

Séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions

UMR 7598 CNRS

Sorbonne Université

et Université de Paris

Résumés des exposés des mois de juin et juillet 2020

Le séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions, dont le fonctionnement avait été suspendu à partir du jeudi 12 mars 2020 en raison de l'épidémie de Covid 19, a repris à distance le vendredi 15 mai 2020.

Depuis cette date, les exposés sont retransmis par Zoom chaque vendredi de 14h à 15h.

Chaque vendredi, à partir de 13h30, le lien Zoom pour l'exposé du jour est affiché sur les pages web

<https://www.ljll.math.upmc.fr/fr/seminaires/article/seminaire-du-laboratoire>

<https://www.ljll.math.upmc.fr/contenu/article/seminaires-de-l-annee-2020>

A partir de la même heure, l'accès à la réunion Zoom est ouvert et le diaporama de l'exposé est disponible sur ces pages. L'exposé commence à 14h.

05 juin 2020

14h00 **Yvon Maday** (Sorbonne Université, Paris)

**Deux ou trois choses qui sont nées
du groupe de travail Maths-4-Covid-19**

Résumé

La violence de l'intrusion du virus dans nos vies, et les mesures mises en place, à la hauteur des craintes que l'évolution de la pandémie de Covid-19 a entraînées, ont suscité un grand nombre de questions au sein de la population, des entreprises, des associations et des communautés scientifiques. Dans la nôtre cela s'est manifesté par l'envie de savoir si l'on disposait des bons outils pour comprendre la pandémie et sa progression, et si l'on

était capable de développer des instruments permettant d'effectuer des choix pertinents en matière de mesures sanitaires.

Le groupe de travail *Maths-4-Covid-19*, qui a commencé à fonctionner dès le 12 mars, s'est donné pour but de faire le point sur les modèles existants et de discuter de travaux en cours. Dans cet exposé je présenterai quelques uns de ceux-ci, ainsi que deux projets d'envergure qui sont nés des échanges au sein du groupe de travail : le projet *Obepine* d'observatoire sentinelles des eaux usées, et le projet *Covid IA* portant sur l'utilisation des tests sérologiques pour l'analyse de la contagion au niveau régional.

12 juin 2020

14h00 **Volker Mehrmann** (Université Technique de Berlin)

**Modeling, simulation and control of multi-physical systems:
A change of paradigm**

Résumé

Most real world dynamical systems consist of subsystems from different physical domains, modeled by partial differential equations, ordinary differential equations, and algebraic equations, combined with input and output connections. To deal with such complex systems, in recent years the class of dissipative *port-Hamiltonian* (pH) systems has emerged as a very efficient new modeling methodology. The main reasons are that the network based interconnection of pH systems is again pH, Galerkin projection in PDE discretization and model reduction preserve the pH structure, and the physical properties are encoded in the geometric properties of the flow as well as in the algebraic properties of the equations. Furthermore, dissipative pH systems form a very robust representation under structured perturbations and directly indicate Lyapunov functions for stability analysis.

We will discuss dissipative pH systems and describe in which way many classical models can be formulated in this class. We will point out some of the nice algebraic properties of these systems, including local canonical forms, the formulation of an associated Dirac structure, and the local invariance under space-time dependent diffeomorphisms.

We will illustrate the results with a real world example from energy transport.

19 juin 2020

14h00 **Virginie Ehrlacher** (Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Marne la Vallée)

**Un schéma aux volumes finis convergent
qui préserve la décroissance de l'entropie
pour le système de Stefan-Maxwell**

Résumé

L'objectif de ce travail en collaboration avec Clément Cancès et Laurent Monasse est de proposer un schéma numérique convergent basé sur une méthode de volumes finis pour le modèle dit de Stefan-Maxwell. Ce modèle décrit l'évolution de la composition d'un système composé de plusieurs espèces (chimiques par exemple), et s'écrit comme un système couplé

d'équations de diffusion croisée. Le schéma repose sur une approximation de flux à deux points, et préserve au niveau discret un grand nombre de propriétés fondamentales du modèle au niveau continu, à savoir la positivité des solutions, la conservation de la masse totale de chaque espèce et la préservation des contraintes de volume. Il satisfait de plus une relation entre l'entropie discrète et la dissipation de cette entropie qui est très proche de la relation qui existe au niveau continu entre l'entropie et la dissipation d'entropie. Dans cette présentation, nous présenterons ce schéma et certains éléments de l'analyse de sa convergence, et nous illustrerons son comportement par des résultats numériques.

26 juin 2020

14h00 **Helge Holden** (Université Norvégienne de Sciences et Technologie, Trondheim)
The Hunter-Saxton equation with noise

Résumé

The Hunter-Saxton (HS) equation $(u_t + uu_x)_x = (u_x)^2/2$ was derived in 1991 in the context of liquid crystals. The solution of the Cauchy problem for the HS equation develops singularities in finite time for decreasing initial data. At the singularity, the uniqueness of the solution breaks down, and there are several different ways to continue the solution past the break down. After surveying some of the properties of the HS equation, we will present recent results regarding the HS equation perturbed by random noise. These results are joint with K.H. Karlsen (Oslo University) and P. Pang (Norwegian University of Science and Technology).

03 juillet 2020

14h00 **Jan Hesthaven** (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne)
Structure preserving reduced order models

Résumé

The development of reduced order models for complex applications promises rapid and accurate evaluation of the output of complex models under parameterized variation with applications to problems which require many evaluations, such as in optimization, control, uncertainty quantification and applications where near real-time response is needed. However, many challenges remain to secure the flexibility, robustness, and efficiency needed for general large scale applications, in particular for nonlinear and/or time-dependent problems.

After a brief introduction to reduced order models, we discuss the development of methods which seek to conserve chosen invariants for nonlinear time-dependent problems. We develop structure-preserving reduced basis methods for a broad class of Hamiltonian dynamical systems, including canonical problems and port-Hamiltonian problems, before considering the more complex situation of Hamiltonian problems endowed with a general Poisson manifold structure which encodes the physical properties, symmetries and conservation laws of the dynamics.

Time permitting we also discuss the extension of structure preserving models within a framework for nonlinear reduced order models in which a local basis allows to

maintain a small basis even for problems with a slowly decaying Kolmogorov n -width such as transport dominated problems. We shall demonstrate the efficiency of such techniques for nonlinear transport dominated problems.

This work is done in collaboration with B. Maboudi (University of Stuttgart), C. Pagliantini (Technische Universiteit Eindhoven), N. Ripamonti (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne).

10 juillet 2020

14h00 **Amandine Aftalion** (Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris)

Pistes d'athlétisme, course à pied et contrôle optimal

Résumé

Dans deux articles en collaboration avec Emmanuel Trélat, nous proposons un modèle mathématique de contrôle optimal qui permet de comprendre comment un coureur doit gérer son énergie et sa force pour courir le plus rapidement possible en tenant compte le mieux possible des virages. En utilisant le théorème de Dubins, ce modèle permet de démontrer que la forme des pistes d'athlétisme peut être optimisée et que les records actuels du 200 mètres devraient pouvoir être battus. Nous analyserons les différentes pistes actuelles et verrons pourquoi Usain Bolt aime bien Lausanne. Dans un deuxième temps, nous verrons que la course optimale sur des distances plus longues présente un phénomène dit de turnpike et utiliserons la théorie développée par E. Trélat et E. Zuazua pour arriver à un modèle de vitesse simplifiée. Enfin nous présenterons des extensions de ces modèles à la course des chevaux.

Le séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions, dont le fonctionnement avait été suspendu à partir du jeudi 12 mars 2020 en raison de l'épidémie de Covid 19, a repris à distance le vendredi 15 mai 2020.

Depuis cette date, les exposés sont retransmis par Zoom chaque vendredi de 14h à 15h.

Chaque vendredi, à partir de 13h30, le lien Zoom pour l'exposé du jour est affiché sur les pages web

<https://www.ljll.math.upmc.fr/fr/seminaires/article/seminaire-du-laboratoire>

<https://www.ljll.math.upmc.fr/contenu/article/seminaires-de-l-annee-2020>

A partir de la même heure, l'accès à la réunion Zoom est ouvert et le diaporama de l'exposé est disponible sur ces pages. L'exposé commence à 14h.

En temps normal, le séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions a lieu le vendredi de 14h00 à 15h00

Campus Jussieu, Sorbonne Université, 4 place Jussieu, Paris 5^e
barre 15-16, 3^e étage, salle 09 (15-16-3-09)

L'exposé est suivi d'un café accompagné de biscuits

Le programme du séminaire, les résumés des exposés et leurs diaporamas sont disponibles sur les pages web

<https://www.ljll.math.upmc.fr/fr/seminaires/article/seminaire-du-laboratoire>

<https://www.ljll.math.upmc.fr/contenu/article/seminaires-de-l-annee-2020>

Pour recevoir (ou ne plus recevoir) chaque mois le programme par courrier électronique, envoyer un message à

Seminaire-du-LJLL@ann.jussieu.fr

Organisateurs du séminaire :

Yves Achdou : achdou@ljll.univ-paris-diderot.fr

Fabrice Béthuel : bethuel@ann.jussieu.fr

Albert Cohen : cohen@ann.jussieu.fr

Anne-Laure Dalibard : dalibard@ann.jussieu.fr

Yvon Maday : maday@ann.jussieu.fr

François Murat : murat@ann.jussieu.fr

Benoît Perthame : perthame@ann.jussieu.fr

Emmanuel Trélat : emmanuel.trelat@ljll.math.upmc.fr