

# *Mini-symposium EsPaEDP*

## *Estimation de paramètres pour les EDP*

*Mini-symposium porté par les GdR Calcul et MASCOT-NUM*

### Résumé

Le GdR MASCOT-NUM et le GDR Calcul s'associent pour proposer un mini-symposium à l'interface des deux communautés. La problématique générale de l'estimation de paramètres suppose le plus souvent un grand nombre d'évaluation du problème considéré, engendrant un coût calcul qui peut être hors de portée selon la complexité du modèle. Plusieurs voies de recherche s'attaquent au problème selon des angles différents, allant de la réduction de modèles à des approches plus statistiques. Ce mini-symposium s'intéresse plus particulièrement aux approches couplées edp-statistiques, les exposés exploreront différents points de vue au travers d'applications variées.

### Organisateur(s)

1. **Clémentine Prieur**, Université Joseph Fourier, Laboratoire Jean Kuntzmann.
2. **Violaine Louvet**, Université Lyon 1, Institut Camille Jordan.
3. **Laurence Viry**, Université Joseph Fourier, Laboratoire Jean Kuntzmann.

### Liste des orateurs

1. **Marc Hoffmann**, Paris Dauphine, CEREMADE  
*Titre* : Estimation statistique des paramètres pour des EDP de type transport-fragmentation.
2. **Tony Lelièvre**, Ecole des Ponts ParisTech, CERMICS  
*Titre* : Algorithmes gloutons pour la réduction de modèle.
3. **Emmanuel Grenier**, ENS Lyon, UPMA  
*Titre* : Couplage entre algorithme SAEM et précalcul pour la paramétrisation populationnelle d'équations de réaction diffusion.
4. **Nabil Rachdi**, EADS  
*Titre* : Calibration d'un système d'EDP pour la régulation thermique au sein de la cabine d'un avion.

**Clémentine Prieur**, Université Joseph Fourier (Grenoble 1), Laboratoire Jean Kuntzmann, Equipe-Projet Inria MOISE, Tour IRMA BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9, France, [clementine.prieur@imag.fr](mailto:clementine.prieur@imag.fr)

**Violaine Louvet**, Université Claude Bernard Lyon 1, Institut Camille Jordan, 43 boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne cedex, France, [louvet@math.univ-lyon1.fr](mailto:louvet@math.univ-lyon1.fr)

**Laurence Viry**, Université Joseph Fourier (Grenoble 1), Laboratoire Jean Kuntzmann, Tour IRMA BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9, France, [laurence.viry@imag.fr](mailto:laurence.viry@imag.fr)

**Marc Hoffmann**, Université PARIS-DAUPHINE, Centre De Recherche en Mathématiques de la Décision, Groupe Mathématiques de l'économie et de la finance, Place du Maréchal De Lattre De Tassigny, 75775 Paris Cedex 16, France, [hoffmann@ceremade.dauphine.fr](mailto:hoffmann@ceremade.dauphine.fr)

**Tony Lelièvre**, Ecole des Ponts ParisTech, CERMICS, Simulation moléculaire et multi-échelle, 6 et 8 avenue Blaise Pascal, Cité Descartes, Champs sur Marne, 77455 Marne la Vallée Cedex 2, France, [lelievre@cermics.enpc.fr](mailto:lelievre@cermics.enpc.fr)

**Emmanuel Grenier**, ENS de Lyon (site Sciences), UMPA, Equipe/projet INRIA Numed, 46 allée d'Italie, 69364 Lyon Cedex 07, France, [emmanuel.grenier@ens-lyon.fr](mailto:emmanuel.grenier@ens-lyon.fr)

**Nabil Rachdi**, Ingénieur de recherche en mathématiques appliquées chez EADS, 12 rue Pasteur, Sur-esnes (92), France, [Nabil.Rachdi@eads.net](mailto:Nabil.Rachdi@eads.net)

Le GDR MASCOT-NUM et le GDR Calcul s'associent pour proposer un mini-symposium sur les approches couplées edp-statistiques, notamment en ce qui concerne l'estimation des paramètres. L'estimation de paramètres requiert généralement un grand nombre d'évaluation du modèle considéré, engendrant un coût de calcul qui peut vite devenir prohibitif selon la complexité du modèle. Plusieurs alternatives, allant de la réduction de modèle déterministe à des approches et/ou algorithmes statistiques, ont été proposées pour résoudre ce problème de coût. Ce mini-symposium a pour objectif de présenter quelques unes de ces approches sur des cas d'études explicites.

Le mini-symposium *Estimation de paramètres pour les EDP* sera composé de 4 exposés, dont un exposé industriel. Le contenu des exposés est détaillé ci-après.

## 1 Estimation statistique des paramètres pour des EDP de type transport-fragmentation.

**Orateur :** Marc Hoffmann.

**Résumé :** Nous considérons sous l'angle statistique la reconstruction des paramètres d'une équation de type transport-fragmentation, dont un des champs d'applications est la modélisation de l'évolution de populations cellulaires structurées en taille, âge ou facteur de croissance. Sur plusieurs exemples, nous expliquerons comment le schéma d'observation accessible au statisticien pour le même problème de modélisation sous-jacent modifie le type d'équations que l'on est amené à considérer. Dans ce contexte, nous caractériserons les vitesses d'estimation et fournirons des procédures d'estimation non-paramétriques optimales. Ce travail est en collaboration avec Marie Doumic (INRIA et Laboratoire J.L. Lions).

## 2 Algorithmes gloutons pour la réduction de modèle

**Orateur :** Tony Lelièvre.

**Résumé :** Nous présenterons une famille d'algorithmes gloutons qui ont été proposés par F. Chinesta et A. Nouy pour approcher la solution de problèmes en grande dimension. Ces techniques s'appliquent en particulier à des équations aux dérivées partielles paramétrées. Nous présenterons les algorithmes et des développements récents concernant l'approximation du premier mode propre de problèmes elliptiques. Il s'agit d'un travail en commun avec Eric Cancès et Virginie Ehrlacher.

## 3 Couplage entre algorithme SAEM et précalcul pour la paramétrisation populationnelle d'équations de réaction diffusion

**Orateur :** Emmanuel Grenier.

**Résumé :** La paramétrisation populationnelle d'une équation aux dérivées partielles longue à calculer par un algorithme de type SAEM (utilisé par exemple dans Monolix) conduit à des temps de calcul prohibitifs. Il apparaît nécessaire de combiner SAEM avec un algorithme de réduction du temps de calcul pour se ramener à des temps raisonnables. Dans cet exposé nous montrerons comment coupler des algorithmes de précalcul sur une grille avec SAEM et appliquerons ces stratégies à la paramétrisation de KPP.

## 4 Calibration d'un système d'EDP pour la régulation thermique au sein de la cabine d'un avion

**Orateur :** Nabil Rachdi.

**Résumé :** Le groupe EADS est un leader mondial de l'aéronautique et de défense, dont ses activités dépendent fortement du développement et de l'intégration d'états de l'art et de nouvelles technologies dans ses produits afin de garantir la compétitivité nécessaire au sein de ses marchés.

Cet exposé présente le problème de l'étude de confort au sein d'une cabine d'un avion commercial en phase de conception, ainsi que certains challenges scientifiques identifiés. Les échanges thermiques dans la cabine

et la baie d'un avion sont modélisés par les équations de Navier-Stokes, qui sont implémentées dans un logiciel informatique. La résolution de telles équations, notamment les conditions limites, induit la présence de paramètres souvent mal connus. Il y a principalement deux types de tels paramètres : il y a ceux dont on connaît une valeur nominale mais qui sont sujets à une variabilité ou une incertitude intrinsèque (ex. le taux de turbulence, etc.), puis il y a ceux qui doivent être estimés (ex. résistance thermique de contact, conductivité thermique, etc.). L'estimation de ces derniers paramètres nécessite une information supplémentaire qui est en pratique la disponibilité de données d'avions antérieurs, d'expériences réelles, d'essais en chambre, etc. Bien souvent, les méthodes d'estimation peuvent s'avérer gourmandes en temps de calcul, notamment dû au coût de simulation du système EDP. Des techniques de réduction de modèle seront envisagées pour contourner cette difficulté. Les méthodes présentées seront illustrées sur un cas test industriel.

## **Conclusion**

Nous espérons que ce mini-symposium suscitera des questions de recherche pertinentes à la frontière des GdR Calcul et MASCOT-NUM.