntiques Intenses (LNCMI), large-scale equipment of CNRS. LNCMI designs, builds and operates electromagnets that produce high-intensity magnetic field, up to 37T for several hours. These electromagnets are then used by researchers and companies to do experiments under these magnetic fields. To reach this intensity level, the magnets are made of advanced copper alloy materials which then dissipates enormous amounts of energy due to Joule effect and are cooled down by water. From the modeling point of view, to design these magnets, a parametrized thermoelectric problem, with material properties depending on temperature, needs to be solved to retrieve the electrical current. Then, we use the Biot-Savart law, away from the conductor, to compute the magnetic field, in the central part of the magnet, called the user field. The thermoelectric problem is, in fact, non-linear and thus expensive to solve. To solve the parametrized design problem with an affordable cost, we proposed to use the reduced basis method and the well-known Empirical Interpolation Method (EIM) [2] within the Simultaneous EIM Reduced basis (SER) [3] algorithm.
We extend this work, and we propose a strategy to use the reduced potential directly into the Biot-Savart law. It allows, in the presence of physical parameters (conductivity, current density, etc.) to compute in real time the user field when changing these parameters. It enables, then, extremely fast uncertainty quantification, sensitivity analysis or optimization studies.
In the presence of geometrical parameters, we propose a non-standard, but well-adapted, parametrization for such complex geometries. Unfortunately, we can no longer apply the standard Empirical Interpolation, but rather a so-called discrete variation [1] to recover the affine decomposition. Although this method reduces significantly the time needed for the computation of the magnetic field, it no longer allows achieving real-time calculation.

As an illustration, we present two applications from LNCMI: the geometrical optimization of a real magnet to improve the homogeneity of the magnetic field, and the identification of cooling parameters to be as close as possible as the experiments.

Références

[1] Negri, Federico and Manzoni, Andrea and Amsallem, David, *Efficient model reduction of parametrized systems by matrix discrete empirical interpolation*, Elsevier, 2015.

[2] Barrault, M. and Maday, Y. and Nguyen, N. C. and Patera, A.T., *An empirical interpolation method: application to efficient reduced-basis discretization of partial differential equations*, Elsevier, 2004.

[3] Daversin, Cécile and Prud'Homme, Christophe, *Simultaneous Empirical Interpolation and Reduced Basis method for non-linear problems*, Elsevier, 2015.

Romain HILD, IRMA, Unistra, 7 rue René Descartes, 67000 Strasbourg, France
romain.hild@unistra.fr
Christophe Prud'homme, IRMA, Unistra, 7 rue René Descartes, 67000 Strasbourg, France
prudhomme@unistra.fr
Christophe Trophime, LNCMI-CNRS, 25, rue des Martyrs, 38042 Grenoble, France
christophe.trophime@lncmi.cnrs.fr

Schémas numériques pour une équation cinétique avec limite de diffusion et scaling anormal

Hélène HIVERT, École Centrale de Lyon - Institut Camille Jordan

Les limites diffusives usuelles des équations cinétiques tombent en défaut lorsque la variance de l'équilibre est infinie. Ce phénomène apparaît notamment lorsque l'équilibre est une fonction à queue lourde, avec une décroissance polynômiale à l'infini. Selon la décroissance de l'équilibre, il peut être nécessaire de considérer un scaling différent du scaling diffusif habituel, et une limite de diffusion fractionnaire ou une limite de diffusion standard est obtenue, [1, 4].
Comme dans le cas des limites diffusives, la résolution numérique des équations cinétiques dans de tels régimes est compliquée par l'apparition de termes raides lorsqu'on s'approche des régimes asymptotiques. Les schémas Asymptotiques Preserving (AP), ont été introduits pour palier à cette difficulté : ils sont en effet stables le long de la transition vers le régime asymptotique. Mais considérer des limites de diffusion anormale fait apparaître une raideur supplémentaire, dûe à l'importance des grandes vitesses dans l'analyse asymptotique. Les schémas AP doivent donc, en outre, être en mesure de prendre en compte des vitesses infiniment grandes sans augmentation du coût de calcul, [2].
Dans cet exposé, je considérerai le cas critique d'une équation cinétique avec équilibre à queue lourde, qui sépare les asymptotiques de diffusion fractionnaire avec scaling en temps anormal, des limites de diffusion standard. Dans ce cas, une limite de diffusion est obtenue, mais la présence des grandes vitesses rend encore nécessaire l'utilisation d'un scaling anormal en temps. Outre les difficultés précédemment citées, la construction de schémas AP dans ce cadre est encore compliquée par la vitesse de la convergence vers le modèle limite, qui est logarithmique, [3].
Après avoir présenté formellement l'analyse asymptotique des équations cinétiques pour les limites de diffusion anormale, et les vitesses de convergence associées. J'expliquerai comment des schémas AP pour les limites diffusives des équations cinétiques peuvent être adaptés pour posséder la propriété AP dans les régimes anormaux.

Références

[1] N. Ben Abdallah, A. Mellet, M. Puel, *Fractional diffusion limits for collisional kinetic equations : a Hilbert expansion approach*, Kinet. Relat. Models, 4(4):873-900, 2011.

[2] N. Crouseilles, H. Hivert, M. Lemou, *Numerical schemes for kinetic equations in the anomalous diffusion limit. Part I: the case of heavy-tailed equilibrium*, SIAM, J. Sc. Comput., 38(2):A737-A764, 2016.

[3] H. Hivert, *Numerical schemes for kinetic equations with diffusion limits and anomalous time scale*, Kinet. Relat. Models, 11(2):409-439, 2018.

[4] A. Mellet, S. Mischlet, C. Mouhot, *Fractional diffusion limit of collisional kinetic equations*, Arc. Ration. Mech. Anal. 199:493-525, 2011.

Hélène HIVERT, École Centrale de Lyon - Institut Camille Jordan. 36 avenue Guy de Collongue. 69134 Écully
helene.hivert@ec-lyon.fr

Estimation statistique pour des modèles de population structurés en âge

Marc Hoffmann, CEREMADE, Université Paris-Dauphine

Motivated by improving mortality tables from human demography databases, we investigate statistical inference of a stochastic age-evolving density of a population alimented by time inhomogeneous mortality and fertility. Asymptotics are taken as the size of the population grows within a limited time horizon: the observation gets closer to the solution of a PDE (a inhomogeneous version of the Von Foerster Mc Kendrick equation) and the difficulty lies in controlling simultaneously the stochastic approximation to the limiting PDE in a suitable sense together with an appropriate parametrisation of the anisotropic solution. In this setting, we prove new concentration inequalities that enable us to implement the Goldenshluger-Lepski algorithm and derive oracle inequalities. This is a joint work with A. Boumezoued and P. Jeunesse.

Marc Hoffmann, CEREMADE, Université Paris-Dauphine
hoffmann@ceremade.dauphine.fr

High-order local time-stepping for Discontinuous Galerkin methods

Marie HOUILLON, IRMA, Inria Tonus

Philippe HELLUY, IRMA, Inria Tonus

The Discontinuous Galerkin (DG) method is a general finite element method for approximating systems of conservation laws of the form

$$\partial_t \mathbf{w} + \sum_{k=1}^{D} \partial_k \mathbf{f}^k(\mathbf{w}) = \mathbf{g}. \tag{1}$$

The unknown is the vector of conservative variables $\mathbf{w}(\mathbf{x}, t) \in \mathbb{R}^m$ depending on the space variable $\mathbf{x} = (x^1, \ldots, x^D) \in \mathbb{R}^D$ and on time t. The source term $\mathbf{g}(x, t)$ is given.
Let $\mathbf{n} = (n_1, \ldots, n_D) \in \mathbb{R}^D$ be a spatial direction, the flux in direction $\mathbf{n}$ is defined by

$$\mathbf{f}(\mathbf{w}) \cdot \mathbf{n} = \sum_{k=1}^{D} n_k \mathbf{f}^k(\mathbf{w}).$$

For instance, in this work we consider the numerical simulation of an electromagnetic wave. In this particular case, the conservative variables are

$$\mathbf{w} = (\mathbf{E}^T, \mathbf{H}^T)^T \in \mathbb{R}^m, \quad m = 6.$$

where $\mathbf{E} \in \mathbb{R}^3$ is the electric field, $\mathbf{H} \in \mathbb{R}^3$ is the magnetic field. The flux is given by

$$\mathbf{f}(\mathbf{w}) \cdot \mathbf{n} = \begin{pmatrix} -\mathbf{n} \times \mathbf{H} \\ \mathbf{n} \times \mathbf{E} \end{pmatrix}.$$

The Discontinuous Galerkin (DG, see [2], for instance) is a general high order numerical method for solving system of the form (1).
The time integration is often done in a explicit way. Several approaches have been proposed to achieve high order in time (see for instance [1]). The scheme is then constrained by a CFL stability condition, which can be very costly for unstructured meshes with very different cell sizes.
We construct a new low-storage and high-order time integrator for the system of conservation laws (1). The method is based on methods of geometric numerical integration [3] and a graph colouring. It can handle meshes with large variations of cell sizes thanks to local time stepping. It is well adapted to Discontinuous Galerkin (DG) approximations. Several numerical experiments are presented for Maxwell's equations.

Références

[1] Loula Fezoui, Stéphane Lanteri, Stéphanie Lohrengel, and Serge Piperno, *Convergence and stability of a discontinuous galerkin time-domain method for the 3D heterogeneous Maxwell equations on unstructured meshes.* ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 39(6):1149 1176, 2005.

[2] Jan S Hesthaven and Tim Warburton, *Nodal discontinuous Galerkin methods: algorithms, analysis, and applications.* Springer Science and Business Media, 2007.

[3] Robert I McLachlan and G Reinout W Quispel, *Splitting methods.* Acta Numerica, 11:341434, 2002.

Marie HOUILLON, Université de Strasbourg, 7 rue Descartes, 67000 Strasbourg, France
houillon@math.unistra.fr

Ecoulements complexes en milieu poreux: estimation de la perméabilité et transport à viscosité variable

Laurène HUME, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Philippe PONCET, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Les techniques de calcul d'écoulement à l'échelle des pores sont actuellement l'objet de nombreuses études. Les modélisations numériques permettent d'étudier par exemple le transport d'espèces chimiques dans une roche poreuse. Nous exposons ici des résultats qui exploitent l'échelle du pore pour comprendre les caractéristiques physiques du milieu poreux.

La première partie de l'exposé aborde l'implémentation d'une méthode vitesse-vorticité pour l'estimation de la perméabilité d'échantillons poreux. Le domaine de calcul Ω en 3D est composé du domaine solide (noté S) et de son complémentaire (noté F) où le fluide peut s'écouler. Le problème est posé de la façon suivante :

$$\begin{cases} u = 0 \text{ dans } S, \\ -\mu\Delta u = f - \nabla P \text{ dans } F, \\ \mathrm{div} u = 0 \text{ dans } \Omega, \end{cases} \tag{1}$$

où u est la vitesse du fluide, μ est sa viscosité (constante), f est la force motrice et P est la pression. La solution u est calculée sur une grille cartésienne à l'aide d'un splitting pénalisation-diffusion. Cette méthode peu coûteuse en mémoire est basée sur la pénalisation (qui permet de prendre en compte correctement le saut induit par la partie solide) et le champ de vorticité $\omega = \mathrm{rot} u$ [1]. On peut ainsi estimer la perméabilité k de l'échantillon avec la loi de Darcy, et comparer les résultats numériques à des mesures expérimentales.

Dans la deuxième partie, on s'intéresse à un fluide dont la viscosité dépend d'une substance transportée par l'écoulement. Le modèle est alors un système de Stokes non-linéaire couplé à une équation de diffusion-transport. En notant α la concentration massique caractérisant la substance transportée, le triplet (u, P, α) est solution du système

$$\begin{cases} u = \bar{u} \text{ dans } S, \\ -\mathrm{div}(2\mu(\alpha, u)D(u)) = f - \nabla P \text{ dans } F, \\ \mathrm{div} u = 0 \text{ dans } \Omega, \\ \partial_t \alpha + u \cdot \nabla \alpha - \eta\Delta\alpha = 0 \text{ dans } \Omega, \end{cases} \tag{2}$$

avec $D(u) = (\nabla u + \nabla u^T)/2$, et où la viscosité μ suit une loi rhéologique de type Carreau. On montre dans [2] l'existence et l'unicité d'une suite de triplets solutions $(u_\varepsilon, p_\varepsilon, \alpha_\varepsilon)$ du problème relatif à (2) où le domaine solide S est pénalisé. Cette suite converge fortement vers la solution (u, p, α) de (2), et la solution numérique du problème pénalisé est obtenue par un solveur rapide récemment introduit [3]. Des simulations numériques illustrant la méthode dans un milieu poreux géologique en géométrie réelle 3D sont également présentées.

Références

[1] J.T. Rasmussen, G.-H. Cottet et J.H. Walther, *A multiresolution remeshed Vortex-In-Cell algorithm using patches*, Journal of Computational Physics 230, 6742-6755, 2011.

[2] D. Sanchez, L. Hume, R. Chatelin et P. Poncet, *Analysis of 3D generalized Stokes problem coupled to transport-diffusion for miscible shear-thinning heterogeneous microscale flows, applications to digital rock physics and mucociliary clearance*, Soumis, 2018.

[3] R. Chatelin et P. Poncet, *A hybrid grid-particle method for moving bodies in 3D Stokes flow with variable viscosity*, SIAM Journal of Scientific Computing, 35 (4) B925-B949 , 2013.

[4] R. Chatelin, D. Sanchez et P. Poncet, *Analysis of the penalized 3D variable viscosity Stokes equations coupled to diffusion and transport*, ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 50 565-591, 2016.

Laurène HUME, LMAP-IPRA, CNRS UMR 5142 UPPA, Avenue de l'Université, 64000 Pau
laurene.hume@univ-pau.fr
Philippe PONCET, LMAP-IPRA, CNRS UMR 5142 UPPA, Avenue de l'Université, 64000 Pau
philippe.poncet@univ-pau.fr

A self-adaptive flux-vector-splitting scheme capturing the multi-scale waves of compressible low-velocity flows

David IAMPIETRO, EDF lab Saclay, I2M

Frédéric DAUDE, EDF lab Saclay, IMSIA

Pascal GALON, CEA Saclay

Jean-marc HÉRARD, I2M, EDF lab Chatou

Mots-clés : low-velocity compressible flows, water hammers, operator splitting, flux vector splitting

The purpose of the presentation is motivated by a rather disturbing observation: when the considered fluid is endowed with a stiff equation of state, there can exist configurations in which strong pressure jumps occur *even if* the Mach number flow M is uniformly low. *Water Hammer* scenarios, triggered in liquid water, perfectly illustrate this phenomenon.
Along the presentation, a time-explicit adaptive Flux-Vector-Splitting (FVS) scheme will be described. It stems from an operator-splitting analysis [1], performed on the Euler compressible system, separating convection from the acoustic wave production. The term "adaptive" refers to the presence, inside the numerical flux, of a locally-varying parameter whose aim is to detect the transition between three different regimes:

(1) Fully compressible flows
(M of order 1 or superior to 1)

(2) Low-velocity compressible flows with strong pressure jumps occurrences
(M uniformly lower than 1, water hammers)

(3) Low-velocity compressible flows with no strong pressure jumps occurrences
(M uniformly lower than 1, quasi-incompressible regime)

For both regimes **(1)** and **(2)**, the present approach naturally turns into a classical approximate Riemann solver for the full Euler equations, while in the context of regime **(3)**, a low-Mach correction is applied on the acoustic part of its numerical flux. Therefore, this strategy offers a satisfying trade-off between the fact to optimally capture strong shock or rarefaction waves and remain close enough to the incompressible-part of the solution when the pressure transients have faded away.
The present method has been applied to various test cases covering the three above mentioned regimes. Accuracy and efficiency comparisons with respect to classical Riemann solvers (HLLC, [2]) and low-Mach corrected solvers (low-Mach-AUSM$^+$-up, [3]) have been carried out.

Références

[1] D. Iampietro, F. Daude, P. Galon, J. M. Hérard, *A Mach-sensitive splitting approach for Euler-like systems*, ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis, Accepted for publication, (December, 2017).

[2] E. F. Toro, M. Spruce, W. Spears, *Restoration of the contact surface in the HLL-Riemann solver*, Shock Waves, vol. 4 p. 25-34, 1994.

[3] M. S. Liou, *A sequel to AUSM, Part II: AUSM+-up for all speeds*, Journal of Computational Physics, vol. 74 p. 137-170, 2006.

David IAMPIETRO, EDF lab Saclay, Département ERMES, 7 Boulevard Gaspard Monge, 91120 Palaiseau, France
david.iampietro@edf.fr
Frédéric DAUDE, EDF lab Saclay, IMSIA
frederic.daude@edf.fr
Pascal GALON, CEA, DEN, DANS, DM2S, SEMT, DYN, F-91191 Gif-sur-Yvette, France
pascal.galon@cea.fr
Jean-marc HÉRARD, I2M, UMR CNRS 7373, Technopôle Château-Gombert, 39 rue F. Joliot Curie, F-13453 Marseille, France
jean-marc.herard@edf.fr

Titre de la communication

Lukas Jakabcin, CMAP, Ecole Polytechnique

Nous introduisons un modèle mathématique et plusieurs contraintes pour l'optimisation topologique de formes construites par fabrication additive. L'objectif de ces contraintes (au sens de l'optimisation) est de prendre en compte les contraintes (au sens des efforts mécaniques) thermiques résiduelles et les déplacements verticaux générés par le laser lors de la fabrication additive métallique (Fusion sélective par laser - SLM). La structure est optimisée pour son utilisation finale en tenant compte de son comportement thermique et thermomécanique lors du processus de la fabrication couche par couche. En effet, la fabrication additive métallique génère de forts gradients thermiques ce qui a pour conséquence la présence d'importants déplacements verticaux qui peuvent empêcher le passage du rouleau ou racleur qui dépose une nouvelle couche de poudre et d'importantes contraintes thermiques résiduelles qui peuvent détériorer les propriétés mécaniques de la structure produite (la déformation résiduelle, l'endommagement ou la fissuration de la pièce). Notre objectif est de remédier à ce type d'effets indésirables via les contraintes proposées. Les dérivées de formes sont obtenues par une méthode adjointe et sont incorporées dans un algorithme d'optimisation par la méthode des lignes de niveau. Plusieurs exemples numériques 2D et 3D montrent l'intérêt de notre approche. Ce travail est une collaboration avec Grégoire Allaire.

Lukas Jakabcin, CMAP, Ecole Polytechnique
email

Estimating contact forces in a dense crowd

Aissam JEBRANE, Université Cadi Ayyad, FST Marrakech, LAMAI, Maroc

Pierre ARGOUL, Université Paris-Est, Laboratoire EMGCU-MAST, IFSTTAR, France

Mohammed EL RHABI, Université Paris-Est, Ecole des Ponts Paris-Tech,IMI, France

Abdelilah HAKIM, Université Cadi Ayyad, FST Marrakech, LAMAI, Maroc

Mots-clés : Crowd modeling, Macroscopic/Microscopic approach, Non-local interactions, Contact forces/Pressure, Panic situation, Non-smooth dynamics, Simultaneous collisions, Measure differential inclusion.

This work deals with the estimation of pressure during the movement of a dense crowd. Based on the non-smooth approach of contact dynamics for both rigid and deformable solids, proposed by Michel Frémond, we propose the definition of percussion/force of contacts generated through congestion or panic situation, when pedestrians stay tight against each other. First, we use a second-order microscopic model, in which crowd is treated as a system of rigid solids (discrete medium). Contact forces are rigorously defined taking into account multiple, simultaneous contacts, non overlapping condition between pedestrians. Second, a continuous "equivalent" approach is used where the crowd is assimilated to a deformable solid (continuous medium), and pressure is calculated according to volume and surface constraints. This approach makes it possible to keep an admissible right-velocity (after impact), including both, the non local interactions (at a distance interactions) between non neighbor pedestrians and the choice of displacement strategy for each pedestrian.
Finally, two applications are presented: a one-dimensional simulation of an aligned pedestrians chain crashing into an obstacle, and a two-dimensional simulation corresponding to the evacuation of a room.

Références

[1] M.Frémond, *Collisions Engineering: Theory and Applications*, Springer Series in Solid and Structural Mechanics, book series (SSSSM, volume 6), 2017.

[2] P.Pécol, S.Dal Pont, S.Erlicher, P.Argoul, *Smooth/non-smooth contact modeling of human crowds movement: numerical aspects and application to emergency evacuations*, Annals of Solid and Structural Mechanics, Vol.2, p 69–85, 2011.

[3] P.Pécol,P.Argoul, S.Dal Pont, S.Erlicher , *The non-smooth view for contact dynamics by Michel Frémond extended to the modelling of crowd movements*,Discrete & Continuous Dynamical Systems - Series S, Vol. 6 Issue 2, p547-565,2013.

[4] B.Kabalan,P.Argoul,A.Jebrane,G.Cumunel,S.Erlicher , *A crowd movement model for pedestrian flow through bottlenecks*,Annals of Solid and Structural Mechanics, Vol. 8, p1-18,2016.

[5] B.Maury,A.Roudneff-Chupin, *Handling congestion in crowd motion modeling*,Networks & Heterogeneous Media,Vol.6, issn = "1556-1801",2011.

[6] B.Maury,A.Roudneff-Chupin, *A macroscopic crowd motion model of gradient flow type*,Mathematical Models and Methods in Applied Sciences,Vol.20,p1787-1821,2010.

Aissam JEBRANE, Université Cadi Ayyad, FST Marrakech, LAMAI , Maroc
aissam.jebrane@enpc.fr
Pierre ARGOUL, Université Paris-Est, Laboratoire EMGCU-MAST, IFSTTAR, Marne-la-Vallée, France
pierre.argoul@ifsttar.fr
Mohammed EL RHABI, Université Paris-Est, Ecole des Ponts Paris-Tech,IMI, France
mohammed.el-rhabi@enpc.fr
Abdelilah HAKIM, Université Cadi Ayyad, FST Marrakech, LAMAI, Maroc
abdelilah.hakim@gmail.com

Étude théorique et numérique d'une équation intégrodifférentielle modélisant des dislocations

Marc JOSIEN, MATHERIALS, École des Ponts and INRIA

Yves-Patrick PELLEGRINI, CEA, DAM

Frédéric LEGOLL, MATHERIALS, École des Ponts and INRIA

Claude LE BRIS, MATHERIALS, École des Ponts and INRIA

L'équation de Weertman est une équation intégrodifférentielle non-linéaire issue de la science des matériaux. Elle modélise des dislocations en régime stationnaire. Elle s'écrit plus précisément sous la forme:

$$-(-\Delta)^{1/2}\eta(x) + c\eta'(x) = F'(\eta(x)) \qquad \text{for} \quad x \in \mathbb{R}, \tag{1}$$

où intervient un laplacien fractionnaire $(-\Delta)^{1/2}$ et un potentiel bistable F.
Sous des hypothèses raisonnables d'un point de vue physique, il existe une unique solution à (1) [2]. D'autre part, les solutions de (1) peuvent être interprétées comme des fronts de propagation d'un système dynamique "artificiel" –en l'occurrence une équation de réaction-diffusion non locale. On peut démontrer, en utilisant la méthode de [1], que ce système dynamique converge en temps long vers la solution de l'équation de Weertman [3]. Cette convergence est à la base d'une stratégie numérique, inspirée de [5], qui permet d'approximer les solutions de (1) [4].

Références

[1] Chen X.,*Existence, uniqueness, and asymptotic stability of traveling waves in nonlocal evolution equations*, Adv. Differential Equations **2**(1):125–160; 1997.

[2] Gui C., Zhao M., *Traveling wave solutions of Allen-Cahn equation with a fractional Laplacian.*, Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire, **32**(4):785–812; 2015.

[3] Josien M., *Mathematical properties of the Weertman equation.*, Preprint arXiv:1709.0678

[4] Josien, M. and Pellegrini, Y.-P. and Legoll, F. and Le Bris, C., *Fourier-based numerical approximation of the Weertman equation for moving dislocations*, International Journal for Numerical Methods in Engineering; 2017.

[5] Karlin V., Maz'ya V., Movchan A., Willis J., Bullough R., *Numerical solution of nonlinear hypersingular integral equations of the Peierls type in dislocation theory*, SIAM J. Appl. Math. **60**(2):664–678; 2000.

Marc JOSIEN, 6 & 8, avenue Blaise Pascal, 77455 Marne-La-Vallée Cedex 2, FRANCE
marc.josien@enpc.fr

An adaptive block tangential method for MIMO dynamical systems

Yassine KAOUANE, LMPA, Université du Littoral Côte d'Opale.

Khalide JBILOU, LMPA

Abdeslem Hafid BENTBIB, LAMAI

Large-scale simulations play a crucial role in the study of a great variety of complex physical phenomena, leading to very large demands on computational resources. Our aim is to produce reduced-order models that lead for faster and cheaper simulations, with accurately approximating the behaviour of the original model. The presence of multiple inputs and outputs (MIMO systems), makes the reduction process more difficult. In this work, a tangential block Arnoldi algorithm is proposed and applied for MIMO systems. This method involves construction of a reduced-order model whose transfer function interpolates that of the original one at selected interpolation points and tangent block directions. We use direct projection of the problem onto a tangential Krylov subspace of significantly smaller dimension. $\mathcal{V}_m = Range\{(\sigma_1 I_n - A)^{-1}BR_1, ..., (\sigma_m I_n - A)^{-1}BR_m\}$, where $\sigma = \{\sigma_i\}_{i=1}^m$ and $R = \{R_i\}_{i=1}^m$ are a set of a selected interpolation points and tangential matrix directions respectively [2]. Algebraic properties of the proposed algorithm are given. An adaptive way to treat multiple inputs, by dynamically choosing the next direction matrix to expand the space is also introduced. Finally, numerical experiments are reported to show the effectiveness of the proposed adaptive tangential block Arnoldi process.

Références

[1] A. C. Antoulas, C. A. Beattie and S. Gugercin, Interpolatory Model Reduction of Large-scale Dynamical Systems. Efficient Modeling and Control of Large-Scale Systems, (2010), 3–58.

[2] A. H. Bentbib, K. Jbilou and Y. Kaouane, A computational global tangential Krylov subspace method for model reduction in large-scale MIMO dynamical systems, Journal of Scientific Computing, doi: 10.1007/s10915-017-0601-x, (2018).

[3] V. Druskin, V. Simoncini, and M. Zaslavsky. Adaptive Tangential Interpolation in Rational Krylov Subspaces for MIMO Dynamical Systems. SIAM. J. Matrix Anal. and Appl., 35(2014), 476–498.

[4] P. Van Dooren, K. A. Gallivan, and P. Absil. $\mathcal{H}_2$-optimal model reduction with higher order poles. SIAM. J. Matrix Anal. and Appl., 31(2010), 2738–2753.

Yassine KAOUANE, LMPA, Université du Littoral Côte d'Opale, 50 Rue F. Buisson, BP 699 - 62228 Calais cedex, France.
yassine.kaouane@etu.univ-littoral.fr
Khalide JBILOU, LMPA, Université du Littoral Côte d'Opale, 50 Rue F. Buisson, BP 699 - 62228 Calais cedex, France.
Khalide.Jbilou@univ-littoral.fr
Abdeslem Hafid BENTBIB, FST-Gueliz, Laboratoire de Mathématiques Appliquées et Informatique, Marrakech, Morocco.
a.bentbib@uca.ac.ma

Calage et Validation des modèles de simulation numérique : vers un cadre unifié

Merlin KELLER, EDF R&D

La simulation numérique connaît un essort significatif depuis plusieurs décennies, en complément voire en substitut de l'expérimentation physique, dans les études industrielles comme dans de nombreux domaines de recherches (par exemple physique, chimique, biologique, pour n'en citer que quelques-uns). Dès lors se pose la question de la confiance que l'on peut avoir dans les résultats de simulation numérique issus de modèles physiques implantés dans des codes de calcul, et du degré de représentativité de ces modèles vis-à-vis des processus réels qu'ils cherchent à émuler.

En confrontant les prédictions de modèles numériques à des données expérimentales, les réponses à ces questions se déclinent en deux grandes familles d'approches que sont le calage et la validation. La première consiste à réduire les incertitudes dûes à la méconnaissance du phénomène étudié, incertitude souvent portée par des paramètres mal connus (coefficient d'échange dans un condenseur, ou de frottement du lit d'une rivière par exemple). La deuxième vise à quantifier l'écart attendu entre la quantité physique d'intérêt que l'on cherche à prédire et les sorties d'un modèle numérique entché de ses différentes sources d'incertitude : paramétrique, mais aussi de modélisation, ou inhérente aux approximations numériques nécessaires à son implémentation.

Cette problématique fait l'objet à la R&D d'EDF et chez ses partenaires d'un programme de travail pluriannuel dont le but est d'établir un cadre méthodologique commun aux agents qui y sont confrontés, et de développer les outils permettant d'appliquer cette méthodologie le plus largement possible, en facilitant notamment l'interface entre un code de calcul, potentiellement coûteux, et simulant une physique plus ou moins régulière, des données d'entrées dont le nombre et la dimension peuvent être très variables, et des algorithmes statistiques adaptés.

A travers plusieurs thèses et post-docs dédiés à cette question, ainsi que l'oganisation d'échanges entre les acteurs concernés, ce programme a aboutit notamment à l'écriture d'un guide méthodologique pour le calage posant les bases d'une méthodologie commune permettant d'englober la très grande variété de cas de calage rencontrés à EDF.

Le but de cet exposé est de fournir un état des lieux de cette réflexion et des différentes actions menées en l'illustrant sur différents cas d'application, et de discuter des perspectives envisagées à court et à moyen terme.

Merlin KELLER, EDF R&D, Département PRISME, 6, quai Watier, 78400 CHATOU Cedex
merlin.keller@edf.fr

Non-contrôlabilité à zéro de quelques équations paraboliques peu dissipatives

Armand KOENIG, Université Côte d'Azur, CNRS, LJAD, France

On sait depuis 1995 que l'équation de la chaleur en domaine borné est contrôlable à zéro sur n'importe quel sous-domaine et en temps arbitrairement petit [2, 1]. Lebeau et Robbiano ont démontré ceci en utilisant la forte dissipation de l'équation de la chaleur, et on sait depuis que pour des équation paraboliques pour lesquelles ces propriétés de dissipation ne sont pas vérifiées, la contrôlabilité à zéro peut ne pas être vraie [5, 6]. On donnera une variante récente des résultats de Micu, Zuazua et Miller, et on donnera un exemple d'équation moins artificielle que l'équation de la chaleur fractionnaire pour laquelle ce phénomène se produit aussi, à savoir l'équation de type Kolmogorov $(\partial_t - \partial_v^2 + v^2\partial_x)g = 0$, équation pour laquelle la contrôlabilité à zéro en temps grand est pourtant connue pour certaines géométries de domaine de contrôle [3, 4].

Références

[1] A. V. Fursikov, O. Y. Immanuvilov, *Controllability of evolution equations*, Lecture Note Series 34, Seoul National University, 1996.

[2] G. Lebeau, L. Robbiano, *Contrôle exacte de l'équation de la chaleur*, Comm. P.D.E., 20, 1995, pp. 335–356.

[3] K. Beauchard, E. Zuazua, *Some controllability results for the 2D Kolmogorov equation*, Annales de l'Institut Henri Poincare (C) Non Linear Analysis, 26.5, 2009, pp. 1793–1815.

[4] K. Beauchard, B. Helffer, R. Henry, L. Robbiano, *Degenerate parabolic operators of Kolmogorov type with a geometric control condition*, ESAIM: Control Optim. Calc. Var., 21.2, 2015, pp. 487–512.

[5] S. Micu, E. Zuazua, *On the Controllability of a Fractional Order Parabolic Equation*, SIAM J. Control Optim., 44.6, 2006, pp. 1950–1972.

[6] L. Miller, *On the Controllability of Anomalous Diffusions Generated by the Fractional Laplacian*, Math. Control Signals Syst., 18.3, 2006, pp. 260–271.

Armand KOENIG, Laboratoire de Mathématiques J.A. Dieudonné UMR no. 7351 CNRS UNS Université de Nice - Sophia Antipolis 06108 Nice Cedex 02 France
armand.koenig@unice.fr

Analyse de bifurcations rencontrées en dynamique du vol et en aéroélasticité

Sébastien KOLB, CReA

Mots-clés : théorie des bifurcations, dynamique du vol, aéroélasticité

La dynamique du vol d'un avion et l'aéroélasticité sont deux domaines de l'aéronautique qui sont souvent étudiés dans un cadre purement linéaire. Néanmoins certains phénomènes non-linéaires peuvent exister et nécessitent d'avoir recours à la théorie des bifurcations entre autres afin d'être examinés correctement. Cette communication vise à présenter des cas où cette approche non-linéaire se révèle indispensable ainsi que les adaptations méthodologiques à réaliser lors de cette analyse.

Un premier cas d'étude est celui du vol longitudinal, normalement une position de la gouverne de profondeur δ_e correspond à un unique point de vol [1]. Néanmoins sur la figure 1 associée à un vol longitudinal d'un avion de combat F-18 et présentant le Mach de vol (à l'équilibre) en fonction de la gouverne de profondeur δ_e (commande de tangage), d'une part, une bifurcation de Hopf donne lieu à l'apparition de cycles limites stables donc à un comportement oscillatoire périodique imprévu et d'autre part, deux bifurcations réelles (fourche) ont pour conséquence une plage de valeurs de la commande de tangage δ_e pour laquelle il existe plusieurs états d'équilibre, ce qui peut aussi déstabiliser le pilote.

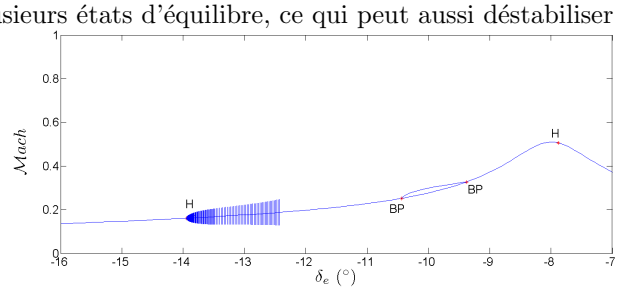


Figure 1: Diagrame de bifurcation avec la profondeur δ_e comme paramètre de contrôle et une manette des gaz fixée à $thr = 60\%$: orbites périodiques crées par la bifurcation de Hopf, états d'équilibre multiples

Un deuxième cas d'étude est celui d'une aile dont le mouvement provient du couplage entre l'écoulement aérodynamique et les propriétés de la structure, normalement à une vitesse aérodynamique correspond un seul état qui peut être stable ou instable (divergence menant à la rupture de l'aile). Mais sur la figure 2 donnant l'incidence α (à l'équilibre) en fonction de la vitesse aérodynamique U, une bifurcation de Hopf sous-critique apparaît [2]. Elle crée des orbites périodiques instables qui eux-même redeviennent stables suite à une bifurcation (noeud-col) de cycles limites. Il s'ensuit que pour des vitesses inférieures à la vitesse critique de flottement, en plus du point d'équilibre stable, le couplage aéro-structure peut donner lieu à des oscillations périodiques de l'aile qui peuvent surprendre.

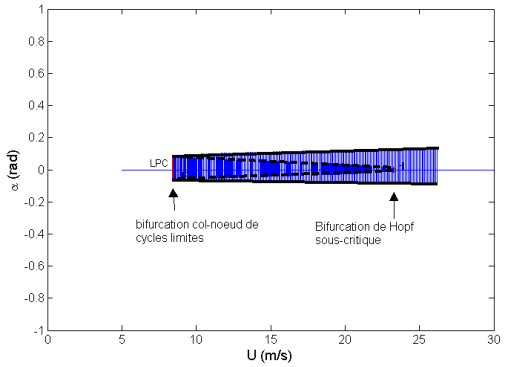


Figure 2: Diagramme de bifurcation avec la vitesse aérodynamique U comme paramètre de contrôle : bifurcation de Hopf sous-critique, bifurcation de cycles limites

Par ailleurs, un soin particulier doit être apporté au choix des algorithmes et à leur paramétrage afin d'éviter un biais supplémentaire par rapport à la physique et de bien capturer les caractéristiques des points critiques [3].

Étude d'un schéma numérique réduisant l'effet d'orientation de maillage pour les écoulements en milieu poreux

Karine LAURENT, IFP Energies nouvelles

Quang Huy TRAN, IFP Energies nouvelles

Christophe BERTHON, Université de Nantes

Eric FLAURAUD, IFP Energies nouvelles

Christophe PREUX, IFP Energies nouvelles

Mots-clés : écoulements en milieux poreux, effet d'orientation de maillage, volumes finis, schéma à 9 points, rapport de mobilités défavorable.

Nous nous intéressons à l'écoulement en milieu poreux de deux fluides n'ayant pas la même viscosité : l'huile très visqueuse située dans un réservoir de pétrole est poussée par de l'eau moins visqueuse. On parle alors de fluides à rapport de mobilités défavorable, la mobilité pouvant être vue comme l'inverse de la viscosité. En négligeant la gravité et les pressions capillaires, le modèle s'écrit

$$\overrightarrow{U_T} = -\lambda M_T(S)\overrightarrow{\nabla} P, \tag{1}$$

$$\operatorname{div}(\overrightarrow{U_T}) = 0, \tag{2}$$

$$\phi\frac{\partial S}{\partial t} + \operatorname{div}\left(f_w(S)\overrightarrow{U_T}\right) = 0, \tag{3}$$

en les inconnues saturation S, pression P et vitesse $\overrightarrow{U_T}$. Ce modèle a la particularité de devenir instable lors d'un rapport de mobilités supérieur à un certain seuil. Une répercussion spectaculaire de ces instabilités se manifeste par un effet d'orientation de maillage [1]. Sur un maillage cartésien, les schémas de discrétisation couramment utilisés vont amplifier les erreurs d'arrondi ou numérique commises lors de la simulation en déformant la solution vers les axes du maillage.
Dans cette présentation, nous analysons un nouveau schéma numérique, nommé schéma à 9 points [2] qui fait intervenir plus de mailles dans le stencil pour réduire les erreurs commises sur l'équation en pression ou sur celle en saturation. La minimisation via des analyses de Fourier et des développements limités des erreurs dans la direction de propagation du fluide et dans une direction perpendiculaire à celle-ci permet d'obtenir des paramètres optimaux pour ce schéma à 9 points. Cette optimalité assure le moins d'anisotropie numérique possible pour une solution radiale.

Références

[1] Brand CW and Heinemann, JE, *The grid orientation effect in reservoir simulation*, SPE Symposium on Reservoir Simulation, 1991.

[2] Yanosik, JL and McCracken, TA, *A nine-point, finite-difference reservoir simulator for realistic prediction of adverse mobility ratio displacements*, SPE Journal, 1979.

Karine LAURENT, 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex
karine.laurent@ifpen.fr
Quang Huy TRAN, 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex
quang-huy.tran@ifpen.fr
Christophe BERTHON, LMJL, UFR Sciences & Techniques, 2 rue de la Houssinière 44322 Nantes Cedex 3
christophe.berthon@univ-nantes.fr
Eric FLAURAUD, 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex
eric.flauraud@ifpen.fr
Christophe PREUX, 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison Cedex
christophe.preux@ifpen.fr

Towards a new friction model for shallow water equations through an interactive viscous layer

Minh H. LE, LHSV - ENPC/EDF R&D/CEREMA

François JAMES, MAPMO - Université d'Orléans

Mathilde LEGRAND, MAPMO - Université d'Orléans

Pierre-Yves LAGRÉE, IJLRA - Sorbonne Université

An improved velocity profile is proposed, based on the superposition of an ideal fluid and a viscous layer inspired by the *Interactive Boundary Layer* interaction used in aeronautics [2]. This leads to a new friction law which takes into account the phase-lag between friction and topography, a key-point in the instability mechanism involved in erosion [1]. The resulting system is an extended shallow water model consisting of three depth-integrated equations: the two first ones are mass and momentum conservation in which a slight correction on hydrostatic pressure has been made; and the third one, known as von Kármán equation, describes evolution of the viscous layer. This coupled model is shown to be hyperbolic under the thin viscous layer condition; a Godunov-type finite volume scheme is also proposed. Several numerical examples are provided which emphasize the ability of the model to recover the phase-lag behaviour and possible reverse flow.

Références

[1] F. Charru, B. Andreotti, and P. Claudin, *Sand ripples and dunes*, Annu. Rev. Fluid Mech., 45, p. 469–493, 2013.

[2] P.-Y. Lagrée, *Interactive boundary layer (IBL)*, Asymptotic methods in fluid mechanics: survey and recent advances, Springer, p. 247–286, 2010.

Minh H. LE, LHSV - 6 quai Watier, 78401 Chatou, France
minh-hoang.le@enpc.fr

Optimisation énergétique des réseaux de télécommunications

Stéphane Le Masson, Orange Labs

On assiste actuellement à une évolution croissante des services de télécommunications (débits croissants, services plus complexes, etc.). Conjointement à l'évolution des équipements (montées en fréquence des puces, multiplication du nombre de coeurs), la puissance dissipée par les équipements de télécommunication évolue significativement. Plus de 99% de l'énergie fournie aux équipements électroniques est transformée en chaleur. Afin de maintenir les équipements dans des environnements conformes aux normes et garantir leur bon fonctionnement, il convient de les refroidir et de les alimenter de la meilleure faon possible. Le poste refroidissement / conversion dénergie peut représenter de 30 à 100% de la puissance dissipée par les équipements télécommunication. Cette communication présente les évolutions proposées au niveau de l'alimentation et du refroidissement des équipements afin d'optimiser et de réduire la consommation énergétique des réseaux de télécommunications.

Stéphane Le Masson, Orange Labs
stephane.lemasson@orange.com

Optimisation robuste de forme pour la nano-photonique

Nicolas LEBBE, Université Grenoble Alpes
Charles DAPOGNY, Université Grenoble Alpes
Karim HASSAN, CEA, LETI
Édouard OUDET, Université Grenoble Alpes
Alain GLIÈRE, CEA, LETI

Nous étudions l'optimisation de la forme de dispositifs nano-photoniques [1, 2] par la méthode des dérivées de forme d'Hadamard [3, Chapitre 6]. Nos recherches nous ont porté vers l'optimisation robuste (au pire cas) de ces dispositifs lorsque des incertitudes sont attendues soit au niveau de la longueur d'onde de la lumière incidente soit au niveau de la forme réalisée. Mathématiquement on cherche à résoudre le problème

$$\max_{\Omega} \inf_{\|\delta\| \leq m} \mathcal{J}(\Omega, \delta)$$

où Ω est la forme recherchée, δ un paramètre représentant l'incertitude d'amplitude maximale m et $\mathcal{J}$ un objectif, tel que la puissance en sortie, qui dépend de la forme par l'intermédiaire du champs électrique, solution des équations de Maxwell à l'intérieur du dispositif. La plupart des méthodes proposées pour ce type de problème d'optimisation robuste repose sur l'ajout d'un terme de pénalisation au niveau de l'objectif [4]. Dans cet exposé nous présenterons les résultats que nous avons obtenus en appliquant une méthode d'optimisation multi-objectifs.

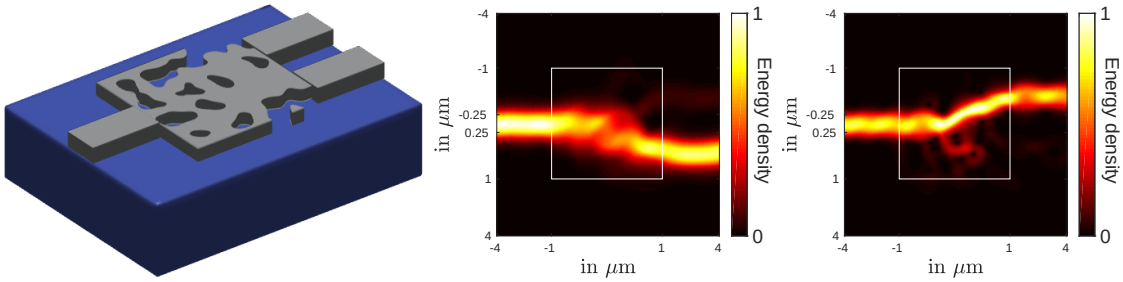


Figure 1: Optimisation d'un duplexeur à deux longueurs d'onde (1.3μm et 1.55μm). (gauche) forme optimale. (milieu) simulation à $\lambda = 1.3\mu$m (droite) simulation à $\lambda = 1.55\mu$m.

Références

[1] A. Y. Piggott and others, *Inverse design and demonstration of a compact and broadband on-chip wavelength demultiplexer*, Nature photonics, 2015.

[2] J. S. Jensen and O. Sigmund, *Topology optimization for nano-photonics*, Laser & Photonics reviews, 2011.

[3] G. Allaire, *Conception optimale de structures*, Springer.

[4] G. Allaire and C. Dapogny, *A linearized approach to worst-case design in parametric and geometric shape optimization*, World Scientific, 2014.

Nicolas LEBBE, Université Grenoble Alpes, LJK, CEA, LETI, F-38000 Grenoble, France
lebbe.nicolas@gmail.com
Charles DAPOGNY, Université Grenoble Alpes, CNRS, Inria, Grenoble INP, LJK, F-38041 Grenoble, France
charles.dapogny@univ-grenoble-alpes.fr
Karim HASSAN, Université Grenoble Alpes, CEA, LETI, MINATEC Campus, F-38054 Grenoble, France
karim.hassan@cea.fr
Édouard OUDET, Université Grenoble Alpes, LJK, F-38041 Grenoble, France
edouard.oudet@univ-grenoble-alpes.fr
Alain GLIÈRE, Université Grenoble Alpes, CEA, LETI, MINATEC Campus, F-38054 Grenoble, France
alain.gliere@cea.fr

Transport Optimal $\frac{3}{4}$ discret

Léo Lebrat, Institut de Mathématiques de Toulouse (UMR 5219)

Frédéric de Gournay, Institut de Mathématiques de Toulouse (UMR 5219)

Jonas Kahn, Institut de Mathématiques de Toulouse (UMR 5219)

Pierre Weiss, Institut des Technologies Avancées du Vivant (USR 3505)

Mots-clés : Transport optimal, optimisation convexe, imagerie médicale, géométrie algorithmique ...

Nous proposons d'utiliser deux méthodes différentes issues du transport optimal afin d'optimiser l'échantillonage en IRM [1]: nous souhaitons trouver la "meilleure" courbe le long de laquelle mesurer les coefficients de Fourier, pour une vitesse et une accélération bornées. Ces deux méthodes utilisent des outils de géométrie algorithmique (mosaïque de Laguerre) récents développées pour le calcul du transport optimal [2, 3, 4]. Cependant ces méthodes diffèrent dans le choix de la discrétisation : dans un cas la mesure de cible va rester continue mais la courbe d'échantillonage va être représentée par une mesure portée par une somme Diracs; l'autre méthode inédite consiste elle à discrétiser la mesure cible par une somme de Diracs mais à représenter la courbe comme une mesure portée par un ensemble de segments continus.

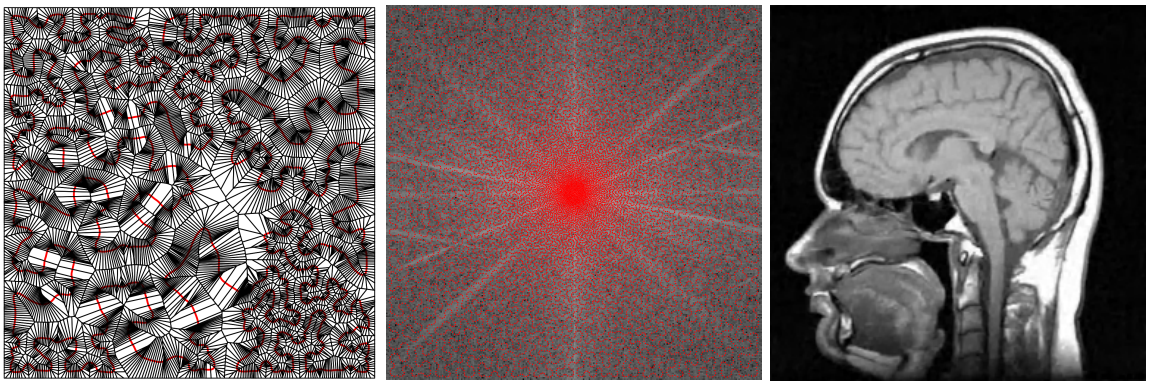


Figure 1: Mosaïque de Laguerre associée au problème d'optimisation $\mathcal{C}^2$, exemple d'échantillonage dans le domaine de Fourier, image IRM reconstruite à partir de ces coefficients de Fourier.

La résolution des sous-problèmes de transport peuvent s'écrire comme la maximisation d'une fonction concave, qui va être soit $\mathcal{C}^2$ soit $\mathcal{C}^1$. Nous comparerons la vitesse de convergence des méthodes d'ordre 2 lorsque la constante de Lipschitz du gradient explose, aux méthodes du premier ordre accélérées dans le cas $\mathcal{C}^1$.

Références

[1] C. Lazarus, P. Weiss, N. Chauffert, F. Mauconduit, M. Bottlaender, A. Vignaud, P. Ciuciu, *SPARKLING: Novel non-Cartesian sampling schemes using compressed sensing*, proc. ISMRM (2017).

[2] Kitagawa, Jun and Mérigot, Quentin and Thibert, Boris, *A Newton algorithm for semi-discrete optimal transport*, arXiv preprint arXiv:1603.05579, 2016.

[3] De Goes, Fernando and Breeden, Katherine and Ostromoukhov, Victor and Desbrun, Mathieu, *Blue noise through optimal transport*, ACM Transactions on Graphics (TOG), 2012.

[4] Lévy, Bruno, *A numerical algorithm for L2 semi-discrete optimal transport in 3D*, ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 2015.

Léo Lebrat, Institut de Mathématiques de Toulouse (UMR 5219), Université de Toulouse, CNRS, INSA F-31077 Toulouse, France

lebrat@insa-toulouse.fr

Construction de solutions pour les systèmes de diffusion croisée

Thomas LEPOUTRE, Inria et ICJ, Lyon

Ayman MOUSSA, LJLL, Paris

Ariane TRESCASES, IMT, Toulouse

Laurent DESVILLETTES, IMJ, Paris

Dans ce travail, nous nous intéressons à une classe générale de systèmes de diffusion croisée possédant deux propriétés clefs (par simplicité nous exposerons le cadre conservatif). Si on note $U = (u_1, \dots u_I)$ le vecteurs des densités, alors elles suivent un système du type

$$\partial_t u_i = \Delta[p_i(U)u_i].$$

D'autre part, le système possède une entropie, c'est à dire une fonctionnelle convexe $\mathcal{H}$ définie sur $\mathbb{R}^I_+$ qui est dissipée par le système. Plus précisément, si on réécrit ce système sous la forme plus générale

$$\partial_t U - divA(U)\nabla U) = 0,$$

on demande la propriété $D^2\mathcal{H}A \geq 0$ au sens des matrices symétriques. Nous verrons comment on peut obtenir des résultats assez généraux d'existence de solutions (très) faibles pour ce type de cadre. Un des outils essentiel est donnée par les estimations de dualité [1][2].

Références

[1] L. Desvillettes, T. Lepoutre, A. Moussa, and A. Trescases., *On the entropic structure of reaction-cross diffusion systems*, Communications in Partial Differential Equations, 2015.

[2] T. Lepoutre and A. Moussa., *Entropic structure and duality for multiple species cross-diffusion*, Nonlinear Analysis, 2017.

Thomas LEPOUTRE, Univ Lyon, Inria, Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS UMR5208, Institut Camille Jordan, F-69603 Villeurbanne, France
thomas.lepoutre@inria.fr
Ayman MOUSSA, Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06 & CNRS, UMR 7598 LJLL, Paris, F-75005, France
ayman.moussa@jussieu.fr
Ariane TRESCASES, Institut de Mathématiques de Toulouse
Université Paul Sabatier
118 route de Narbonne
31062 Toulouse Cedex 9
ariane.trescases@math.univ-toulouse.fr
Laurent DESVILLETTES, Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, Institut de Mathématiques de Jussieu-Paris Rive Gauche, UMR 7586, CNRS, Sorbonne Universités, UPMC Univ. Paris 06, F-75013, Paris, France
desvillettes@math.univ-paris-diderot.fr

Schéma positif non-diffusif pour les transferts de vapeur en géothermie

Xavier LHEBRARD, Sorbonne Université

Cindy Guichard, Sorbonne Université

Robert Eymard, Université Paris-Est Marne-la-Vallée

Mots-clés : écoulement milieux poreux, équation parabolique dégénérée avec convection, schéma volumes finis, schéma gradient

Dans le cadre de la production d'énergie par géothermie, on utilise des schémas volumes finis sur des maillages très déformés pour suivre les couches géologiques, les failles et les hétérogénéités du sous-sol. Sur ce type de maillage les schémas volumes finis classiques avec des flux à deux points (on n'utilise que les mailles voisines) ne sont plus consistants. Il est nécessaire alors d'utiliser ce qu'on appelle des schémas à flux multi-points (on utilise d'avantage de mailles). Le problème pour ce type de méthode est d'assurer leur stabilité, notamment de préserver la positivité de l'énergie du système.
On présentera les résultats obtenus en deux temps.
Premièrement, on présentera une étude numérique pour une équation parabolique dégénérée avec convection. Cette équation traduit physiquement l'évolution de l'énergie interne d'un fluide au repos par diffusion avec changement d'état et conditons de bords Dirichlet variable en temps. Elle admet une solution explicite discontinue [2] correspondant à la zone de transition de phase. La présence d'une discontinuité induit de nombreuses difficultés numériques, et le développement de méthodes numériques permettant un gain en précision sur le saut d'énergie est un enjeux important pour les applications. On a donc développé une nouvelle méthode volume fini implicite, basée sur un nouveau décentrement du terme de convection, qui utilise, lorsqu'elle est active, la partie de diffusion dégénérée. Le schéma obtenu utilise les idées introduite par Scharfetter-Gummel [1]. On présentera les résultas de simulation obtenus avec un code 1D et un autre 2D sur maillage quelconque. Le schéma 2D utilise les idées du schéma Vertex Approximate Gradient (VAG) [3].
Deuxièmement, on s'intéressera à l'analyse des méthodes développées. On présentera les principales avancées concernant la preuve de convergence d'un schéma gradient pour une équation parabolique dégénérée avec convection. Ces résultats s'inspirent du travail qui avait été effectué sans terme de convection dans [4].

Références

[1] C. Bataillon, F. Bouchon, C. Chainais-Hillairet, J. Fuhrmann, E. Hoaran, and R. Touzani. *Numerical methods for the simulation of a corrosion model with oxide layer,* J. Comput Phys., 231(18):6213-6231, 2012.

[2] J. Bénard, R. Eymard, X. Nicolas and C. Chavant. *Boiling in Porous Media: Model and Simulations,* Transport in Porous Media, 60(1):1-31, 2005.

[3] R. Eymard, R. Herbin, C. Guichard and R. Masson. *Vertex Centred Discretization of Multiphase Compositional Darcy Flows on General Meshes.* Comput. Geosc., 16(4):987-1005, 2012.

[4] R. Eymard, P. Féron, T. Gallouët, R. Herbin, and C. Guichard. *Gradient schemes for the Stefan problem.* Int. J. Finite Vol., 10, 2013.

Xavier LHEBRARD, Laboratoire Jacques Louis Lions Campus Jussieu Bureau 3me étage - 1516-3-05 Boîte courrier 187 75252 Paris Cedex 05 France
lhebrard@ljll.math.upmc.fr

Méthode DDFV pour le problème de Navier-Stokes avec des conditions aux bords ouvertes

Thierry GOUDON, Université Côte d'Azur, LJAD

Stella KRELL, Université Côte d'Azur, LJAD

Giulia LISSONI, Université Côte d'Azur, LJAD

Nous nous sommes interessés au problème du calcul d'un fluide autour d'un objet. Dans ce cadre, il est souvent nécessaire de tronquer le domaine physique, soit parce qu'on veut économiser le coût de calcul, soit parce que le domaine physique est non borné. À cause de cela, des conditions artificielles sur la partie non physique du bord (qu'on va appeler Γ) ont été introduites dans [1] et étudiées dans [2]. Nous proposons de présenter des résultats sur l'approximation par des méthodes DDFV (Discrete Duality Finite Volume) du problème de Navier-Stokes incompressible avec ce type de conditions en sortie. L'avantage des schémas DDFV, qui ont été introduits dans [4] et étudiés dans [3], est de pouvoir travailler sur des maillages très généraux, ne vérifiant pas nécessairement la condition d'orthogonalité classique des maillages volumes finis. Sur ces maillages, les inconnues sont décalées : la vitesse $\mathbf{u}^{\mathfrak{T}}$ est approchée simultanément aux centres et aux sommets des mailles du maillage initial, et la pression $p^{\mathfrak{D}}$ sur les arêtes du maillage initial. La condition au bord à laquelle on s'intéresse est la suivante :

$$\sigma(\mathbf{u},p)\cdot\vec{\mathbf{n}} = -\frac{1}{2}(\mathbf{u}\cdot\vec{\mathbf{n}})^{-}(\mathbf{u}-\mathbf{u}_{ref}) + \sigma_{ref}\cdot\vec{\mathbf{n}}, \qquad \text{sur } \Gamma \tag{1}$$

où $\sigma(\mathbf{u},p) = \dfrac{2}{\mathrm{Re}}\mathrm{D}\mathbf{u} - p\mathrm{Id}$ est le tenseur des contraintes et $(\mathbf{u}_{ref},\sigma_{ref})$ décrivent le fluide de référence, qui est censé être une bonne approximation du fluide autour du bord ouvert. La condition (1) a été dérivée d'une formulation variationnelle particulière des équations de Navier-Stokes afin d'assurer une estimation d'énergie. On propose de recréer la même situation au niveau discret grâce au formalisme DDFV.
La nouveauté de ce travail réside dans l'approximation du terme de convection : on s'est inspiré de ce qui était fait dans [5] dans le cas de conditions aux bords de Dirichlet homogène. On a modifié la partie relative au bord en tenant compte du fait qu'on voulait préserver au niveau discret l'estimation d'énergie, pour laquelle il a fallu démontrer une inégalité de Korn discrète et un théorème de trace.
Le schéma qu'on obtient est bien posé et les conditions ouvertes discrètes qu'on impose permettent d'obtenir l'estimation d'énergie qu'on cherchait. Enfin, on a validé nos résultats théoriques par des simulations numériques en étudiant le cas test proposé dans [1].

Références

[1] C.H Bruneau et P. Fabrie, *Effective downstream boundary conditions for incompressible Navier-Stokes equations*, International Journal for numerical methods in fluids, 1994.

[2] C.H Bruneau et P. Fabrie, *New efficient boundary conditions for incompressible Navier-Stokes equations: a well-posedness result*, ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 1996.

[3] K. Domelevo et P. Omnes, *A finite volume method for the Laplace equation on almost arbitrary two-dimensional grids*, M^{2}AN, 39, n.6, pp. 1203-1249, 2005.

[4] F. Hermeline, *A finite volume method for the approximation of diffusion operators on distorted meshes*, J. Comput. Phys., 160(2) : 481-499, 2000.

[5] S. Krell, *Stabilized DDFV Schemes For The Incompressible Navier-Stokes Equations*, FVCA VI Problems and Perspectives. Springer Proceedings in Mathematics, vol 4, 2011.

Giulia LISSONI, Université Côte d'Azur, Laboratoire de Mathmatiques J.A. Dieudonné
Parc Valrose, 06108 Nice Cedex 02 France
lissoni@unice.fr
Stella KRELL, Université Côte d'Azur, Laboratoire de Mathmatiques J.A. Dieudonné
Parc Valrose, 06108 Nice Cedex 02 France
krell@unice.fr
Thierry GOUDON, Université Côte d'Azur, Laboratoire de Mathmatiques J.A. Dieudonné
Parc Valrose, 06108 Nice Cedex 02 France
goudon@unice.fr

Insensitizing control for linear and semi-linear heat equations with partially unknown domain

Pierre Lissy, INRIA Sophia & Université Paris-Dauphine

In this talk, I will present a result obtained in [1]. We are interested in an insensitizing control problem on a semi-linear heat equation with Dirichlet boundary conditions and globally Lipschitz nonlinearity, which consists in finding a distributed control such that some functional of the state is insensitive at the first order to the perturbations of the domain. Our first result consists of an approximate insensitization property on the semi-linear heat equation. It rests upon a linearization procedure together with the use of an appropriate fixed point theorem. Our second result is specific to the linear case. We show a property of exact insensitization for some families of deformation given by one or two parameters. Our proof relies on a geometrical approach and direct computations.

Références

[1] Pierre Lissy, Yannick Privat et Yacouba Simporéa semi-linear heat equation with Dirichlet boundary conditions and globally Lipschitz nonlinearity, *Insensitizing control for linear and semi-linear heat equations with partially unknown domain*, en révision mineure, 2018.

Pierre Lissy, McTAO Inria Sophia Antipolis, Université côte d'azur et CNRS, France & CEREMADE, Université Paris-Dauphine et CNRS UMR 7534, PSL, 75016 Paris, France
lissy@ceremade.dauphine.fr

Implémentation d'une méthode d'identification de champs mécaniques basée sur l'Erreur en Relation de Comportement

Tarik Madani, LMGC

Yann Monerie, LMGC

Stéphane Pagano, LMGC

Céline Pélissou, IRSN

Bertrand Wattrisse, LMGC

Mots-clés : Problmes inverses, Erreur en relation de comportement, Mesures de champs, Corrélation d'images Numériques (DIC)

Ce travail vise à apporter certains éléments de réponse concernant la compréhension des mécanismes d'endommagement et de rupture des milieux hétérogènes. La méthode numérique retenue pour décrire ce comportement est l'approche par éléments finis cohésifs-volumiques qui repose sur la notion de modèles de zones cohésives. Pour identifier ces lois, on se propose d'estimer des réponses mécaniques localement adoucissantes et de faire porter l'adoucissement uniquement par les éléments cohésifs.
Pour cela, il est nécessaire de pouvoir estimer localement le champ de contrainte afin d'accéder à l'énergie de déformations développée par la structure. On propose d'estimer ces champs par une méthode d'identification utilisant les données cinématiques. La méthode proposée se base sur la minimisation d'une fonctionnelle de type "Erreur en Relation de Comportement" dépendant de deux familles de paramètres : le champ de contrainte et les propriétés matérielles (élasticité, plasticité, endommagement).
Les principaux avantages de cette méthode sont que l'écriture de la fonction-cot est fondée sur une approche variationnelle et que la fonctionnelle est séparément convexe. Cette dernière propriété assure toujours l'existence d'un minimum et justifie l'utilisation d'une méthode de relaxation pour la minimisation de la fonctionnelle.
La méthode d'identification de propriétés élastoplastique, a été développée pour des écrouissages cinématiques multi-linéaires hétérogènes sur des problèmes plans.
Dans un premier temps, la procédure d'identification par analyse inverse a été utilisée afin de déterminer les champs de contraintes et les champs de propriétés hétérogènes pour un comportement élastoplastique en utilisant des données numériques obtenues par un calcul direct que l'on a considéré comme des données expérimentales.
Dans un deuxième temps, l'identification du champ de propriétés matérielles sur une éprouvette ayant subi un pré-écrouissage contrlé a permis de valider expérimentalement la méthode sur une situation mécanique hétérogène et d'accéder à une description locale du comportement du matériau.

Tarik Madani, LMGC, Univ. Montpellier, CNRS, Montpellier, France.
tarik.madani@umontpellier.fr
Yann Monerie, LMGC, Univ. Montpellier, CNRS, Montpellier, France.
yann.monerie@umontpellier.fr
Stéphane Pagano, LMGC, Univ. Montpellier, CNRS, Montpellier, France.
stephane.pagano@umontpellier.fr
Céline Pélissou, Institut de Radioprotection et de Sreté Nucléaire, IRSN/PSN-RES/SEMIA/LPTM, BP3-13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex, France
celine.pelissou@irsn.fr
Bertrand Wattrisse, LMGC, Univ. Montpellier, CNRS, Montpellier, France.
bertrand.wattrisse@umontpellier.fr

Etude d'un modèle réduit pour la simulation d'écoulements diphasiques en milieu poreux

David MALTESE, Inria RAPSODI, Lille

Clément CANCÈS, Inria RAPSODI, Lille

Les modèles d'écoulements diphasiques et immiscibles sont largement utilisés en ingénierie pétrolière, particulièrement dans la modélisation des bassins géologiques. Le but est de prédire la migration des hydrocarbures sur des échelles de temps géologiques. Dans les modèles usuels, le mouvement de chaque phase est donné par les lois de Darcy-Muskat (voir par exemple [1, 2]), les pressions de phase étant reliées par une fonction de pression capillaire. À l'interface entre différentes roches, la fonction de pression capillaire peut être discontinue par rapport à la variable d'espace. Les hydrocarbures peuvent alors se retrouver piégés dans des réservoirs. Le temps de calcul nécessaire pour effectuer une simulation à l'aide du modèle complet peut être important, ce qui motive l'introduction de modèles réduits.
On peut distinguer deux types de modèles simplifiés adaptés à l'echelle des bassins sédimentaires. Le premier se nomme ray-tracing ou lancer de rayon. Le deuxième type de modèle de migration simplifié est la méthode d'invasion percolation. Ce sont des modèles où la propagation est instantanée et dont la résolution peut être extrement rapide d'un point de vue numérique. Cependant, ils ne permettent pas de reproduire l'historique étant donné que le temps n'apparaît pas dans ces modèles. Nous renvoyons le lecteur interessé à [4] pour une description detaillée de ces modèles.
Le but de cet exposé est de présenter un modèle réduit dynamique (c'est à dire avec une variable temporelle) pour ce problème de migration des hydrocarbures. Nous discuterons de la dérivation du modèle par approximation de Dupuit (voir par exemple [3]). Nous présenterons ensuite un schéma Volume Finis pour résoudre le système parabolique dégénéré ainsi obtenu. Des simulations numériques illustrerons les comportement du modèle.

Références

[1] K. Aziz and A. Settari, *Petroleum Reservoir Simulation*, Elsevier Applied Science Publishers, 1979.

[2] J. Bear and Y. Bachmat, *Introduction to modeling of transport phenomena in porous media*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1990.

[3] M. Jazar et R. Monneau, *Derivation of Seawater Intrusion Models by Formal Asymptotics*, SIAM J. Appl. Math., 74(4):1152–1173, 2014.

[4] S. Pegaz-Fiornet, *Étude de modèles pour la migration des hydrocarbures dans les simulateurs de bassin*, Thèse de l'Universite de Aix-Marseille, 2011.

David MALTESE, Inria, Univ. Lille, CNRS, UMR 8524 - Laboratoire Paul Painlevé, F-59000 Lille
david.maltese@inria.fr

Extraction of fetal ECG signal

Nezha MAMOUNI,

Fetal electrocardiogram (FECG) extraction has an important impact in medical diagnostics during the mother pregnancy period. Since the observed FECG signals are often mixed with the maternal ECG (MECG), the separation process of the ECG signal sources from the observed data becomes quite complicated. One of its complexity is when the ECG sources are dependent[1], in this paper, we extract the FECG component by a new approach of blind source separation (BSS) for both independent and dependent ECG signal source. We validate our appoach on both real and synthetic ECG signals. Our results demonstrate the effectiveness of the proposed approch in extracting the FECG component from abdominal signals. The results also show that the approch is capable of extracting the FECG even when it is depend to the MECG [2].

Références

[1] V. Zarzoso, A. K. Nandi, and E. Bacharakis, Maternal and fetal ecg separation using blind source separation methods, MA J. Math. App. Med. Biol., vol. 14, No. 3, 1997.

[2] A. Keziou, H. Fenniri, A. Ghazdali, E. Moreau, New blind source separation method of independent/dependent sources, Signal Processing, vol. 104, pp. 319-324, 2014.

Nezha MAMOUNI,
nezha.mamouni@gmail.com

A Discrete Element Method for dynamic elastoplasticity recast as a Gradient Scheme

Frédéric MARAZZATO, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Alexandre ERN, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Christian MARIOTTI, CEA

Laurent MONASSE, Inria

Karam SAB, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Since their first use by Hoover et al (1974) in models for crystalline materials and Cundall & Strack (1979) in geotechnical problems, Discrete Elements Methods (DEM) have found a large field of application in granular materials, soil and rock mechanics. DEM consist in a system of masses and springs destined to simulate the dynamic behaviour of a continuous material.
In the Mka3D code, the authors [1] have been able to simulate the deformation and fragmentation of a three-dimensional linear elastic brittle material. The discretisation is achieved through Voronoi meshes. The forces and torques are computed directly through macroscopic quantities like the distance and relative rotation between two particles.
The aim of this presentation is twofold: recast DEM as a Gradient Scheme as defined in [2] and introduce an extension of its formalism with the goal to compute elasto-plasticity in metals. Elements of proof for the well-posedness and convergence of the discretisation shall be presented.
A special attention has been given to the correct approximation of the elastic inequality constraint. Since it is a nonlinear constraint, a new energy-momentum conserving time-integration scheme, developed in [3], has been used to ensure stability of the solid's dynamics computation over long times.

Références

[1] L. Monasse and C. Mariotti, *An energy-preserving Discrete Element Method for elastodynamics*, ESAIM: Mathematical Modelling and Numerical Analysis, 46:1527-1553, 2012.

[2] J. Droniou and R. Eymard and T. Gallouet and R. Herbin, *Gradient schemes: a generic framework for the discretisation of linear, nonlinear and nonlocal elliptic and parabolic equations*, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 23(13):2395–2432, 2012.

[3] F. Marazzato and A. Ern and C. Mariotti and L. Monasse, *An explicit energy-momentum time-integration scheme for Hamiltonian dynamics*, HAL, 2017.

Frédéric MARAZZATO, Université Paris-Est, Cermics (ENPC), F-77455 Marne-la-Vallée, France
frederic.marazzato@enpc.fr
Alexandre ERN, Université Paris-Est, Cermics (ENPC), F-77455 Marne-la-Vallée, France
alexandre.ern@enpc.fr
Christian MARIOTTI, CEA, DAM, DIF, F-91297 Arpajon, France
christian.mariotti@cea.fr
Laurent MONASSE, Inria, Team COFFEE, Sophia Antipolis and Université Nice Sophia Antipolis, CNRS and Laboratoire J. A. Dieudonné, UMR 7351, 06108 Nice, France
laurent.monasse@inria.fr
Karam SAB, Universit Paris-Est, Laboratoire Navier (UMR 8205), CNV, ENPC, IFSTTAR, F-77455 Marne-la-Valle, France
karam.sab@enpc.fr

Contrôle de Navier-Stokes dans un rectangle, à un fantôme près

Jean-Michel Coron, LJLL

Frédéric Marbach, ENS Rennes

Franck Sueur, IMB

Ping Zhang, CAS

Dans cet exposé, je présenterai le résultat récent [1].

On y considère l'équation de Navier-Stokes incompressible en 2D dans un rectangle avec la condition au bord usuelle de non glissement sur les parois horizontales. On démontre que, pour tout temps imparti positif, pour toute donnée initiale d'énergie finie, il existe des contrôles sur les parois verticales et une force distribuée tels que la solution correspondante de l'équation d'évolution soit nulle au temps final. De plus, la force distribuée peut être choisie arbitrairement petite dans toute norme Sobolev en espace.

Ce résultat améliore un résultat précédent obtenu dans [2] où la force distribuée n'est petite que dans un espace de Sobolev d'indice négatif en espace. C'est donc un pas de plus vers une réponse à la conjecture de Jacques-Louis Lions portant sur la contrôlabilité frontière globale en temps petit de l'équation de Navier-Stokes, pour laquelle aucune force distribuée ne doit être utilisée.

L'analyse repose sur la méthode de dissipation bien préparée, introduite pour le contrôle global de Burgers et déjà utilisée pour Navier-Stokes dans le cas des conditions au bord de Navier de glissement avec frottement. Pour gérer les couches limites d'amplitude plus grande associées à la condition de non glissement, on utilise une régularisation préalable vers un état analytique de rayon d'analyticité arbitrairement grand et on démontre une estimation de type Cauchy-Kowalevski non linéaire en temps longs, reposant uniquement sur l'analyticité dans la direction horizontale.

Références

[1] J.-M. Coron, F. Marbach, F. Sueur et P. Zhang. Controllability of the Navier-Stokes equation in a rectangle with a little help of a distributed phantom force. *arXiv*, Janvier 2018

[2] S. Guerrero, O. Imanuvilov et J.-P. Puel. A result concerning the global approximate controllability of the Navier–Stokes system in dimension 3. *J. Math. Pures Appl. (9)*, 98(6):689–709, 2012.

Jean-Michel Coron, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05; France
coron@ann.jussieu.fr
Frédéric Marbach, Univ Rennes, CNRS, IRMAR - UMR 6625, F - 35000 Rennes, France
frederic.marbach@ens-rennes.fr
Franck Sueur, Institut de Mathématiques de Bordeaux, Université de Bordeaux, 351 cours de la libération, 33405 Talence; France
franck.sueur@math.u-bordeaux.fr
Ping Zhang, Academy of Mathematics and Systems Science and Hua Loo-Keng Key Laboratory of Mathematics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190; China
zp@amss.ac.cn

Écoulements de fluides à seuil : étude prospective de la couche limite

Arthur MARLY, ENS Lyon, UMPA

Paul VIGNEAUX, ENS Lyon, UMPA

Li-Hua LUU, IRSTEA, RECOVER

Pierre PHILIPPE, IRSTEA, RECOVER

Guillaume CHAMBON, Université Grenoble Alpes, IRSTEA, UR ETGR

Les problèmes de couche limite pour des écoulements de fluides viscoplastiques remontent à la fin des années 40 avec les premiers articles d'Oldroyd. Il déduit une loi asymptotique pour la largeur de la zone fluide qui décroît en $B^{-1/3}$ où B, le nombre de Bingham est élevé. Cette théorie a été revisitée très récemment par Balmforth et al. [1] dans le cas d'écoulements dans des cavités.
Le but de présent travail est d'étendre ces résultats, plus précisément, d'étudier leur validité dans une gamme de nombres de B et de Hb (nombre de Herschel-Bulkley) de l'ordre de l'unité dans des géométries de type expansion-contraction. La stratégie consiste à étudier des simulations [2] et des mesures [3] toutes deux très précises, et les faire interagir pour comprendre les caractéristiques de l'écoulement. On re-donne une définition de la couche limite en fonction de ces caractéristiques ainsi qu'un scaling qui adapte la théorie d'Oldroyd. On en profite également pour étudier le domaine de validité des équations de couche limite d'Oldroyd.

Références

[1] N.J. Balmforth, R.V. Craster, D.R. Hewitt, S. Hormozi, A. Maleki, *Viscoplastic boundary layers.* Journal of Fluid Mechanics, 813:929-954, 2017.

[2] A. Marly, P. Vigneaux, *Augmented Lagrangian simulations study of yield-stress fluid flows in expansion-contraction and comparisons with physical experiments.* Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 239:35-52 2017.

[3] L.-H. Luu, P. Philippe and G. Chambon, *Flow of a yield-stress fluid over a cavity: Experimental study of the solid-fluid interface.* Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 245:25-37 2017.

Arthur MARLY, 46, allée d'Italie 69364 Lyon Cedex 07
arthur.marly@ens-lyon.fr

Volumes finis pour l'approximation de la mesure invariante d'une loi de conservation scalaire stochastique

Sofiane MARTEL, École des Ponts ParisTech

Les lois de conservation scalaires avec forçage stochastique, telles que l'équation de Burgers stochastique, constituent des prototypes de modèles pour le phénomène de turbulence. Dans ce contexte, les questions d'existence et d'unicité d'une mesure invariante pour ces équations sont fréquemment adressées. On s'intéresse ici à une discrétisation spatiale de type volumes finis d'une loi de conservation visqueuse périodique dont le terme source est un bruit blanc en temps et régulier en espace. Ce schéma prend la forme d'une équation différentielle stochastique pour laquelle on montre dans un premier temps l'existence et l'unicité d'une mesure invariante. À l'aide d'un argument de tension, on montre ensuite que cette mesure invariante converge pour la distance de Wasserstein d'ordre deux, à mesure que le pas d'espace tend vers zéro, vers l'unique mesure invariante de l'équation continue.

Sofiane MARTEL, Laboratoire d'hydraulique Saint-Venant (Ecole des Ponts ParisTech – EDF R&D – CEREMA), Université Paris-Est, 6 quai Watier, 78401 Chatou Cedex, France.
Université Paris-Est, CERMICS (ENPC), F-77455 Marne-la-Vallée.
sofiane.martel@enpc.fr

Analyse d'une équation de croissance-fragmentation structurée en taille et incrément de taille

Hugo MARTIN, Sorbonne Université

Gabriel PIERRE, Université Paris-Saclay

Marie DOUMIC, Sorbonne Université

Mots-clés : dynamique des populations, croissance de bactéries, éléments propres principaux, point fixe, entropie relative généralisée

La croissance de bactéries est modélisée avec succès depuis plusieurs décennies par les équations de populations structurées, cependant le mécanisme régissant le déclenchement de la division reste un sujet ouvert.

Dans [1] les traditionnels modèles en âge et taille sont comparés avec des méthodes de problème inverse. Peu après, un nouveau modèle, dit *incrémental* a été proposé dans [3] et [4] (voir [2] pour une revue de littérature). Dans ce modèle, la division est déclenchée par la quantité dont une bactérie a grandi depuis sa naissance, tandis que sa vitesse de croissance est gouvernée par sa taille actuelle. Cette description présente des propriétés qualitatives prométeuses et appelait donc à une analyse mathématique. En notant x la taille, a l'incrément, g la vitesse de croissance, B le taux de division et μ le noyau de fragmentation, le modèle est décrit par la système

$$\begin{cases} \partial n(t,a,x) + \partial(g(x)n(t,a,x)) + \partial(g(x)n(t,a,x)) + B(a)g(x)n(t,a,x) = 0, \quad t \geq 0,\ x > a > 0, \\ \\ g(x)n(t,0,x) = \displaystyle\int_0^1 g(\frac{x}{z}) \int_0^\infty B(a)n(t,a,\frac{x}{z})\ \mathrm{d}a\ \frac{\mathrm{d}\mu(z)}{z}, \qquad t \geq 0,\ x > 0. \end{cases}$$

Nous nous intéressons au cas où la croissance est exponentielle. Sous des hypothèses assez générales sur la division, on d'abord prouve l'existence d'une unique fonction propre $N(a,x)$ dans une espace $\mathrm{L}^1(\mathbb{R}^2_+, \omega(a,x)\ \mathrm{d}a\ \mathrm{d}x)$ avec $\omega(a,x)$ un poids polynomial. Ensuite, en supposant l'existence d'une solution en temps $n(t,a,x)$ et avec une hypothèse classique supplémentaire liant n et $e^t N$, on exhibe une inégalité d'entropie.

Références

[1] Robert, Lydia and Hoffmann, Marc and Krell, Nathalie and Aymerich, Stéphane and Robert, Jérôme and Doumic, Marie, *Division in Escherichia coliis triggered by a size-sensing rather than a timing mechanism*, BMC Biology, 12, 17, 2014.

[2] John T Sauls and Dongyang Li and Suckjoon Jun, *Adder and a coarse-grained approach to cell size homeostasis in bacteria*, Current Opinion in Cell Biology, 38, 38 - 44, 2016.

[3] Sattar Taheri-Araghi and Serena Bradde and John T. Sauls and Norbert S. Hill and Petra Anne Levin and Johan Paulsson and Massimo Vergassola and Suckjoon Jun, *Cell-Size Control and Homeostasis in Bacteria*, Current Biology, 25, 385 - 391, 2015.

[4] Amir, Ariel, *Cell size regulation in bacteria*, bioRxiv, 2014.

Hugo MARTIN, Sorbonne université, Laboratoire Jacques-Louis Lions, LJLL, F-75005 Paris
martin@ljll.math.upmc.fr
Gabriel PIERRE, Laboratoire de Mathématiques de Versailles, UVSQ, CNRS, Université Paris-Saclay, 45 Avenue des États-Unis, 78035 Versailles
pierre.gabriel@uvsq.fr
Marie DOUMIC, ISorbonne université, INRIA, Laboratoire Jacques-Louis Lions, équipe MAMBA, F-75005 Paris
marie.doumic@inria.de

Risk average Optimal Control Problem for elliptic PDEs with uncertain coefficients

Matthieu MARTIN, EPFL

Fabio NOBILE, EPFL

Sebastian KRUMSCHEID, EPFL

We consider a risk averse optimal control problem for an elliptic PDE with uncertain coefficients. The control is a deterministic distributed forcing term and is determined by minimizing the expected L^2-distance between the state (solution of the PDE) and a target deterministic function. An L^2-regularization term is added to the cost functional (see e.g. [1]).
We consider a finite element discretization of the underlying PDE and derive an error estimate on the optimal control.
Concerning the approximation of the expectation in the cost functional and the practical computation of the optimal control, we analyze and compare two strategies.
In the first one, the expectation is approximated by either a Monte Carlo estimator, and a steepest descent algorithm is used to find the discrete optimal control.
The second strategy, named Stochastic Gradient (see e.g. [2, 3]) is again based on a steepest-descent type algorithm. However the expectation in the computation of the steepest descent is approximated with independent Monte Carlo estimators at each iteration using possibly a very small sample size. The sample size and possibly the mesh size in the finite element approximation could vary during the iterations. We present error estimates and complexity analysis for both strategies and compare them on few numerical test cases.

Références

[1] D. Kouri, *An approach for the adaptive solution of optimization problems governed by partial differential equations with uncertain coefficients*, Ph.D. thesis, Rice University, 2012.

[2] H. Robbins and S. Monro, *A stochastic approximation method*, Ann. Math. Statist. **22** (1951), no. 3, 400–407.

[3] A. Shapiro, D. Dentcheva, and A. Ruszczyski, *Lectures on stochastic programming*, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2009.

Matthieu MARTIN, CSQI, Institute of Mathematics, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1015 Lausanne, Switzerland
matthieu.martin@epfl.ch

Analysis and simulation of a simplified model for ionic exchanges in kidney.

Marta MARULLI, LAGA, Université Paris 13

Vuk MILISIC, LAGA, Université Paris 13

Nicolas VAUCHELET, LAGA, Université Paris 13

Mots-clés : équation de transport, relaxation, méthode de compacité, équilibre, application à la biologie

Le transport anormal des ions dans le rein est la cause de nombreuses maladies; pour cette raison, l'étude des échanges au sein de cet organe et l'étude de la différence de concentration molaire est une étape essentielle pour comprendre la dynamique des solutés et, par conséquent, d'éventuels objectifs thérapeutiques.

Nous étudions un systéme non linéaire lié à la physiologie rénale et aux échanges ioniques au sein du néphron, unité fonctionnelle du rein. Les modéles mathématiques développés et discutés dans [2] et dans [3] proposent des architectures rénales simples négligent la couche épithéliale. Dans cette étude nous ne négligeons plus l'épithelium, plus précisément l'échange ionique à l'intérieur de la membrane cellulaire. Le néphron est modelisé par un systeme simple des tubes ascendants et descendants aux parois desquels les échanges ioniques avec le lumen et l'épithelium ont lieu. Nous modélisons la dynamique d'un soluté (ici le sodium) par la dynamique de sa concentration dans chaque tube. Le transport du soluté et ses échanges sont alors modélisés par un systéme d'EDP hyperbolique à vitesse constante avec un term de transport non linéaire et avec des conditions aux limites spécifiques.
Nous démontrons une convergence rigoureuse du modèle avec le couche épitheliale vers le modèle sans cette couche lorsque la porosité entre la couche épitheliale et les tubes devient très grande. Nous proposons des méthodes de résolution numérique précises pour l'étude du systéme dynamique et stationnaire afin d'effectuer des comparaisons avec les résultats expérimentaux.

Ce travail de nature interdisciplinaire est basé sur des collaborations avec la biologiste Aurélie Edwards et mes superviseurs (B. Franchi, University of Bologna, Italy, et N. Vauchelet Université Paris 13, LAGA).

Références

[1] S.R. Thomas, A.T. Layton, H.E., Layton, and L.C. Moore, *Kidney modeling: status and perspectives*, Proceedings of IEEE, 94(4): 740-752, 2006.

[2] M. Tournus, A. Edwards, N. Seguin, and B. Perthame, *Analysis of a simplified model of the urine concentration mechanism*, Networks and Heterogeneous Media, 7(4), 2012.

[3] Magali Tournus, *Modeles d'échanges ioniques dans le rein: théorie, analyse asymptotique et applications numériques. Thèse de doctorat sous la direction de: Aurélie Edwards, Benoit Perthame et Nicolas Seguin*, Laboratoire Jacques-Louis Lions, UPMC-Paris 6, CNRS, 2013.

Marta MARULLI, LAGA, Institut Galilée, Université Paris 13, 99 Avenue Jean Baptiste Clément, 93430 Villetaneuse. Department of Mathematics, Piazza di Porta San Donato 5, 40126, Bologna, Italy
marta.marulli3@unibo.it
Vuk MILISIC, LAGA, UMR 7539, Institut Galilée, Université Paris 13, 99 Avenue Jean Baptiste Clément, 93430 Villetaneuse.
milisic@math.univ-paris13.fr
Nicolas VAUCHELET, LAGA, UMR 7539, Institut Galilée, Université Paris 13, 99 Avenue Jean Baptiste Clément, 93430 Villetaneuse.
vauchelet@math.univ-paris13.fr

Répartition optimale de resources dans les modèles logistiques diffusifs

Idriss MAZARI, LJLL

Grégoire NADIN, LJLL

Yannick PRIVAT, LJLL

Nous nous intéressons dans cette communication à la question suivante: dans un environnement hétérogène, comment disposer les ressources pour maximiser la taille de la population ? Plus précisément, nous modélisons l'hétérogénéité de l'environnement par une répartition de ressources $m = m(x)$, nous considérons dans un domaine borné Ω l'équation

$$\begin{cases} \mu\Delta u_{m,\mu} + u_{m,\mu}(m - u_{m,\mu}) = 0 & \text{dans } \Omega \\ \frac{\partial u}{\partial \nu} = 0 & \text{sur } \partial\Omega, \end{cases}$$

où μ représente la vitesse de déplacement des individus, et nous étudions le problème

$$\sup_{m \in M} \int_\Omega u_{m,\mu},$$

avec, pour un certain $m_0 \in (0, \kappa)$ où $\kappa > 0$ est fixé,

$$M = \{m \in L^\infty\,, 0 \leq m(\cdot) \leq \kappa \text{ p.p. dans } \Omega, \int_\Omega m = m_0|\Omega|\}.$$

Nous montrons que, si μ est suffisamment grand, les solutions de ce problème sont bang-bang, i.e. égale à 0 ou κ p.p. dans Ω, donc que le problème se ramène à un problème d'optimisation de formes. Nous montrons également que, dans le cas unidimensionnel et pour μ suffisamment grand, on peut décrire explicitement toutes les solutions du problème. La démonstration repose sur une méthode nouvelle, exploitant finement le comportement asymptotique de $u_{m,\mu}$ quand $\mu \to \infty$ ainsi que ses propriétés d'analyticité relativement à cette variable. Cette présentation est tirée de [4].

Références

[1] H. Berestycki, F. Hamel, L. Roques, *Analysis of the periodically fragmented environment model : I – Species persistence*, Journal of Mathematical Biology, 2005.

[2] R. S. Cantrell, C. Cosner, *Spatial Ecology via Reaction-Diffusion Equations*, John Wiley and Sons, 2003.

[3] Y. Lou, *Some Challenging Mathematical Problems in Evolution of Dispersal and Population Dynamics*, chapitre de Tutorials in Mathematical Biosciences IV: Evolution and Ecology, Springer, 2008.

[4] I. Mazari, G. Nadin, Y. Privat, *Optimal location of resources in logistic diffusive models*, Soumis, 2017.

Idriss MAZARI, Laboratoire Jacques-Louis Lions, 4 Place Jussieu 75005 Paris
idriss.mazari@upmc.fr

Existence des ondes progressives pour l'équation de Gross–Pitaevskii non locale en dimension un

Pierre Mennuni, Université Lille 1

On considère l'équation de Gross–Pitaevskii non locale en dimension un

$$i\partial_t u = \Delta u + u\left(W * (1 - |u|^2)\right), \text{ dans } \mathbb{R} \times \mathbb{R}, \tag{GPN}$$

où u est une fonction à valeurs complexes et W est une distribution tempérée. Dans le cadre du phénomène de condensat de Bose–Einstein, u représente une fonction d'onde tandis que W représente le potentiel d'interaction entre les bosons.
Dans le cas où W est une distribution paire, (GPN) est une équation hamiltonienne et son énergie, donnée par l'expression

$$E(u(t)) = \frac{1}{2}\int_{\mathbb{R}} |u'(t)|^2 dx + \frac{1}{4}\int_{\mathbb{R}} (W * (1 - |u(t)|^2))(1 - |u(t)|^2) dx, \tag{1}$$

est formellement conservée. Si l'on s'intéresse à des solutions d'énergie finie, il est alors naturel d'imposer à $|u|$ de tendre vers 1 en un certain sens lorsque $|x|$ tend vers $+\infty$. On considèrera le problème de Cauchy pour (GPN) avec une donnée initiale $u(0) = u_0$ vérifiant $|u_0(x)| \underset{|x|\to+\infty}{\longrightarrow} 1$. Rappelons aussi la notion de moment physique

$$P(u) = \int_{\mathbb{R}} \langle iu', u\rangle dx, \tag{2}$$

qui comme l'énergie, est une quantité formellement conservée.

On s'intéresse ici aux solutions particulières appelées ondes progressives. Une onde progressive de vitesse $c \in \mathbb{R}$ est une solution de (GPN) de la forme

$$u_c(t, x) = v(x - ct).$$

Ainsi, v vérifie l'équation

$$icv' + \Delta v + v\left(W * (1 - |v|^2)\right) = 0 \text{ dans } \mathbb{R} \tag{OPNc}$$

et par conjugaison complexe, on peut se restreindre au cas $c \geq 0$. Notons que toute fonction complexe constante de module un est solution de (OPNc) et ces fonctions seront appelées solutions triviales. Dans le cas $W = \delta$, l'expression explicite les ondes progressives non triviales d'énergie finie est connue (voir [1]).

Le but de nos travaux est de présenter une méthode de minimisation de l'énergie, sous contrainte du moment, permettant de démontrer l'existence d'ondes progressives non triviales d'énergie finie pour (OPNc) et leurs propriétés et stabilité sous certaines conditions et hypothèses sur la distribution W. On présentera en parallèle une méthode numérique basée sur l'algorithme du gradient avec projection permettant d'obtenir numériquement les ondes progressives ainsi que les courbes d' énergie en fonction du moment.

Références

[1] Béthuel F., Gravejat P., Saut J-C., *Existence and properties of travelling waves for the Gross-Pitaevskii equation*, Stationary and time dependent Gross–Pitaevskii equations, 473, American Mathematical Society, pp.55-104, 2008, Contemporary Mathematics, 978-0-8218-4357.

[2] DE LAIRE A., *Global well-posedness for a nonlocal Gross-Pitaevskii equation with non-zero condition at infinity*, Communications in Partial Differential Equations. 35(11):2021-2058, 2010.

Pierre Mennuni, Université Lille 1, CNRS, UMR 8524-Laboratoire Paul Painlev. F-59000 Lille, France.
pierre.mennuni@ed.univ-lille1.fr, pierremennuni@gmail.com

Approche Hamilton-Jacobi pour des modèles venant de la biologie évolutive

Sepideh Mirrahimi, CNRS, Université Paul Sabatier

Nous nous intéressons à une classe d'équations intégro-différentielles paraboliques venant de la biologie évolutive. Ces équations décrivent la dynamique d'une population structurée par trait phénotypique sous l'effet des mutations et de la sélection. Les solutions de ces équations se concentrent, à la limite de petite diffusion (mutations) et en temps long, sous forme de masses de Dirac.
Dans cet exposé, nous présentons les ingrédients de base d'une approche basée sur des équations de Hamilton-Jacobi avec contrainte pour étudier ce type de problème. En outre, à travers un exemple où on considère un environnement qui varie périodiquement en temps, on montre comment cette approche peut mener à des résultats quantitatifs pour des applications en biologie.

Sepideh Mirrahimi, CNRS, Université Paul Sabatier
sepideh.mirrahimi@math.univ-toulouse.fr

Conditions aux limites absorbantes d'ordre élevé pour l'équation de Helmholtz : traitement des coins et application en DDM

Axel MODAVE, CNRS - POEMS

Xavier ANTOINE, Université de Lorraine

Christophe GEUZAINE, Université de Liège

La résolution numérique des problèmes de propagation d'ondes en milieu non-borné à haute fréquence par des méthodes d'éléments finis est très coûteuse en temps de calcul et en mémoire. Afin de résoudre efficacement ces problèmes, il est nécessaire de limiter autant que possible la taille du domaine de calcul en introduisant une frontière artificielle (transparente) dans le modèle, et de coupler la méthode numérique avec une méthode de décomposition de domaine (DDM) permettant la parallélisation du solveur final.

Dans le cadre de ce travail, on s'intéresse aux conditions aux limites absorbantes d'ordre élevé (HABCs) obtenues en utilisant une approximation rationnelle de la racine carrée du symbole de l'opérateur *Dirichlet-to-Neumann* transparent exact pour l'équation de Helmholtz. Pour des approximations de Padé adaptées, ces HABCs permettent de représenter précisément la propagation des ondes propagatives et évanescentes près de frontières artificielles régulières de domaines convexes [1]. Dans le cadre d'une DDM de type Schwarz optimisé, l'utilisation de ces HABCs commes conditions de transmission aux interfaces entre les sous-domaines permet d'accélérer la convergence de la méthode [2]. Cependant, une application directe des HABCs sur des frontières non-régulières génère une perte de précision à proximité des coins. De même, pour des décompositions en sous-domaines avec points/arêtes de jonction, où plus de deux sous-domaines se rencontrent, la convergence des DDMs se détériore. Ces points/arêtes de jonction correspondent à des coins des sous-domaines.

Dans cet exposé, on discutera différentes stratégies pour améliorer la précision des HABCs lorsqu'elles sont utilisées sur des frontières artificielles avec des coins. Des traitements de coins basés sur des relations de compatibilité [3] et sur une régularisation de la frontière artificielle seront comparés grâce à des résultats numériques pour des cas de référence. Ensuite, on exposera une manière de tirer parti du traitement des coins pour accélérer une DDM pour des configurations avec points/arêtes de jonction. Les simulations numériques seront réalisées avec les environnements GetDP et GetDDM [4].

Références

[1] Kechroud R., Antoine X. & Soulaïmani A., *Numerical accuracy of a Padé-type non-reflecting boundary condition for the finite element solution of acoustic scattering problems at high-frequency*, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 64(10), 1275-1302, 2005.

[2] Boubendir Y., Antoine X. & Geuzaine C., *A quasi-optimal non-overlapping domain decomposition algorithm for the Helmholtz equation*, Journal of Computational Physics, 231(2), 262-280, 2012.

[3] Modave A., Atle A., Chan J. & Warburton T., *A GPU-accelerated nodal discontinuous Galerkin method with high-order absorbing boundary conditions and corner/edge compatibility*, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 112(11), 1659-1686, 2017.

[4] Thierry B., Vion A., Tournier S., El Bouajaji M., Colignon D., Marsic N., Antoine X. & Geuzaine C., *GetDDM: an open framework for testing optimized Schwarz methods for time-harmonic wave problems*, Computer Physics Communications, 203, 309-330, 2016.

Axel MODAVE, Laboratoire POEMS (UMR 7231, CNRS-ENSTA-INRIA), ENSTA ParisTech, 828 Boulevard des Maréchaux, 91762 Palaiseau Cedex, France
`axel.modave@ensta-paristech.fr`
Xavier ANTOINE, Université de Lorraine, CNRS, Inria, IECL, F-54000 Nancy, France
`xavier.antoine@univ-lorraine.fr`
Christophe GEUZAINE, Université de Liège, Institut Montefiore B28, Quartier Polytech 1, Allée de la Découverte 10, B-4000 Liège, Belgique
`cgeuzaine@uliege.be`

Asymptotique des résonances dans un micro-résonateur optique

Zoïs MOITIER, IRMAR, Université de Rennes 1

Stéphane BALAC, IRMAR, Université de Rennes 1

Monique DAUGE, IRMAR, Université de Rennes 1

On s'intéresse aux fréquences de résonances de cavités optiques bidimensionnelles présentes dans certains micro-résonateurs optiques, voir [1]. Nous supposons ici que la cavité coïncide avec un ouvert Ω borné connexe de $\mathbb{R}^2$ de frontière Σ régulière. Par commodité nous supposons Ω convexe. Une résonance $k \in \mathbb{C}$ et un mode résonant associé $u \in \mathrm{H}^2_{\mathrm{loc}}(\mathbb{R}^2 \setminus \Sigma)$ est solution du système :

$$(\mathcal{P}_p) : \begin{cases} -\Delta u - k^2\, n^2\, u = 0 & \text{sur } \mathbb{R}^2 \setminus \Sigma \\ [u]_\Sigma = 0 \text{ et } [n^{p-1}\, \partial_\nu u]_\Sigma = 0 & \text{à travers } \Sigma \\ \text{Condition d'onde sortante} & \text{en } +\infty \end{cases}$$

où n est une fonction constante par morceaux sur $\mathbb{R}^2 \setminus \Sigma$ représentant l'indice optique et $p = \pm 1$ correspond aux cas des modes TE ou TM. La condition d'onde sortante en $+\infty$ choisie ici impose $\mathrm{Im}(k) \leq 0$. En utilisant une *couche absorbante parfaitement adaptée* (PML) [2], on peut se ramener à un problème aux valeurs propres dans un domaine borné. La discrétisation de ce problème aux valeurs propres par la méthode des éléments finis en vue de sa résolution numérique conduit à l'apparition de valeurs propres parasites. Nous avons néanmoins pu montrer qu'il est possible d'identifier les résonances parmi le spectre de la matrice éléments finis [4]. Pour les applications des micro-résonateurs en optique, on est en général intéressé par certains types de modes uniquement, typiquement ceux se propageant dans la cavité par réflexion le long de Σ appelés modes de galerie, ayant un nombre d'oscillations angulaires m assez grand. Un enjeu du point de vue du calcul numérique consiste à déterminer dans quelle zone du spectre se situe une résonance ayant ces caractéristiques. Dans le cas d'une cavité ayant la forme d'un disque de rayon R et d'indice $n_0 > 1$ plongé dans le vide, il existe dans la littérature [3] des développements asymptotiques donnant la valeur des résonances pour m grand. Un tel développement est de la forme :

$$k = \frac{m}{n_0 R}\left(1 + 2^{-\frac{1}{3}} a_j m^{-\frac{2}{3}} - \frac{n_0^p}{\sqrt{n_0^2 - 1}} m^{-1} + \mathrm{O}\left(m^{-\frac{4}{3}}\right)\right), \qquad \text{quand } m \to +\infty,$$

où m est le nombre d'oscillations angulaires, j est le nombre d'oscillations selon la direction normale à Σ à l'intérieur de la cavité et $-a_j$ est le j-ième zéro de la fonction de Airy. Ces asymptotiques nous permettent de cibler la zone où se situent les résonances recherchées. Nous avons généralisé cette formule au cas d'une cavité Ω dont la courbure du bord est strictement positive, en utilisant une approche basée sur la méthode BKW. Nous avons également généralisé ce développement asymptotique au cas d'un indice optique variable dans la cavité ce qui laisse entrevoir la possibilité d'exploiter cette formule pour certaines fonctionnalisations des micro-résonateurs [1].

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche impliquant l'équipe d'analyse numérique de l'IRMAR et le laboratoire FOTON, partiellement financé par le CNRS (Défi INFINITI) et l'Université de Rennes 1.

Références

[1] Y. Kim et al., *Designing whispering gallery modes via transformation optics*, Nature Photonics, volume 10, pages 647652, 2016.

[2] S. Kim and J. E. Pasciak, *The computation of resonances in open systems using a Perfectly Matched Layer*, Mathematics of computation, 78(267):1375-1398, 2009.

[3] C. C. Lam, P. T. Leung, and K. Young, *Explicit asymptotic formulas for the positions, widths, and strengths of resonances in Mie scattering*, *J. Opt. Am. B*, 9(9):1585-1592, 1992.

[4] Z. Moitier et al., *Mathematical investigations of resonances in optical micro-resonators*, IEEE International Conference on Computational Electromagnetics (ICCEM) 2018, hal-01715438.

Zoïs MOITIER, IRMAR, Université de Rennes 1, 263 avenue du Général Leclerc, 35000 Rennes
zois.moitier@univ-rennes1.fr

Les PDMP cinétiques : chemotaxie et MCMC

Pierre MONMARCHÉ, Sorbonne Université

Les processus déterministes par morceaux (PDMP) sont une alternative aux processus de diffusion. On peut par exemple modéliser le déplacement d'une bactérie par le processus du zig-zag (ou run-and-tumble). Ces dernières années, des PDMP cinétiques semblables ont été conçus pour admettre comme équilibre une mesure cible donnée, ce qui les rend utilisable dans des algorithmes MCMC, où ils peuvent présenter des avantages par rapport aux dynamiques markoviennes usuelles.

Pierre MONMARCHÉ, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Sorbonne Universit, 4 place Jussieu, 75005 Paris
pierre.monmarche@upmc.fr

A first order mixed formulation for the numerical controllability of waves.

Santiago MONTANER, Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal, Université Clermont Auvergne

Arnaud MÜNCH, Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal, Université Clermont Auvergne

In this communication we consider an optimization approach for the numerical approximation of boundary controls for the wave equation. It is well known that the minimal L^2-norm boundary control supported on $\mathcal{J} \subseteq \partial\Omega \times (0,T)$ which drives a certain initial data $(u_0, u_1) \in L^2(\Omega) \times H^{-1}(\Omega)$ —initial position and velocity distributions— to the zero state under the evolution governed by the wave equation can be found as $v = \varphi|_{\mathcal{J}}$, where φ is the solution to the optimization problem

$$\min_{\varphi} J^\star(\varphi) = \frac{1}{2}\int_{\mathcal{J}} |\tfrac{\partial\varphi}{\partial\nu}|^2 \, d\sigma \, dt + (u_0, \varphi(0))_{L^2(\Omega)} - \langle u_1, \varphi_t(0)\rangle_{H^1, H^{-1}} \tag{1}$$

and satisfies

$$\partial_{tt}\varphi - \Delta\varphi = 0, \quad \varphi = 0 \text{ on } \partial\Omega \times (0,T), \quad (\varphi(0), \varphi_t(0)) \in H_0^1(\Omega) \times L^2(\Omega). \tag{2}$$

In order to handle the constrained optimization problem (1)-(2), a mixed formulation which introduces a Lagrange multiplier was proposed in [1]. In that work, the classical observability and direct inequalities were employed to prove the existence of minimal L^2-norm controls by means of the Ladyzhenskaya-Babuska-Brezzi Theorem. Moreover, the authors of [1] obtained numerical evidence showing that the mixed formulation they proposed is well suited for finite elements discretizations.
In this communication we want to explain a first order mixed formulation related to the method employed in [1]. Our approach is based on the following observation: if φ solves the wave equation $\varphi_{tt} - \Delta\varphi = 0$, then the new variables $v := \varphi_t$ and $p := \nabla\varphi$ solve the system

$$v_t - div\, p = 0, \quad p_t - \nabla v = 0. \tag{3}$$

This kind of first order formulation have been already considered in the finite element literature [2], and has the advantage of allowing to reduce the regularity of the finite elements spaces, which entails a simpler implementation of the discretization.
In this communication we will explain some of the results we have obtained regarding to the continuous problem and some numerical experiments which support this approach for the numerical approximation of controls.

Références

[1] N. Cîndea, A. Münch, *A mixed formulation for the direct approximation of the control of minimal L^2-norm for linear type wave eaquations*, *Calcolo* **52** (2015), no. 3, 245–288.

[2] E. Bécache, P. Joly, C. Tsogka, *An analysis of new mixed finite elements for the approximation of wave propagation problems*, *SIAM J. Numer. Anal.* **37** (2000), no. 4, 1053–1084.

Santiago MONTANER, Université Clermont Auvergne, Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal (CNRS UMR 6220), Campus des Cézeaux, 3, place Vasarely. 63178 Aubière Cedex (France).
santiago.montaner@uca.fr
Arnaud MÜNCH, Université Clermont Auvergne, Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal (CNRS UMR 6220), Campus des Cézeaux, 3, place Vasarely. 63178 Aubière Cedex (France).
arnaud.munch@uca.fr

Hydrodynamique et élasticité de micro-filaments : comparaison de modèles et applications

Clément MOREAU, Université Côte d'Azur, Inria, Team McTAO

Laetitia GIRALDI, Université Côte d'Azur, Inria, Team McTAO

Hermes GADÊLHA, University of York

L'étude du mouvement d'un filament inextensible et élastique plongé dans un fluide joue un rôle central dans de nombreux problèmes liés à la microbiologie (déplacement de bactéries ou de cellules telles que les spermatozoïdes) et à la micro-ingénierie (micro-nageurs artificiels).
On s'intéresse ici à un filament élastique immergé dans un fluide se déplaçant dans un plan. La modélisation du système doit prendre en compte le couplage entre les interactions hydrodynamiques et l'élasticité du filament. Pour modéliser l'interaction hydrodynamique entre le filament et le fluide qui l'entoure, on se place dans le cadre de la Resistive Force Theory [1], qui relie linéairement la densité de la force de frottement hydrodynamique à la vitesse d'un point sur le filament. On présentera deux approches pour la résolution de la dynamique du filament. La première approche, fondée sur la théorie de l'élasticité de Kirchhoff, conduit à un système d'équations aux dérivées partielles. La deuxième approche se base sur une approximation spatiale du filament par des segments de longueur fixée, que l'on suppose reliés entre eux par des ressorts de torsion qui modélisent l'élasticité, et conduit à un système d'équations différentielles ordinaires (EDO). On comparera les performances numériques de ces deux approches. Le modèle EDO, simple à implémenter, présente une très bonne précision et réduit grandement le temps de calcul, même dans des cas considérés comme délicats. Il permet ainsi d'étudier aisément des applications prometteuses dont on présentera deux exemples : comportement d'un filament soumis à des forces de compression (flambage) et guidage d'un micro-nageur magnétique.

Références

[1] J. Gray, G. J. Hancock, *The Propulsion of Sea-Urchin Spermatozoa*, Journal of Experimental Biology, 1955 32: 802-814;

[2] C. Moreau, L. Giraldi, H. Gadêlha, *A practical and efficient asymptotic coarse-graining model for the elastohydrodynamics of slender-rods and filaments*, en préparation.

Clément MOREAU, Team McTAO, Inria Sophia-Antipolis-Méditerranée, 2004 Route des Lucioles, 06902 Valbonne, France
clement.moreau@inria.fr

Highly resolved Large-Eddy Simulation of wind turbine wakes

Vincent Moureau, CORIA, CNRS UMR6614

Pierre Bénard, CORIA, CNRS UMR6614

Ghislain Lartigue, CORIA, CNRS UMR6614

Laurent Bricteux, Univ. of MONS

Laurent Beaudet, ADWEN-GAMESA

Axelle Viré, Delft University of Technology

The interaction of a wind turbine with a free stream generates a complex vortical wake that ultimately leads to transition to turbulence [1]. In order to predict performances (e.g. power production, fatigue loads...) of wind turbines in wind farms, it is essential to accurately characterize these wakes and their impact on the downstream turbines. Large-Eddy Simulation (LES) is well adapted to this problem as the considered flow is 3D, complex and strongly unsteady. The state-of-the-art approach for taking into account the effect of the turbine on the flow is the Actuator Line (AL) method [2, 3]. This method enables the use of Cartesian grids, which brings numerous advantages but prevents space adaptivity and limits the shape of the flow domain.

In the present work, the AL approach was implemented in a massively parallel high-order finite-volume LES solver named YALES2 [5]. This code offers good scalability and is able to handle unstructured meshes up to billions of elements. We propose here to assess this approach on the Tjaereborg wind turbine case [4]. In particular, the quality of the results obtained using Cartesian and fully unstructured tetrahedral meshes will be compared.

The strategy is then applied to a realistic 1MW wind turbine designed by the Adwen company. Fully unstructured grids with local refinement are used here. Figure 1 presents the simulated wakes by plotting iso-contours of Q-criterion $Q = 1\,\mathrm{s}^{-2}$ at three different Tip Speed Ratios $\lambda = \omega \mathrm{R}/\mathrm{u}_\infty$. The figure shows that the tip blade vortices are faster destabilized as the TSR increases leading to a faster transition to fully developed turbulence.

This work demonstrates the ability to perform massively parallel scale-resolving simulations where both near and far turbine wakes are accurately modeled. These simulations may be further exploited to validate design tools based on simpler models.

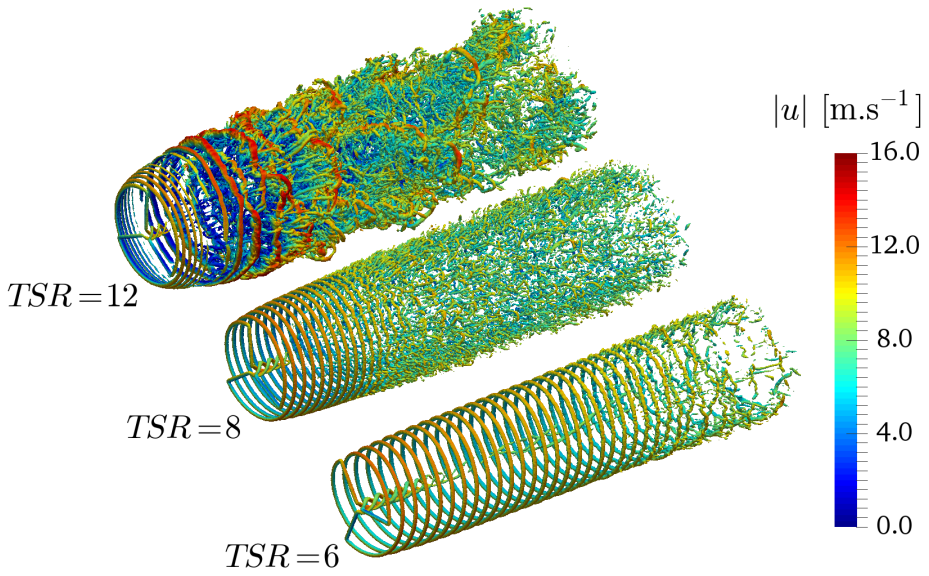


Figure 1: Iso-contour of Q-criterion $Q = 1\,\mathrm{s}^{-2}$ colored by the norm of velocity for three Tip Speed Ratios.

Méthode de décomposition de domaine pour la résolution numérique d'une équation différentielle non linéaire

Nahed NACEUR, Université de Lorraine

L'objectif de cette communication est de présenter une méthode numérique alliant l'algorithme de Newton et la décomposition des domaines pour calculer une approximation de la solution positive d'une équation non linéaire du type suivant:

$$(E,\alpha): \left\{ \begin{array}{rll} \alpha u(x) - u''(x) + G(x,u'(x)) & = F(x,u(x)) + f(x) & \forall\, x \ \in \Omega \\ u(x) & = 0 & \forall\, x \ \in \partial\Omega. \end{array} \right.$$

où Ω est un domaine borné de $\mathbb{R}$, α est un réel non négatif. Les non-linéarités G et$F$ sont des fonctions de Carathédory non négatives. On est particulièrement intéressé par des non-linéarités du type $\mid u(x) \mid^p$, $p > 1$ et $\mid u'(x) \mid^q$, $q > 1$. La fonction source f est non négative, intégrable, et plus généralement, une mesure non négative sur Ω.
Plusieurs auteurs ont prouvé l'existence des solutions dans le cas où f est régulière. Dans [2] , les auteurs ont analysé le cas où $\alpha = 0$ et f une donnée mesure, ils ont prouvé l'existence d'une solution positive et calculé une approximation numérique.
Le présent travail est dédié au cas où $\alpha \geq 0$. Pour commencer, on démontre l'existence d'une solution positive. Ensuite en se fondant sur la même méthodologie utilisée pour établir l'existence de la solution positive, on développe une méthode numérique. Le premier pas de l'algorithme consiste en calculer une sur solution $\overline{w}$ de (E,α), c'est à dire, une solution du système non linéaire suivant:

$$(E1): \left\{ \begin{array}{rll} \alpha \overline{w}(x) - \overline{w}''(x) & = F(x,\overline{w}(x)) + f(x) & \forall\, x \ \in \Omega \\ \overline{w}(x) & = 0 & \forall\, x \ \in \partial\Omega. \end{array} \right.$$

Pour linéariser le problème $(E1)$ on applique la méthode de Newton. A chaque itération de cette méthode, on résout une équation linéaire qui n'est pas toujours elliptique puisqu'on ne peut pas contrôler le signe de $F'(\overline{w})$. Cette difficulté peut être dépassée grâce à la méthode de décomposition de domaines,[1]. Cette méthode garantit la coercivité du problème linéarisé sur chaque sous domaine, dont la taille dépend de la valeur de α et de la norme $\|F'(\overline{w})\|_\infty$. On démontre que chaque itération de Newton est bien posée et que l'algorithme converge pour une classe de non linéarités comprenant celles qui nous intéressent.
Puis, on construit une suite $\{u_n\}_n$ en $H_0^1(\Omega)$, où $u_0 = \overline{w}$ et à chaque itération u_n est la solution de:

$$\left\{ \begin{array}{rll} \alpha u_{n+1}(x) - u''_{n+1}(x) + G_{n+1}(x,u'_{n+1}(x)) & = F(x,u_n(x)) + f(x) & \forall\, x \ \in \Omega \\ u_{n+1}(x) & = 0 & \forall\, x \ \in \partial\Omega. \end{array} \right.$$

où G_n est l'approximation Yosida de G, [2]. On montre la convergence de l'algorithme pour une classe de non linéarités comprenant celles que nous intéressent.
L'objectif final de ce travail est de résoudre des problèmes paraboliques non-linéaires où à chaque pas de temps on retrouve un problème elliptique de type (E,α), tout en contrôlant le pas de temps et espace quand la norme $\|F'(\overline{w})\|_\infty$ augmente.
La discrétisation est réalisée par la méthode des éléments finis. On présente une série d'exemples numériques montrant les performances de l'algorithme étudié.

Références

[1] A.Quarteroni, A.Valli, *Domain Decomposition Methods for Partial Differential Equations* , Oxford Science Publications, 1999.

[2] N.Alaa, J.R.Roche, *Theorical and numerical analysis of a class of nonlinear elliptic equations*, Mediterranean Journal of Mathematics, Vol. 2, No. 3, pages 327 - 344, 2005.

Nahed NACEUR, Université de Lorraine, IECL, B.P. 70239, 54506 Vandoeuvre lès Nancy Cedex.
nahed.naceur@univ-lorraine.fr

Application de la multirésolution adaptative à la simulation numérique d'écoulements incompressibles

Marc-Arthur N'GUESSAN, Laboratoire CMAP, École Polytechnique

Marc MASSOT, Laboratoire CMAP, École Polytechnique

Christian TENAUD, Laboratoire LIMSI, Campus Universitaire d'Orsay

Laurent SERIES, Laboratoire MICS, CentraleSupélec

La simulation numérique directe (DNS) de la combustion avec chimie détaillée et transport multi-espèces représente l'un des défis les plus importants en matière de calcul scientifique dans de nombreuses applications industrielles. En effet, ce problème met en jeu un très grand nombre de variables et couple des phénomènes qui présentent une forte disparité en terme d'échelles temporelles et spatiales. Plusieurs stratégies de résolution ont donc été envisagées pour s'attaquer à ce problème de discrétisation, parmi lesquelles la multieésolution adaptative spatiale dans un contexte de volumes finis couplée à une technique de séparation d'opérateurs avec pas de temps adaptatif se démarque comme étant bien adaptée au problèmes physiques présentant une forte inhomogénéité spatiale et un large spectre d'échelles de temps. Cette dernière permet, grâce à la représentation multi-échelle, de s'adapter à la dynamique spatiale et temporelle de la solution tout en maintenant un contrôle de l'erreur [1]. Cette technique a notamment été utilisée pour des cas de combustion laminaire avec un champ de vitesse analytique [2].

L'on cherche donc à appliquer cette stratégie à la simulation de la combustion dans la limite des faibles nombres de Mach. L'étape qui nous intéresse ici consiste à réaliser une solveur hydrodynamique volumes finis sur un maillage adaptatif obtenu par multirésolution spatiale. Cela va imposer différentes contraintes à notre solveur : il faudra que la discrétisation temporelle soit mono-pas, et efficace pour résoudre des équations différentielles algébriques (à cause de l'équation de continuité), ce qui accentue la difficulté à monter en ordre temporellement [3] ; la discrétisation spatiale devra être collocalisée, sur un maillage non structuré, deux propriétés qui nécessitent un traitement spécial ici [4, 5].

Nous présentons ici un schéma numérique pour la simulation numérique des équations de Navier-Stokes incompressible en volumes finis, sur un maillage adaptatif obtenu par multirésolution spatiale, répondant au cahier des charges énoncé ci-dessus.

Références

[1] M. Duarte, M. Massot, S. Descombes, C. Tenaud, T. Dumont, V. Louvet, F. Laurent, *New resolution strategy for multi-scale reaction waves using time operator splitting, space adaptive multiresolution and dedicated high order implicit/explicit time integrators*, SIAM Journal of Scientific Computing, vol. 34 (1), pp. 76-104, 2012.

[2] M. Duarte, S. Descombes, C. Tenaud, S. Candel, M. Massot, *Time-space adaptive numerical methods for the simulation of combustion fronts*, Combustion and Flame, Elsevier, 160 (6), pp. 1083-1101, 2013.

[3] E. Hairer, G. Wanner, *Solving ordinary differential equations II: stiff and differential-Algebraic problems*, Springer-Verlag: Berlin, 1996.

[4] C. M. Rhie, W. L. Chow, *Numerical study of the turbulent flow past an airfoil with trailing edge separation*, AIAA J. 21, pp. 1525-1532, 1983.

[5] R. Eymard, T. Gallouet, R. Herbin, *Discretization of heteregeneous and anisotropic diffusion problems on general nonconforming meshes SUSHI: a Scheme Using Stabilization and Hybrid Interfaces*, IMA Journal of Numerical Analysis, 30(4), pp. 1009-1043, 2010.

Marc-Arthur N'GUESSAN, Laboratoire CMAP, École Polytechnique, route de Saclay, 91128 Palaiseau
marc-arthur.nguessan@polytechnique.edu

Dynamique de concentration d'une population structurée par âge et phénotype.

Samuel NORDMANN, CAMS (EHESS), Paris

Benoît PERTHAME, LJLL (UPMC), Paris

Cécile TAING, LJLL (UPMC), Paris

Mots-clés : Concentration, Dynamique adaptative, Sélection-mutation

Nous étudions un modèle décrivant la dynamique d'une population structurée par âge et phénotype sujette à une compétition entre ses individus et à de rares mutations non-locales. Notre objectif est de décrire le comportement asymptotique de cette population ; plus précisemment, de décrire la dynamique quand un paramètre de rescalling ε tend vers 0.
Sur une échelle de temps courts εt, la densité de population se concentre autour du trait le plus adapté, i.e elle converge vers une masse de Dirac. Sur une échelle de temps longs t, le centre de la masse de Dirac évolue et converge vers un état stable de la dynamique adaptative.

On commencera par présenter une modèle plus simple, en négligeant l'effet des mutations, pour nous permettre de présenter les idées principales. Puis nous considèrerons le modèle complet.
Dans notre approche, nous identifions comme limite formelle un problème aux valeurs propres, qui définit les grandeurs essentielles pour comprendre la dynamique de concentration ; la valeur propre principale est appelée "la fitness effective", et le vecteur propre associée "le profile en âge limite". La dynamique adaptative est alors décrite par une équation d'Hamilton-Jacobi (avec une croissance exponentielle en ∇u) faisant intervenir la fitness effective, et pour laquelle nous construisons une solution globale au sens des viscosités. Enfin, dans le cas sans mutations, la convergence forte est montrée par une methode dite "d'Entropie Généralisée".

Le modèle: on étudie $m_\varepsilon(t,x,y)$, fonction du temps $t \geq 0$, de l'âge $x \geq 0$ et du trait phénotypique $y \in \mathbb{R}^n$, solution de

$$\begin{cases} \varepsilon \partial_t m_\varepsilon(t,x,y) + \partial_x \left[A(x,y) m_\varepsilon(t,x,y)\right] + \left(\rho_\varepsilon(t) + d(x,y)\right) m_\varepsilon(t,x,y) = 0, \\ A(x=0,y) m_\varepsilon\left(t,x=0,y\right) = \frac{1}{\varepsilon^n} \int_{\mathbb{R}^n} \int_{\mathbb{R}_+} M(\frac{y'-y}{\varepsilon}) b(x',y') m_\varepsilon(t,x',y') dx' dy', \\ m_\varepsilon(t=0,x,y) = m_\varepsilon^0(x,y) > 0. \end{cases}$$

où $\rho_\varepsilon(t) = \iint m_\varepsilon(t,x,y) dx dy$ la densité de population totale, $A(x,y)$ la vitesse de vieillissement, $d(x,y)$ le taux de mortalité, $b(x,y)$ le taux de natalité et $M(z)$ un kernel de mutations.

Références

[1] S.Nordmann, B.Perthame, & C.Taing, *Dynamics of Concentration in a Population Model Structured by Age and a Phenotypical Trait*, Acta Appl Math (2017). https://doi.org/10.1007/s10440-017-0151-0

Samuel NORDMANN, Centre d'Analyse Mathmatique et Sociale, École des Hautes Études en Sciences Sociales, 54 Boulevard Raspail, 75006 Paris
samuel.nordmann@ehess.fr
Benoît PERTHAME, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris
benoit.perthame@ljll.math.upmc.fr
Cécile TAING, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris
taing@ljll.math.upmc.fr

Résolution de problèmes de Cauchy en mécanique non linéaire via la divergence de Bregman.

Thouraya NOURI BARANGER, Université Lyon 1

Stéphane ANDRIEUX, ONERA, Palaiseau

Mots-clés : Problémes de Cauchy, Divergence de Bregman, Mécanique non linéaire

Nous présentons une méthode exploitant les mesures de champs de déplacements sur une surface libre et accessible de la frontière d'un solide Ω, pour la résolution de certains problèmes d'identification rencontrés en mécanique. Les applications ciblées sont l'identification des conditions aux limites sur les parties inaccessibles de la frontière $\partial\Omega$, puis l'identification des caractéristiques géométriques ou des paramètres physiques impliqués tels que les zones de contact, les coefficients de frottement et les zones plastifiées.
Cette approche consiste à reformuler le problème comme un problème de Cauchy ou de complétion de données en prenant en compte le fait qu'une paire de données surabondantes (champ de déplacement mesuré et champ de contrainte nul) est disponible sur la surface libre et accessible Γ_m de $\partial\Omega$. Dans les travaux précédents [1, 2, 3, 4], nous avons proposé une méthode variationnelle pour résoudre ces problèmes d'abord pour les opérateurs linéaires (élasticité linéaire) puis pour une classe plutôt large de non-linéaires: plasticité, hyperélasticité et contact.
La méthode se décompose en deux étapes. Tout d'abord, deux problèmes auxiliaires $\mathcal{P}_i$, $i = 1, 2$ sont définis, chacun utilisant une seule des données surabondantes sur Γ_m et un champ de contrainte vectoriel $\boldsymbol{\eta}$ donné sur la partie inaccessible de la frontière du solide. Ainsi, si $\boldsymbol{\eta}$ est tel que les deux solutions de ces problèmes sont égales, alors le problème de Cauchy est résolu par la valeur commune du champ de déplacements. La deuxième étape consiste à choisir une fonction mesurant l'écart entre les solutions de $\mathcal{P}_1$ et $\mathcal{P}_2$ en tant que fonctionnelle du champ inconnu $\boldsymbol{\eta}$ et à la minimiser. Nous nous appuyons sur le concept de matériaux standards généralisés [5, 6] ou plus généralement sur le concept de divergence de Bregman qui a été récemment identifié comme un moyen général de construire un espace fonctionnel adéquat [7].

Références

[1] S. Andrieux, T.N. Baranger, *An energy error-based method for the solution of the Cauchy problem in 3D linear elasticity*, Comput. Methods Appl. Mech. Eng., 197, 902920, 2008.

[2] T. N. Baranger, S. Andrieux, T.B. T. Dang, *The incremental Cauchy Problem in elastoplasticity: General solution method and semi-analytic formulae for the pressurized hollow sphere*, C. R. Mécanique, 334, 331-343, 2015.

[3] S. Andrieux, T.N. Baranger, *Solution of nonlinear Cauchy problem for hyper-elastic solids*, Inverse Problems,31(11), 115003115022, 2015.

[4] S. Andrieux, T.N. Baranger, *On the determination of missing boundary data for solids with nonlinear material behaviors, using displacement fields measured on a part of their boundaries*, J. Mech. Phys. Solids, 97, 140155, 2016.

[5] B. Halphen, Q.S. Nguyen, *Sur les matériaux standards généralisés*, J. Mécanique, 14, 3963 1975.

[6] G. de Saxcé, Z.Q. Feng, *New inequation and functional for contact with friction: the implicit standard material approach*, Mech. Struct. and Mach. 19(3), 301-325, 1991.

[7] S. Andrieux, *Inverse problems and experiments: a fruitful symbiosis*, Aerospace Lab Journal, 12, 2016.

Thouraya NOURI BARANGER, LMC2 EA7427 - Université Lyon 1, 69622 Villeurbanne Cedex.
Thouraya.Baranger@univ-lyon1.fr
Stéphane ANDRIEUX, ONERA, Centre Palaiseau, BP 80100 91123 Palaiseau Cedex.
Stephane.Andrieux@onera.fr

On the diffusion rate of Godunov type schemes

Pascal OMNES, CEA Saclay et Université Paris 13

Dissipation rates of Godunov upwind type schemes are often studied either through Fourier analysis or through the so-called modified equation technique. However, these techniques are limited to uniform cartesian meshes. In this work, we introduce a new methodology that allows to derive explicit lower bounds for the dissipation rate of the semi-discrete Godunov type schemes applied to non uniform or to triangular meshes. We illustrate our purpose by applying the theory to the one-dimensional transport equation discretized by the upwind scheme on non-uniform meshes and to the two-dimensional wave equation discretized by the Godunov scheme on triangular meshes. On rectangular meshes, we also study a variant of the Godunov scheme which is better adapted to the low-Mach regime. Several steps are used to obtain these results. First, the discrete solutions of the schemes are decomposed as sums of two elements: the first in the kernel of the discrete transport and wave operators and the other in the orthogonal of these kernels. Then it is verified whether these orthogonal subspaces are stable by the discrete operators. Finally, discrete Poincar inequalities in the orthogonal subspaces are used to obtain the dissipation lower bounds. The best provable lower bounds are in addition shown to be solutions of an eigenvalue problem. Numerical results illustrate the theory.

Pascal OMNES, DEN-Service de thermohydraulique et de mécanique des fluides (STMF), CEA, Université Paris-Saclay, F-91191, Gif-sur-Yvette, France et Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, LAGA, CNRS (UMR 7539), 99 Avenue J.-B. Clément F-93430, Villetaneuse Cedex, France.
pascal.omnes@cea.fr

Modeling and optimization of hourglass-shaped aquaporins

Florian Omnès, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Sorbonne Université

Matthieu Bonnivard, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Sorbonne Université

Yannick Privat, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Sorbonne Université

Mots-clés : shape optimization, Stokes system, nanopores

This article is concerned with aquaporins (AQPs), that are proteins playing the role of water-selective channels also called nanopores, involved in many biological systems. From a technological point of view, it is relevant to design systems enjoying as good filtration properties. Inspired by [2], we investigate in a quite general framework shape optimization issues related to the improvement of hourglass-shaped aquaporins performances, in terms of energy dissipated by the fluid through the channel. After modeling this problem mathematically, we show that it is well-posed in some sense, and compute the so-called shape derivative of the cost functional in view of numerical simulations. Noting that our framework requires regularity properties of the free boundary, we introduce a dedicated numerical method, using in particular a proper shape gradient extension-regularization to adapt the mesh at each iteration, in an adequate way. Optimal shapes of aquaporins are then provided for relevant values of parameters, and we finally discuss the observed performances with respect to the existing results/literature.

Références

[1] Y. Privat M. Bonnivard, F. Omnès. Modeling and optimization of hourglass-shaped aquaporins https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01579886, 2018

[2] S. Gravelle, L. Joly, C. Ybert, and L. Bocquet. Large permeabilities of hourglass nanopores: From hydrodynamics to single file transport. *The Journal of chemical physics*, 141(18):18C526, 2014.

[3] S. Gravelle, L. Joly, F. Detcheverry, C. Ybert, C. Cottin-Bizonne, and L. Bocquet. Optimizing water permeability through the hourglass shape of aquaporins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(41):16367–16372, 2013.

Florian Omnès, Sorbonne Université, Université Paris-Diderot SPC, CNRS, Laboratoire Jacques-Louis Lions, LJLL, 4 Place Jussieu, F-75005 Paris
florian.omnes@upmc.fr
Matthieu Bonnivard, Universit Paris-Diderot, Sorbonne Paris-Cit, Sorbonne Universit, CNRS, Laboratoire Jacques-Louis Lions, LJLL, F-75013 Paris
bonnivard@ljll.univ-paris-diderot.fr
Yannick Privat, Sorbonne Universit, Universit Paris-Diderot SPC, CNRS, Laboratoire Jacques-Louis Lions, LJLL, F-75005 Paris
yannick.privat@upmc.fr

Conditions aux limites absorbantes pour l'étude de l'écoulement d'un fluide stratifié autour d'un corps rigide.

José ORELLANA , M2N, EPN 6, CNAM Paris

Mots-clés : Conditions aux limites absorbantes, guides d'ondes, interactions fluide-stucture, milieu stratifié, singularités.

L'objectif de ce travail est de modéliser la propagation des ondes de surfaces dans un écoulement fluide autour d'un solide. Cette simulation est notamment utile pour déterminer le mouvement des vagues au voisinage d'un bateau par exemple. Le fluide est considéré non visqueux, barotrope, compressible et l'ensemble est modélisé par un guide d'ondes bidimensionnel stratifié afin respecter localement les différentes caractérisitiques de l'écoulement. Le comportement dynamique de l'écoulement est analysé à l'aide d'une approche de type Kelvin-Neumann couplée enrichie de la capilarité et de l'inertie du fluide [1]. Le problème étant posé sur un domaine de calcul fini, il est alors indispensable de tronquer le domaine réel et d'associer à son bord artificiel des conditions aux limites adéquates compensant la partie infinie manquante [2]. Ces conditions sont alors qualifiées de non réfléchissantes ou d'absorbantes car évitant l'apparition de modes réfléchis sans réalité physique. Aux problèmes de singularités déjà rencontrés dans les cas de structures stratifiées plus classiques [3] s'ajoutent ceux liés aux écarts importants de propriétés entre les couches du fluide et la complexité des formulations à traiter. Différentes conditions absorbantes sont envisagées et comparées par simulation éléments finis pour répondre au problème.

Références

[1] Destuynder, Philippe and Fabre, Caroline, *A discussion on Neumann–Kelvin's model for progressive water waves*, Applicable Analysis, 90, 12, 1851–1876, 2011.

[2] Givoli, Dan, *Numerical methods for problems in infinite domains*, Elsevier, 2013 .

[3] Destuynder, Philippe and Fabre, Caroline, *Singularities occurring in multimaterials with transparent boundary conditions* , Quarterly of Applied Mathematics, 74, 3, 443–463, 2016.

José ORELLANA , M2N, EPN 6, CNAM, accès 35, 2 rue Cont 75003 Paris
email

Evaluation of singular integrals arising from boundary element method in electromagnetism

Soumaya OUESLATI, University of Cergy-Pontoise

Imen BALLOUMI, University of Cergy-Pontoise

Christian DAVEAU, University of Cergy-Pontoise

Abdessatar KHELIFI, University of Carthage

Abstract

Our main interest is to develop a new method to evaluate singular integrals derived from boundary integral method for the resolution of boundary problems. We consider as a model the scattering problem with Leontovich impedance boundary conditions. Indeed, an integral formulation of Maxwell equation [3], gives rise to singular integrals in the form of singular and double layer operators. The evaluation of these integrals has been the subject of a large number of works and publications. In our numerical code we deal with three different methods. The first one is a semi analytical method based on a change of variable [1]. The second one is purely numerical method in which we apply the Duffy transformation [4]. We are particularly interested in the method introduced by Lenoir and Salles in [2]. We are inspired by this work to calculate the double layer potential appearing in the variational formulation.

$$\iint_{\Gamma} [\mathbf{f}_i(x) \times \mathbf{f}_j(y)] \cdot \frac{x-y}{|x-y|^{1+\xi}} \, dx \, dy; \xi = 0 \text{ or } 2. \tag{1}$$

where f_i and f_j are basis functions. The method developed in this work allows us to evaluate analytically and with great precision, this singular integral. It order to apply a boundary element method, it was necessary to discretize the edge of the domain using plan polygons. Here we deal with plan triangles and Rao-Wilton-Glisson basis functions. To better understand this singularity problem, it should be noted that the domain of integration for these integrals, is the product of two elements of the mesh, in 3-D, the product of two triangles S and T. When the two triangles are distant, it is possible to evaluate the integral with standard numerical integration methods. But the problematic cases occurs when the intersection of the two triangles is not empty(adjacent triangles and triangles with a common vertex). These two cases require separate treatment. The presented method makes it possible to reduce a 4-D integral to a linear combination of mono-dimensional integrals whose integrand is regular. It is then possible to numerically evaluate these 1-D integrals, but also explicitly. We developed a library in Fortran 90 to implement the three methods. The exact solution is approximated with Mie series. Then, we compare numerical results with differents sphere-mesh.

Références

[1] Darrigrand E.,*Traitement des singularités dans les équations intégrales pour Mélina++*,2009.

[2] Lenoir M. and Salles N. ,*Evaluation of 3-D singular and nearly singular integrals in Galerkin BEM for thin layers*, *SIAM J. Sci. Comput*, Vol 34, No. 6, pp. A3057-A3078, 2012.

[3] Medgyiesi-Metschang, L. N., J.M. Putnam, and M. B. Gedera, *Generalized method of moments for three-dimensional penetrable scatteres*, *J. Opt. Soc. Am. A* , Vol. 11,No. 4, 1994.

[4] Sauter S. A., and Christoph S., *Boundary Element Methods*, *J. Springer Series in Computational Mathematics*, No. 54, 1983-2016.

Soumaya OUESLATI, Department of Mathematics, CNRS (UMR 8088), University of Cergy-Pontoise, 2 avenue Adolphe Chauvin, 95302 Cergy-Pontoise
soumaya.oueslati1@u-cergy.fr
Imen BALLOUMI, Department of Mathematics, CNRS (UMR 8088), University of Cergy-Pontoise, 2 avenue Adolphe Chauvin, 95302 Cergy-Pontoise
imen.balloumi@u-cergy.fr
Christian DAVEAU, Department of Mathematics, CNRS (UMR 8088), University of Cergy-Pontoise,2 avenue Adolphe Chauvin, 95302 Cergy-Pontoise
christian.daveau@u-cergy.fr
Abdessatar KHELIFI, Department of Mathematics, University of Carthage, Bizerta, Tunisia
abdessatar.khelifi@fsb.rnu.tn

Modélisation de la tomographie optique chez l'enfant prématuré

Farah Oumri, Université de Reims-Champagne-Ardenne- Reims

Stephanie LOHRENGEL, Université de Reims-Champagne-Ardenne- Reims

Stéphanie SALMON, Université de Reims-Champagne-Ardenne- Reims

Des études portant sur les effets de la prématurité en France ont démontré que la majorité des enfants concernés présentaient des déficits moteurs, cognitifs ou comportementaux significatifs. Plusieurs travaux de recherche ont été lancés pour établir des corrélations potentielles entre lésions ou variations volumétriques de structures cérébrales, et ces handicaps. Toutefois, la compréhension de la nature de ces anomalies cérébrales qui sous-tendent ces difficultés neurologiques, reste limitée notamment en l'absence d'un accès à une information fonctionnelle. Le développement de nouvelles modalités d'IRM (imagerie par résonance magnétique) fonctionnelle 3D (ASL, Arterial Spin Labeling) ou optiques (NIRS, Near InfraRed Spectroscopy), ouvre de nouvelles perspectives pour l'extraction d'information cognitive, via des mesures d'activité hémodynamique avec une haute résolution spatiale. Mes travaux de recherche portent sur la modélisation de la Tomographie Optique Diffuse (TOD) [1] dans le proche infrarouge NIRS [3] basée sur l'absorption de la lumière dans le proche infrarouge par des tissus biologiques du cerveau de nouveaux nés. Le problème de la TOD nécessite la résolution de deux problèmes :

- Le problème direct de la propagation de la lumière est résolu par une équation de diffusion où les paramètres optiques et les fonctions sources sont données, il consiste à calculer la densité de photons dans un milieu diffusant.
- Le problème inverse de la TOD est un problème non linéaire, il consiste à déterminer les propriétés optiques du milieu. Plus précisément, les coefficients d'absorption et de diffusion sont reconstruits au moyen de mesures de la densité de photons pour différentes positions d'émetteurs et capteurs et pour différentes fréquences.

Le but de ma thèse est de construire un modèle mathématique 3D de la tomographie optique diffuse et de le calibrer avec des données cliniques réelles acquises sur des enfants prématurés au GRAMFC [3] et nous comparons nos resultats avec ceux de NIRFAST [2] et TOAST++. Nous étudions la sensibilité par rapport aux paramétres optiques et nous comparons nos résultats avec d'autres logiciels. Enfin, nous diveloppons le probléme inverse pour des mesures acquises sur les nouveaux nés et les prématurés.

Références

[1] Sabrina Brigadoi and Paul Aljabar and Maria Kuklisova-Murgasova and Simon R. Arridge and Robert J. Cooper, *A 4D neonatal head model for diffuse optical imaging of preterm to term infants*,NeuroImage 100: 385 - 394, 2014.

[2] Hamid Dehghani, Matthew E Eames, Phaneendra K Yalavarthy, Scott C Davis, Subhadra Srinivasan, Colin MCarpenter, Brian WPogue, and Keith D Paulsen, *Near infrared optical tomography using nirfast :Algorithm for numerical model and image reconstruction*, International Journal for Numerical Methods Biomedical Engineering, 25(6): 711-732, 2009.

[3] Nadège Roche-Labarbe, Boubker Zaaimi, Patrick Berquin, Astrid Nehlig, Reinhard Grebe, Fabrice Wallois, *NIRS- measured oxy-and deoxyhemoglobin changes associated with EEG spike-and-wave discharges in children*, Epilepsia 49(11): 1871-1880, 2008.

Farah Oumri, Université de Reims-Champagne-Ardenne, 9 Boulevard de la Paix, 51100 Reims
farah.zeriouh@etudiant.univ-reims.fr

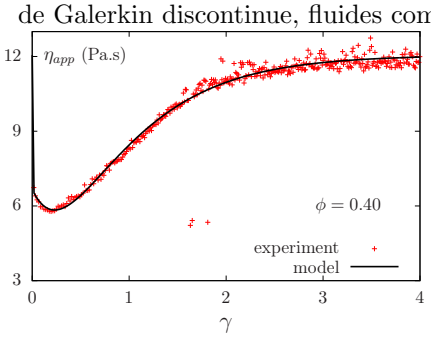
Un modèle viscoelastique pour les suspensions de particules rigides

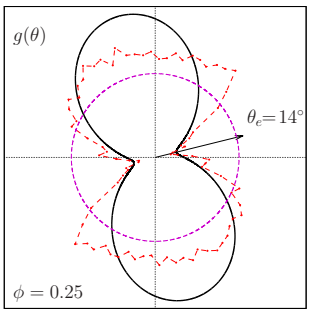
Olivier Ozenda, LJK, Grenoble

Pierre Saramito, LJK, Grenoble

Guillaume Chambon, IRSTEA Grenoble

Mots-clés : Équations aux dérivées partielles, système d'équations hyperboliques non-linéaires, méthode de Galerkin discontinue, fluides complexes





La modélisation mathématique des suspensions de particules solides présente de nombreuses applications, notamment la prévention des risques naturels, causés par des coulées de débris et ou des laves torrentielles par exemple. Certains modèles quasi-newtoniens ont donné de bons résultats en cisaillement simple et en régime stationnaire mais, la microstructure n'est modélisée que par une variable scalaire, la fraction volumique. Afin de modéliser des effets transitoires et de considérer des géométries plus complexes, nous proposons un modèle couplant les équations de Navier-Stokes incompressibles avec un tenseur de structure vérifiant une équation aux dérivées partielles hyperbolique non-linéaire, voir [1]. Ainsi, l'anisotropie de la microstructure sous cisaillement est modélisée. Sur la figure de gauche la viscosité apparente η_{app} est tracée en fonction de la déformation γ lors d'une inversion de cisaillement. Le comportement non trivial obeservé expérimentalement par [3] (en rouge) est prédit correctement par le modèle (en noir). Le modèle est aussi en mesure de donner des prédictions sur la fonction de distribution de paire en régime stationnaire. Sur la figure de droite est représentée en coordonnées polaires la probabilité $g(\theta)$ pour une particule d'avoir une particule voisine dans la direction $\theta \in [0, 2\pi]$. L'angle de déplétion correspondant au minimum de $g(\theta)$, représenté par la flèche, est bien retrouvé. Plus généralement, l'allure des observations (en rouge) est correctement prédite (en noir). A titre de comparaison, le cercle bleu représente une probabilité uniforme. Dans [2], le modèle est étendu afin de prédire des contraintes normales réalistes. Celles-ci sont calculées du fait de la présence d'une dérivée objective de type Gordon-Schowalter dans l'équation d'évolution du tenseur de structure au lieu d'être postulées comme dans les modèles quasi-newtoniens. En conclusion, nous proposons un modèle continu pour les suspensions permettant des prédictions quantitatives à l'échelle macroscopiques en régime transitoire et à l'échelle microscopique en régime stationnaire. Le bon comportement des différences de contrainte normale prédites ouvre la voie à des simulations en géométries complexes.

Références

[1] O. Ozenda, P. Saramito, G. Chambon. *A new rate-independent tensorial model for suspensions of non-colloidal rigid particles in Newtonian fluids.* in press, 2017. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01528817

[2] O. Ozenda, P. Saramito, G. Chambon. *Normal stress comparisons with a tensorial model for suspensions of non-colloidal rigid particles.* submitted, 2018.

[3] F. Blanc, F. Peters, and E. Lemaire. *J. Rheol.*, 55(4):835–854, 2011.

Olivier Ozenda, Lab. J. Kuntzmann, CNRS et univ. Grenoble-Alpes
olivier.ozenda@univ-grenoble-alpes.fr
Pierre Saramito, Lab. J. Kuntzmann, CNRS et univ. Grenoble-Alpes
pierre.saramito@imag.fr
Guillaume Chambon, IRSTEA Grenoble et univ. Grenoble-Alpes
guillaume.chambon@irstea.fr

Schéma équilibre pour les écoulements compressibles en présence de gravité à tout régime de Mach

Thomas PADIOLEAU, CEA Saclay

On s'intéresse ici à la simulation des phénomènes convectifs dans un milieu stratifié que l'on retrouve par exemple dans les intérieurs d'étoile ou encore dans les exoplanètes géantes. Ces phénomènes sont étudiés via l'approximation des équations d'Euler en présence de gravité, à savoir

$$\begin{aligned} &\partial_t \rho &&+ \nabla_{\mathbf{x}} \cdot (\rho \mathbf{u}) &&= 0 \\ &\partial_t (\rho \mathbf{u}) &&+ \nabla_{\mathbf{x}} \cdot (\rho \mathbf{u} \otimes \mathbf{u} + p(\rho, e)\mathbf{I}_3) &&= \rho \mathbf{g} \quad + \nabla \cdot \mathbb{S} \\ &\partial_t (\rho E) &&+ \nabla_{\mathbf{x}} \cdot ((\rho E + p(\rho, e))\, \mathbf{u}) &&= \rho \mathbf{g} \cdot \mathbf{u} + \nabla \cdot (\mathbb{S}\mathbf{u}) + \nabla \cdot (\kappa \nabla T) \\ &\rho E = \rho e + \frac{1}{2}\rho \|\mathbf{u}\|^2 \end{aligned} \tag{1}$$

Dans notre cas, la discrétisation de la partie hyperbolique du système (1) avec gravité occasionne plusieurs difficultés liées à la stabilité et la précision des méthodes numériques :

- l'équilibre hydrostatique doit être correctement capturé au niveau discret. Malheureusement, la prise en compte du terme source de gravité par des méthodes simples (discrétisation centrée ou pas fractionnaires) ne permet pas de capturer fidèlement le régime stationnaire qui traduit l'équilibre entre le terme de gravité et les flux à moins d'utiliser une très grande résolution spatiale inenvisageable en pratique ;
- les schémas numériques colocalisés de type Godunov peuvent perdre leur précision dans le régime bas Mach sur des maillages pour lesquels la résolution n'est pas suffisante [1]

Afin de résoudre ces différents problèmes nous présentons un solveur adapté à ces écoulements qualifié de tout régime [2]. Il s'agit un schéma de type volumes finis basé sur un splitting d'opérateur acoustique-advection, inspiré des méthodes de type Lagrange-projection. L'étape acoustique peut être traitée implicitement permettant ainsi d'évacuer la vitesse du son de la condition de stabilité. Une correction des flux permet de supprimer la dépendence de l'erreur en le nombre de Mach. Enfin, la gravité est discrétisée à partir d'un schéma équilibre (well-balanced scheme) [3, 4], permettant de retrouver au niveau discret la notion d'équilibre, à précision machine près [5]. Enfin nous présentons les résultats obtenus avec le schéma explicite pour des simulations de convection dans les cas faiblement et fortement stratifiés [6].

Références

[1] On the behavior of upwind schemes in the low Mach limit *Guillard, H. and Viozat, C.*, Comp. & Fluid, 1999

[2] An all-regime Lagrange-Projection like scheme for the gas dynamics equations on unstructured meshes *Chalons, C. and Girardin, M. and Kokh, S.*, Comm. in Comp. Phys., 2016

[3] Greenberg, J. M. and Leroux, A. Y., *A Well-Balanced Scheme for the Numerical Processing of Source Terms in Hyperbolic Equations*, SIAM J. on Num. Anal., 1996

[4] Gosse, L. *Computing qualitatively correct approximations of balance laws. Exponential-fit, well-balanced and asymptotic-preserving.* Springer, 2013

[5] Chalons, C. and Kestener, P. and Kokh, S. and Stauffert, M., *A large time-step and well-balanced Lagrange-projection type scheme for the shallow water equations*, Communications in Mathematical Sciences, 2017.

[6] Hurlburt, N. E. and Toomre, J. and Massaguer, J. M., *Two-dimensional compressible convection extending over multiple scale heights*, The Astrophysical Journal, 1984.

Thomas PADIOLEAU, Maison de la Simulation USR 3441, Digiteo Labs, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France
thomas.padioleau@cea.fr

Thin front limit of an integro-differential equation with fat-tailed kernels

Florian Patout, UMPA, ENS Lyon

We study the asymptotic behavior of solutions to a monostable integro-differential Fisher-KPP equation, that is where the standard Laplacian is replaced by a convolution term, when the dispersal kernel is fat-tailed. We focus on two different regimes. Firstly, we study the long time/long range scaling limit by introducing a relevant rescaling in space and time and prove a sharp bound on the (super-linear) spreading rate in the Hamilton-Jacobi sense by means of sub- and super- solutions. Secondly, we investigate a long time/small mutation regime for which, after identifying a relevant rescaling for the size of mutations, we derive a Hamilton-Jacobi limit.

Références

Florian Patout, Ecole Normale Suprieure de Lyon, UMR CNRS 5669 UMPA, 46 alle dItalie, F-69364 Lyon cedex 07, France.
florian.patout@ens-lyon.fr

A Robust Lagrange-Projection Splitting Scheme for Compressible Multiphase Flows with Viscous and Heat Conduction Effects: Application to the Melting Process

Simon PELUCHON, CEA-CESTA

Gérard GALLICE, CEA-CESTA

Luc MIEUSSENS, Bordeaux INP

Mots-clés : Two-phase flow, Compressible Navier-Stokes, Low Mach, Implicit method, Godunov-type schemes.

The present work takes place in the context of the atmospheric re-entry problem. This study can concern re-entry vehicles globally or partially made of metallic components, like space debris for instance. During the re-entry phase, a solid undergoes a heating due to the friction of atmospheric gases. Conversion of kinetic energy to thermal energy leads to a sudden increase of the temperature of the object. This rise drives to a physical-chemical degradation of the thermal protective system, and to a boundary recession. There are two main causes of the solid ablation during the re-entry phase: the fusion of the metallic part, which creates a liquid phase into the gas flow, and the sublimation process leading to an injection of gas into the atmosphere. In order to simulate these phenomena, a compressible multiphase flow model needs to be coupled with a heat equation inside the solid.

In the present work, our solvers are based on the Finite Volume Method to solve compressible Navier-Stokes and heat equations. A splitting strategy to compute compressible two-phase flows using the five-equation model with viscous and heat conduction effects is presented. The main idea of the splitting is to separate the acoustic and dissipative phenomena from the transport one. The acoustic and dissipative step is solved in a non-conservative form using a scheme based on an approximate Riemann solver. Since the acoustic time step induced by the fast sound velocity is very restrictive, an implicit treatment of this step is performed. For the transport step driven by the slow material waves, an explicit scheme is used. The overall scheme resulting from this splitting operator strategy is very robust, conservative, and preserves contact discontinuities.

The boundary interface condition between the solid and the multiphase flow is enforced by mass and energy balances at the wall. The melting front is tracked explicitly using an ALE formulation of the equations.

The robustness of the approach is demonstrated through numerical simulations involving large density ratios. The computation of the melting process with a two-phase flow is also presented.

Simon PELUCHON, CEA-CESTA, 15 avenue des sablières CS 60001, 33116 Le Barp Cedex, France
simon.peluchon@cea.fr
Gérard GALLICE, CEA-CESTA, 15 avenue des sablières CS 60001, 33116 Le Barp Cedex, France
gerard.gallice@cea.fr
Luc MIEUSSENS, Univ. Bordeaux, Bordeaux INP, CNRS, INRIA, IMB, UMR 5251, Talence, France
Luc.Mieussens@math.u-bordeaux.fr

Low Mach number models: some advantages for numerical simulations of weakly compressible flows

Yohan Penel*

in collaboration with S. Dellacherie, G. Faccanoni, B. Grec

May 2018

Solving weakly compressible flows raise several issues from modelling and numerical points of view. Accuracy and efficiency are related to singular terms due to the smallness of the Mach number. Then many strategies have been proposed in the literature to cure these issues. In particular, deriving new models dedicated to such low Mach number flows enable to provide more accurate results as well as reliable tools to assess purely compressible numerical codes.

The present work deals with the modelling of a heated fluid in an open bounded domain at low Mach number. The Lmnc model was presented in [3] resulting from an asymptotic expansion with respect to the Mach number applied to the Navier-Stokes equations. This simplified system incorporates a decomposition of the pressure field involving the thermodynamic pressure (in the equation of state) and the dynamic pressure (in the momentum equation). This decomposition has a major impact on numerical aspects as the equation of state is evaluated once and for all. In a series of papers [1, 2, 4–6], we applied this strategy to the simulation of flows in a nuclear core:

- In dimension 1, a finite-difference scheme based on the method of characteristics was built and assessed by means of explicit analytical solutions.
- In dimension 2, a weak formulation was derived to be implemented in FreeFem++.
- In dimension 3, an incompressible method is extended to the weakly compressible framework.

Methods and numerical results will be presented in this talk to emphasise the advantage of low Mach number models in the simulation of such flows.

References

[1] Bernard, M. and Dellacherie, S. and Faccanoni, G. and Grec, B. and Lafitte, O. and Nguyen, T.-T. and Penel, Y., *Study of low Mach nuclear core model for single-phase flow*, In ESAIM:Proc., 38:118–134, 2012.

[2] Bernard, M. and Dellacherie, S. and Faccanoni, G. and Grec, B. and Penel,Y., *Study of a low Mach nuclear core model for two-phase flows with phase transition I: stiffened gas law*, ESAIM Math. Model. Numer. Anal., 48(6):1639–1679, 2014.

[3] Dellacherie, S. *On a low Mach nuclear core model*, In ESAIM:Proc., 35:79–106, 2012.

*Team ANGE (CEREMA-Inria-UPMC-CNRS)

A low Mach correction able to deal with low Mach acoustic and free of checkerboard modes

Vincent PERRIER, Cagire team, Inria BSO & LMAP, UPPA

Jonathan JUNG, LMAP, UPPA & Cagire team, Inria BSO

It is well known that finite volume schemes are not accurate at low Mach number in the sense that they do not allow to obtain the incompressible limit when the Mach number is small on Cartesian meshes [4]. Increase the order of the method with a Discontinous Galerkin method is not sufficient to get the accuracy at low Mach number [1]. The schemes needs corrections [4, 5, 3, 2]. These corrections aim at reducing the numerical diffusion of the scheme to obtain accurate schemes for flows near the incompressible limit but could induce checkerboard modes [5, 2]. Moreover, since this diffusion is necessary to stabilize the scheme, it is also interesting to focus on the accuracy of the scheme at low Mach number with respect to the acoustic part of the solution. We will present a corrected scheme that is accurate at low Mach number for steady and unsteady flows, has the same CFL restriction as the Roe scheme for an explicit time integration and is free of checkerboard modes.

Références

[1] F. Bassi, C. De Bartolo, R. Hartmann and A. Nigro, *A discontinuous Galerkin method for inviscid low Mach number flows*, Journal of Computational Physics, Vol. 228 (11), pp. 3996-4011, 2009.

[2] S. Dellacherie, J. Jung, P. Omnes and P-A Raviart, *Construction of modified Godunov-type schemes accurate at any Mach number for the compressible Euler system*, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, Vol. 26 (13), pp. 2525-2615, 2016.

[3] S. Delmas, *Simulation numérique directe d'un jet en écoulement transverse à bas nombre de Mach en vue de l'amélioration du refroidissement par effusion des chambres de combustion aéronautiques*, PHD Thesis, University of Pays and Pays de l'Adour, 2015.

[4] H. Guillard and C. Viozat, *On the behaviour of upwind schemes in the low Mach number limit*, Computers & fluids, Vol. 28 (1), pp. 63-86, 1999.

[5] F. Rieper, *A low-Mach number fix for Roes approximate Riemann solver*, Journal of Computational Physics, Vol. 230 (13), pp. 5263-5287, 2011.

Vincent PERRIER, Cagire team, Inria Bordeaux Sud-Ouest and University of Pau and Pays de l'Adour, LMAP UMR CNRS 5142 , Avenue de l'Université, 64013 Pau, France
vincent.perrier@univ-pau.fr
Jonathan JUNG, University of Pau and Pays de l'Adour, LMAP UMR CNRS 5142 and Cagire team, Inria Bordeaux Sud-Ouest, Avenue de l'Université 64013 Pau, France, jonathan.jung@univ-pau.fr
jonathan.jung@univ-pau.fr

Transport optimal numérique pour la science de données

Gabriel Peyré, CNRS et Ecole Normale Supérieure

Le transport optimal (TO) est devenu un outil mathématique fondamental à l'interface entre le calcul des variations, les équations aux dérivées partielles et les probabilités. Il a cependant fallu beaucoup plus de temps pour que cette notion soit utilisée dans les applications numériques. Cette situation est en grande partie due au coût de calcul élevé de la résolution des problèmes d'optimisation sous-jacents. Dans cet exposé, je passerai en revue une nouvelle classe d'approches numériques pour la résolution approximative de problèmes d'optimisation basés sur du TO. Elles offrent une nouvelle perspective pour l'application du TO en imagerie (pour effectuer du transfert de couleurs ou du morphing de formes et de textures) et l'apprentissage automatique (pour la classification et l'apprentissage de modèles génératifs profonds). Plus d'informations sont disponibles sur le site de notre livre "Computational Optimal Transport" https://optimaltransport.github.io/

Gabriel Peyré, CNRS et Ecole Normale Supérieure
gabriel.peyre@ens.fr

Sur un systme hyperbolique avec un terme source discontinu

Teddy Pichard, Sorbonnes universités

Nina Aguillon, Sorbonnes universités

Bruno Desprs, Sorbonnes universités

Edwige Godlewski, Sorbonnes universités

Michael Ndjinga, CEA DEN

Mots-clés : Système hyperbolique, terme source discontinu, décentrement

Les écoulements bouillants font intervenir deux échelles de temps et d'espace, celle liée à l'écoulement et celle liée l'ébullition. Ces écoulements peuvent être représentés par un modèle homogénéisé de type Drift-flux qui prend la forme d'un système hyperbolique de la forme ([1])

$$\partial_t U + \partial_x F(U) = S(U), \tag{1}$$

où l'inconnue $U = (\alpha\rho_v, \rho, \rho u, \rho e)$ est composée de la densité de vapeur $\alpha\rho_v$ et de la densité, quantité de mouvement et d'énergie $(\rho, \rho u, \rho e)$ du fluide homogénéisé (liquide et vapeur ensemble). L'ébullition est modélisée à travers le terme source

$$S(U) = \begin{cases} S_n & \text{si} \quad h(U) \leq h^{eb}, \\ S^{eb} & \text{si} \quad h(U) > h^{eb} \end{cases} \tag{2}$$

qui prend deux valeurs distinctes si l'enthalpie h du système est en dessous (simple chauffage du fluide) ou au-dessus (chauffage + création de vapeur) d'un seuil h^{eb}. Le terme source S est donc une fonction discontinue de l'inconnue U. Les approches naïves pour discrétiser (1) produisent généralement des artéfacts numériques (oscillations, pression négative ou vitesses d'ondes non-physique). Afin d'étudier l'influence de la discontinuité du terme source, nous nous ramenons à un système plus simple de deux équations scalaires avec des flux linéaires

$$\partial_t u - \partial_x u = \begin{cases} a & \text{si} \quad u + v \leq 0, \\ b & \text{si} \quad u + v > 0, \end{cases} \tag{3}$$

$$\partial_t v + \partial_x v = \begin{cases} c & \text{si} \quad u + v \leq 0, \\ d & \text{si} \quad u + v > 0. \end{cases} \tag{4}$$

Dans un premier temps, nous étudions l'existence de solution à ce système muni d'une condition initiale C^1 ou discontinue (problème de Riemann). Puis nous proposons une méthode numérique pour approcher cette solution qui ne présente pas d'artéfacts. En particulier, nous proposons les schémas équilibres basés sur le décentrement des sources ([2, 3]).

Références

[1] M. Ishii and T. Hibiki, *Thermo-fluid dynamics of two-phase flows*, Springer, 2011.

[2] A. Bermudez and M. E. Vazquez, *Upwind methods for hyperbolic conservation laws with source terms*, Comput. & Fluids, 23(8) :10491071, 1994.

[3] R. J. Leveque and H. C. Yee, *A study on numerical methods for hyperbolic conservation laws with stiff source term*, Technical report, NASA, 1988.

Teddy Pichard, LJLL, Sorbonnes universités, 4 place jussieu, 75004, Paris
pichard@ann.jussieu.fr

Traitement des incertitudes et validation des codes de calcul : principaux enjeux EDF et applications

Anne-Laure POPELIN, EDF Lab Chatou

Bertrand IOOSS, EDF Lab Chatou

Les méthodes probabilistes et statistiques sont devenues incontournables pour l'utilisation et la maîtrise des codes de simulation numérique dans l'industrie, que ce soit pour réaliser des études exploratoires de R&D, des analyses de sûreté ou pour concevoir des systèmes répondant des critères de performances élevées. Cet exposé a pour objectif de présenter un bilan des développements réalisés EDF R&D ces dernières années et les enjeux actuels. En particulier, les terreaux favorables créés grâçe la constitution d'une communauté scientifique française (par ex. celle du GdR MASCOT-NUM) et aux montages de consortiums d'industriels (par ex. celui portant sur le développement du logiciel OpenTURNS) seront soulignés. Quelques applications industrielles seront explicitées, en particulier celles réalisées suite des travaux de R&D ambitieux portant sur les techniques de métamodèles et d'analyse de sensibilité.

Anne-Laure POPELIN, 6, quai Watier - 78400 Chatou
anne-laure.popelin@edf.fr
Bertrand IOOSS, 6, quai Watier - 78400 Chatou
bertrand.iooss@edf.fr

Contrôle échantillonné de systèmes hyperboliques linéaires

Christophe Prieur, Gipsa-lab, CNRS, Grenoble INP

Dans cet exposé nous étudierons le contrôle d'un système d'EDP hyperbolique linéaire par un contrôle frontière échantillonné. Nous étudierons le cas où le contrôle ne dépend que de la trace au bord de la solution (on parle alors de contrôle par retour de sortie). En présence d'un contrôle frontière par retour de sortie, deux types d'échantillonnage peuvent avoir lieu: 1) un échantillonnage en temps (lorsque le contrôle est constant par morceaux) ou 2) un échantillonnage en espace (lorsque le contrôle dépend d'une quantification de la sortie). Nous étudierons l'impact de ces échantillonnages sur la stabilité asymptotique du système en boucle fermée, via des fonctions de Lyapunov appropriées. Les différents types de convergence seront illustrés par des simulations numériques.

Christophe Prieur, Gipsa-lab, CNRS, Grenoble INP
Christophe.Prieur@gipsa-lab.fr

A kinetic approach to the bi-temperature Euler model

Corentin PRIGENT, Université de Bordeaux

The aim of this work is the study of out-of-equilibirum plasma physics. It is a multiscale problem involving both very small lengths (Debye length) and high-frequency oscillations (electronic plasma frequency). Transport of charged particles (electrons and ions) in context of Inertial Confinement Fusion (ICF) can be modelled by the bi-temperature Euler equations, which are a non-conservative hyperbolic system. It contains so-called non-conservatives terms, which cannot be put in divergential form. Such terms are not well-defined, and, in the situation of shocks, computing exact or approximated solutions is a challenging issue.

The bi-temperature Euler model can be recovered using a Chapman-Enskog expansion from an underlying kinetic approach of this system, the Vlasov-BGK-Ampère system, which is conservative. We are interested in the numerical resolution of this kinetic model, in a macroscopic setting. Hence, a scaling is performed on this model in order to exhibit the behaviour of the system in large scale configurations. The major issue of such a system is that the Maxwell equations are describing small scale electromagnetics. At the macroscopic level, these equations degenerate into algebraic relations, preventing their use for computation purposes. Hence, we derive an Asymptotic-Preserving numerical method, which is able to solve the system even when these small scales (Debye length, electronic plasma frequency) are not resolved, i.e $\Delta t, \Delta x \gg \varepsilon$, with $\varepsilon \to 0$ [2].

Numerical test cases are studied. Several well-known Riemann problems are solved with our method and then compared with methods for the macroscopic bi-temperature Euler model, derived in [1].

Références

[1] Aregba-Driollet, D. and Breil, J. and Brull, S. and Dubroca, B. and Estibals, E., *Modelling and Numerical Approximation for the Nonconservative Bitemperature Euler Model*, ESAIM: M2AN, 2015.

[2] Jin, Shi, *Efficient asymptotic-preserving (AP) schemes for some multiscale kinetic equations*, SIAM J. Sci. Comput., 1999.

Corentin PRIGENT, IMB, Université de Bordeaux, 351 cours de la Libération, 33400 Talence
corentin.prigent@math.u-bordeaux.fr

Lâchers de moustiques pour le contrôle d'une épidémie

Yannick PRIVAT, CNRS, LJLL (Univ. Paris 6)

Luis ALMEIDA, CNRS, LJLL (Univ. Paris 6)

Martin STRUGAREK, AgroParisTech & LJLL (Univ. Paris 6)

Nicolas VAUCHELET, LAGA (Univ. Paris 13)

Nous introduisons un système d'équations différentielles motivé par l'étude de la transinfection de moustiques du genre Aedes par la bactérie Wolbachia. Cette technique est utilisée depuis peu dans le cadre de la lutte contre certaines maladies virales à vecteurs (dengue, chikungunya, zika, ...). Elle consiste à relâcher dans la nature des moustiques infectés par une bactérie qui interfère d'une part avec la reproduction du moustique et d'autre part avec la réplication des virus. Cette dernière propriété peut faire perdre à certains moustiques leur capacité à transmettre des virus dangereux pour l'homme. En raison de la nouveauté des protocoles, de nombreuses questions sont actuellement ouvertes, portant à la fois sur les facteurs favorisant le succès de la méthode et sur les modalités de lâcher. Dans cet exposé nous posons et étudions un problème de contrôle optimal non-linéaire sur un modèle de dynamique de population visant à répondre à la question suivante :

comment effectuer les lâchers au cours du temps, sous contrainte de ressource, pour parvenir aussi près que possible de l'objectif de remplacement de population ?

L'étude fait apparatre des propriétés qualitatives intéressantes ainsi que la réduction rigoureuse du problème, dans un certain régime de paramètres, à celui d'un contrôle optimal pour une équation scalaire décrivant l'évolution de la proportion de moustiques infectés.

Références

[1] G. Nadin, M. Strugarek, N. Vauchelet, *Hindrances to bistable front propagation: application to Wolbachia invasion*, J Math Biol. 2017.

[2] L. Almeida, Y. Privat, M. Strugarek, N. Vauchelet, *Optimization of the releases for population replacement strategies, application to Wolbachia*, en préparation.

Yannick PRIVAT, CNRS, LJLL, Université Pierre et Marie Curie (Univ. Paris 6), UMR 7598, Laboratoire Jacques-Louis Lions, F-75005, Paris, France
yannick.privat@upmc.fr

Échantillonnage préférentiel adaptatif multiple

Pierre PUDLO, Aix-Marseille Université, I2M

Jean-Michel MARIN, Université de Montpellier, IMAG

Mohammed SEDKI, Université de Paris-Sud, Inserm

Mots-clés : Monte Carlo, algorithmes adaptatifs, échantillonage préférentiel, génétique des populations

On peut voir les méthodes de Monte Carlo comme une méthode d'approximation d'une distribution, dite loi cible ou cible, par une loi discrète en échantillonnant aléatoirement l'espace à parcourir. L'échantillonnage préférentiel est une méthode qui utilise une distribution auxiliaire pour faire des propositions qui sont ensuite pondérées par le rapport des densités de la loi cible et de la loi de proposition pour corriger l'écart entre ces lois et entre sans biais. Pour être efficace, l'échantillonnage préférentiel requière un ajustement assez fin de la distribution de proposition, ce d'autant plus que la dimension de l'espace à parcours est grande. La calibration de la loi de proposition requière des informations sur la distribution cible dont on ne dispose pas en règle générale. La loi de proposition est donc réglée avec des algorithmes itératifs, qui permettent d'apprendre l'information manquante pour la calibration en améliorant progressivement une approximation courante de la loi cible.
Parmis les propositions de la littérature, nous nous intéressons à l'algorithme d'échantillonnage adaptatif préferentiel multiple, *adaptive multiple importance sampling*, ou AMIS [1]. Cette méthode a produit une amélioration significative en stabilité en proposant une technique de recyclage efficace des différentes approximations construites au cours des itérations. Dans cet exposé, nous donnerons une idée des résultats asymptotiques que nous avons obtenu [3]. Contrairement à Douc et al. [2], nos résultats sont démontrés dans un régime asymptotique où le nombre d'itérations tend vers l'infini, mais où le nombre de tirages par itérations est une suite de nombres entiers croissante, mais fixée. Nous montrerons également le comportement numérique de l'algorithme sur des exemples de statistique bayésienne où la loi cible est la loi *a posteriori*. Nous pensons en particulier aux cas issus de la génétique des populations, où la densité de la loi cible est difficile à calculer, et où, donc, la stratégie de recyclage fait grandement gagner en efficacité.

Références

[1] J-M. Cornuet, J-M. Marin, Antonietta Mira, and C. P. Robert. Adaptive Multiple Importance Sampling. *Scandinavian Journal of Statistics*, 39:798–812, 2012.

[2] R. Douc, A. Guillin, J. M. Marin, and C. P Robert. Convergences of adaptive mixtures of importance sampling schemes. *The Annals of Statistics*, 35(1):420–448, 2007.

[3] J. M. Marin, P. Pudlo and M. Sedki. Consistency of Adaptive Importance Sampling and Recycling Schemes. To appear in *Bernoulli*.

Pierre PUDLO, Aix Marseille Université, CNRS, Centrale Marseille, I2M UMR 7373, 13453, Marseille CEDEX 13.
pierre.pudlo@univ-amu.fr
Jean-Michel MARIN, Université de Montpellier, Institut Montpelliérain Alexander Grothendieck IMAG, Place E. Bataillon, 34095 Montpellier CEDEX
jean-michel.marin@umontpellier.fr
Mohammed SEDKI, Université Paris-Sud, U1181, Hôpital Paul Brousse, Bât. Inserm 15/16, 16 Avenue Paul Vaillant-Couturier 94807 Villejuif CEDEX
mohammed.sedki@u-psud.fr

Variation et amélioration numérique 3D modélisant des problèmes d'écoulement dans des milieux naturels ou artificiels

QUEMAR Pierrick, EDF R&D, Université Paris 13

Mots-clés : équation de Navier–Stokes à surface libre, éléments finis, Telemac-3D, analyse numérique

Nous nous intéressons à la modélisation d'écoulements environnementaux avec les équations de Navier-Stokes incompressible à surface libre définies dans un domaine mobile Ω :

$$\begin{aligned} \rho\partial_t\mathbf{u} + \rho(\mathbf{u}\cdot\nabla)\mathbf{u} - \mu\Delta\mathbf{u} + \nabla p = F \quad & \forall (x,y,z) \in \Omega,\ t \in [0,T], \\ \nabla \cdot u = 0 \quad & \forall (x,y,z) \in \Omega,\ t \in [0,T]. \end{aligned}$$

où $\mathbf{u}$ représente le vecteur vitesse du fluide, p la pression totale, μ la viscosité dynamique, ρ la densité et F les termes sources. L'équation de surface libre associée sur l'inconnue η est :

$$\partial_t\eta + \mathbf{u}\cdot\mathbf{n}_s = 0 \quad \forall (x,y) \text{ on } \Gamma_s,$$

avec $\mathbf{n}_s$ le vecteur normal à la surface libre.

L'étude de ces types d'écoulements présentant un intêrét majeur pour l'industrie, EDF R&D a développé un code d'hydrodynamique en 3 dimensions structuré sur la verticale : Telemac-3d [1]. Celui-ci s'appuie sur la résolution des équations de Navier–Stokes non hydrostatique à surface libre par la méthode de discrétisation spatiale des éléments finis (P1 sur la vitesse / P1 sur la pression). Il est à noter que la pression est considérée comme étant la somme d'un terme de pression hydrostatique et non hydrostatique. Par ailleurs, la méthode de Chorin–Temam [2] [3] est appliquée à ces équations. Ainsi, dans un premier temps, un champ de vitesse temporaire et la surface libre sont calculés à l'aide d'une discrétisation temporelle de type θ-schéma. Ensuite, une équation de Poisson est résolue sur le terme de pression non hydrostatique suivie du calcul du champ de vitesse final à divergence nulle.
Ainsi, nous proposons une analyse du code Telemac-3d et de l'ensemble des options de résolutions numériques disponibles, ainsi que de ces limitations. De plus, nous discutons des choix numériques pour la résolution des équations de Navier–Stokes à surface libre tels que le choix des bases éléments finis, des méthodes d'approximation, de la décomposition en pas fractionnaire et de et leurs influence.

Références

[1] Hervouet J.-M., *Hydrodynamics of free surface flows, modelling with the finite element method*, Wiley & sons, 2007.

[2] Chorin, *Numerical solution of the Navier–Stokes equations*, Mathematics of computation,1968.

[3] Temam, *Navier–Stokes equations*, North Holland, 1977.

QUEMAR Pierrick, EDF R&D, 6 Quai Watier, 78400 Chatou
quemar@math.univ-paris13.fr

Numerical modelling of elliptic problems on octree-based meshes

Alice RAELI, IMAG Institut Montpellirain Alexander Grothendiec,

We consider problems governed by a linear elliptic equation with varying coefficients across internal interfaces. The gradient of the solution can undergo significant variations through these internal boundaries. We present a compact finite-difference scheme on a tree-based adaptive grid that can be efficiently solved using a natively parallel data structure.Numerical illustrations are presented in two and three-dimensional configurations [1]. Future perspectives will include the use of Hybrid High-Order methods to increase the approximation order [2].

Références

[1] Raeli Alice and Bergmann Michel and Iollo Angelo, *A finite-difference method for the variable coefficient Poisson equation on hierarchical Cartesian meshes*, Journal of Computational Physics, 2018.

[2] Daniele A. Di Pietro and Alexandre Ern, *Hybrid high-order methods for variable-diffusion problems on general meshes*, Comptes Rendus Mathematique, 2015.

Alice RAELI, IMAG Institut Montpellirain Alexander Grothendiec, 499-554 Rue du Truel, 34090 Montpellier Office 126
alice.raeli@umontpellier.fr

Optimisation topologique des liaisons dans les systèmes mécaniques

Lalaina RAKOTONDRAINIBE, Technocentre RENAULT - CMAP

Grégoire ALLAIRE, CMAP

Patrick ORVAL, Technocentre RENAULT

Traditionnellement, l'optimisation topologique permet l'allégement d'une pièce sans faire varier ses points de fixation. Seules les frontières avec des conditions aux limites de Neumann sont modifiées. Les interfaces de liaisons sont quant à elles modélisées par des conditions aux limites de Dirichlet. Leur définition est jusqu'à présent issue de l'expérience des bureaux d'études ou est réservée aux experts. Or celle-ci est primordiale dans le dimensionnement d'un système mécanique. On suppose ici que le nombre et le type des liaisons sont donnés. On se propose alors une nouvelle approche de l'optimisation topologique en s'autorisant à optimiser simultanément la structure d'une pièce et la position de ses liaisons. En d'autres termes, on fait varier simultanément les frontières avec des conditions de Neumann et les frontières avec des conditions de Dirichlet.

L'optimisation topologique de la pièce est réalisée avec la méthode level-set [1]. Les liaisons (par exemple des vis) sont également représentées par des fonctions level-set. La technologie de la vis est idéalisée, le but étant d'obtenir une représentation fonctionnelle des liaisons. De la matière est conservée autour de la liaison afin d'assurer la représentativité physique. Les extrémités de la vis sont alors représentées par deux boules rigides sur lesquelles on applique des conditions non locales.

Dans un premier temps, les liaisons sont modélisées par des encastrements. Un exemple notable concerne l'optimisation couplée de la structure et de la position des liaisons du support accessoires d'un modèle simplifié de la face accessoires du moteur 1,5L Diesel. On veut minimiser le volume du support accessoires tout en trouvant la position optimale de ses fixations. On rajoute des contraintes sur la compliance de l'assemblage. L'optimisation est réalisée sous un chargement statique.

Le couplage de l'optimisation de structure et de liaisons permet un gain en masse supplémentaire par rapport à l'optimisation de structure seule. Dans l'industrie automobile, la diminution de la masse des pièces entraîne une réduction de la consommation de carburant *ie.* une diminution des émissions de CO2. Par ailleurs, l'allégement des structures permet des économies de matières premières.

Références

[1] G. Allaire, F. Jouve, A.-M. Toader, *Structural optimization using sensitivity analysis and a level-set method*, J. Comp. Phys. Vol 194/1, pp.363-393, 2004.

Lalaina RAKOTONDRAINIBE, Technocentre RENAULT, 1 Avenue du Golf, 78 084 Guyancourt Cedex
CMAP Ecole Polytechnique, Route de Saclay, 91 128 Palaiseau Cedex
lalaina.rakotondrainibe@renault.com
Grégoire ALLAIRE, CMAP Ecole Polytechnique, Route de Saclay, 91 128 Palaiseau Cedex
allaire@cmap.polytechnique.fr
Patrick ORVAL, Technocentre RENAULT, 1 Avenue du Golf, 78 084 Guyancourt Cedex
patrick.orval@renault.com

Modélisation et simulation de matériaux changement de phase

Aina Rakotondrandisa, LMRS, Rouen

Ionut Danaila, LMRS, Rouen

Nous présentons un nouveau système numérique pour la simulation de matériaux changement de phase (MCP), en prenant en compte la convection naturelle dans la partie liquide, ainsi que la présence d'une zone de mélange entre les deux phases.
Nous utilisons une approche mono-domaine basée sur un modèle d'enthalpie combiné avec le modèle de Carman-Kozeny qui permet d'annuler la vitesse dans la partie solide. La discrétisation spatiale est basée sur les éléments finis de Taylor-Hood ; la discrétisation temporelle utilise un schéma implicite d'ordre deux (GEAR). La particularité du code est d'utiliser un maillage adaptatif permettant de suivre efficacement l'interface solide-liquide. Le code est d'abord validé par rapport aux résultats existants ([1],[2], [3],[4]) en simulant la fusion d'un MCP carré. Son efficacité est ensuite prouvée en simulant un cycle complet de fonctionnement (fusion suivie par solidification).

Références

[1] A. Rakotondrandisa, I. Danaila, S. Le Masson, L. Danaila, *Numerical study of a melting-solidification cycle of a phase-change material*, IHTC16, 2018.

[2] Kheirabadi, A. C. Groulx, D., *The Effect of the Mushy-Zone Constant on Simulated Phase Change Heat Transfer*, 2015.

[3] I. Danaila, R. Moglan, F. Hecht, S. Le Masson, *A Newton method with adaptive finite elements for solving phase-change problems with natural convection*, J. Comp. Physics, 274 (2014) 826-840.

[4] M. Okada, *Analysis of heat transfer during melting from a vertical wall*, Int. J. of Heat and Mass Transf., 27 (1984) 1986-2000.

Aina Rakotondrandisa, Avenue de l'Université, 76801 Saint-Etienne-du-Rouvray, France
aina.rakotondrandisa@etu.univ-rouen.fr

Global BV Solution for a Non-Local Coupled System Modeling the Dynamics of Dislocation Densities

RIZIK Vivian[1,2], EL HAJJ Ahmad[1], and IBRAHIM Hassan[2]

[1]LMAC, Université de Technologie de Compiègne, France
[2]EDST, Université Libanaise, Hadat, Liban

Abstract

In this work, we study a non-local coupled system arising in modeling the dynamics of dislocation densities in crystals. For this system, the global existence and uniqueness are available only for continuous viscosity solutions. We investigate the global time existence of this system by considering BV initial data. Based on a fundamental uniform BV estimate and the finite speed of propagation property of this system, we show, in a particular setting, the global existence of discontinuous viscosity solutions of this problem.

Keywords: Hamilton-Jacobi system, non-local Eikonal system, non-local transport system, BV estimate, discontinuous viscosity solution, dislocation dynamics.

Utilisation de conditions aux limites transparentes pour le couplage de modèles en océanographie côtière

Antoine ROUSSEAU, Inria & IMAG, team LEMON

Après une introduction motivant le couplage de modèles en zone côtière (notamment pour des raisons de variété des processus physiques décrits), nous montrerons pourquoi ces couplages sont délicats, notamment dans le cadre de modèles non-linéaires et possédant des propriétés mathématiques différentes.
Nous dresserons ensuite une liste (non exhaustive) des possibilités qui s'offrent aux modélisateurs et qui s'appuient notamment sur la recherche de conditions aux limites transparentes (ou absorbantes), en indiquant quels sont les avantages et les inconvénients, aussi bien d'un point de vue théorique qu'opérationnel.
L'exposé sera illustré par des travaux récents [1, 2, 3] et en cours.

Références

[1] Eric Blayo, Antoine Rousseau, Manel Tayachi Pigeonnat, *Boundary conditions and Schwarz waveform relaxation method for linear viscous Shallow Water equations in hydrodynamics*, SMAI Journal of Computational Mathematics, 3, pp.117-137, 2017.

[2] Mehdi Pierre Daou, Olivier Bertrand, Eric Blayo, Antoine Rousseau, *Titre*, Simhydro Conference, 2017.

[3] Eric Blayo, David Cherel, Antoine Rousseau, *Towards optimized Schwarz methods for the Navier-Stokes equations*, Journal of Scientific Computing, 66 (1), pp.275295, 2016.

Antoine ROUSSEAU, Inria & IMAG, team LEMON, Bt 5, 860 route de St-Priest, 34095 Montpellier
antoine.rousseau@inria.fr

Spectral method for hypocoercive operators

Julien Roussel, École des Ponts & Inria Paris

Gabriel Stoltz, École des Ponts & Inria Paris

We consider the numerical approximation of the solution of a Poisson problem:

$$-\mathcal{L}\Phi = \psi, \tag{1}$$

for a hypocoercive operator $\mathcal{L}$. The well-posedness of the Poisson equation can be proven using dedicated techniques under certain structural assumptions on the symmetric and anti-symmetric parts of $\mathcal{L}$ [3].
We prove the consistency of Galerkin method for such problems by proving the exponential decay of the semigroup associated with the Galerkin discretization of the operator $\mathcal{L}$. Given a discretization basis, some work is indeed needed to prove that the rigidity matrix is invertible and to provide an equivalent of Céa's lemma. We also show uniform bounds on the inverse of the rigidity matrix and deduce error estimates. We show in particular that the consistency error decays faster than any polynomial for smooth data ψ. It can be convenient to use a non-conformal basis, in which case a saddle-point formulation is used. Our results are extended to this setting.
In a second part we use Monte Carlo methods to compute the expectation of the observable Φ. We show how an approximation of the solution Φ of (1) is used to reduce the variance of the estimator and thus fastens the computation.

Références

[1] J. Roussel and G. Stoltz. A perturbative approach to control variates. *arXiv:1712.08022*, 2017.

[2] J. Roussel and G. Stoltz. Spectral methods for Langevin dynamics and associated error estimates. *(to appear in M2AN) arXiv:1702.04718*, 2017.

[3] J. Dolbeault, C. Mouhot, and C. Schmeiser. Hypocoercivity for linear kinetic equations conserving mass. *Trans. AMS*, 367:3807–3828, 2015.

Julien Roussel, CERMICS, École des Ponts & project-team MATHERIALS, Inria Paris
julien.roussel@enpc.fr
Gabriel Stoltz, CERMICS, École des Ponts & project-team MATHERIALS, Inria Paris
gabriel.stoltz@enpc.fr

FreeVol++ 2D, solve finite volume method with FreeFem++

Georges SADAKA, LAMFA - UPJV

Frédéric HECHT, LJLL - UPMC

Pierre JOLIVET, ENSEEIHT

Mots-clés : FreeFem++, FreeVol++, finite volume, finite element, Shallow Water, adaptmesh, mpi.

FreeVol++ is a code to solve numerically finite volume method on an unstructured grid using FreeFem++ [1] software. We will describe in this talk, the way to build several fluxes used in the finite volume method and apply this technique first on the advection 2D equation then on the Shallow Water 2D system :

$$\partial_t \mathbf{U} + \mathbf{div}([F(\mathbf{U}), G(\mathbf{U})]) = S(\mathbf{U}), \tag{1}$$

where

$$\mathbf{U} = \begin{pmatrix} H \\ Hu \\ Hv \end{pmatrix}, F(\mathbf{U}) = \begin{pmatrix} Hu \\ Hu^2 + \frac{g}{2}H^2 \\ Huv \end{pmatrix}, G(\mathbf{U}) = \begin{pmatrix} Hv \\ Huv \\ Hv^2 + \frac{g}{2}H^2 \end{pmatrix}, S(\mathbf{U}) = \begin{pmatrix} 0 \\ -gH\partial_x z_b \\ -gH\partial_y z_b \end{pmatrix}. \tag{2}$$

Here u and v are the scalar components in the horizontal x, y directions of the depth-averaged velocity, $z_b(x, y)$ is the bathymetry function, η is the local water depth, $H = \eta - z_b$ is the total water depth and $g > 0$ denotes the gravity constant.
We also will detail a new mesh adaptation technique defined in [2] with its parallel version.

Références

[1] Frédéric Hecht, Olivier Pironneau, Antoine Le Hyaric and Kohji Ohtsuka. Freefem++ Manual, 2012.

[2] Georges Sadaka. Generation and propagation of a *Tsunami* wave, to appear 2018.

Georges SADAKA, 33 Rue St Leu, Amiens
georges.sadaka@u-picardie.fr
Frédéric HECHT, 4 place du Jussieu, Campus Jussieu, Paris
pierre.jolivet@enseeiht.fr
Pierre JOLIVET, 2 rue Charles Camichel, Toulouse
frederic.hecht@upmc.fr

Unconditionally stable operator splitting method for a multiscale application in ophthalmology

Giovanna GUIDOBONI, University of Missouri

Christophe PRUD'HOMME, Université de Strasbourg

Lorenzo SALA, Université de Strasbourg

Marcela SZOPOS, Université de Strasbourg

Mots-clés : partial and ordinary differential equations, multiscale model, operator splitting, hemodynamics, ocular blood flow, porous media, Darcy equation

We are developing a Mathematical Virtual Simulator (MVS)[1] that combines multiscale mathematical modeling, advanced numerical techniques and efficient computational tools motivated by biomedical applications in the context of ophthalmology. The design of MVS is constituted by a three-dimensional poro-elastic system, representing the biomechanics and hemodynamics of the ocular posterior tissues, and a lumped-parameter circuit that describes the blood circulation in the retina and the blood flow in the central retinal vessels. Driven by the physics of the problem, which requires a blood systemic view, we do not impose artificial boundary condition for the hemodynamics; rather, we couple the description of the flow by means of a system of partial differential equations with a system of Ordinary Differential Equations (ODEs).

We have elaborated a novel splitting approach to numerically solve the multiscale problem in an efficient, accurate and affordable manner, which involves the coupling between Darcy equations and ODE systems. The algorithm is inspired by the work of Carichino et al.[2] and Glowinski[3] and it is based on a semi-discretization in time based on operator splitting in order to guarantee the physical energy balance at the discrete level. As a result, unconditional stability with respect to the time step choice is ensured by the implicit treatment of interface conditions within the Darcy sub-steps, whereas the coupling between the 3d and 0d sub-steps is enforced via appropriate initial conditions for each sub-step. Notably, unconditional stability is attained without the need of sub-iterating between Darcy and ODE sub-steps. In our case, the Darcy problem is solved using HDG (Hybridizable Discontinuous Galerkin) method to achieve high accuracy on fluxes, which have a fundamental role from a biological viewpoint.

In conclusion, we have formulated and implemented a numerical algorithm combining HDG discretization with an unconditionally stable operator splitting method for multiscale problems in order to simulate the physiological behavior of blood flow in the ocular posterior segment. More generally, the algorithm might be utilized for other problems arising in engineering and life sciences, where a robust and efficient coupling between a 3d poro-elastic model and a 0d fluid flow circuit described by a system of ODEs is required.

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under grant agreement No 731063 and from the CNRS under the grant PICS (International Programs for Scientific Cooperation).

Références

[1] L. Sala, C. Prud'homme, G. Guidoboni, M. Szopos., *Towards a full model for ocular biomechanics, fluid dynamics and hemodynamics.*. J. for Modeling in Ophthalmology, to appear.

[2] L. Carichino, G. Guidoboni, M. Szopos., *Energy-based operator splitting approach for the time discretization of coupled systems of partial and ordinary differential equations for fluid flows: the Stokes case.* J. of Comput. Physics, to appear.

[3] R. Glowinski, *Finite Element methods for incompressible viscous flow*. In Handbook of Numerical Analysis, Vol. IX, North-Holland, Amsterdam, 2003, pp. 3-1176.

Giovanna GUIDOBONI, Department of Electrical Engineering and Computer Science, College of Engineering, University of Missouri, Columbia, MO, United States
guidobonig@missouri.edu
Christophe PRUD'HOMME, IRMA, UMR 7501, Université de Strasbourg, Strasbourg 67000, France
christophe.prudhomme@cemosis.fr
Lorenzo SALA, IRMA, UMR 7501, Université de Strasbourg, Strasbourg 67000, France
sala@unistra.fr
Marcela SZOPOS, IRMA, UMR 7501, Université de Strasbourg, Strasbourg 67000, France
szopos@math.unistra.fr

Du numérique pour étudier le cerveau

Stéphanie SALMON, Laboratoire de Mathématiques de Reims-FRE CNRS 2011

L'intérêt des simulations numériques pour le vivant n'est plus à démontrer. Elles donnent accès à des informations impossibles à obtenir *in vivo* ou de manière non invasive chez l'homme. Dans cet exposé, nous présentons des modèles et simulations numériques développés lors de projets récents visant à étudier différents aspects du fonctionnement du cerveau.

En premier lieu, nous simulons les écoulements sanguins dans les réseaux artériels et veineux cérébraux, à une échelle macroscopique. Ces réseaux réalistes sont reconstruits à partir d'images angiographiques, en l'occurrence, des données d'IRM de flux. Nous proposons, à ces fins, des méthodes variationnelles spécifiquement adaptées au traitement d'images angiographiques et à la reconstruction des structures tubulaires [1]. Des maillages adéquats pour la simulation sont ensuite construits à partir de la segmentation des vaisseaux sanguins. Les équations de Navier-Stokes sont alors résolues par des méthodes d'éléments finis à l'aide du logiciel FreeFem++[1] [1]. Puis, nous abordons la question majeure et complexe de la validation de ces simulations numériques. Nous présentons différentes approches permettant de valider ces simulations d'écoulements sanguins en géométries réalistes, en particulier la simulation d'images angiographiques qui permet de retrouver, à des fins comparatives, le réseau initialement imagé [2].
Enfin, nous nous intéressons à une modélisation numérique du système cérébro-spinal. Plus particulièrement, nous considérons la pression intra-crânienne, qui constitue un paramètre vital assurant le bon fonctionnement de notre cerveau. Il n'existe, à ce jour, aucun moyen non invasif de mesurer cette pression intra-crânienne. Nous cherchons donc à obtenir des informations à l'aide de mesures de flux et d'un modèle numérique des écoulements de liquide cérébro-spinal et de son interaction avec les écoulements sanguins [3].
Tous ces travaux sont menés conjointement par des équipes inter-disciplinaires : mathématiques, informatique, bio-physique et médecine [4].

Références

[1] O. Miraucourt, S. Salmon, M. Szopos et M. Thiriet, *Blood flow in the cerebral venous system: modeling and simulation*, Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, Vol 20 (5), (2017)

[2] A. Fortin, S. Salmon, J. Baruthio, M. Delbany, E. Durand, *Flow MRI simulation in complex 3D geometries: Application to the cerebral venous network*, Magnetic Resonance in Medicine, DOI:10.1002/mrm.27114, (2018).

[3] S. Garnotel, S. Salmon et O. Balédent, *Numerical Modeling of the Intracranial Pressure using Windkessel Models*, MathS In Action, 8 no. 1, (2017).

[4] N. Passat, S. Salmon, J.-P. Armspach, B. Naegel, C. Prud'homme, H. Talbot, A. Fortin, S. Garnotel, O. Merveille, O. Miraucourt, R. Tarabay, V. Chabannes, A. Dufour, A. Jezierska, O. Balédent, E. Durand, L. Najman, M. Szopos, A. Ancel, J. Baruthio, M. Delbany, S. Fall, G. Pagé, O. Génevaux, M. Ismail, P. Loureiro de Sousa, M. Thiriet, J. Jomier. "From real MRA to virtual MRA: Towards an open-source framework." *MICCAI*, pp. 335–343 (2016).

Stéphanie SALMON, Laboratoire de Mathématiques de Reims-FRE CNRS 2011
Université de Reims Champagne Ardenne
U.F.R. Sciences Exactes et Naturelles
Moulin de la Housse - BP 1039
51687 REIMS cedex 2
stephanie.salmon@univ-reims.fr

[1] *http://www.freefem.org*

Uncertainty quantification for fragmentation prediction of reentering space object

Francois SANSON, Inria Sud Ouest

Pietro Marco CONGEDO, Inria Sud Ouest

Olivier LE MAITRE, LIMSI

Mots-clés : Uncertainty Quantification, Complex Systems, Space Object Reentry

The "Loi relative aux Oprations Spatiales" (LOS, Law of Space Operation) legally obliges space companies like ArianeGroup to deorbit end-of-life objects and to ensure that the reentry in the Earth atmosphere of these objects presents no risk for human assets.
To assess the risk associated with a reentry event, ArianeGroup needs to predict the trajectory of the object but also the fragmentation time. At ArianeGroup, it is done by coupling a trajectory solver coupled with an aerodynamic solver and a fragmentation model. These physical models involve many unknown parameters and dedicated uncertainty quantification methods are needed to assess the reliability of the simulation-based predictions. Formally, this set of solvers used to predict the object trajectory is called a System of Solvers (SoS) and to propagate the uncertainties through this SoS standard uncertainty propagation methods are too costly and alternative dedicated methods have to be derived. For instance, surrogate-based methods aiming at approximating the SoS as a whole may be extremely demanding, while exploiting the structure of the system can drastically reduce the computational effort [2].
In this work, we propose an original method for constructing a system of Gaussian Processes (SoGP) to form a surrogate model of a system of solvers and apply it to the fragmentation prediction tool developed by ArianeGroup. The SoGP is composed of a set of Gaussian Processes (GP) that reproduces the structure of the SoS under study. Each solver of the SoS is associated with a GP in the SoGP which is trained to approximate its corresponding solver. The advantages of the SoGP, compared to constructing a single GP for the whole system at once, are the following. First, the SoGP has a richer structure and offers more flexibility. Second, training the SoGP requires learning multiple but usually simpler individual solvers, possibly adapting the training efforts. On the contrary, a global GP model needs to learn the (generally) more complex mapping between the SoS inputs and its outputs and requires the simulation of the whole system.
The important contribution of this work is the derivation of adaptive training strategies for SoGP. Adaptive learning is widely used to train single GP. To reduce the SoGP prediction error more effectively, one wants to select new training samples for each GP, and possibly to train only a selected subset of GP. To do so, we derive a predictive variance decomposition of the SoGP into contributions from individual GP. For practical use, unbiased estimators of these contributions are derived along with lower computational cost (but biased) approximations. The decomposition of the predictive variance is the backbone of training algorithms proposed subsequently, that identify the GP and its input point having the highest contribution to SoGP variance. The SoGP approach and the proposed training algorithms are tested on analytical problems and for the quantifying the uncertainties in the fragmentation predictor.

Références

[1] Jerome Sacks and Susannah B. Schiller and William J. Welch, *Designs for Computer Experiments*, Technometrics,Vol. 31,41-47,1989.

[2] A. Mittal and X. Chen and C. H. Tong and G. Iaccarino, *A Flexible Uncertainty Propagation Framework for General Multiphysics Systems*, SIAM/ASA Journal on Uncertainty Quantification ,Vol. 4,218-243,2016.

Francois SANSON, 200 avenue de la Vieille Tour, 33405 Talence
francois.sanson@inria.fr
Pietro Marco CONGEDO, 200 avenue de la Vieille Tour, 33405 Talence
pietro.congedo@inria.fr
Olivier LE MAITRE, Campus universitaire bt 508, rue John von Neumann, Orsay, France
olm@limsi.fr

Algorithmes de convolution-redistanciation pour le couplage fluide-structure en coordonnées eulériennes

Arnaud SENGERS, Université Grenoble Alpes

Nous nous intéressons à la simulation du déplacement de membranes élastiques immergées dans un fluide, avec pour application la dynamique des globules rouges dans le sang. Différentes méthodes permettent de gérer le couplage entre le fluide et le solide, représentés respectivement par une formulation eulérienne et lagrangienne. Nous considérons ici la méthode des lignes de niveaux où la membrane est représentée implicitement comme la ligne de niveau 0 d'une fonction auxiliaire. Un des principaux avantages de cette méthode est l'utilisation d'un maillage unique pour le fluide comme pour l'interface.

La stabilité des schémas de couplage représente un challenge important lors de la simulation de méthode de couplage fluide-structure. En effet, l'utilisation de schémas explicites est grandement limitée par une condition restrictive sur le pas de temps. Un schéma implicite, bien qu'inconditionnellement stable, nécessite la résolution d'un système constitué d'une équation de Navier-Stokes couplée à une équation de transport avec un terme source non linéaire, ce qui se révèle trop coûteux dans la pratique.

Un schéma semi-implicite a été proposé dans [1]. Il consiste à ajouter une étape de prédiction de la position de la membrane et utiliser celle-ci pour calculer les forces impliquant la courbure dans l'équation de Navier-Stokes. Il permet d'obtenir la stablité inconditionnelle avec un coût algorithmique proche de celui d'un schema explicite.

Cette étape de prédiction peut être rapprochée des méthodes de convolution-seuillage introduites initialement par Merriman-Bence-Osher [2]. Conceptuellement, cela consiste à alterner une étape de diffusion d'équation de la chaleur et une étape de seuillage. Le principal avantage de cette méthode est son inconditionnelle stabilité. Initialement utilisée pour simuler le mouvement par courbure moyenne, cette méthode a été étendue pour simuler d'autres flots géométriques et plus particulièrement le flot qui intervient dans le cas des globules rouges : le flot de Willmore [3].

Néanmoins, un défaut majeur des algorithmes de convolution-seuillage est que, sur maillage fixe, si la résolution est insuffisante, l'interface peut rester figée. Il faut alors recourir à un raffinement du maillage au niveau de l'interface, ce qui augmente fortement le coût algorithmique.

Une solution alternative à ce problème est de représenter l'interface comme la ligne de niveau 0 de la distance signée plutôt que via une fonction caractéristique [4]. Ainsi l'étape de seuillage, qui consiste désormais en une redistanciation, permet de mieux localiser l'interface numériquement. L'étape de redistanciation peut être réalisée efficacement avec par exemple une méthode de fast marching.

Nous avons ainsi à disposition une méthode efficace pour simuler le déplacement par flot de Willmore. En effet, on enchaîne deux résolutions d'équation de la chaleur et une redistanciation.

Pour respecter les contraintes de conservation de volume et de périmètre inhérentes au globules rouges, on ajoute une étape de correction avant la redistanciation qui consiste à déplacer légèrement l'interface en ne prenant pas la ligne de niveau 0 mais la ligne de niveau $\lambda + \mu\kappa$ (κ désignant la courbure moyenne). Les constantes λ, μ sont choisies pour récupérer le volume et périmètre initial. Le choix de cette correction est motivé par l'expression des premières variations du flot de Willmore avec multiplicateurs de Lagrange.

Des simulations utilisant cette méthode ont été réalisées en dimension 2 et 3 pour obtenir la position d'équilibre d'une interface soumise au flot de Willmore.

Références

[1] G.H Cottet et E. Maitre, *A semi-implicit level set method for multiphase flows and fluid-structure interaction problems*, Journal of Computational Physics, 2015.

[2] B. Merriman, J.K. Bence et S. Osher, *Diffusion generated motion by mean curvature*, Revue, Department of Mathematics, University of California, Los Angeles, 1992.

[3] S. Esedoglu, S. J. Ruuth et R. Tsai, *Threshold dynamics for high order geometric motions. Interfaces and Free Boundaries*, 10(3), 263-282, 2007.

[4] S. Esedoglu, S. J. Ruuth et R. Tsai, *Diffusion generated motion using signed distance functions. Journal of Computational Physics*, 229(4), 1017-1042, 2010.

Arnaud SENGERS, LJK, Université Grenoble Alpes, 700 Avenue Centrale, 38000 Grenoble
arnaud.sengers@univ-grenoble-alpes.fr

Un schéma Lagrange-projection tout régime et équilibre pour les équations de Saint-Venant sur maillage non-structuré

Maxime STAUFFERT, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines

Christophe CHALONS, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines

Samuel KOKH, CEA Saclay

Mots-clés : équations de Saint-Venant, décomposition Lagrange-projection, implicite-explicite, grands pas de temps, bas nombre de Froude, équilibre.

Nous proposons d'étendre les schémas implicites-explicites Lagrange-projection récemment développés dans [1, 2] pour des écoulements compressibles à une ou deux phases. Ces méthodes possèdent plusieurs bonnes propriétés. Elles donnent une approximation précise indépendamment du nombre de Mach. Elles permettent également d'utiliser des pas de temps qui ne sont plus contraints par la vitesse du son grâce à un traitement implicite des ondes acoustiques et un traitement explicite des ondes matérielles.
Nous présentons ici une version 2D volumes finis (VF) du schéma pour les équations de Saint-Venant (shallow-water equations) sur maillage non-structuré. Nous nous sommes particulièrement intéressés à la discrétisation du terme source non-conservatif, et plus spécifiquement à la conservation des états stationnaires du lac au repos (propriété équilibre). Ces résultats ont déjà été publiés pour le cas 1D avec une discretisation VF [3] et une extension à l'ordre élevé utilisant une approche de type Galerkin discontinue [4] a été proposée dans un article soumis pour publication. Nous illustrons le bon comportement de cette méthode par des résultats numériques à bas nombre de Froude comme celui du vortex en translation ci-dessous. Nous comparons la norme de la vitesse avec à gauche le schéma implicite-explicite sans correction bas Froude, au centre celui avec correction, et à droite la solution exacte.

Références

[1] M. Girardin, *Méthodes numériques tout-régime et préservant l'asymptotique de type Lagrange-Projection : application aux écoulements diphasiques en régime bas Mach*, PhD Thesis, Université Pierre et Marie Curie, 2014.

[2] C. Chalons, M. Girardin, S. Kokh, *An all-regime Lagrange-Projection like scheme for the gas dynamics equations on unstructured meshes*, Communications in Computational Physics, 2016.

[3] C. Chalons, P. Kestener, S. Kokh, M. Stauffert, *A large time-step and well-balanced Lagrange-Projection type scheme for the shallow-water equations*, Communications in Mathematical Sciences, 2017.

[4] C. Chalons, M. Stauffert, *A well-balanced Discontinuous-Galerkin Lagrange-Projection scheme for the shallow-water equations*, https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01612292, 2017.

Maxime STAUFFERT, LMV, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, 45 avenue des États-Unis, 78000 Versailles
`maxime.stauffert@uvsq.fr`
Christophe CHALONS, LMV, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, 45 avenue des États-Unis, 78000 Versailles
`christophe.chalons@uvsq.fr`
Samuel KOKH, DEN, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette
`samuel.kokh@cea.fr`

Débruitage de bruit impulsionnel via la coopération des méthodes non locales et TV-Lp.

Camille SUTOUR, MAP5, Université Paris Descartes

Julie Delon, MAP5, Université Paris Descartes

Agnès Desolneux, CMLA, CNRS and ENS Paris-Saclay

Agathe Viano, Deloitte France

Nous proposons une méthode variationnelle pour réduire le bruit impulsionnel dans les images. Cette méthode effectue la minimisation d'une énergie comprenant un terme d'attache aux données non local construit à partir d'une norme L_p, et un terme de régularisation de type variation totale. Le terme d'attache aux données non local est une norme L_p pondérée en fonction d'une distance robuste entre patchs. Nous présentons des propriétés théoriques de cette énergie, en faisant en particulier le lien avec des méthodes existantes. Nous proposons également une méthode de résolution basée sur un algorithme de type primal-dual, puis nous présentons des résultats de débruitage d'images. Ces résultats sont comparables à l'état de l'art, tout en ayant l'avantage de ne pas nécessiter une détection préalable des pixels corrompus.

Références

[1] C. Sutour, C.-A. Deledalle, and J.-F. Aujol, *Adaptive regularization of the NL-means: Application to image and video denoising*, IEEE Trans. Image Process., 23(8):3506–3521 (2014).

[2] J. Delon, A. Desolneux, and T. Guillemot, *PARIGI: a Patch-based Approach to Remove Impulse-Gaussian noise from Images*, Image Processing On Line, 6 (2016), pp. 130–154.

Camille SUTOUR, MAP5, Université Paris Descartes, 45 rue des Saints Pères, 75006 Paris
camille.sutour@parisdescartes.fr
Julie Delon, MAP5, Université Paris Descartes, 45 rue des Saints Pères, 75006 Paris
julie.delon@parisdescartes.fr
Agnès Desolneux, CMLA, CNRS and ENS Paris-Saclay
agnes.desolneux@cmla.ens-cachan.fr
Agathe Viano, Deloitte France
viano@gmail.com

Alternating structure-adapted proximal gradient descent for nonconvex block-regularised problems

Pauline TAN, ENS Paris-Saclay

Il existe un intérêt croissant pour l'optimisation non convexe par blocs, notamment depuis les schémas proposés par Xu et Yin [1] et l'équipe de Bolte [2] (et leur algorithme PALM) en 2013, et qui ont été suivis par de nombreux travaux. Ces schémas reposent sur des descentes de gradient proximal dans lesquelles l'opérateur proximal est défini par rapport aux termes de régularisation.
Les travaux présentés ici traitent d'une classe très large de problèmes d'optimisation non convexes par blocs dans lesquels les régularisateurs (non convexes) sont différentiables sur le domaine de la fonction à optimiser. Nous proposons un algorithme simple qui alterne des descentes de gradient proximal dans lesquelles l'opérateur proximal est défini par rapport au terme de couplage (en pratique toujours "proximable"), ce qui en fait un algorithme "miroir" par rapport à PALM [3]. Ce choix contribue en grande partie à la simplicité de l'algorithme qui permet l'utilisation de régularisateurs plus riches, adaptés aux applications considérées. Des variantes de notre algorithme (utilisation d'opérateurs proximaux généralisés ou accélération inertielle) seront également présentées.
Deux applications de l'algorithme [4, 5] pour le traitement de données de grande taille issues de l'imagerie hyperspectrale infrarouge ont d'ores-et-déjà été développées et validées pour l'Onera, notre partenaire industriel, et une autre, en colorisation d'images, est en cours de développement.
Il s'agit de travaux en collaboration avec Mila Nikolova (CNRS, CMLA, ENS Paris-Saclay) et Fabien Pierre (LORIA, Université de Lorraine).

Références

[1] Y. Xu, W. Yin, *A block coordinate descent method for regularized multiconvex optimization with applications to nonnegative tensor factorization and completion*, SIAM Journal on imaging sciences, 6(3), 1758-1789, 2013.

[2] J. Bolte, S. Sabach, M. Teboulle, *Proximal alternating linearized minimization or nonconvex and nonsmooth problems*, Mathematical Programming, 146(1-2), 459-494, 2013.

[3] M. Nikolova, P. Tan, *Alternating structure-adapted proximal gradient descent for nonconvex block-regularised problems*, preprint, 2017.

[4] D. C. Soncco, C. Barbanson, M. Nikolova, A. Almansa, Y. Ferrec, *Fast and accurate multiplicative decomposition for fringe removal in interferometric images*, IEEE Transactions on Computational Imaging, 3(2), 187-201, 2017.

[5] P. Tan, Y. Ferrec, L. Rousset-Rouvière, *Correction par méthode variationnelle des non uniformités des détecteurs d'un interféromètre imageur*, colloque Groupe d'Etudes du Traitement du Signal et des Images (GRETSI), 2017.

Pauline TAN, CMLA, ENS Paris-Saclay, 61 avenue du Président Wilson, 94230 Cachan
pauline.tan@cmla.ens-cachan.fr

Couplage déterministe/stochastique pour la dynamique d'amas

Pierre TERRIER, Cermics (ENPC)
Manuel ATHENES, CEA/DEN/SRMP
Thomas JOURDAN, CEA/DEN/SRMP
Gilles ADJANOR, EDF R&D, dpt. MMC
Gabriel STOLTZ, Cermics (ENPC)

Mots-clés : dynamique d'amas, EDOs, EDPs, équation de Fokker-Planck, processus de Langevin

L'évolution de la microstructure des matériaux sous irradiation implique des processus complexes (germination, croissance, formation de précipités, etc.) sur des temps longs. La dynamique d'amas (DA) est utilisée pour modéliser l'évolution des amas de défauts. Elle consiste à résoudre un ensemble d'équations différentielles ordinaires (EDOs), chaque EDO décrivant l'évolution de la concentration d'un type de défauts. Le nombre d'équations à résoudre peut devenir très grand et c'est l'une des difficultés principales de la DA que de résoudre efficacement un tel système. Différentes approches permettent de réduire le nombre d'équations à résoudre, soit en approximant le système par une équation plus simple (de type Fokker-Planck) pour tout une classe d'amas [1], soit en résolvant le système de manière stochastique [2]. Les méthodes déterministes sont efficaces lorsqu'il n'y a qu'une seule espèce de défauts (des amas de lacunes par exemple), mais leur résolution devient prohibitive pour des matériaux plus complexes ayant d'autres espèces de défauts (défauts ponctuels, solutés, etc.), car la dimensionnalité de l'équation de Fokker-Planck augmente avec le nombre d'espèces de défauts. Les méthodes stochastiques sont alors plus adaptées à ces cas complexes mais sont limitées du fait d'événements fréquents.
On propose de coupler les méthodes déterministes et stochastiques afin de bénéficier des avantages des deux méthodes. Il s'avère que les petits amas sont responsables des événements fréquents, et nous proposons donc de résoudre l'évolution des concentrations des petits amas de façon déterministe. Les amas de grande taille sont traités de manière stochastique. L'algorithme de couplage est introduit pour un cas de croissance d'amas de lacunes d'un matériau soumis au vieillissement thermique [3]. Pour un amas de taille n, l'équation d'évolution de la concentration C_n est donnée par

$$\frac{dC_n}{dt} = \beta_{n-1} C_{\text{vac}} C_{n-1} - (\beta_n C_{\text{vac}} + \alpha_n) C_n + \alpha_{n+1} C_{n+1}, \quad n \geq 2$$

où α_n et β_n sont respectivement les coefficients d'émissions et d'absorptions d'une lacune par un amas de taille n et C_{vac} est la concentration de mono-lacunes, dont l'évolution dépend de l'ensemble des concentrations C_n ce qui introduit de la non-linéarité. Pour des amas de grande taille, l'ensemble de ces équations peut être approché par une unique équation de Fokker-Planck, cette équation étant liée au processus stochastique, dit processus de Langevin. Traîter de façon stochastique toute une classe d'amas permet ainsi la réduction du nombre d'équations à résoudre, et offre une facilité á paralléliser l'algorithme, réduisant alors le temps d'exécution des simulations.

L'équation de Fokker-Planck reste une approximation qu'il convient d'étudier. On prouve donc que l'erreur liée á l'approximation est bien contrôlée et on réalise l'analyse numérique du modêle de couplage.

Références

[1] T. Jourdan et al., *Efficient simulation of kinetics of radiation induced defects: A cluster dynamics approach*, J. Nucl. Mater., **444** (1), 2014.

[2] J. Marian et al., *Stochastic cluster dynamics method for simulations of multispecies irradiation damage accumulation*, J. Nucl. Mater, **415** (1), 2011.

[3] P. Terrier et al., *Cluster dynamics modelling of materials: a new hybrid deterministic/stochastic coupling approach*, J. Comput. Phys., **350**, 2017.

Pierre TERRIER, Cermics, Ecole des Ponts Paristech, 6-8 avenue Blaise Pascal, 77455 Champs-sur-Marne, France
pierre.terrier@enpc.fr

Algorithmes de Schwarz et conditions absorbantes pour le couplage ocan atmosphère

Sophie THERY, LJK, Université Grenoble Alpes

Les interactions océan-atmosphre jouent un rôle majeur dans de nombreux phénomènes géophysiques comme les cyclones tropicaux ou les prévisions du changement climatique. Les méthodes actuelles pour réaliser ce couplage dans les modéles numériques sont mathématiquement insatisfaisantes et ne permettent pas de bien reprsenter linteraction entre ces deux milieux. Pour mieux la reprsenter, nous proposons de considérer les algorithmes de Schwarz issus des méthodes de décomposition de domaine.

Dans cet exposé je présenterai les algorithmes de Schwarz et comment ces méthodes peuvent être une réponse intéressante aux problèmes amenés par les méhodes actuelles de couplage océan-atmosphère. Nous verrons comment réduire leur surcoût de calcul en exploitant leur lien naturel avec les conditions aux limites absorbantes. Jexpliquerai notamment le rôle des conditions dinterfaces sur la convergence de lalgorithme et comment celle-ci peut tre optimisée. Pour finir, je prsenterai comment des techniques de rduction de modèles peuvent tre utilisées en complément pour réduire le coût de calcul.

Références

[1] F. Lemarié, P. Marchesiello, L. Debreu, E. Blayo, *Sensitivity of Ocean-Atmosphere Coupled Models to the Coupling Method : Example of Tropical Cyclone Erica*, [Research Report RR-8651], INRIA Grenoble, pp 1-31, 2014

Sophie THERY, LJK, Université Grenoble Alpes, 400 Avenue Centrale, 38400 Saint-Marin-d'Hres
sophie.thery@univ-grenoble-alpes.fr

Sur une équation de dispersion généralisée

Alexandre THOREL, Université du Havre

Mots-clés : semi-groupes analytiques, espaces d'interpolation, calcul fonctionnel.

On étudie un modèle stationnaire linéarisé de diffusion généralisée en dynamique de population modélisé par l'équation

$$\Delta^2 u - r\Delta u = f \quad \text{dans } \Omega, \tag{1}$$

où $r \in \mathbb{R}^*$ et u est la densité de population. Dans ce modèle, obtenu dans [2, 4], le terme biharmonique représente la dispersion induite par les interactions à longue portée, alors que le laplacien ne traduit que la dispersion à courte portée. Dans ce travail, on suppose $f \in L^p(\Omega)$ avec $1 < p < +\infty$ et Ω cylindrique, plus précisément : $\Omega :=]a, b[\times \omega$, où $a, b \in \mathbb{R}$ avec $a < b$ et $\omega \subset \mathbb{R}^d$ est un ouvert borné de classe C^2. On montre alors l'existence d'une unique solution $u \in W^{4,p}(\Omega)$ de (1) sous diverses conditions aux limites. Pour cela, on s'inspire des travaux de [3] basés sur la théorie des semi-groupes analytiques et des sommes d'opérateurs [1]. L'espace étant cylindrique, on procède à une séparation des variables en notant

$$u(x)(y) := u(x, y) \quad \text{et} \quad Au(x) := \Delta_y u(x) \quad \text{avec} \quad u(x) \in D(A),$$

pour p.p. $(x, y) \in \Omega$. Ici $D(A)$ est le domaine de A qui dépend des conditions aux bords considérées. L'équation (1) s'écrit alors en une équation différentielle opérationnelle du quatrième ordre :

$$u^{(4)}(x) + (2A - rI)u''(x) + (A^2 - rA)u(x) = f(x), \tag{2}$$

où $x \in]a, b[$. On se place alors dans l'espace de Banach $X = L^p(\omega)$ dans lequel on montre l'existence et l'unicité d'une solution

$$u \in W^{4,p}(a, b; X) \cap L^p\left(a, b; D(A^2)\right) \quad \text{avec} \quad u'' \in L^p(a, b; D(A)).$$

Plus précisément, pour chaque type de condition aux limites, on donne les conditions nécéssaires et suffisantes de compatibilité sur les données pour avoir l'existence, l'unicité et la régularité optimale d'une solution dans chacun des cas. Pour cela, on fera appel à des résultats d'interpolation.
Dans un deuxième temps, pour les mêmes conditions aux limites, on montrera, grâce aux mêmes méthodes que celles de [5], l'existence, l'unicité et la régularité optimale d'une solution dans le cas où $r = 0$. Puis, on généralisera l'équation (2) en considérant

$$u^{(4)}(x) + (P + Q)u''(x) + PQu(x) = f(x), \quad x \in]a, b[, \tag{3}$$

où P et Q sont des opérateurs linéaires sur X tels que $P = Q + B$ avec $B \in \mathcal{L}(X)$ est un opérateur borné remplaçant rI de l'équation (2). On montrera alors qu'il existe une unique solution de (3) telle que

$$u \in W^{4,p}(a, b; X) \cap L^p(a, b; D(PQ)) \quad \text{avec} \quad u'' \in L^p(a, b; D(P + Q)).$$

Références

[1] G. Dore & A. Venni, "On the Closedness of the Sum of Two Closed Operators", *Math. Z.*, 196, 1987, pp. 189-201.

[2] D.S. Cohen & J.D. Murray, "A Generalized Diffusion Model for Growth and Dispersal in Population", *Journal of Mathematical Biology*,12, Springer-Verlag, 1981, pp. 237-249.

[3] A. Favini, R. Labbas, S. Maingot, H. Tanabe & A. Yagi, "A Simplified Approach in the Study of Elliptic Differential Equations in UMD Spaces and New Applications", *Funkcialaj Ekvacioj*, 51, 2008, pp. 165187.

[4] F.L. Ochoa, "A Generalized Reaction-Diffusion Model for spatial Structures Formed by Motile cells", *BioSystems*, 17, 1984, pp. 35-50.

[5] R. Labbas, S. Maingot, D. Manceau & A. Thorel, "On the regularity of a generalized diffusion problem arising in population dynamics set in a cylindrical domain", *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 450, pp. 351-376, 2017.

Alexandre THOREL, LMAH, Université du Havre, 25 Rue Philippe Lebon
`alexandre.thorel@orange.fr`

Simulation avec FreeFem++ d'un bâtiment exothermique

Pierre-Henri TOURNIER, LJLL, UPMC

Frédéric HECHT, LJLL, UPMC

Aina RAKOTONDRANDISA, LMRS, Rouen

Ionut DANAILA, LMRS, Rouen

Nous présentons un nouveau système numérique 2D/3D basé sur FreeFem++ pour la résolution des équations de Navier-Stokes incompressibles sous l'approximation de Boussinesq. La particularité du code est d'utiliser la bibliothèque parallèle HPDDM pour la résolution des systèmes linéaires, qui peuvent être de grande taille. HPDDM est interfacée avec FreeFem++ et implémente de manière efficace un grand nombre de méthodes de décomposition de domaine, qui permettent d'accélérer la résolution grâce au calcul parallèle. Le code est d'abord validé par rapport aux résultats existants pour la cavité rectangulaire, entraînée par un gradient de température vertical ou horizontal. Nous considérons ensuite le cas d'un bâtiment exothermique (datacenter), modélisé sous la forme d'un domaine rectangulaire, avec des composantes intérieures (ordinateurs) produisant de la chaleur. Nous présentons des résultats pour plusieurs configurations, considérant une ou deux composantes chauffées, placées différemment à l'intérieur de la cavité.

Références

Pierre-Henri TOURNIER, Laboratoire Jacques-Louis Lions
tournier@ljll.math.upmc.fr
Frédéric HECHT, Laboratoire Jacques-Louis Lions
frederic.hecht@upmc.fr
Aina RAKOTONDRANDISA, Laboratoire de Mathématiques Raphaël Salem
aina.rakotondrandisa@etu.univ-rouen.fr
Ionut DANAILA, Laboratoire de Mathématiques Raphaël Salem
ionut.danaila@univ-rouen.fr

Relaxation d'un système avec réaction rapide vers un système de diffusion croisée en Dynamique des populations

Ariane TRESCASES, CNRS

Laurent DESVILLETTES, Univ. Paris Diderot

En Dynamique des populations, le système SKT avec diffusion croisée permet de modéliser un effet répulsif entre espèces en compétition. On s'intéresse à un système SKT à deux espèces, et on approxime ce système par un système de réaction-diffusion (sans diffusion croisée) avec réaction rapide. Formellement, accélerer la réaction permet de retrouver le système de diffusion croisée. On s'intéressera à la validité mathématique de cette asymptotique, dont on déduira des résultats d'existence pour le problème limite. Les résultats présentés utilisent des méthodes d'entropie et de dualité.

Références

[1] L. Desvillettes, A. Trescases, *New results for triangular reaction cross diffusion system*, J. Math. Anal. Appl. (2015) 430 pp.32-59.

Ariane TRESCASES, IMT; UMR5219 Universit de Toulouse; CNRS F-31400 Toulouse, France
Ariane.Trescases@math.univ-toulouse.fr

Modèle de diffusion-croisée pour le mouvement de foule

Lara TRUSSARDI, Université de Vienne

On étudie un système de diffusion-croisée qui décrit le phénomène d'agrégation des individus. Pour ce système on compare deux méthodes mathématiques différentes : la méthodes d'entropie et la théorie des bifurcations. La première permet de démontrer la convergence des solutions vers l'état stationnaire pour une certaine plage du paramètre ; la deuxième permet de trouver des branches de bifurcations. L'analyse montre qu'il existe un écart dans le régime des paramètres entre l'approche entropique et la première bifurcation locale.

Références

[1] C. Kuehn, A. Jüngel, L. T., *A meeting point of entropy and bifurcations in cross-diffusion herding*, European J. Appl. Math. 28(2), 317–356, 2017.

Lara TRUSSARDI, Fakultät für Mathematik, Université de Vienne, Oskar-Morgenstern-Platz 1, 1090 Vienne, Autriche
lara.trussardi@univie.ac.at

Reconstruction method of 3D objects for facial reconstruction and segmentation of medical imaging

Lydie URO, ISCD - UPMC Paris 6

Yvon MADAY, LJLL - UPMC Paris 6

Mots-clés : PCA, Morphing, Statistical learning, Facial reconstruction, Segmentation

Facial reconstruction from the knowledge of only the skull is a challenging process with many different medical, legal and even historical applications. Numerical simulation for this reconstruction has been blooming up recently due to the versatility brought by the use of computer framework, nevetheless, in most cases, it is based on a global approach of the face. Segmentation gives rise to recurring problems in medical imaging, especially regarding soft tissues which are, most of the time, difficult to differentiate. We propose here to develop a method to help segmentation in this context.
In this presentation, we shall propose a localized method which 1) characterizes some important muscles of the face (e.g. masseter muscle, temporal muscle), 2) reconstruct them separately only from a skull based on a function-to-shape principle, and for the facial recontruction part 3) add a mask representing the other soft tissues, and 4) then only consider a global process to reconstruct the skin.
The method is based on the one hand on 2-i) the preliminary construction of a large database of accurate segmentations of the desired anatomical item D_k, 2-ii) the extraction by Principal Component Ananlysis, mathematical methods for complexity reduction, of the few most representative items :

$$\sum \langle d_i^k d_i^l \rangle = a_{kl} \quad ; \quad P_l = \sum_{k=1}^{70} v_k^l D_k$$

with A the variance-covariance matrix and a_{kl} its component, k and l number of the item, d_i components of D, v_k^l the k components of the lth eigen vectors of A.
2-iii) allowing, by linear combination, to rebuild all of the others.

$$New = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 + ... + \alpha_n P_n \quad ; \quad \alpha_l = \frac{\sum \langle D_k, P_l \rangle}{\sum \langle P_l, P_l \rangle}$$

And on the other hand 3) the addition of a mask of slightly variable muscles and fat tissues fitted from just a global size aquired from the skull, 4-i) the morphing of the reference skull, with muscles and fat tissues, to the considered skull, with muscles and fat tissues after the steps 2 and 3 above, 4-ii) the application of the same morphing to the reference face to obtain the new face.
We have implemented the first part of our method on the masseter muscle from the manual segmentation of 36 pairs, and discovered that very few representative elements, from 3 to 5 depending on the desired accuracy, suffice to reconstruct each of the 72 masseters. This accurate reconstruction involves 3 to 5 unknown coefficients in the linear combination of the representative elements. Knowledge of these few coefficients is determined from skull measurements or 3D shape of the mandibule, using a machine learning process (neural network). Compared to other more intuitive choices (e.g. height/width/thickness) these coefficients better reflect the masseter shape and allow to recover an almost perfect shape of each masseter, properly associated to the given skull. The other part of this method has been implemented separately on 20 associations skull/face [1].
For the segmentation part, the user will only have to determine the few measurements needed to reconstruct a first guess. And at each additional information for more precision, the whole shape of the muscle will improve.
From this work on a restricted population we believe that it is possible to obtain better results with the preliminary reconstruction of muscles separately that provides a better basis for morphing process (from skull+soft tissues to face), than the plain skull to face reconstruction, and to give an important help for automatic soft tissues segmentation. This method could be used in forensic medicine for victims recognition but also in planning surgery for the face.

Références

[1] M. De Buhan, C. Nardoni, *A mesh deformation based approach for digital facial reconstruction*, submitted, 2016.

High Reynolds Aerothermal Simulations and Reduced Basis in Feel++

Jean-Baptiste WAHL, Unistra

Mots-clés : CFD, Aerothermal Simulations, Reduced Basis Method, Stabilization Methods

We present in this talk our work on model order reduction for aerothermal simulations. The model involves the resolution of coupled non-linear parametrized partial differential equations in which affine decomposition is not obtained. We consider the coupling between the incompressible Navier-Stokes equations and an advection diffusion equation for the temperature. This coupling can be either in one or two ways depending if we do consider only forced or both natural and forced convections.
Since the physical parameters induce high Reynolds and Peclet numbers, we have to introduce stabilisation operators in the formulation in order to deal with the well known numerical stability issue. The chosen stabilization, applied to both fluid and heat equations, is the usual Streamline-Upwind/Petrov-Galerkin (SUPG) which add artificial diffusivity in the direction of the convection field. However this method often produce non physical undershoots or overshoots in the edge of discontinuities, which can be critical when you want to ensure, for instance, the positiveness of certain fields.
To tackle this discontinuity problem, we add in our model a new operator, known in the literature as shock capturing method. This new operator is non-linear and adds artificial diffusivity in the region of the discontinuities in order to treat under/overshoots. Although this method is particularly efficient, it induces a new difficulty, because the system becomes fully non-linear.

We present in this talk our order reduction strategy for this model, based on Reduced Basis Method (RBM). In order to recover a affine decomposition for this complex model, we implemented a discrete variation of the Empirical Interpolation Method (EIM) [2, 3] which is a discrete version of original EIM. This variant allows to build a approximated affine decomposition for complex operators such as in the case of SUPG [1]. We also use this method for the non-linear operators induced by the shock capturing method.
The construction of a EIM basis for non-linear operators, involves a potentially huge numbers of non-linear FEM resolutions - depending of the size of the sampling. Even if this basis is built during an offline phase, we usually can not afford such expensive computational cost. We took advantage of the resent development of the Simultaneous EIM Reduced basis algorithm (SER) [4] to tackle this issue. Enjoying the efficiency offered by reduced basis approximation, this method provides a huge computational gain and can require as little as $N+1$ finite element solves where N is the dimension of the RB approximation.
As an illustration we present a application of a cooling system of a printed circuit board with different heat sources. The model is parametrized with different physical and geometrical parameters.

This SER variant is now available in the generic and seamlessly parallel reduced basis framework of the opensource library Feel++ (Finite Element method Embedded Language in C++, http://www.feelpp.org).
This work has been founded by the ANR project CHORUS.

Références

[1] Negri, Federico and Manzoni, Andrea and Amsallem, David, *Efficient model reduction of parametrized systems by matrix discrete empirical interpolation*, Elsevier, 2015.

[2] Barrault, M. and Maday, Y. and Nguyen, N. C. and Patera, A.T., *An empirical interpolation method: application to efficient reduced-basis discretization of partial differential equations*, Elsevier, 2004.

[3] Grepl, M.A. and Maday, Y. and Nguyen, N. C. and Patera, A.T., *Efficient reduced-basis treatment of nonaffine and nonlinear partial differential equations*, Cambridge Univ Press, 2007.

[4] Daversin, Cécile and Prud'Homme, Christophe, *Simultaneous Empirical Interpolation and Reduced Basis method for non-linear problems*, Elsevier, 2015.

Jean-Baptiste WAHL, IRMA, Unistra, 7 rue René Descartes, 67000 Strasbourg, France
wahl@math.unistra.fr

Multiscale modeling from kinetic theory and numerical treatment of the nonconservative product for multicomponent plasma in thermal nonequilibrium: Application in solar physics

Quentin WARGNIER, CMAP, Ecole polytechnique

Marc MASSOT, CMAP, Ecole polytechnique

Benjamin GRAILLE, Laboratoire de Mathématique d'Orsay (LMO), Université Paris-Saclay

Sylvain FAURE, Laboratoire de Mathématique d'Orsay (LMO), Université Paris-Saclay

Thierry MAGIN, von Karman Institute for Fluid Dynamics

Mots-clés : Kinetic theory, plasma, non-conservative product, shock wave, jump conditions

This contribution deals with the fluid modeling of fully and partially ionized collisional multicomponent magnetized plasma in thermal and chemical non-equilibrium based on the model developped by Graille et al.[1] for the purpose of simulating and predicting magnetic reconnections in the chromosphere of the sun [2]. We focus on the numerical simulation of a simplified model in order to properly investigate the influence of the presence of a non-conservative product in the electron energy equation for shock solutions [3, 4, 5], derive jump conditions by looking for travelling wave solutions and propose an original numerical treatment in order to avoid non-physical shocks in the numerical solution, even in the coarse resolution regime encountered in applications [6]. The scheme proposed is working well because of the presence of diffusion in the electronic variables according to the scaling used at the first order of the generalized Chapman-Enskog expansion [1].

Références

[1] B. Graille, T. E. Magin, M. Massot, *Kinetic theory of plasmas: translational energy*, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, 2009.

[2] E.Khomenko, M.Collados, A.Diaz, N.Vitas, *Fluid description of multi-component solar partially ionized plasma*, Physics of Plasmas, 2014.

[3] C. Chalons, F. Coquel, *A new comment on the computation of non-conservative products using Roe-type path conservative schemes*, Journal of Computational Physics, 2017.

[4] G. Dal Maso and P.G. Le Floch and F. Murat, *Definition and weak stability of nonconservative products*, J. Math. Pures et Appl, 1995.

[5] T. O. Masser, J. G. Wohlbier, R. B. Lowrie, *Shock wave structure for a fully ionized plasma*, Shock waves, 2011.

[6] R. Abgrall, S. Karni, *A comment on the computation of non-conservative products*, Journal of Computational Physics, 2010.

Quentin WARGNIER, CMAP, Ecole polytechnique, CNRS, Université Paris-Saclay, Route de Saclay, 91128 Palaiseau Cedex
quentin.wargnier@polytechnique.edu
Marc MASSOT, CMAP, Ecole polytechnique, CNRS, Université Paris-Saclay, Route de Saclay, 91128 Palaiseau Cedex
marc.massot@polytechnique.edu
Benjamin GRAILLE, Laboratoire de Mathématique d'Orsay (LMO), Université Paris-Saclay
benjamin.graille@u-psud.fr
Sylvain FAURE, Laboratoire de Mathématique d'Orsay (LMO), Université Paris-Saclay
sylvain.faure@math.u-psud.fr
Thierry MAGIN, von Karman Institute for Fluid Dynamics, Rhode-Saint-Genese, Belgium
magin@vki.ac.be

AGENDA: Construction d'une Base de Données Pertinente pour un Modèle d'Apprentissage Automatique

Brahim YAHIAOUI, Société Nexyad

Pierre DA SILVA DIAS, Société Nexyad

Gérard YAHIAOUI, Société Nexyad

Depuis l'apparition de l'algorithme ConvNet et de l'apprentissage profond, l'apprentissage automatique a fait un bond significatif ces dernières années. Les résultats d'erreur ont montré grâce aux concours ImageNet [1] qu'avoir une large base de données étiquetées était meilleur que de disposer de prétraitements sur une base restreinte forçant à recouvrir toutes les possibilités (rotation, dilatation, flou...etc). Ce forcing dévie l'apprentissage créant des erreurs à l'application des réseaux de neurones et constitue une contrainte à la convergence de la rétropropagation. Il existe néanmoins la méthodologie AGENDA [2] permettant d'éliminer des redondances dans une base d'images assez large se plaçant ainsi comme un moyen plus complémentaire au pré-traitement. Dans le cadre de nos recherches dans la société Nexyad, cette méthodologie est utilisée en plus des méthodes statistiques de l'apprentissage supervisé. Elle se base sur la modélisation de la base d'apprentissage et celle de tests en plans d'expériences de Taguchi.

Nous présenterons durant cet évènement des résultats obtenus dans le domaine des ADAS "Advanced Driver-Assistance Systems". L'apprentissage et la reconnaissance se fait sur des bases d'images de véhicules, de piétons et sur les textures des bitumes au sol. L'avantage de ces reconnaissances est significatif lors de la fusion des résultats avec ceux de capteurs supplémentaires (Lidar, Radar...etc.).

Références

[1] Olga Russakovsky and Jia Deng and Hao Su and Jonathan Krause and Sanjeev Satheesh and Sean Ma and Zhiheng Huang and Andrej Karpathy and Aditya Khosla and Michael Bernstein and Alexander C. Berg and Li Fei-Fei, *ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge*, 2015.

[2] Gérard YAHIAOUI, *Building a Relevant Validation Database*, Autonomous Vehicule Test Development, Stuttgart, Juin 2016.

Brahim YAHIAOUI, Nexyad, 95, rue Pereire 78100 St-Germain-En-Laye
byahiaoui@nexyad.net
Pierre DA SILVA DIAS, Nexyad, 95, rue Pereire 78100 St-Germain-En-Laye
pdasilvadias@nexyad.net
Gérard YAHIAOUI, Nexyad, 95, rue Pereire 78100 St-Germain-En-Laye
gyahiaoui@nexyad.net

A Comparison of Splitting Techniques for the Isentropic Euler Equations

Jonas Zeifang, Universität Stuttgart

Mots-clés : low Mach, discontinuous Galerkin spectral element, IMEX Runge-Kutta

Solving the isentropic Euler equations at low Mach numbers is a challenging endeavor as they are inherently stiff. For the efficient solution there exist various approaches. One of those approaches are splitting techniques, relying on the splitting of the equations in stiff and non-stiff parts. The idea is to use an explicit time stepping procedure only for the non-stiff parts. The stiff parts are integrated in time with an implicit time stepping procedure avoiding the strong acoustic time step restriction and leading to IMEX schemes. In [1] we have shown the applicability of the high-order discontinuous Galerkin IMEX framework to low Mach number flows with a specific splitting.
In this talk we will illustrate a generalized form of splitting schemes, introduced in [2], for which the asymptotic preserving property can be shown for a discontinuous Galerkin framework. It will be shown that the ideas of splitting the isentropic Euler equations by [3], [4] and [5] fit in the generalized form.
The implementation of the different splitting techniques in one code framework allows to investigate their accuracy and efficiency. Regarding the accuracy almost no differences between the schemes are observed, but considering efficiency the splittings differ. This motivates the modification of the splitting presented in [3]. The modifications will be presented and assessed concerning accuracy and efficiency. It will be shown that the splitting by [4] and one of the modifications of [3] outperform the other splittings for the considered multidimensional test cases.

Références

[1] J. Zeifang, K. Kaiser, A. Beck, J. Schütz, and C.-D. Munz, *Efficient high-order discontinuous Galerkin computations of low Mach number flows*, UHasselt CMAT Preprint UP-17-04, 2017.

[2] K. Kaiser, J. Zeifang, J. Schütz, A. Beck, C.-D. Munz, *Comparison of different splitting techniques for the isentropic Euler equations*, UHasselt CMAT Preprint UP-18-01, 2018.

[3] K. Kaiser and J. Schütz, *A high-order method for weakly compressible flows*, Communications in Computational Physics,22(4):1150-1174, 2017.

[4] J. Haack and S. Jin and J.-G. Liu, *An all-speed asymptotic-preserving method for the isentropic Euler and Navier-Stokes equations*, Communications in Computational Physics, 12:955-980, 2012.

[5] P. Degond and M. Tang, *All speed scheme for the low Mach number limit of the Isentropic Euler equation*, Communications in Computational Physics,10:1-31, 2011.

Jonas Zeifang, IAG, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 21, D-70569 Stuttgart
jonas.zeifang@iag.uni-stuttgart.de

Reaction-diffusion models, constraints and control

Enrique Zuazua, DeustoTech-Bilbao & UAM-Madrid

Reaction-diffusion equations are ubiquitous in a variety of fields including combustion and population dynamics.

There is an extensive mathematical literature addressing the analysis of steady state solutions, traveling waves, and their stability, among other properties.

Control problems arise in many applications involving naturally these models. Often times, control and/or state constraints emerge as intrinsic requirements of the processes under consideration.

There is also a broad literature on the control of those systems, addressing, in particular, issues such as the possibility of driving the system to a given final configuration in finite time. But, the necessity of preserving the natural constraints of the process are rarely taken into account.

In this lecture we shall present the recent work of our team on the Fisher-KPP and Allen-Canh or bistable model, showing results of two different types. First, the fact that constrained controllability for large enough time can be achieved. And, second, as a consequence, in particular, of the classical comparison principle for parabolic problems, negative results showing the existence of threshold effects so that some targets can never be achieved, or the existence of a waiting time for them to be reached. This is in sharp contrast with the unconstrained case where parabolic systems can be controlled in an arbitrarily small time.

This presentation is based on joint work with Jérôme Lohéac (CNRS-Nancy), Camille Pouchol and Emmanuel Trélat (LJLL-Sorbonne Univ.), Dario Pighin (UAM-Madrid) and Jiamin Zhu (Toulouse).

Enrique Zuazua, DeustoTech-Bilbao & UAM-Madrid
enrique.zuazua@deusto.es

Comportement en temps long d'un schéma volume fini pour un modèle de carbonatation des bétons armés

Antoine ZUREK, Université de Lille

Mots-clés : schéma volume fini, modèle de carbonatation, comportement en temps long, système à frontière libre.

Dans [1], Aiki et Muntean ont proposé un modèle à frontière libre en une dimension d'espace modélisant le phénomène de carbonatation des bétons armés. Dans ce modèle, désigné par (P) dans la suite, u et v représentent la concentration en CO_2(aq) et CO_2(g) et s la profondeur de pénétration de la zone carbonatée dans le béton. Le modèle est composé d'un système de deux équations couplées de type diffusion-réaction définies sur le domaine mobile $(0, s(t))$ où s est solution d'une équation différentielle ordinaire. Ce système s'écrit sous la forme :

$$\begin{gathered}
s(t)\,\partial_t(s(t)\,u) + \partial_x J_u = s^2(t)\,\beta\,(\gamma\,v - u), \quad (0,1)\times(0,T),\\
s(t)\,\partial_t(s(t)\,v) + \partial_x J_v = -s^2(t)\,\beta\,(\gamma\,v - u), \quad (0,1)\times(0,T),\\
s'(t) = \alpha\ (u(1,t))^p\,, \quad 0<t<T,\\
u(0,t) = g^*, \quad v(0,t) = r^*, \quad 0<t<T,\\
J_u(1,t) = \alpha\ (u(1,t))^p\,, \quad J_v(1,t) = 0, \quad 0<t<T,
\end{gathered}$$

avec β, γ, α, g^* et r^* des constantes positives, $p \geq 1$ et $J_w = -\kappa_w\,\partial_x w - s(t)\,s'(t)\,x\,w$ pour $w = u$ ou v le flux général de type convection-diffusion.
Nous renvoyons à [1] où l'existence et l'unicité d'une solution globale pour (P) est établie. De plus, Aiki et Muntean ont établi dans [2, 3] l'existence de deux constantes positives C et c indépendantes du temps vérifiant

$$c\,\sqrt{t} \leq s(t) \leq C\,\sqrt{1+t}, \quad \forall t \geq 0. \tag{2}$$

Dans [4], nous avons proposé et analysé un schéma volume fini pour (P) et nous avons observé numériquement que s satisfaisait une loi de propagation en $\sqrt{t}$. Ainsi, suivant la démarche établie dans [2, 3], nous voulons justifier ce comportement en temps long pour les solutions approchées de (P).
Pour cela, dans [5], nous considérons un schéma numérique obtenu par une méthode d'Euler implicite en temps et une méthode de type volume fini en espace. Nous montrons tout d'abord l'existence d'une solution pour (S). Puis, nous établissons quelques estimations d'énergies satisfaites par les solutions approchées. Enfin, nous montrons que la profondeur de pénétration obtenu via (S) vérifie une inégalité similaire à (2).

Références

[1] T. Aiki and A. Muntean, *Existence and uniqueness of solutions to a mathematical model predicting service life of concrete structure*, Adv. Math. Sci. Appl., 19:109-129 2009.

[2] T. Aiki and A. Muntean, *Large time behavior of solutions to a moving-interface problem modeling concrete carbonation*, Comm. Pure Appl. Anal., 9:1117-1129, 2010.

[3] T. Aiki and A. Muntean, *A free-boundary problem for concrete carbonation: Front nucleation and rigorous justification of the $\sqrt{t}$-law of propagation*, Interfaces and Free Boundaries, 15:167-180, 2013.

[4] C. Chainais-Hillairet, and B. Merlet, and A. Zurek, *Convergence of a finite volume scheme for a parabolic system with a free boundary modeling concrete carbonation*, hal-01477543, 2017.

[5] A. Zurek, *Numerical approximation of a concrete carbonation model: study of the $\sqrt{t}$-law of propagation*, in preparation, 2018.

Antoine ZUREK, Univ. Lille, CNRS,UMR 8524-Laboratoire Paul Painlevé. F-59000 Lille, France.
antoine.zurek@math.univ-lille1.fr