

Workshop de l'Institut Camille Jordan  
Saint-Étienne, 9 décembre 2021

# Modèles asymptotiques et méthodes numériques pour les milieux continus et la biologie

Organisateur : Frédéric Chardard



## Orateurs

Denys Dutykh (LAMA, Université de Savoie)  
Rim El Cheikh (LAMA, Université de Savoie)  
Mehmet Ersoy (IMATH, Université de Toulon)  
Jacek Jendrej (LAGA, Université Sorbonne Paris Nord, CNRS)  
Renato Lucà (BCAM, Université du Pays Basque)  
Youcef Mammeri (LAMFA, Université de Picardie Jules Verne)  
Victor Péron (LMAP, Université de Pau et des Pays de l'Adour)  
Anna Rozanova-Pierrat (MICS, Centrale-Supélec)



# Programme

**Mercredi 8 décembre 2021**

- 13h00-19h00: Colloque sur l'hémodynamique

**Jeudi 9 décembre 2021**

Les exposés auront lieu en salle A6 de la faculté des Sciences de Saint-Étienne.

- **08h00-08h20:** Ouverture du colloque
- **08h20-09h05: Youcef Mammeri**  
Équation de BBM avec dispersion stochastique
- **09h05-09h50: Renato Lucà**  
Mesures quasi-invariantes pour des EDPs Hamiltoniennes
- **09h50-10h20: Rim El Cheikh**  
Dispersive wave models for pulsatile flows in viscoelastic vessels.
- **10h20-10h40:** Pause
- **10h40-11h25: Jacek Jendrej**  
Soliton resolution for energy-critical equivariant wave maps
- **11h25-12h10: Victor Péron**  
Quelques modèles asymptotiques d'ordre élevé pour la résolution numérique de problèmes de perturbation en électromagnétisme et en sismologie
- **12h10-13h25:** Pause déjeuner salle A6 et salle du conseil
- **13h25-14h10: Anna Rozanova-Pierrat**  
Irregular boundary inverse problem for a strongly coupled parabolic system in the framework of medical imaging of cancerous tumors
- **14h10-14h55: Denys Dutykh**  
Nonlinear dispersive wave propagation on planetary scales
- **14h55-15h10:** Pause
- **15h10-15h55: Mehmet Ersoy**  
On a new mathematical model for open channel and river hydraulics

## Résumés

- **Denys Dutykh** (Laboratoire de MATHématiques, Université de Savoie Mont Blanc)  
*Nonlinear dispersive wave propagation on planetary scales* In this talk, we shall discuss the current state-of-the-art in nonlinear wave propagation problem on the surface of a deformed and rotating sphere.
- **Rim El Cheikh** (Laboratoire de MATHématiques, Université de Savoie Mont Blanc)  
*Dispersive wave models for pulsatile flows in viscoelastic vessels.*  
Considered here is the derivation of partial differential equations arising in pulsatile flow in pipes with viscoelastic walls. The equations are asymptotic models describing the propagation of long-crested pulses in pipes with cylindrical symmetry. Additional effects due to viscous stresses in bio-fluids are also taken into account. The effects of viscoelasticity of the vessels on the propagation of solitary and periodic waves in a vessel of constant radius are being explored numerically.
- **Mehmet Ersoy** (Institut de Mathématiques de Toulon, Université de Toulon)  
*On a new mathematical model for open channel and river hydraulics*  
The modelling of hydrology of catchment basins and rivers holds a central place in environmental sciences, particularly in connection with water availability, urban sewer systems, flood risks and in particular for tsunamis. Indeed, rivers are known to be the tsunami highways. Waves penetrate through rivers much faster inland than the coastal inundation reaches over the ground, and may lead flooding in low-lying areas located several km away from the coastline. Modelling these processes and predicting the motion of water is a difficult task for which substantial effort has been devoted. To this purpose, in this talk, we present the first section-averaged non-linear and weakly dispersive model for open channel and river flows. These equations are the second order shallow water approximation of the section-averaged (three-dimensional) incompressible and irrotational Euler system. This new asymptotic model generalises the well-known one-dimensional Serre-Green- Naghdi (SGN) equations for rectangular section on uneven bottom to arbitrary channel/river section.
- **Jencek Jendrej** (Laboratoire Analyse, Géométrie et Applications, Université Sorbonne Paris Nord, CNRS)  
*Soliton resolution for energy-critical equivariant wave maps*  
We consider wave maps  $\mathbb{R}^{1+2} \rightarrow \mathbb{S}^2$ , under the assumption of equivariant symmetry. We prove that every solution of finite energy resolves, as time passes, into a superposition of harmonic maps (solitons) and radiation. It was proved in works of Côte, and Jia and Kenig, that such a decomposition holds along a sequence of times. We show that the resolution holds continuously in time via a “no-return lemma” based on the virial identity. The proof combines a modulation analysis of solutions near a multi-soliton configuration with the concentration-compactness method. Joint work with Andrew Lawrie from MIT.
- **Renato Lucà** (Basque Center of Applied Mathematics, Université du Pays Basque)  
*Mesures quasi-invariantes pour des EDPs Hamiltoniennes*  
Dans cet exposé on va construire des mesures de Gibbs et des mesures quasi-invariantes pour

l'équation de Benjamin-Bona-Mahony avec dispersion fractionnaire (sur le tore). En collaboration avec Giuseppe Genovese et Nikolay Tzvetkov.

- **Youcef Mammeri** (Laboratoire Amiénois de Mathématique Fondamentale et Appliquée, Université de Picardie Jules Verne)

*Équation de BBM avec dispersion stochastique*

Dans cet exposé, nous aborderons la décroissance des solutions de l'équation de Benjamin-Bona-Mahony généralisée lorsque la dispersion est pilotée par un bruit blanc. Après avoir évoqué le problème de Cauchy, nous démontrerons que le taux de décroissance est d'ordre  $1/6$  alors qu'il est d'ordre  $1/3$  dans le cas déterministe. Enfin, nous verrons qu'il est possible de construire un schéma du point milieu d'ordre 1 mettant en évidence ce taux  $1/6$  (travaux en collaboration avec M. Chen, G. Fenger et O. Goubet).

- **Victor Péron** (Laboratoire de Mathématiques et de leurs Applications, Université de Pau et des Pays de l'Adour)

*Quelques modèles asymptotiques d'ordre élevé pour la résolution numérique de problèmes de perturbation en électromagnétisme et en sismologie*

Les développements asymptotiques multi-échelles permettent de résoudre des problèmes de perturbation à l'aide de la méthode des éléments finis sans adaptation de maillage. C'est le cas notamment pour certains problèmes de transmission en présence de couches minces ou de couches limites. Dans cet exposé, nous présentons des modèles asymptotiques d'ordre élevé pour les équations de Maxwell harmoniques ainsi que pour des problèmes d'ondes acoustiques et élastiques en régime harmonique en temps. La précision et la stabilité de modèles obtenus sont illustrées par des résultats numériques.

- **Anna Rozanova-Pierrat** (Laboratoire de Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes, Centrale-Supélec)

*Irregular boundary inverse problem for a strongly coupled parabolic system in the framework of medical imaging of cancerous tumors*

We first present the adaptation of the functional analysis to solve the PDEs on domains with rough/irregular boundaries. Secondly, we present the strongly coupled parabolic system in the framework of medical imaging of cancerous tumors. The vascularization in the framework of medical imaging of cancerous tumors makes them objects with a "thick" boundary, of a higher dimension than the regular boundaries. Thus domains with a boundary with a bounded dimension could be viewed as their natural models. In this framework, we prove the well-posedness of the direct problem. We finish by presenting the results on the associated inverse problem.