

Séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions

UMR 7598 CNRS

Sorbonne Université

et Université de Paris

Résumés des exposés des mois de septembre et octobre 2019

20 septembre 2019

14h00 **Lawrence Craig Evans** (Université de Californie, Berkeley)
PDE and ODE methods for weak KAM theory

Résumé

I will review some nonlinear PDE methods useful in weak KAM theory, including a simple PDE interpretation of the Virial Theorem. I will also explain the formal connections with Riccati systems of ODE, and discuss some (small) recent progress on a conjecture concerning the effective Hamiltonian and distinguished solutions of the associated Riccati equation.

27 septembre 2019

14h00 **Guillaume Delay** (Sorbonne Université, Paris)
La méthode HHO (Hybrid High Order)
dans le cas d'une frontière immergée

Résumé

La méthode HHO (Hybrid High Order) a été introduite récemment pour approcher numériquement les solutions d'équations aux dérivées partielles. Les inconnues considérées sont des polynômes attachés aux cellules et aux faces du maillage. Les inconnues « cellules » peuvent être éliminées localement par une procédure de condensation statique, et le problème global ne fait donc intervenir que les inconnues « faces ». La méthode HHO permet des calculs efficaces avec une convergence d'ordre $k + 1$ en norme d'énergie pour des polynômes « faces » d'ordre k , ainsi que l'utilisation de maillages contenant différents types de polygones ou polyèdres (caractère polyédrique de la méthode).

Cette méthode a ensuite été adaptée à la résolution de problèmes elliptiques avec une interface « immergée », c'est-à-dire une interface qui n'est pas nécessairement adaptée aux noeuds du maillage. L'interface peut ainsi traverser le maillage de manière assez générale. La robustesse par rapport à la façon dont l'interface coupe les mailles est obtenue par une opération d'agglomération de mailles qui est facilement mise en oeuvre grâce au caractère polyédrique de la méthode HHO.

Dans cet exposé, nous développerons une nouvelle version de la méthode HHO pour le problème elliptique avec interface immergée. Nous montrerons également comment adapter cette méthode au problème de Stokes pour lequel l'analyse de stabilité passe par une condition inf-sup. Nous donnerons des estimations d'erreur a priori ainsi que des résultats de simulations numériques.

Ce travail est issu d'une collaboration avec E. Burman et A. Ern.

04 octobre 2019

14h00 **Anne-Sophie Bonnet-Ben Dhia** (Ecole Nationale Supérieure
de Techniques Avancées, Palaiseau)
**De nouvelles idées pour la résolution des problèmes de diffraction,
combinant décomposition de domaine, opérateurs intégraux
et dilatation analytique**

Résumé

Il existe de nombreuses approches pour calculer la diffraction d'une onde par un obstacle borné dans un milieu infini homogène. On peut en particulier utiliser une méthode d'équations intégrales ou borner le domaine de calcul par des PMLs (Perfectly Matched Layers). Mais ces méthodes deviennent inefficaces, ou même inutilisables, lorsque le milieu environnant l'obstacle est complexe (hétérogène et/ou anisotrope), surtout si l'on s'intéresse à des modèles d'ondes vectoriels, c'est-à-dire à des ondes élastiques ou électromagnétiques. Ainsi par exemple, la méthode des PMLs fournit une solution erronée dans certains milieux élastiques stratifiés. Quant aux équations intégrales, elles nécessitent le calcul préalable du tenseur de Green dont le coût peut devenir prohibitif.

Nous développons au sein de l'équipe POEMS (Propagation des Ondes, Etude Mathématique et Simulation) des solutions alternatives aux méthodes usuelles, avec l'ambition de réunir les avantages des équations intégrales et des PMLs. La première idée est d'exploiter des représentations analytiques par sous-domaine, mais ceci conduit à un système d'équations intégrales posées sur les frontières infinies des sous-domaines. La seconde idée consiste à utiliser la dilatation analytique (sous-jacente aux PMLs) pour borner ces frontières infinies.

Pour le problème scalaire modèle, nous sommes capables de montrer que la formulation obtenue est de type Fredholm dans un espace L^2 , et nous pouvons établir diverses estimations d'erreur. Dans des cas plus complexes, la méthode numérique fonctionne de façon très encourageante, mais il reste de nombreuses questions théoriques à examiner.

11 octobre 2019

14h00 **Mohamed Masmoudi** (Université Paul Sabatier, Toulouse)
Réseaux neuronaux profonds et parcimonieux

Résumé

L'apprentissage profond constitue actuellement un édifice cohérent dont la clé de voûte est la redondance, qui permet en particulier d'éviter les minima locaux. Nous verrons que la redondance peut expliquer l'engouement pour la méthode du gradient, malgré sa convergence très lente. L'orientation des recherches actuelles vers les phénomènes discrets, tels que la classification ou le traitement du langage naturel, n'est pas étrangère à la redondance.

Nous proposons des réseaux neuronaux parcimonieux, dont la structure complexe est déterminée d'une manière automatique par la méthode du gradient topologique. En cela nous sommes loin du courant dominant de l'apprentissage profond, qui repose sur une démarche essai-erreur pour trouver un réseau neuronal ayant une structure en couches.

Notre proposition permet de réduire de plusieurs ordres de grandeurs la taille du réseau neuronal, et de réduire d'un facteur similaire la quantité de données, ainsi que toutes les autres ressources, y compris énergétiques, nécessaires à sa construction.

Les réseaux neuronaux parcimonieux sont particulièrement efficaces pour le traitement de phénomènes continus et vont jusqu'à la prédiction, sur des temps longs, de phénomènes quasi-chaotiques. Dans ce contexte, tout défaut de parcimonie se traduit par une dégradation irrémédiable du modèle.

Le réseau ainsi construit est à la fois précis et robuste et résiste à des attaques de type « DeepFool ».

Nous illustrerons ces aspects par des exemples issus des applications industrielles.

18 octobre 2019

14h00 **Paola Goatin** (Inria Sophia Antipolis)
Modèles macroscopiques non locaux pour le trafic routier

Résumé

Les systèmes de lois de conservation non locales sont utilisés pour modéliser de nombreux phénomènes physiques. Ainsi des termes intégraux en espace apparaissent, par exemple, dans des modèles d'écoulements granulaires, de sédimentation, de chaînes d'approvisionnement, et dans des applications biologiques telles que la dynamique des populations structurées.

En particulier, des équations avec flux non local ont été récemment introduites dans la modélisation des flux de trafic pour prendre en compte la réaction des conducteurs ou des piétons à la densité d'agents voisins. Alors que les piétons sont susceptibles de réagir à la présence de personnes tout autour d'eux, les conducteurs adaptent principalement leur vitesse au trafic en aval, en accordant une importance majeure aux véhicules les plus proches. Je présenterai les avancées récentes dans ce domaine, incluant des modèles multi-populations et le traitement des jonctions dans un réseau routier.

25 octobre 2019

14h00 **Vivien Mallet** (Inria Paris)

**Méta-modélisation corrigée par l'observation,
avec application à la pollution atmosphérique en ville**

Résumé

De nombreux phénomènes environnementaux sont simulés par des modèles numériques statiques ou dynamiques très coûteux en temps de calcul. Les coûts de calcul sont sources de fortes restrictions et contraintes dans l'exploitation d'un modèle, par exemple pour la quantification de ses incertitudes ou l'assimilation de données.

Une stratégie de plus en plus répandue consiste à approcher le modèle par un méta-modèle qui reproduit correctement le comportement du modèle, mais avec un coût de calcul extrêmement faible. Le modèle opère souvent en grande dimension, par exemple avec des dimensions entre 10^4 et 10^6 à la fois pour ses paramètres et pour l'état simulé. La méta-modélisation repose alors sur une première étape de réduction de dimension. Le modèle réduit est ensuite remplacé par un ou plusieurs émulateurs statistiques, par exemple construits par krigeage entre des points auxquels des simulations du modèle ont été effectuées.

Un modèle environnemental est souvent sujet à de fortes incertitudes. Pour réduire ces incertitudes, on exploite des observations très partielles de l'état calculé par le modèle. Nous verrons comment ces observations peuvent permettre de corriger le méta-modèle. Le méta-modèle ainsi corrigé effectue des prévisions nettement meilleures que celles du modèle, avec un coût de calcul négligeable.

L'approche sera illustrée par la simulation de la qualité de l'air à l'échelle urbaine.

Le séminaire du Laboratoire Jacques-Louis Lions a lieu
le vendredi à 14h00
Campus Jussieu, Sorbonne Université, 4 place Jussieu, Paris 5^e
barre 15–16, 3^e étage, salle 09 (15-16-3-09)

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

http://www.ljll.math.upmc.fr/fr/seminaires/seminaire_du_laboratoire.html

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

Seminaire-du-LJLL@ann.jussieu.fr

Renseignements et informations :

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