

Sommaire

SOMMAIRE

Éditorial	3
Comptes rendus des CA et bureaux de la SMAI.....	7
Nouvelles du CNRS.....	19
Bilan de la réforme des comités de sélection	27
Vie de la communauté.....	43
Jonathan M. Borwein (1951, 2016)	43
En mémoire de Roger Fletcher.....	47
En mémoire de Robert Janin.....	49
Invités	50
Comptes rendus de manifestations	51
Congrès en l’honneur de Jean-Michel Coron, pour ses 60 ans	51
The 70th birthday of Prof. Michel Théra in Alicante	56
ETAMM 2016	57
MAIA 2016	62
Compte rendu des 11èmes journées MAS 2016.....	65
Journée de la FR CNRS Normandie Mathématiques	67
Promenade en forêts aléatoires	69
Résumés de thèses	85
Annonces de colloques	119
Liste des correspondants locaux	121

Date limite de soumission des textes pour le Matapli 112 :
15 février 2017

Smai – Institut Henri Poincaré – 11 rue Pierre et Marie Curie – 75231 Paris Cedex 05

Tél : 01 44 27 66 62 – Télécopie : 01 44 07 03 64

MATAPLI - ISSN 0762-5707

smai@emath.fr - http://smai.emath.fr

PRIX DES PUBLICITÉS ET ENCARTS DANS MATAPLI POUR 2016

- 150 € pour une demi-page intérieure
- 250 € pour une page intérieure
- 400 € pour la 3^e de couverture
- 450 € pour la 2^e de couverture
- 500 € pour la 4^e de couverture
- 300 € pour le routage avec Matapli d’une affiche format A4 (1500 exemplaires)

(nous consulter pour des demandes et prix spéciaux)

Envoyer un bon de commande au secrétariat de la Smai

Smai – Institut Henri Poincaré – 11 rue Pierre et Marie Curie – 75231 Paris Cedex 05

Tél : 01 44 27 66 62 – Télécopie : 01 44 07 03 64

smai@emath.fr

Site internet de la SMAI :

<http://smai.emath.fr/>

Editorial

par Fatiha Alabau
Présidente de la SMAI

EDITORIAL

Chers membres de la SMAI,

Vous trouverez dans ce numéro des nouvelles du CNRS, et un article sur les recrutements en mathématiques donnant un premier bilan de la réforme des comités de sélection par Laurence Brozé et la collaboration de Pauline Gaffez. Michel Théra rend hommage à Jonathan Borwein décédé le 2 août à travers un long article qui retrace son chemin et ses contributions scientifiques et ses implications pour la communauté. Philippe Toint rend hommage à Roger Fletcher décédé le 5 juin, et Jean-Paul Penot rend hommage à Robert Janin décédé le 3 octobre. Vous trouverez également un compte-rendu et des photographies de plusieurs conférences organisées en l'honneur de mathématiciens, celle pour les 60 ans de Jean-Michel Coron à l'Institut Henri Poincaré et celle des 70 ans de Michel Théra à Alicante en Espagne.

Le prochain Forum Emploi Maths, organisé conjointement par Amies, la SFdS et la SMAI se déroulera le 15 décembre 2016 à la Cité des Sciences et de l'Industrie à la Villette. Il réunira les étudiants, les formations et laboratoires en mathématiques et les entreprises. Pour aider au déplacement d'étudiants, venant de province ou d'outre-mer, la SMAI a reconduit ses soutiens aux missions des étudiants du niveau Licence 2ème et 3ème années et jusqu'au niveau doctorat.

Plusieurs lauréats de prix de l'Académie des Sciences, notamment en mathématiques appliquées, seront honorés sous la coupole le 22 novembre : Emmanuel Trélat pour le Grand Prix "Mme Victor Noury", Franck Boyer pour le prix Blaise Pascal du GAMNI-SMAI, ainsi que Pierre Colmez pour le Grand Prix Léonid Frank, François Ledrappier pour le Grand Prix Sophie Germain. Jean-Michel Coron a reçu le prix "Luigi Tartufari per la Matematica" par l'Accademia Nazionale dei Lincei. Qu'ils reçoivent ici toutes nos félicitations.

Le prix Louis Bachelier décerné conjointement par la SMAI et par la London Mathematical Society en partenariat avec la Fondation Natixis pour la recherche

Éditorial

quantitative, a été remis à Damir Filipovic le 18 octobre à Londres en présence de Jean-Stéphane Dhersin pour la SMAI, Michel Crouhy pour Natixis et Simon Tavaré pour la LMS.

La SMAI et la SMF instituent le prix Marc Yor en probabilités sous le parrainage de l'Académie des Sciences pour honorer la mémoire de Marc Yor, grand mathématicien décédé en janvier 2014. Ce prix vise à promouvoir l'excellence des probabilités et leurs applications, en récompensant chaque année une jeune mathématicienne ou un jeune mathématicien spécialiste des probabilités exerçant en France. La date limite de candidature est le 31 janvier 2017. Nous vous encourageons à faire connaître ce prix et à candidater si vous êtes concernés.

Le CEMRACS 2016 sur les "Numerical challenges in parallel scientific computing" qui s'est déroulé du 18 juillet au 26 août au CIRM à Marseille a rencontré un très vif succès. Le prochain Congrès SMAI, organisé par la Fédération de Recherche Amiens-Reims-Compiègne (ARC-Mathématiques) aura lieu du 5 au 9 juin 2017 au centre Azureva de Ronces les Bains en Charente Maritime.

La SMAI continue de développer ses actions de médiation scientifique. La SMAI et le Musée des arts et métiers du Cnam poursuivent le développement du cycle de médiation scientifique "Une invention, des mathématiques". La prochaine édition aura lieu en novembre 2016 avec une conférence d'Olivier Pironneau, membre de l'Académie des Sciences, professeur émérite à l'université Pierre et Marie Curie, intitulée "L'Avion III de Clément Ader, science, ingénierie et supériorité militaire" en lien avec l'avion III de Clément Ader, et une visite des lycéens autour de l'avion III de Clément Ader, le moteur d'Etienne Lenoir et le pendule de Foucault. La SMAI a été partenaire du Musée des arts et métiers pour la Fête de la Science le 13 octobre 2016.

La SMAI est partenaire de la SMF et du CIRM pour un hommage à Claude Shannon, le père de la théorie de l'information qui se déroulera le vendredi 4 novembre après-midi au CIRM et qui clôturera la rencontre SIGMA'16 organisée par le groupe SMAI-SIGMA.

La SMAI a été alertée sur la situation du département de mathématiques de l'université de Leicester. Je vous ai fait suivre la pétition

<http://speakout.web.ucu.org.uk/no-cuts-no-confidence-at-university-of-leicester/>

mise en place pour soutenir ce département. Elle compte à ce jour 3881 signatures, dont plusieurs de membres de la SMAI et de mathématiciens de la communauté

française.

La SMAI représente la communauté des mathématiciens appliqués, elle le fait au travers de prises de position, d'actions et d'activités qu'elle développe avec votre soutien local. Les rôles des sociétés savantes sont essentiels. Nous avons besoin de votre soutien à travers vos adhésions, votre implication dans les actions de la SMAI, alors n'hésitez pas à adhérer, à faire adhérer à la SMAI les jeunes recrutés et les personnes morales que vous connaissez comme laboratoire ou entreprise, et qui ne connaissent pas toujours nos actions.

A très bientôt,

Bien amicalement,

Fatiha Alabau
Présidente de la SMAI

SMAI Members: Join **siam**® at a 30% discount!

If you live outside the United States, join SIAM as a reciprocal member and become part of our international and interdisciplinary community of educators, practitioners, researchers, and students from more than 100 countries working in industry, laboratories, government, and academia.

SIAM offers you:

- Subscriptions to *SIAM News* and *SIAM Review*
- Discounts on SIAM books, journals, and conferences
- Eligibility to join SIAM activity groups
- *SIAM Unwrapped* (member e-newsletter)
- The ability to nominate two students for free membership
- Eligibility to vote for or become part of SIAM leadership
- Eligibility to nominate or to be nominated as a SIAM Fellow

Go to www.siam.org/joinsiam
to join online as a reciprocal
member and receive a 30% discount.



JOIN TODAY

www.siam.org/joinsiam

SOCIETY for INDUSTRIAL and APPLIED MATHEMATICS

3600 Market Street, 6th Floor, Philadelphia, PA 19104-2688 USA
Phone: +1-215-382-9800 · Fax: +1-215-386-7999 · membership@siam.org · www.siam.org

Comptes rendus des AG, CA et bureaux de la SMAI

par Christophe Chalons,
Secrétaire Général de la SMAI

Compte rendu de l'Assemblée générale du 17 Juin 2016

L'Assemblée Générale de la SMAI s'est déroulée le vendredi 17 juin 2016 sur le campus de Jussieu.

20 personnes étaient physiquement présentes, et 26 étaient représentées par des procurations.

L'ordre du jour était le suivant :

- Rapport moral et vote du quitus ;
- Rapport financier et vote du quitus ;
- Vote du tarif des adhésions ;
- Proposition de modification du règlement intérieur ;
- Présentation des activités des groupes thématiques ;
- Proclamation des résultats des élections au Conseil d'Administration ;
- Questions diverses.

La séance a débuté à 10h10.

1 Présentation du rapport moral et du rapport financier

La présidente, F. Alabau, a présenté le rapport moral synthétisant les différentes activités de la SMAI concernant l'industrie, le grand public, les conférences, les publications, l'enseignement... Le rapport moral a été adopté à l'unanimité. Il est disponible sur le site internet de la SMAI.

Les comptes consolidés et le rapport financier de l'année 2015 ont été présentés par le trésorier, E. Gobet. Les comptes et le rapport financier ont été approuvés à l'unanimité. Ils seront publiés dans le prochain numéro du Matapli.

2 Proposition de modification du règlement intérieur

On rappelle que la SMAI a été Reconnue d’Utilité Publique (RUP) par décret du 2 juin 2015 et que des nouveaux statuts ont été votés lors de l’avant-dernière Assemblée Générale pour se mettre en conformité avec les exigences de la RUP. Ils sont appliqués depuis cette date.

Le Règlement Intérieur complète les statuts. La proposition d’un nouveau Règlement Intérieur fait donc suite à la modification des statuts.

La présidente, F. Alabau, a présenté une proposition de modification du règlement intérieur qui avait préalablement été discutée et validée par les membres du CA de la SMAI et par les responsables des groupes thématiques de la SMAI. Cette nouvelle proposition de Règlement Intérieur préserve l’esprit du précédent Règlement Intérieur, tout en le rendant conforme aux statuts actuels (composition du bureau et du CA, vote des tarifs,...), en l’actualisant pour le rendre cohérent avec le fonctionnement concret de la SMAI, et en précisant les relations entre la SMAI et ses groupes.

La proposition de modification du règlement intérieur a été votée à l’unanimité.

3 Vote du tarif des adhésions

Il a été voté à l’unanimité le maintien du tarif actuel des adhésions à la SMAI.

E. Gobet a par ailleurs présenté le projet de mise en place des dons à la SMAI suite au passage à la Reconnaissance d’Utilité Publique. E. Gobet a tout d’abord rappelé que l’adhésion simple à la SMAI ne peut pas donner droit à une défiscalisation car celle-ci donne droit à des avantages (bulletins Matapli, réductions sur les collections SMAI-Springer, sur les tarifs de participation aux congrès...). Elle ne peut donc pas être considérée comme un don et il est ainsi nécessaire de dissocier les deux notions d’adhésion et de don.

Il est proposé de mettre en place la possibilité de faire un don à la SMAI sur le site, au moment de l’adhésion ou à tout autre moment, avec différents fléchages possibles (don pour la participation des jeunes à des congrès, pour le financement de prix, des projets BOUM, des activités de médiation scientifique...)

Il est également proposé de créer différents statuts d’adhérents :

- Simple adhérent : adhésion simple au tarif normal, jeune ou doctorant concerné
- Adhérent donateur : adhésion simple + don de 30 euros (coût avant défiscalisation)
- Adhérent bienfaiteur : adhésion simple + don de 90 euros (coût avant défiscalisation)
- Adhérent grand bienfaiteur : adhésion simple + don de 150 euros ou plus (coût avant défiscalisation)

4 Présentation des groupes thématiques

Rida Laraki, A. Samson et A. Cohen ont présenté les activités des groupes thématiques MODE, MAS et SIGMA respectivement.

5 Élections au Conseil d'Administration

Le Conseil d'Administration de la SMAI est renouvelé par tiers tous les ans, ce qui correspond à 8 membres depuis le passage à la Reconnaissance d'Utilité Publique. Quinze personnes se sont présentées pour siéger au Conseil d'Administration.

Au total, 126 votes ont été exprimés, dont 1 nul.

Les résultats sont les suivants :

- F. Issard-Roch (sortante), 85 voix
- F. Boyer, 80 voix
- E. Gobet (sortant), 70 voix
- T. Horsin, 65 voix
- O. S. Serea, 65 voix
- N. Vauchelet, 65 voix
- F. Barbaresco, 63 voix
- F. Lagoutière (sortant), 63 voix
- J. Lacaille, 58 voix
- R. Danchin, 56 voix
- J.-S. Dhersin (sortant), 52 voix
- U. Razafison, 45 voix
- L. Denis, 42 voix
- P. Bich, 39 voix
- V. Magron, 36 voix

Suite aux démissions de E. de Rocquigny, F. Lagoutière et J. Le Rousseau, sont élus au Conseil d'Administration, par ordre décroissant du nombre de voix :

- F. Issard-Roch
- F. Boyer
- E. Gobet
- T. Horsin
- O. S. Serea
- N. Vauchelet
- F. Barbaresco
- J. Lacaille
- R. Danchin
- J.-S. Dhersin

6 Points divers

F. Alabau a porté à la connaissance des membres présents à l’Assemblée Générale la nomination d’E. Godlewksi à la présidence de la CFEM (Commission Française pour l’Enseignement des Mathématiques) à partir du 1er septembre 2016. E. Godlewksi a présenté brièvement la CFEM.

Des discussions ont également eu lieu au sujet des revues de la SMAI et de l’édition scientifique en général, mais aussi au sujet de la démission du comité d’évaluation scientifique en mathématiques et en informatique de l’ANR.

7 Clôture de l’Assemblée Générale

L’ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 12h00.

Compte rendu du CA de la SMAI - 01 Juillet 2016

Présents : F. Alabau, P. Barbillon, C. Chalons, T. Champion, A. Cohen, R. Danchin, J.-S. Dhersin, E. Gobet, J. Lacaille, T. Lelièvre, V. Perrier, O.S. Serea, N. Vauchelet, M. Zani, H. Zidani.

Représentés : F. Boyer, T. Horsin, F. Issard-Roch, M. Lewin, V. Louvet, S. Mancini, Y. Penel, C. Scheid.

Excusés : F. Hubert, R. Laraki, A. Lisser, J. Le Rousseau, B. Nkonga.

1 Elections 2016 au Conseil d’Administration et au Bureau de la SMAI

1.1 Elections au Conseil d’Administration

Le Conseil d’Administration de la SMAI est renouvelé par tiers tous les ans, ce qui correspond à 8 membres depuis le passage à la Reconnaissance d’Utilité Publique. Quinze personnes se sont présentées pour siéger au Conseil d’Administration. Les professions de foi sont visibles sur le site de la SMAI. Au total, 126 votes ont été exprimés, dont 1 nul. Les résultats sont les suivants :

- F. Issard-Roch (sortante), 85 voix
- F. Boyer, 80 voix
- E. Gobet (sortant), 70 voix

Comptes rendus des CA & bureaux de la SMAI

- T. Horsin, 65 voix
- O.S. Serea, 65 voix
- N. Vauchelet, 65 voix
- F. Barbaresco, 63 voix
- F. Lagoutière (sortant), 63 voix
- J. Lacaille, 58 voix
- R. Danchin, 56 voix
- J.-S. Dhersin (sortant), 52 voix
- U. Razafison, 45 voix
- L. Denis, 42 voix
- P. Bich, 39 voix
- V. Magron, 36 voix

Suite aux démissions de E. de Rocquigny, F. Lagoutière et J. Le Rousseau, sont élus au Conseil d'Administration, par ordre décroissant du nombre de voix :

- F. Issard-Roch
- F. Boyer
- E. Gobet
- T. Horsin
- O. S. Serea
- N. Vauchelet
- F. Barbaresco
- J. Lacaille
- R. Danchin
- J.-S. Dhersin

La durée des mandats des élus est de 3 ans. Toutefois, la durée des mandats de R. Danchin et J.-S. Dhersin correspond à la durée restante des mandats de E. de Rocquigny et J. Le Rousseau, c'est-à-dire 1 an.

La SMAI remercie chaleureusement les nouveaux et les anciens membres du CA pour leur implication dans notre association.

Suite aux difficultés rencontrées cette année pour la mise en place des élections, le CA propose d'une part de procéder à un changement de prestataire, et d'autre part d'étudier la mise en place d'un vote électronique couplé à un vote physique toujours possible le jour de l'Assemblée Générale annuelle.

1.2 Elections au Bureau

Le CA a procédé à l'élection des membres du Bureau pour l'année à venir. Sont élus à l'unanimité pour une durée d'1 an au Bureau de la SMAI :

Comptes rendus des CA & bureaux de la SMAI

- Présidente : Fatiha Alabau
- Trésorier : Jean-Stéphane Dhersin
- Secrétaire général : Christophe Chalons
- Secrétaire général adjoint : Nicolas Vauchelet
- Secrétaire général adjoint aux publications : Albert Cohen
- Vice-président enseignement : Françoise Issard-Roch
- Vice-président grand public : Florence Hubert
- Vice-président industrie : Jérôme Lacaille.

C. Chalons a exprimé à la Présidente et aux membres du CA son souhait d’être remplacé à partir du mois de janvier 2017 en raison d’un appel à d’autres responsabilités. Afin de préparer au mieux la transition, C. Chalons a demandé à être épaulé par un secrétaire général adjoint.

2 Congrès SMAI 2017 et 2019

2.1 Congrès SMAI 2017

Sur proposition des organisateurs du congrès (le Fédération de Recherche Amiens-Reims-Compiègne Mathématiques) et du CA de la SMAI, le comité scientifique du prochain congrès SMAI 2017 sera constitué, par ordre alphabétique, de

- Sylvie Benzoni (Lyon)
- Laurence Carassus (Reims)
- Laurent Di Menza (Reims)
- Hélène Frankowska (Paris)
- Ghislaine Gayraud (Compiègne)
- Olivier Goubet (Amiens)
- Christian Gout (Rouen)
- Benjamin Jourdain (Marne-la-Vallée)
- Quentin Mérigot (Orsay)
- Anne Philippe (Nantes)
- Magali Ribot (Orléans)
- Grégory Vial (Lyon)

Cette biennale des mathématiques appliquées aura lieu du 5 au 9 juin 2017.

2.2 Congrès SMAI 2019

Le congrès SMAI 2019 sera organisé par le laboratoire Jean Leray (LMJL) de l’Université de Nantes, avec le soutien du Labex Centre Henri Lebesgue (CHL). A ce

titre, l'ensemble des acteurs du Labex participeront à l'organisation et les laboratoires suivants seront notamment impliqués : IRMAR, Université de Rennes, Département de Mathématiques, ENS Rennes, LMBA, Université Bretagne Occidentale (Vannes et Brest), LAREMA, Université d'Angers.

3 Forum Emploi Mathématiques

Le CA s'est prononcé favorablement pour que la SMAI participe une nouvelle fois au financement des frais de mission d'étudiants de L2 ou L3 (à hauteur de 5000 euros) pour participer à la prochaine édition du Forum Emploi Mathématiques qui aura lieu le 15 décembre 2016 à La Villette, comme cela était déjà le cas lors de la précédente édition du FEM.

4 Enseignement

Un groupe de travail SIF, SMAI, SMF a élaboré une première version d'un texte "mathématiques et informatique au lycée" sur les programmes de mathématiques et d'informatique au lycée.

Le Bureau et le CA de la SMAI pensent que le contenu proposé dans la version actuelle est trop ambitieux pour des élèves du lycée et qu'il ne représente pas suffisamment le paysage math-info dans sa globalité. Plusieurs amendements ont été proposés en ce sens avec notamment l'ajout de thèmes liés d'une part au calcul numérique et à la notion de précision et d'erreur numérique, et d'autres part aux modèles discrets pour des applications (physique, biologie, économie, informatique...).

5 Publications

5.1 Gestion des revues

EDP Sciences a augmenté sa contribution financière pour la gestion de nos publications et le financement de notre secrétaire éditoriale H. Fuentes. EDP Sciences est également d'accord pour assurer provisoirement la gestion de nos revues si la demande individuelle de formation (DIF) de H. Fuentes se concrétise. Le passage de l'ensemble de nos revues au nouveau système de gestion Editorial Manager est un pré-requis souhaité.

Les revues de la SMAI se portent bien avec une petite progression des abonnements.

5.2 Directions éditoriales

- La politique éditoriale du journal Maths in Action est toujours en cours d'évolution.
- Le comité éditorial de la revue ESAIM : P&S (Probabilités et Statistiques) changera probablement après le passage de la revue au nouveau système de gestion éditoriale Editorial Manager.
- Le comité éditorial du journal ESAIM : COCV (Contrôle Optimisation et Calcul des Variations), actuellement composé d'un éditeur en chef (E. Zuazua), de quatre Corresponding Editors (F. Bonnans, I. Fonseca, B. Piccoli et X. Zhang) et d'un Editorial Board devrait évoluer prochainement. Des réflexions sont en cours pour veiller aux différents équilibres (thématique, géographique...) du journal et à son rayonnement.

6 Actions Grand Public

6.1 Salon Culture et Jeux Mathématiques 2016

Ce salon est organisé sur la place Saint Sulpice par le Comité International des jeux Mathématiques en partenariat avec de grands instituts de recherche. La 17ème édition a eu lieu cette année du jeudi 26 au dimanche 29 mai 2016. Un stand commun aux cinq associations Femmes & Mathématiques, Société Informatique de France (SIF), Société Française de Statistique (SFdS), Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI) et Société Mathématique de France (SMF) a été tenu pour présenter nos différentes activités ainsi que des sujets et des animations destinées aux jeunes étudiants et à leurs accompagnants. Il s'agit d'une manière de découvrir différemment les mathématiques et leurs applications dans de nombreux domaines.

Le CA remercie les collègues qui ont pu venir représenter la SMAI sur le stand.

6.2 Organisation d'une journée Shannon

L'année 2016 est l'année du centième anniversaire de la naissance de Shannon. La SMAI, la SMF et la SFdS ont été contactées par l'INSMI pour l'organisation d'une rencontre grand public à cette occasion. Cette rencontre aura lieu le vendredi 4 novembre 2016 après-midi au CIRM. Elle est organisée à l'issue d'une rencontre SMAI-SIGMA en collaboration avec le groupe.

6.3 Semaine des mathématiques 2017

Une réunion du comité de pilotage de la semaine des mathématiques a eu lieu le vendredi 3 juin à Paris. La thématique choisie pour la prochaine édition de la semaine des mathématiques 2017 est « Mathématiques et langues ». Elle aura

lieu du 13 au 19 mars 2017 et devrait être suivie par un Forum Mathématiques Vivantes comme en 2015.

6.4 Vidéos de vulgarisation Université Numérique Ingénierie et Technologique

La SMAI a été contactée pour parler d’un appel d’offre 2016, concernant l’ouverture d’une campagne « 5 minutes pour comprendre », dont l’objectif est de créer des vidéos courtes, axées sur un métier, visant un public de lycéens, pour les motiver à s’orienter vers des formations scientifiques. Une appel d’offre va être lancé à l’automne 2016. La SMAI pense répondre à cet appel avec comme objectif d’enrichir sa bibliothèque.

Les suggestions de personnes qui pourraient être filmées sont les bienvenues.

6.5 Fête de la science

Le musée des arts et métiers a proposé à la SMAI d’être partenaire de la fête de la science en octobre prochain. Trois intervenants proposés par la SMAI vont parler 45 minutes, deux fois dans la journée du 13 octobre, à 12h et à 16h pour un petit groupe de seconde, autour d’un objet du musée. A cette occasion, la SMAI pourra faire de la publicité pour le cycle Musée-SMAI nouvellement lancé.

François Alouges, Thierry Horsin et Phillipe Destuynder ont accepté d’intervenir.

6.6 Salon de l’ONISEP

Le salon de l’ONISEP aura lieu du 18 au 20 novembre 2016. Nous sommes d’ores et déjà à la recherche de candidats pour représenter la SMAI sur le stand tenu par les sociétés savantes.

7 Nouvelles des groupes thématiques

7.1 Groupe MAS

- Une édition spéciale du bulletin MATAPLI est en préparation suite à la disparition de Jacques Neveu. Des journées en son honneur seront également organisées par le groupe, probablement au printemps prochain.

- Les prochaines journées du groupe MAS auront lieu à Grenoble du 29 au 31 août à Grenoble. Pour plus de renseignements, consulter le site web <http://mas2016.sciencesconf.org/ici>

- Depuis 1994, tous les 2 ans se tient le colloque des Jeunes Probabilistes et Statisticiens (JPS). Ce colloque permet à des jeunes thésards d’une même génération de faire connaissance et de présenter leurs travaux. Adeline Samson, responsable

Comptes rendus des CA & bureaux de la SMAI

du groupe MAS, en accord avec les organisateurs des JPS, a sollicité la SMAI pour que cette activité puisse devenir à part entière une activité du groupe MAS, avec une gestion comptable à la SMAI. Le Bureau a trouvé l'idée très bonne pour augmenter la visibilité de la SMAI (au prix d'un investissement en terme de secrétariat) et a travaillé avec le groupe MAS à l'élaboration d'une charte stipulant notamment que les pertes et bénéfices du colloque sont partagés avec le groupe SMAI-MAS, et qu'en tant qu'activité SMAI, l'adhésion sera proposée aux doctorants (l'adhésion est gratuite).

Le CA de la SMAI a également donné son accord.

7.2 Groupe MODE

Le nouveau responsable du groupe est Rida Laraki (CNRS, Lamsade, Université Paris Dauphine & Polytechnique), le responsable financier est Mounir Haddou (INSA Rennes) et le secrétaire est Francisco Silva (Université de Limoges). Les 18 membres du comité de liaison sont donnés sur la page du groupe <http://smai.emath.fr/spip.php?article330>ici.

Les prochaines journées du groupe seront annoncées au mois de septembre. Par ailleurs, la première journée MAS-MODE sera organisée le 9 janvier 2017 à l'IHP (amphi Hermite), voir <http://smai.emath.fr/spip.php?article602>ici pour plus de détails.

Les activités du groupe peuvent être suivies sur Twitter depuis le mois de mars 2016 (@smai_mode).

7.3 Groupe SIGMA

Les journées du groupe auront lieu du 31 octobre au 4 novembre au CIRM à Luminy, voir <http://smai.emath.fr/spip.php?article573>ici pour plus de détails.

7.4 Groupe GAMNI

La candidature de la France pour l'organisation jointe des congrès ECCOMAS 2020 - 14th World Congress on Computational Mechanics a été retenue. L'événement aura lieu à Paris du 19 au 24 juillet 2020.

Grégoire Allaire est membre du comité "structure" d'ECCOMAS.

La SMAI et le GAMNI pourront être un relais pour les informations d'ECCOMAS.

8 Divers

8.1 Secrétariat

Afin de pallier les difficultés actuelles et aux retards accumulés suite à l’absence de notre secrétaire N. Sahtout pour congés maternité et parental (celui-ci prend fin le 24 août 2016), la SMAI envisage de faire un appel à des prestations de secrétariat, via une secrétaire en statut auto-entrepreneur. Le CA a échangé sur la formulation des missions.

8.2 Site web

Des réflexions sur les aspects techniques et de maintenance sur le long terme sont toujours en cours pour la rénovation du site web de la SMAI.

8.3 Prix Marc Yor

Comme mentionné lors des deux derniers CA, la création d’un nouveau prix en probabilités à destination d’un jeune de moins de 40 ans a été lancée. Il est envisagé que ce prix soit décerné par l’Académie des Sciences, en partenariat avec la SMF et la SMAI, et intitulé "prix Marc Yor". La SMF a donné son accord pour que le premier prix ait lieu en 2017 et l’Académie des Sciences devrait se prononcer plus tardivement. Le règlement du prix va être finalisé pour que celui-ci soit officiellement lancé en 2017 par la SMF et la SMAI.

8.4 Correspondant de la SMAI auprès de la SFdS

Adeline Samson laisse la place à Stéphane Robin, DR INRIA, comme correspondant de la SMAI auprès de la SFdS.

8.5 CANUM 2016 et CANUM 2018

Le CANUM 2016 a été co-organisé par la SMAI et l’équipe EDP de l’Institut Elie Cartan de Lorraine (IECL) et s’est déroulé du lundi 9 mai (après-midi) au vendredi 13 mai (midi) à Obernai (Bas-Rhin). Le CANUM 2016 a notamment donné lieu à :

- 9 conférences plénières;
- 11 mini-symposiums (au total 43 exposés de 30 minutes);
- 66 communications orales (de 20 minutes) organisées en 7 sessions parallèles;
- 19 posters;
- une session industrielle;

Comptes rendus des CA & bureaux de la SMAI

- une session consacrée à la réforme du CAPES et l’introduction de l’option informatique, animée par Edwige Godlewski (LJLL) et Jean-François Weiss (IECL);
- une soirée-débat animée par Karim Ramdani consacrée aux évolutions en cours dans l’édition scientifique, avec Frédéric Hélein (Directeur Scientifique du Réseau National des Bibliothèques de Mathématiques) et Albert Cohen (Responsable des Publications à la SMAI).

Un bilan plus détaillé des organisateurs a été envoyé pour publication dans le bulletin MATAPLI.

Le CANUM 2018 sera organisé par le Laboratoire de Mathématiques de Versailles (équipe EDP).

8.6 Demande de la SBMAC (Société de mathématiques appliquées brésilienne)

Lors du CA de l’ICIAM à Campinas, la SBMAC par le biais de son Président Antonio Silva Neto a pris contact avec la SMAI au sujet du prix Lagrange. Il s’agit d’un prix ICIAM conjoint entre la SEMA, la SIMAI et la SMAI. La SBMAC souhaiterait rejoindre nos trois sociétés pour ce prix.

Le CA de la SMAI donne son accord. à l’unanimité.

8.7 Prochains CA de la SMAI

Les prochains CA auront lieu le vendredi 14 octobre 2016 à 14h et le vendredi 13 janvier 2017 à 14h.

Nouvelles du CNRS

par Philippe BIANE et Rémi CARLES

Dans ce texte, nous rappelons le rôle du comité national et nous présentons des statistiques concernant les concours et les promotions sur l'ensemble du mandat écoulé.

1 Comité national : rôle et fonctionnement

Le rôle le plus connu du comité national est celui de jury de recrutement des chargés de recherche et directeurs de recherche, au printemps. Sa mission comprend plusieurs autres aspects, relevant de l'évaluation scientifique : demandes de chercheurs invités (encore appelés « postes rouges »), demandes de délégations CNRS, participation aux comités de visite HCERES, ainsi que les points examinés lors des sessions d'automne et de printemps, détaillés plus bas.

1.1 Le concours

Depuis 2012, on peut sélectionner les candidats CR convoqués pour une audition, au cours du jury d'admissibilité sur dossier (JAD). Pour le moment, on ne peut pas faire la même chose pour les concours DR (soit on convoque tous les candidats pour une audition, soit on n'en convoque aucun). Il est question qu'un décret instaure un JAD pour les concours DR.

Le nombre de candidats aux concours CR est d'environ 300 par an. Depuis plusieurs années, l'IHP prête gracieusement des salles pour les auditions. Pour la période 2012-16, chaque audition procédait comme suit :

- cinq minutes de présentation par le candidat, sans support (ni projection, ni tableau);
- dix minutes de discussion avec le jury.

Nous tenons à remercier l'IHP et ses personnels pour cet accueil et cette efficacité constante.

1.2 Sessions d'automne et de printemps

La section se réunit en octobre ou novembre pour la session d'automne, et généralement en mai pour la session de printemps.

Nouvelles du CNRS

1.2.1 Évaluation des chercheurs

Les chercheurs CNRS sont évalués à vague et à mi-vague. Le terme de « vague » se réfère à la durée des UMR. Depuis le passage aux plans quinquennaux, on évalue des chercheurs à chacune de ces deux sessions : à vague au cours du printemps qui suit l'évaluation du laboratoire auquel appartiennent les chercheurs, à mi-vague à l'automne. Lors de l'évaluation, la section émet un avis :

- avis favorable : l'activité du chercheur est conforme à ses obligations statutaires ;
- avis différé : l'évaluation est renvoyée à la session suivante en raison de l'insuffisance ou de l'absence d'éléments du dossier ;
- avis réservé : la section a identifié dans l'activité du chercheur un ou plusieurs éléments qui nécessitent un suivi spécifique ;
- avis d'alerte : la section exprime des inquiétudes sur l'évolution de l'activité du chercheur.

Si un chercheur ne reçoit pas un avis favorable, un suivi post-évaluation (SPE) est mis en place, coordonné par la délégation régionale CNRS concernée. Il faut alors recueillir deux avis favorables consécutifs pour que le processus de SPE soit levé. En parallèle, la direction de l'Insmi entretient un dialogue constructif avec les chercheurs en difficulté, pour les aider à trouver des solutions adaptées.

1.2.2 Demandes diverses

Certaines demandes peuvent arriver lors de l'une ou l'autre session, typiquement :

- changement de direction d'unité ;
- changement de section ou demande d'évaluation par une deuxième section ;
- expertise d'unités.

Les changements d'affectation des chercheurs ne font pas l'objet d'une consultation du comité national, c'est une décision qui relève de l'institut de rattachement uniquement (l'Insmi, la plupart du temps pour notre section).

1.2.3 Session d'automne

On y examine en outre :

- les demandes d'écoles thématiques ;
- les affectations des chercheurs recrutés (adéquation entre projet de recherche et affectation) ;
- la plupart des titularisations des CR (sauf les CR ayant demandé un report d'intégration) ;

- les promotions CR2 vers CR1 ;
- les promotions dans le corps DR (seuls les rangs A y participent).

Les écoles thématiques correspondent à des rencontres scientifiques, dont la formule se distingue des colloques : cette distinction est un des critères de l'évaluation. Ces demandes sont examinées lors de la session d'automne uniquement. La section se prononce sur la pertinence scientifique des demandes, pas sur le montant accordé en cas d'avis positif (les financements viennent de la formation, pas directement des instituts du CNRS). Sont particulièrement examinés, pour de telles demandes : les enjeux et résultats à attendre de l'école, l'adéquation entre le thème et le public visé, le choix du programme et des intervenants. Il convient donc, dans les demandes, d'être aussi précis que possible sur ces éléments.

Rappelons que contrairement au corps des maîtres de conférences, le corps des chargés de recherche est encore divisé entre 2e classe et 1e classe. Pour des raisons budgétaires, le passage à la 1e classe ne se fait pas avant quatre ans en tant que CR2. Par contre, cette promotion est essentiellement automatique, à condition d'en faire la demande.

Une autre différence entre les corps CR et MCF est qu'il n'existe pas de hors classe pour les CR (en dépit de demandes anciennes et répétées), ce qui pose un réel problème dans l'évolution des carrières.

1.2.4 Session de printemps

On y examine, en plus des chercheurs :

- GDR : création ou renouvellement ;
- unités : création ou renouvellement ;
- éméritat ;
- reconstitution de carrière ;
- mise à disposition/détachement ;
- titularisation de CR (cas de report d'intégration).

Statutairement, pour chaque comité de visite HCERES d'une UMR, le comité national envoie un représentant (ce n'est pas obligatoire pour les fédérations de recherche). En début de mandature, la section a voté la motion suivante :

« La section 41 du comité national, lors de sa première réunion du nouveau mandat, demande par cette motion aux présidents de comités d'AERES d'intégrer systématiquement dans les comités de visite un membre élu C de la section compétente du comité national. La section suggérera le nom de l'élu C. Les Ingénieurs, Techniciens et Administratifs (« ITA ») quelles que soient leurs tutelles assurent l'accompagnement de l'activité de recherche et sont donc un maillon clef dans la vie du laboratoire. Les rencontrer ensemble ou par équipes pour les grandes

Nouvelles du CNRS

unités, avec la vision d’un élu C de la section, c’est visiter le laboratoire de l’intérieur, c’est comprendre l’organisation et la dynamique de travail. C’est aborder avec les ITA le vécu de leur métier, les rapports de travail, les difficultés, les évolutions, et comment ils les voient, ou peuvent les impulser. C’est une écoute utile qui enrichit l’évaluation du laboratoire. Rencontrer les ITA de tous les laboratoires, c’est aussi assembler une vision globale stratégique des métiers du secteur scientifique, pour accompagner l’exercice de la prospective, et guider l’élaboration de la formation, dans une dynamique humaine. Les ITA représentent aujourd’hui la moitié des personnels statutaires du CNRS. Complémentaire à celui des chercheurs, leur rôle est essentiel au fonctionnement des laboratoires et de l’organisme. Il est donc indispensable que leur opinion puisse s’exprimer et être prise en compte dans toutes les instances du CNRS. »

Bien que la section ait par la suite systématiquement proposé le nom d’un élu C pour les comités de visite AERES ou HCERES, cette proposition n’a été suivie d’effet que dans le cas de quelques très gros laboratoires. Nous espérons que les négociations actuelles avec le HCERES aboutiront à une meilleure représentation des personnels ITA dans les comités de visite, indispensable au bon fonctionnement de nos unités.

1.3 Délégations CNRS

Des critères ont été établis conjointement par l’Insmi et la section, et sont disponibles sur la page de la section :

`cn.math.cnrs.fr/#delegations`

Deux points sont cruciaux pour les évaluations :

- nombre d’heures enseignées au cours des quatre années précédentes ;
- projet associé à la demande de délégation.

Ces informations apparaissent naturellement si les demandeurs ont rempli la fiche spécifique fournie par l’Insmi (transmise par les directeurs d’unité, et disponible également sur la page de la section). On n’a malheureusement pas toujours ces informations dans les dossiers. . .

Soulignons que le projet associé à une demande de délégation est un critère très important. La qualité de la recherche effectuée est un aspect pris en compte, mais les délégations sont également là pour aider les collègues à redynamiser leur recherche.

Un nombre marginal de demandes dépendant d’autres instituts que l’Insmi sont évaluées par la section 41 (enseignants-chercheurs en mathématiques demandant une délégation dans un laboratoire relevant d’un autre institut que l’Insmi).

1.4 Chercheurs invités (postes rouges)

Ces demandes sont faites par les unités lors de la demande de moyen auprès du CNRS. Les critères principaux pour évaluer ces demandes sont la qualité du dossier scientifique du chercheur d’une part, et la pertinence de l’invitation d’autre part.

L’Insmi ne finance plus ni thèse ni post-doc depuis plusieurs années.

1.5 PEDR

Pour le mandat 2012-16, la section 41 a choisi de ne pas s’occuper de l’attribution des PEDR (ex-PES). La motion suivante a été votée lors de la session d’automne 2012 :

« La section 41 désapprouve la logique des PES, qui est une mauvaise réponse au problème de la revalorisation des carrières et nuit à la cohésion de la communauté scientifique. Elle ne souhaite pas participer à l’attribution de cette prime. »

L’ensemble des motions est consultable sur la page de la section.

2 Promotions DR : bilan

Sur l’ensemble des quatre dernières sessions d’automne, le nombre de promotions au sein du corps DR se répartit comme suit :

Grade	Nb promotions	
	H	F
DR1	23	7
DRCE1	3	1
DRCE2	4	2

Plus en détail, les moyennes annuelles sont :

Grade	Nb candidats		Nb promotions		Âge des promus		Ancienneté grade préc.	
	Total	F	Total	F	H	F	H	F
DR1	30,25	4 (13%)	7,5	1,75 (23%)	48,9	52,1	9,3	9,4
DRCE1	16	4 (25%)	1	0,25 (25%)	58		8,75	
DRCE2	5,25	1 (19%)	1,5	0,5 (33%)	61,75	55,5	5,5	4,5

En DR1, l’âge des promus varie entre 33 et 60 ans, pour des anciennetés DR2 entre 4 et 20 ans. En DRCE1, l’âge des promus varie entre 55 et 63 ans, pour des

Nouvelles du CNRS

anciennetés DR1 entre 5 et 12 ans. En DRCE2, l’âge des promus varie entre 52 et 65 ans, pour des anciennetés DRCE1 entre 3 et 9 ans.

3 Concours : bilan

Les listes nominatives des lauréats par concours sont archivées sur la page de la section,

cn.math.cnrs.fr/#concours

La section n’ayant géré un concours CR1 pour affectation dans un laboratoire de l’Insmi que la dernière année de mandature, nous ne présentons pas de statistiques sur ce concours ; signalons simplement que pour deux postes ouverts, le jury a examiné 60 candidatures, dont celles de 12 femmes (20%) et de 33 candidats ayant réalisé leur thèse à l’étranger (55%). De même, il a eu quelques recrutements croisés : outre les postes évoqués au début de ce texte, la section 41 a recruté en 2013, 2014 et 2015 un CR2 pour affectation dans un laboratoire relevant de l’INS2I¹, et symétriquement, les sections 6² et 7³ – la section concernée a varié selon les années – ont recruté des informaticiens pour affectation dans un laboratoire relevant de l’Insmi.

Chaque année étaient mis au concours entre 8 et 11 postes CR2 sur des concours non fléchés (« concours général »), et 2 ou 3 postes fléchés « sur des projets d’interactions des mathématiques avec d’autres disciplines ». Nous présentons des statistiques sur ces deux types de concours, ainsi que sur le concours DR2.

Sur le concours général, nous avons recruté 35 CR2, dont 7 femmes (20%). Plus en détail, voici la moyenne annuelle sur quatre ans, en distinguant la part des candidatures féminines et celle des candidats ayant effectué leur thèse à l’étranger (critère distinct de la nationalité) :

Nb candidats			Auditionnés			Liste principale		
Total	F	Etr	Total	F	Etr	Total	F	Etr
224	44 (19%)	58 (26%)	41	7,5) (18%)	8,25 (20%)	8,75	1,75 (20%)	1,25 (14%)

L’âge des lauréats varie entre 24 et 31 ans, pour une moyenne 28 ans et demi (moyenne identique pour les hommes et les femmes). Ils sont recrutés en moyenne un an après la thèse (les femmes sont recrutées avec moins d’ancienneté moyenne, plus de la moitié d’entre elles juste après la thèse), jusqu’à thèse+3.

1. Institut National des Sciences de l’Information et de leurs Interactions.
2. Sciences de l’information : fondements de l’informatique, calculs, algorithmes, représentations, exploitations.
3. Sciences de l’information : traitements, systèmes intégrés matériel-logiciel, robots, commandes, images, contenus, interactions, signaux et langues

Sur le concours interactions, nous avons recruté 9 CR2, dont 3 femmes (33%). En moyenne annuelle :

Nb candidats			Auditionnés			Liste principale		
Total	F	Etr	Total	F	Etr	Total	F	Etr
131	30,25 (23%)	34,5 (26%)	19,75	5,25 (26%)	2,25 (11%)	2,25	0,75 (33%)	0

Concernant les deux premières colonnes, il y a des recoupements avec le concours général (pas sur la liste des classés). La moyenne d’âge est légèrement supérieure à 28 ans, elle est de 27 ans et demi pour les femmes. Les lauréats sont recrutés en moyenne un peu plus d’un an après la thèse (exactement un an pour les femmes). Le jury a été attentif à l’existence d’interactions avec des disciplines autres que les mathématiques dans la recherche déjà effectuée, et dans le projet de recherche.

La plupart des DR2 recrutés sur la période 2012-16 étaient CR1 au CNRS. Nous n’avons recruté des candidats extérieurs au CNRS qu’en 2013 (2 lauréats). Les concours DR2 sont officiellement ouverts à tous les candidats ayant au moins huit ans d’activité dans la recherche (4 ans en tant que CR1 dans le cas des chercheurs CNRS) ; le coût pour le CNRS est très différent selon qu’on recrute un CR1 (promotion) ou un extérieur au CNRS. Par ailleurs, même si l’habilitation ne fait pas partie des diplômes requis pour la candidature aux postes de DR2, en être titulaire est une indication forte de l’implication dans la formation par la recherche, et la section y est particulièrement sensible.

Comme évoqué plus haut, il n’est pas possible d’effectuer une présélection en vue d’auditions pour les concours DR2. Nous avons préféré ne pas procéder aux auditions, plutôt que convoquer tous les candidats. En 2013, 8 postes étaient proposés au concours, et 6 les trois années suivantes. Les statistiques annuelles sont les suivantes :

Nombre de candidats				Liste principale			
Total		CR1		Total		CR1	
Total	F	Total	F	Total	F	Total	F
90,5	10,75 (12%)	47,5	5,5 (11,5%)	6,5	0,75 (11,5%)	6	0,75 (12,5%)

L’âge des CR1 recrutés DR2 varie de 35 à 51 ans, pour une moyenne de 39 ans (37 pour les femmes), avec une ancienneté dans le grade CR1 allant de 5 à 22 ans, pour une moyenne de sept ans et demi (six ans pour les femmes).

4 Nouvelle mandature

À partir de 2016, les mandats du comité national passent à cinq ans au lieu de quatre, en raison du passage au plan quinquennal pour les universités. Les man-

Nouvelles du CNRS

datures précédentes ont montré qu’on pouvait remplacer des membres de la section en cours de mandat (entre deux sessions, typiquement) de sorte que la section fonctionne avec un nombre constant de membres. Voici la nouvelle composition de la section 41 :

Prénom	Nom	Statut	
Grégoire	Allaire	PR	
Anne-Marie	Aubert	DR	membre du bureau
Jonathan	Baur	AI	
Christian	Bonatti	DR	membre du bureau
Françoise	Bouillet	IE	
Mireille	Bousquet-Mélou	DR	
Didier	Bresch	DR	président de section
Frédéric	Chapoton	DR	
Benoît	Claudon	CR	
Gilles	Courtois	DR	
Mikael	de la Salle	CR	secrétaire scientifique
Julie	Delon	PR	
Olivier	Frécon	MCF	
Véronique	Gayard	DR	
Oana	Ivanovici	CR	membre du bureau
Christian	Le Merdy	PR	
Sandrine	Péché	PR	
Anne	Philippe	PR	
Jean-Marc	Sac-Épée	IR	
Bertrand	Toën	DR	

Radu Stoica, élu dans le collège B2 au printemps, ayant démissionné, il sera remplacé après un appel à candidature publié sur le site du Comité National, et un vote interne à la section.

Comités de sélection

RECRUTEMENTS EN MATHÉMATIQUES :

PREMIER BILAN DE LA RÉFORME DES COMITÉS DE SÉLECTION

Communiqué par

Laurence Broze^{1 2}

avec la collaboration de Pauline Gaffez³

COMITÉS DE SÉLECTION

1 Les comités de sélection : repères juridiques

1.1 Règles générales, effectifs et disciplines

L'article 9 du décret du 6 juin 1984 (modifié par le décret n° 2014-997 du 2 septembre 2014) prévoit :

« Le comité de sélection est créé par délibération du conseil académique [...] siégeant en formation restreinte aux représentants élus des enseignants-chercheurs, des chercheurs et des personnels assimilés. Cette délibération précise le nombre de membres du comité, compris entre huit et vingt, et [...] le nombre de ceux choisis hors de l'établissement et le nombre de ceux choisis parmi les membres de la discipline en cause. »

Une deuxième délibération du conseil académique réuni en formation restreinte est consacrée au choix des membres du comité de sélection à l'issue d'un vote sur une liste de noms. Au cours de cette même réunion est également désigné-e le ou la président-e du comité de sélection.

Dans sa décision n° 316927 du 15 décembre 2010, le Conseil d'Etat précise qu'aucun texte ou principe n'oblige que les disciplines devant être représentées au sein du comité de sélection soient définies selon les disciplines de référence des sections du Conseil national des universités.

Ces règles sont bien plus souples que celles des anciennes commissions de spécialistes : par exemple, les membres extérieurs à l'établissement peuvent être plus nombreux que les membres internes, les membres extérieurs peuvent être en poste à l'étranger, le comité peut comporter des membres d'autres disciplines

1. Professeure Université de Lille. Présidente de l'association *femmes et mathématiques*

2. Je remercie Colette Guillopé, Aline Bonami et les participant-e-s de la Journée Parité 2016 pour leurs commentaires, suggestions et discussions stimulantes.

3. Etudiante en licence Lettres-Mathématiques, Université de Lille

Comités de sélection

(pas plus de la moitié) et ces disciplines ont une interprétation assez large (plus large que la section CNU). Le décret donne ainsi la possibilité aux disciplines à effectif faible de constituer des comités de taille raisonnable.

En outre, le décret reconnaît que la participation à un comité de sélection n’est pas réservée aux seuls spécialistes du champ scientifique, parfois pointu, pour lequel on recrute. *L’excellence scientifique ne souffre pas de l’élargissement disciplinaire des comités.* De nombreuses autres compétences sont en effet mobilisées pour réaliser un recrutement de qualité d’un.e collègue qui aura à s’intégrer dans un laboratoire, une équipe.

1.2 La parité dans les comités : une idée ancienne

L’introduction de la parité dans les commissions chargées du recrutement remonte à la loi n° 2001-397 du 9 mai 2001 relative à l’égalité professionnelle entre les femmes et les hommes (dite loi Génisson) :

« Les jurys et les comités de sélection, dont les membres sont désignés par l’administration, sont composés de façon à concourir à une représentation équilibrée entre les femmes et les hommes. »

Le décret n° 2002-766 du 3 mai 2002 précisait dans son article 1 :

« Pour la désignation des membres des jurys et des comités de sélection constitués pour le recrutement des fonctionnaires de l’Etat [...], l’administration chargée de l’organisation du concours doit respecter une proportion minimale d’un tiers de personnes de chaque sexe justifiant des compétences nécessaires. »

Mais, ce même décret prévoyait une exception pour les *chercheurs* des Etablissements publics à caractère scientifique et technologique (EPST). Cette exception s’est étendue à tous les établissements d’enseignement supérieur et de recherche. C’est ainsi que la règle introduite par la loi Génisson imposant un minimum d’un tiers pour chaque sexe a été appliquée dans toute la fonction publique, pendant plus de 10 ans, sauf pour les postes de chercheurs dans les EPST et les postes d’enseignants-chercheurs dans les universités.

1.3 Sur le terrain

Pendant cette période où la parité n’était pas imposée aux universités, très peu d’efforts ont été entrepris pour faire évoluer les pratiques en matière de recrutement en mathématiques.

Les règles de composition des commissions de spécialistes étaient assez contraignantes mais une part des postes, dévolue aux membres extérieurs nommés, aurait pu être utilisée à cet effet.

La réforme introduisant les comités de sélection en avril 2008 permettait de changer la donne, avec ses règles plus souples. Certaines universités ont commencé à

travailler sur la parité dans les comités de sélection dès 2009 (Strasbourg), ou 2011 (Grenoble I). D’autres ont appliqué la loi Génisson (Université Paris-Est Créteil à partir de 2012 ou 2013).

Cela n’a pas été le cas partout, bien au contraire. Ainsi, en mathématiques, en 2010, 24% des comités de sélection (53 sur 220) ne comportaient *aucune* femme. En 2011, on en comptait 20% (41 sur 208) ⁴.

Ces chiffres scandaleux ont été rendus publics et ont eu un large écho dans la communauté mathématique. Ils ont provoqué une prise de conscience du problème. C’est ainsi qu’en 2013, on ne comptait plus que 6 % de comités sans femmes (8 sur 127). La question était cependant loin d’être réglée et le souhait d’obtenir une forme de parité dans les comités faisait son chemin.

1.4 Introduction de la parité dans les comités de sélection

Le principe de parité inscrit dans la loi Génisson a été renforcé par la loi Sauvadet du 12 mars 2012 et introduit dans l’article 9 du décret du 6 juin 1984 (modifié par le décret n° 2014-997 du 2 septembre 2014) :

« Les comités de sélection comprennent une proportion minimale de 40 % de personnes de chaque sexe et au moins deux personnes de chaque sexe. »

Cette disposition a suscité le rejet de la part d’une partie de la communauté scientifique universitaire. Certains lobbys disciplinaires se sont mobilisés pour obtenir des dérogations. Pour répondre à cela, le décret prévoit :

« Un décret en Conseil d’Etat fixe la liste des disciplines, dans lesquelles, compte tenu de la répartition entre les sexes des enseignants-chercheurs, il peut être dérogé à la proportion minimale de 40 %, ainsi que la proportion minimale dérogatoire que doit respecter chacune de ces disciplines. »

Les dérogations ne portent que sur le pourcentage minimal et pas sur la règle fondamentale du nombre minimal de deux personnes de chaque sexe. Elles ne concernent que les postes de professeurs.

Ce décret est entré en vigueur le lendemain du jour de sa publication, c’est-à-dire le 24 avril 2015, pour une durée de deux ans.

Les disciplines autorisées à déroger à la proportion de 40 % de personnes de chaque sexe sont listées dans le décret n° 2015-455 du 21 avril 2015 :

4. voir L. Broze, C. Ternynck, « En France, les femmes sont largement exclues du recrutement des enseignants-chercheurs en mathématiques », *Gazette des Mathématiciens* 128, SMF, 2011, pp. 83-89.

http://smf4.emath.fr/Publications/Gazette/2011/128/smf_gazette_128_83-89.pdf

Comités de sélection

Section CNU	Numéro	Proportion minimale
Science politique	04	33 %
Mathématiques	25	14 %
Mathématiques appliquées	26	30 %
Milieux denses et matériaux	28	26 %
Constituants élémentaires	29	18 %
Milieux dilués et optique	30	29 %
Structure de la Terre	35	22 %
Terre solide	36	18 %
Mécanique	60	17 %
Génie informatique	61	21 %
Génie électrique	63	22 %

Il faut noter que rien n’oblige les universités à mettre en oeuvre ces dérogations. Les conseils d’administration des universités peuvent toujours prendre des décisions plus contraignantes et, par exemple, imposer la règle des 40%, voire même la parité stricte.

A l’époque où ces taux dérogatoires ont été calculés (données de mai 2013) pour être présentés lors d’un CTU (Comité technique des personnels enseignants de statut universitaire) en octobre 2014, ils correspondaient au double de la proportion de femmes professeurs dans la section CNU, arrondi à la valeur supérieure. Les disciplines où le pourcentage ainsi obtenu était inférieur à 35% (soit moins de 17% de femmes professeurs) ont été inscrites sur la liste des dérogations publiée dans le décret n° 2015-455 du 21 avril 2015.

Les taux de féminisation dans le corps professoral ont évolué (voir tableau 1) : parmi les disciplines dérogatoires, ils ont augmenté sauf en sections 25 (mathématiques pures) et 30 (milieux dilués et optique).

On note que la science politique (section 4) ne figurerait plus sur la liste des disciplines dérogatoires si les taux étaient recalculés à ce jour. En revanche, l’histoire du droit (section 3) y figurerait. Ces sections sont assez similaires : 21 femmes professeurs en 2013, 23 en 2015 en science politique, 23 en 2013, 19 en 2015 en histoire du droit. Dans des sections à faible effectif, quelques femmes en plus ou en moins suffisent à modifier les pourcentages d’un point.

La question de l’effectif du corps professoral féminin peut aussi être mentionnée. Un argument parfois avancé est celui de la charge qui pourrait peser sur peu de femmes pour assurer l’ensemble des comités. Cet argument doit être relativisé car c’est précisément dans les disciplines à faible effectif que le nombre de postes est le plus faible et la charge en matière de recrutement la moins lourde. C’est le cas de la section de mathématiques pures. Le tableau 2 montre que des disciplines à effectif très faible n’ont pas de dérogation. Il montre aussi que la section de

mathématiques appliquées, avec 104 femmes professeurs, n’est pas dans ce profil.

1.5 Profil théorique des comités les moins favorables à la présence des femmes

Avec la nouvelle réglementation, les « pires » comités en termes de parité (= ceux qui comportent le nombre le plus faible de femmes) seraient composés de :

- pour un poste de professeur :
 - en section 25 : 2 femmes et 12 hommes
 - en section 26 : 3 femmes et 7 hommes
- pour un poste de maître de conférences :
 - en sections 25 et 26 : 4 femmes et 6 hommes

Les comités pour les postes de maîtres de conférences doivent être strictement paritaires professeurs/maîtres de conférences, ce qui induit un nombre pair de membres et une contrainte supplémentaire qui ne semble jamais poser problème alors même que la part des professeurs dans l’ensemble d’une discipline est bien plus faible que celle des maîtres de conférences (38% en section 25 et 35% en section 26).

Comités de sélection

Section CNU	Proportion de femmes PR	Proportion double et arrondie 2015	Taux dérogatoire 2013
Mathématiques	6 %	13 %	14 %
Mécanique	9 %	18 %	17 %
Constituants élémentaires	10 %	20 %	18 %
Génie informatique	10 %	21 %	21 %
Génie électrique	11 %	23 %	22 %
Terre solide	11 %	23 %	18 %
Structure de la Terre	13 %	27 %	22 %
Milieus dilués et optique	14 %	28 %	29 %
Milieus denses et matériaux	15 %	30 %	26 %
Mathématiques appliquées	16 %	33 %	30 %
Histoire du droit	17 %	34 %	
Astronomie	18 %	36 %	
Science politique	18 %	36 %	33 %
Informatique	19 %	38 %	
Météorologie	19 %	38 %	
Sciences économiques	20 %		
STAPS	21 %		
Philosophie	21 %		
Chimie théorique	22 %		
Energétique, génie des procédés	22 %		
Biologie des organismes	22 %		
Chimie des matériaux	23 %		
Histoire des sciences	23 %		
Géographie physique	23 %		
Cultures et langues régionales	24 %		
Chimie organique	25 %		
Biochimie	25 %		
Anthropologie	26 %		
Physiologie	26 %		
Histoire moderne et cont.	27 %		
Sciences de gestion	28 %		
Droit public	28 %		
Neurosciences	28 %		
Urbanisme	29 %		
Biologie des populations	30 %		
Autres langues	30 %		
Arts	32 %		
Biologie cellulaire	34 %		
Sociologie	34 %		

Comités de sélection

Section CNU	Proportion de femmes PR	Proportion double et arrondie 2015	Taux dérogatoire 2013
Histoire ancienne et médiévale	34 %		
Sciences de l'éducation	35 %		
Communication	35 %		
Droit privé	38 %		
Psychologie	41 %		
Langues germaniques	42 %		
Littératures comparées	42 %		
Langues anciennes	45 %		
Littérature française	46 %		
Linguistique	48 %		
Langues slaves	51 %		
Anglais	52 %		
Langues romanes	56 %		

TABLE 1: Proportion de femmes professeurs par section CNU (source : DGRH, MENESR, Mars 2015)

Comités de sélection

Section CNU	Nombre de femmes PR	Taux dérogatoire
Histoire des sciences	5	
Cultures et langues régionales	6	
Météorologie	11	
Astronomie	13	
Terre solide	14	18 %
Anthropologie	17	
Constituants élémentaires	18	18 %
Histoire du droit	19	
Langues slaves	19	
Science politique	23	33 %
Structure de la Terre	26	22 %
Urbanisme	27	
Biologie des organismes	32	
Mathématiques	33	14 %
Neurosciences	33	
Autres langues	33	
Milieus dilués et optique	34	29 %
STAPS	35	
Littératures comparées	36	
Philosophie	37	
Langues germaniques	43	
Langues anciennes	51	
Physiologie	55	
Biologie des populations	55	
Génie informatique	56	21 %
Sciences de l'éducation	60	
Géographie physique	62	
Génie électrique	63	22 %
Arts	63	
Communication	63	
Mécanique	69	17 %
Chimie théorique	72	
Chimie des matériaux	72	
Milieus denses et matériaux	75	26 %
Biochimie	77	
Energétique, génie des procédés	87	
Sociologie	87	
Biologie cellulaire	90	
Histoire ancienne et médiévale	92	
Chimie organique	102	

Comités de sélection

Section CNU	Nombre de femmes PR	Taux dérogatoire
Mathématiques appliquées	104	30 %
Sciences économiques	109	
Histoire moderne et cont.	113	
Linguistique	117	
Sciences de gestion	122	
Langues romanes	141	
Droit public	144	
Psychologie	152	
Littérature française	169	
Informatique	180	
Anglais	208	
Droit privé	220	

TABLE 2: Nombre de femmes professeurs par section CNU (source : DGRH, ME-NESR, Mars 2015)

2 Analyse des comités de sélection 2016

L'analyse porte sur la session synchronisée 2016 en mathématiques. Elle ne concerne que la *composition théorique* des comités, celle qui est votée par les conseils des universités et rendue publique (selon le décret n° 2014-997). Dans la pratique, certains membres peuvent être absents sans que cela mette en cause la validité du recrutement (pour autant que le nombre de présents soit au minimum de 4 et que le nombre de membres extérieurs à l'établissement qui recrute ne soit pas inférieur au nombre de membres internes). En effet, aucune disposition réglementaire n'impose le respect de la proportion minimale de 40 % de personnes de chaque sexe (ni de la parité maîtres de conférences-professeurs des universités) lors des *délibérations* des comités de sélection.

Les données concernent 117 postes : 79 postes de maître de conférences et 38 postes de professeur.

Parmi les 79 postes de maître de conférences, on dénombre 22 postes en section 25 seule, 38 en section 26 seule, 10 en sections 25/26 et 9 en section 26 accompagnée d'au moins une autre section (sauf 25).

Parmi les 38 postes de professeur, on dénombre 13 postes en section 25 seule, 18 en section 26 seule, 5 en sections 25/26 et 2 en section 26 accompagnée d'au moins une autre section (sauf 25).

2.1 Conformité à la loi

On compte 6 comités non conformes à la loi (pour 6 postes de MCF), cela représente 5% des postes en mathématiques :

- Poste MCF 25 à l'Université d'Angers :
Profil : Mathématiques fondamentales (géométrie complexe, géométrie réelle, topologie algébrique, physique mathématique)
3 femmes sur 12 membres : $25\% < 40\%$
- Poste MCF 25 à l'Université Grenoble Alpes
Profil : Géométrie
5 femmes sur 16 membres : $31\% < 40\%$
- Poste MCF 25/26 à l'Université Paris 11 :
Profil : Analyse et géométrie
4 femmes sur 12 membres : $33\% < 40\%$
- Poste MCF 26 à l'Université du Mans
Profil : statistique
4 femmes sur 12 membres : $33\% < 40\%$
- Poste MCF 26 à Mayotte
Profil : Didactique des mathématiques
3 femmes sur 8 membres : $37,5\% < 40\%$

- Poste MCF 26 à Mayotte
Profil : Mathématiques appliquées
3 femmes sur 8 membres : 37,5% < 40%

2.2 Présidence des comités

Sur 79 comités relatifs à des postes de maîtres de conférences, 15 ont été présidés par une femme (19%), dont 6 pour un poste en section 25.

Sur 38 comités pour des postes de professeurs, 4 ont été présidés par des femmes (11%), tous en section 26. *Aucun comité pour un poste en section 25 n'a été présidé par une femme.*

2.3 Composition des comités pour les postes de professeurs

Pour les 38 comités relatifs à des postes de professeurs, l'effectif varie de 8 à 14 membres, le nombre de femmes de 2 à 6, le nombre d'hommes de 4 à 11.

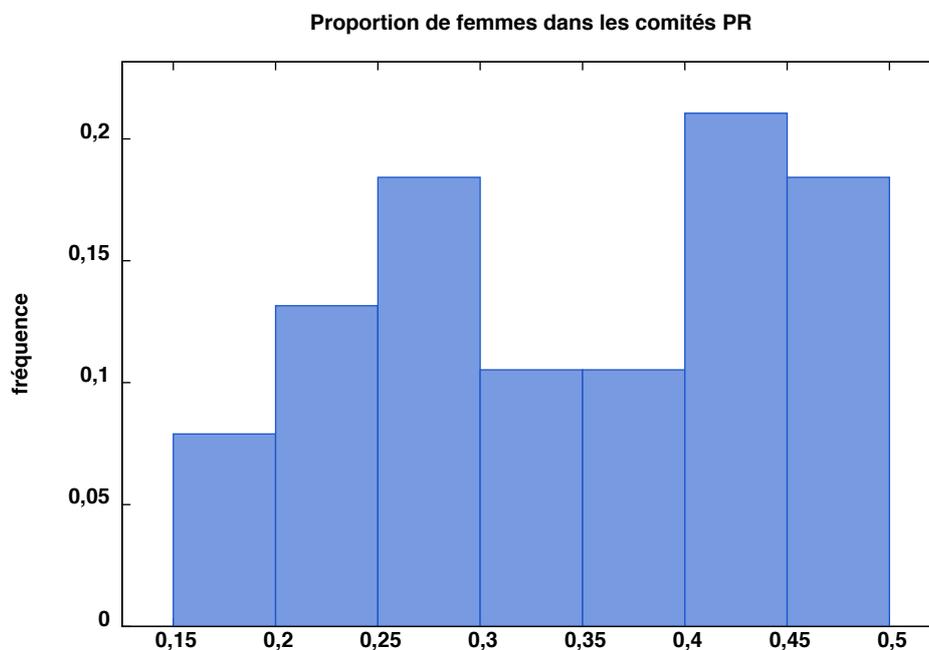
Le graphique 1 montre que la proportion de femmes varie de 15% à 50% : aucun comité ne comportait plus de femmes que d'hommes. La proportion moyenne était de 34%. On voit clairement que de nombreux comités n'ont pas utilisé la dérogation (15 comités sur 38 (39% des comités)).

Sept comités étaient strictement paritaires (18%) : pour la section 26, les établissements concernés sont : ENS Cachan, Evry, Paris 5, Rennes 1, Nice ; pour la section 25 : Mulhouse ; pour un poste mixte 25-26 : Dijon.

Les comités comportant le moins de femmes et le plus d'hommes appartenaient aux universités suivantes :

- en section 25 :
 - Université Lyon 1 (profil : géométrie, théorie des groupes, logique) : 2 femmes, 11 hommes
 - Université de Bordeaux (profil : théorie des nombres et géométrie algébrique) : 2 femmes, 10 hommes
 - Université de Marne la Vallée (profil : analyse et interactions) : 2 femmes, 10 hommes
- en section 26 :
 - Université de Caen (profil : statistique et interactions) : 3 femmes et 7 hommes
 - Université Paris 13 (profil : Equations aux dérivées partielles non linéaires, mathématiques appliquées à la biologie et aux sciences du vivant) : 3 femmes et 7 hommes

Comités de sélection

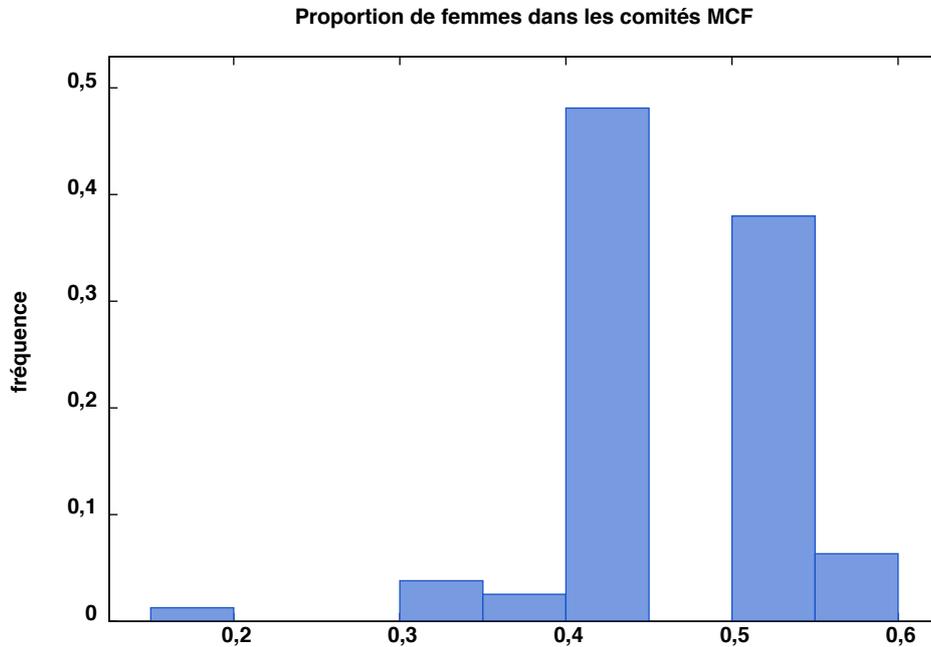


Graphique 1 : Distribution des pourcentages de femmes dans les comités des postes de professeurs

2.4 Composition des comités pour les postes de maîtres de conférences

Pour les 79 comités relatifs à des postes de maîtres de conférences, l’effectif varie de 8 à 20 membres, le nombre de femmes de 3 à 8, le nombre d’hommes de 4 à 15.

Le graphique 2 montre que la proportion de femmes varie de 17% à 60%. La proportion moyenne était de 45%. De nombreux (30 sur 79) comités étaient strictement paritaires et *quatre comités comportaient plus de femmes que d’hommes*. Les établissements concernés sont : le CNAM avec 60% de femmes, et les universités Aix-Marseille, Artois, Montpellier avec 58% de femmes.



Graphique 2 : Distribution des pourcentages de femmes dans les comités des postes de maîtres de conférences

3 Conclusion

Voilà deux ans que l'obligation de parité dans les comités de sélection a été mise en place. Ce dispositif a suscité beaucoup de discussions et même parfois d'oppositions au sein de la communauté mathématique.

On constate aujourd'hui que, si quelques établissements n'ont pas respecté la loi ou ont minimisé autant que possible la place réservée aux femmes dans les comités, beaucoup d'universités ont proposé des comités où la place des femmes ne se réduisait pas au strict minimum. 32% de ces comités étaient tout à fait paritaires (50/50) et 4% d'entre eux comportaient même plus de femmes que d'hommes. Seuls 39% des comités pour des postes de professeurs ont mis en oeuvre le taux dérogatoire. On rappelle que les universités ont parfaitement le droit d'adopter la règle des 40% *pour toutes les disciplines, sans possibilité de dérogation*.

La mise en oeuvre pratique de la parité ne semble donc pas poser de réels problèmes. Subsistent des oppositions idéologiques, et c'est sans doute à elles qu'il s'agit de s'intéresser désormais.

Deux lignes d'argumentation se combinent. L'une expose qu'une présence accrue des femmes dans les comités créerait une charge trop lourde pour elles. Dans les

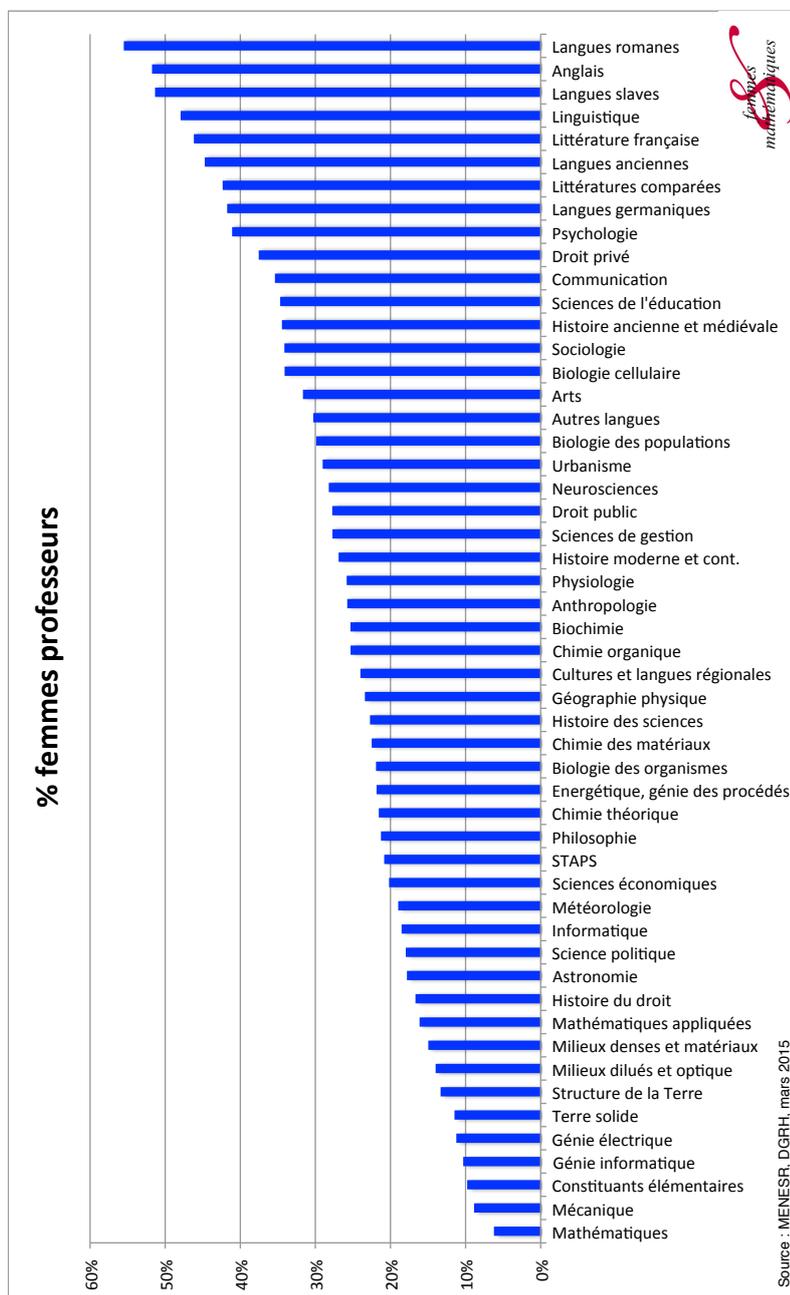
Comités de sélection

faits, très peu de femmes sont sur-sollicitées et bon nombre ne le sont jamais (à noter que c’est ce qui se passe aussi pour les hommes). L’enjeu d’une présence dans les comités est aussi celui du pouvoir sur et dans la communauté. En écarter les femmes c’est renforcer le pouvoir de ceux qui siègent et influencent les recrutements.

L’autre argument est plus étrange : la parité pourrait nuire à l’excellence scientifique. L’excellence scientifique a ses propres critères de reconnaissance, largement partagés par les mathématiciennes et les mathématiciens. L’exigence de parité s’adresse à un autre objet, social. C’est parce que les femmes ne sont pas socialement reconnues égales que leur présence est ressentie comme relevant d’une forme d’imposture et que leur légitimité a (encore) besoin d’être confortée par une parité imposée.

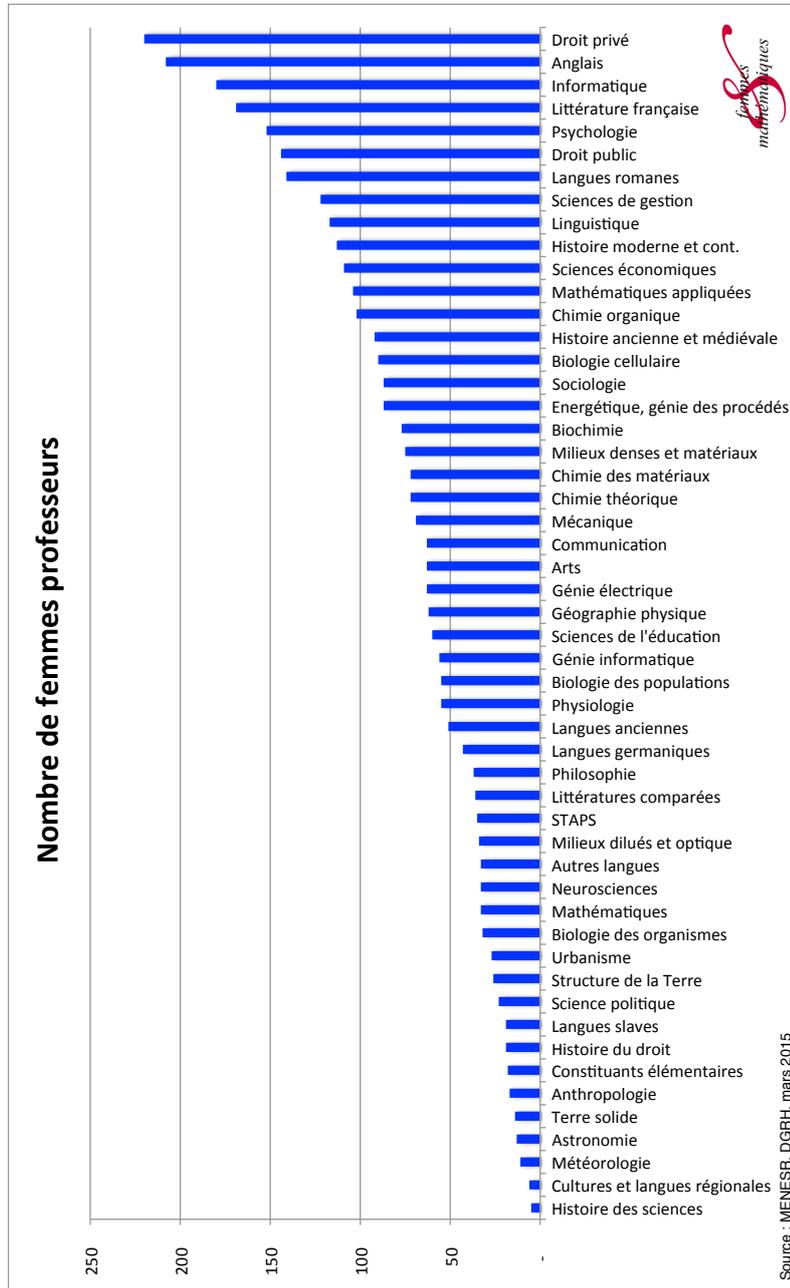
Sur la double base de l’absence de difficultés pratiques et de l’importance de la reconnaissance sociale demeurée nécessaire, il semble que la pertinence du maintien de dérogations au delà du 24 avril 2017 puisse légitimement être remise en cause.

Comités de sélection



Graphique 3 : Proportion de femmes professeurs par section CNU (source : DGRH, MENESR, Mars 2015)

Comités de sélection



Graphique 4 : Nombre de femmes professeurs par section CNU (source : DGRH, MENESR, Mars 2015)

Vie de la communauté

par Claire Scheid

JONATHAN M. BORWEIN (1951-2016)

HOMO SAPIENS, HOMO LUDENS

VIE DE LA COMMUNAUTÉ



Jonathan Borwein nous a quittés soudainement le 2 août 2016 à l'âge de 65 ans. Il laisse une femme Judith, trois enfants Naomi, Rachel et Tova ; cinq petits enfants Jakob Joseph, Noah Erasmus, Skye, Zoe et Taj. Jonathan Borwein est né en 1951 à St Andrews (Ecosse) dans une famille d'intellectuels. En effet, ses parents appartiennent tous les deux au monde de la recherche. Sa mère Bessie était anatomiste et son père David, mathématicien, responsable du département de mathématiques pures à l'Université de Western Ontario de 1967 à 1989 et Président de la Société Mathématique du Canada de 1984 à 1986. Jon commence ses études avec la ferme intention de devenir historien. Il m'a souvent dit n'avoir jamais subi le moindre "effet de serre" parental par rapport à sa future carrière. La seule exception fut en 1957 à l'occasion d'un pari avec ses collègues de St Andrews : son père a parié une grande quantité de fromage qu'il pourrait apprendre à son fils de 6 ans à résoudre deux équations à deux inconnues à travers un jeu. C'est avec cette méthode que dans la Grande Bretagne de l'après guerre, son père lui a appris la résolution d'un tel système sans qu'il en comprenne le raisonnement ;

Vie de la communauté

“j’adorais jouer à ce jeu mystérieux, et je l’ai moi-même enseigné à mon meilleur ami” me dit-t-il.

Il me dit aussi : *“ de David et Bessie, j’ai appris les satisfactions paisibles d’une vie intellectuelle, sans toutefois jamais me retrouver enfermé dans une tour d’ivoire. J’ai appris le goût du travail bien fait, ce plaisir et cette satisfaction particulière que procure la dernière correction, après de nombreuses autres, apportée à un article. Et finalement, mon souvenir dominant est celui de mon père, lors de ces soirées fréquemment organisées par ma mère qui est plus extravertie : mon père y jouait le rôle d’hôte de façon chaleureuse, mais pas exubérante. En milieu de soirée ses yeux se voilaient légèrement, et il recouvrait une montagne de serviettes en papier de son écriture concise et penchée. J’ai été extraordinairement privilégié sur le plan mathématique. J’ai travaillé intensément et sur un pied d’égalité, aussi bien avec mon frère Peter qu’avec mon père. Par ailleurs, je considère mon père comme mon compagnon intellectuel”.*

Etudiant de troisième cycle à Oxford (au Jesus College), il dit avoir été transporté d’admiration par le philosophe, (mathématicien et linguiste) Michael Dummet qui lui a enseigné Frege et Heting. A l’oral, *“il attendait de moi que je prouve l’indépendance de l’hypothèse du continu”*. Il soutient sa thèse de doctorat à Oxford, sous la supervision de Michael Dempster. Il entame une carrière académique fulgurante en 1975 à l’Université Dalhousie (Halifax, Nouvelle Ecosse), sous l’aile protectrice de Michael Edelstein, excellent spécialiste d’analyse fonctionnelle, qui lui a servi d’exemple. Il tente ensuite une brève expérience américaine, à l’Université Carnegie Mellon (1980-82) où il a eu la chance de travailler avec beaucoup de chercheurs captivants dans le domaine de la recherche opérationnelle et de l’économie mathématique tels que Dick Duffin, un mathématicien et ingénieur émérite qui avait formé John Nash. Dick Duffin lui a appris avec force *“qu’une passion pour la science n’avait pas besoin d’emballages criards et prétentieux”*.

Il retourne quelque temps à Dalhousie, avant de rejoindre en 1991 le département de Combinatoire et Optimisation de l’Université de Waterloo (1991-93). Après deux années à Waterloo, il fonde en 1993 le CECM, acronyme pour Centre for Experimental and Constructive Mathematics. L’objectif de Jon est que le CECM soit un centre d’excellence et un formidable pôle d’attraction pour tout mathématicien brillant et intéressé par l’interaction entre les mathématiques et l’utilisation de l’ordinateur. Il quitte le CECM en 2003 pour revenir brièvement à Dalhousie en qualité de *“Canada Research Chair in Distributed and Collaborative Research”*. Finalement, il devient Laureate Professor in the School of Mathematical and Physical Sciences à l’université de Newcastle en Australie. Il y fonde un nouveau centre : le CARMA, acronyme de Computer-assisted Research Mathematics and its Applications. Son objectif est de promouvoir en Australie la recherche en analyse computationnelle, théorie des nombres, mathématiques discrètes, optimisation et simulation en vue d’applications aux problèmes du monde réel auxquels font face les scientifiques, les ingénieurs et les managers.

La vision et l’initiative de Jon ont été cruciales pour la création et le développement du CECM et ensuite du CARMA. Très tôt, il est parti du principe qu’un

changement énorme interviendrait dans le domaine des mathématiques. Il envisageait les mathématiques comme la langue de la technologie de pointe. Il aimait s’entourer de chercheurs ayant un large spectre scientifique sur des thématiques, allant de la théorie computationnelle des nombres, à l’optimisation, l’analyse fonctionnelle pure ou appliquée ou bien encore aux mathématiques expérimentales. Les chercheurs de ces centres ont toujours été plus ou moins profondément impliqués dans les calculs basés sur le web, la gestion de réseaux haute performance, l’enseignement à distance, la conception humaine de l’interface informatique, l’élaboration de dictionnaires interactifs et les "livres vivants", l’imagerie médicale, les mathématiques financières, la médiation des catastrophes, la mission de l’homme sur Mars et beaucoup d’autres choses. Il considérait que les mathématiques sont une discipline très conservatrice, que la plupart des mathématiciens embrassent toujours une philosophie idéaliste des mathématiques et qu’il demeure ainsi une controverse assez importante au sujet des "mathématiques expérimentales". Il disait que les mathématiques en présence des ordinateurs peuvent être très amusantes et que l’homo sapiens est aussi un homo ludens.

En fait, les problèmes qu’il a rencontrés en enseignant aux étudiants en sciences du management et en commerce (à Carnegie-Mellon et à son retour à Dalhousie en 1982) lui ont donné l’impulsion pour son premier engagement pour les mathématiques assistées par ordinateur. Il a commencé à écrire des logiciels très simples qui pouvaient aider les étudiants à résoudre des programmes linéaires, encore et toujours, l’un des chevaux de bataille du monde de l’algorithmique et dont l’exécution au tableau noir est horriblement déplaisante.

Ses travaux sur les dictionnaires interactifs ont commencé en 1985 au cours d’un congé sabbatique dans une ferme à l’extérieur de Limoges, et ont mené à la création d’une société de logiciels éducatifs. *“Nous sommes aussi sortis de notre domaine de recherche pour établir des liaisons avec d’autres scientifiques, des éducateurs, des étudiants, les milieux d’affaires, les médias”*.

Jon était un mathématicien innovant et prolifique. Il était internationalement reconnu pour ses recherches en analyse, qu’elle soit pure, numérique ou calculatoire, en optimisation et en informatique à haute performance. Sa stature lui a permis d’obtenir de nombreuses reconnaissances de la part de la communauté internationale. Parmi ces nombreuses distinctions, je citerai le prix Chauvenet attribué par le MAA (93) pour sa contribution *“Ramanujan, Modular Equations, and Approximations to Pi, or, How to Compute One Billion Digits of Pi”*. Il a reçu aussi une Fellowship de la Royal Society of Canada (94), de l’American Association for the Advancement of Science (02) ainsi que de l’Australian Academy of Science (2010), de l’American Mathematical Society et de la Royal Society of New South Wales (2015). Il était également membre étranger de l’Académie Bulgare des Sciences (03). J’ai aussi eu l’immense plaisir et honneur de lui faire obtenir un Doctorat Honoris Causa de l’Université de Limoges en 1999.

Il a, au cours de sa carrière, exercé de nombreuses activités administratives, parmi lesquelles, Governor at large of the MAA (2004-07), président de la Canadian

Vie de la communauté

Mathematical Society (2000-02) et past Chair of (the National Science Library) NRC-CISTI’s Advisory Board (2001-2003), responsable de l’International Math Union’s Committee on Electronic Information and Communications (2002-2008). Depuis son arrivée à Newcastle, il était responsable du Scientific Advisory Board of the Australian Mathematical Sciences Institute (AMSI) et membre du Council of the Australian Mathematical Society (2009-16).

Jon a eu également une activité éditoriale considérable. Il a en particulier co-édité la Canadian Mathematical Society’s book series, il a été Associate Publisher de la Canadian Mathematical Society, responsable de Books and Rich Media. Il a fait partie du comité éditorial de nombreuses revues, parmi les plus prestigieuses : Notices of the AMS (2010-2015), Proceedings of the AMS (1998-2006), American Mathematical Monthly (2012-2016), SIAM Journal of Optimization et éditeur-en-chef (avec George Willis) de Journal of the Australian Mathematical Society.

Enfin ce qui n’est pas courant pour un mathématicien, il a créé des start-up consacrées aux technologies de calcul et il était un des consultants scientifiques de Apple.

Une bonne partie de ses idées venaient de sa capacité à dessiner rapidement des images subtiles sur son ordinateur et à développer des idées fiables. Il aimait citer David Berlinski “The Pleasures of Counting” (Le plaisir de compter) par T.W.Korner (Cambridge 1996) dans The Sciences (Juillet / Août 1997, pp. 37–41) : “à son tour l’ordinateur a changé la nature même de l’expérience mathématique en suggérant pour la première fois que les mathématiques, comme la physique, pourraient devenir une discipline empirique, un domaine où l’on découvre les choses parce qu’on les voit.” Il a ainsi consacré une grande partie de sa vie de mathématicien à vouloir démentir Picasso qui avait dit : “les ordinateurs sont inutiles, ils ne peuvent vous donner que des réponses”.

J’ai beaucoup parlé des activités de Jon liées aux mathématiques expérimentales. Je voudrais aussi souligner qu’il avait un profond intérêt pour des mathématiques moins algorithmiques, bien que du point de vue de son expérience, il pensait que l’ordinateur pouvait être utilisé de façon profitable pour les sciences pures et les sciences appliquées. Parmi ses nombreuses contributions en analyse variationnelle, celle qui m’a fasciné et qu’il a établie au milieu des années quatre-vingts avec David Preiss est le premier “*principe variationnel régulier*”. Le célèbre principe variationnel d’Ekeland possède une limitation, à savoir que la fonction perturbée n’est pas forcément lisse, même si la fonction originale l’est. Ce n’est pas le cas avec le principe de Borwein & Preiss. C’est la raison pour laquelle, ce résultat s’avère être un outil puissant en analyse variationnelle, en optimisation et en géométrie des espaces de Banach. Par exemple, il permet de montrer que dans un espace de Banach muni d’une norme lisse (Fréchet ou Gâteaux différentiable), toute fonction convexe continue est densément Fréchet ou Gâteaux différentiable. Dans son discours donné à l’occasion de son Doctorat Honoris Causa à l’université de Limoges, il avait terminé en disant :

— Les mathématiques sont humaines. Elles font partie et s’adaptent à la culture

des hommes. (il ne s'agit pas de la réalité abstraite, éternelle, intemporelle, objective de Frege.)

- La connaissance mathématique est faillible. Tout comme la science, les mathématiques peuvent progresser en commettant des erreurs puis en les corrigeant et en les recarrant. (Ce "faillibilisme" est brillamment exposé dans Preuves et Réfutations de Lakatos.)
- Il existe plusieurs versions de la preuve ou de la rigueur, en fonction du temps, du lieu et d'autres paramètres. L'utilisation des ordinateurs pour les preuves est une version non traditionnelle de la rigueur.
- L'évidence empirique, les expérimentations numériques, la preuve probabiliste nous aident toutes à décider ce qu'il faut croire en mathématiques. La logique aristotélicienne n'est pas toujours nécessairement le meilleur moyen de décision.

Son intelligence, son savoir, ses idées, sa disponibilité, son humour vont manquer à ceux qui l'ont connu et estimé. J'en faisais partie et sa disparition me prive de la possibilité de lui témoigner, encore et toujours, mon affectueuse gratitude pour ce qu'il m'a appris. Son hommage, en juin dernier, à l'occasion de mon soixante-dixième anniversaire célébré à Alicante, restera pour toujours présent dans ma mémoire. Il restera pour la communauté un brillant mathématicien ayant joué un rôle fondateur et éminent dans le domaine des mathématiques expérimentales, c'est-à-dire des mathématiques assistées par ordinateur.

Michel Théra.

EN MÉMOIRE DE ROGER FLETCHER

Roger Fletcher, un des pères fondateurs de l'optimisation numérique, a disparu dans les montagnes écossaises près de Dornie le 5 juin dernier, au cours d'une de ses promenades, souvent solitaires, qu'il aimait tellement. Retracer la carrière de Roger ne donnerait qu'un aperçu trop factuel des ses nombreuses contributions à notre discipline, et je préfère en citer quelques unes des plus importantes à mon avis. La première de celles-ci, l'algorithme de Davidon-Fletcher-Powell (DFP) est bien sûr fondamentale. Non seulement elle fut déterminante pour Roger lui-même, mais elle fut le point de départ de tout le domaine des méthodes quasi-Newton, la direction de recherche dont on peut dire qu'elle domina l'optimisation numérique en variables continue depuis le début des années 60 jusqu'au milieu des années 80. Roger y apporta d'ailleurs une seconde contribution, aujourd'hui plus fameuse encore : la méthode BFGS (Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno). Roger fut aussi l'un des pionniers des méthodes de région de confiance (qu'il appelait 'restricted step methods' avant que la terminologie ne se solidifie), ainsi que la programmation quadratique séquentielle. Dans ce domaine, il inventa la remarquable méthode SL_1, basée sur une fonction de mérite utilisant

Vie de la communauté

la norme l_1 de la violation des contraintes. Il est aussi le père d'une méthode de pénalisation exacte particulièrement intéressante, où les multiplicateurs de Lagrange sont calculés comme solution d'un problème aux moindres carrés et d'une technique remarquable pour la mise à jour des factorisations matricielles. Finalement, Roger fut, avec S. Leyffer, à la base de l'idée des filtres en optimisation avec contraintes, une technique qui est aujourd'hui utilisée très largement dans les codes numériques les plus performants et qui continue à faire l'objet de nombreux développements. J'eus la chance de pouvoir collaborer avec lui dans ce domaine et d'apprécier son originalité et son fair-play intellectuel. Son livre 'Practical Methods of Optimization' reste une référence incontournable autant qu'une véritable mine à idées. Et je passe bien sûr sous silence de nombreuses autres suggestions et publications ... Physicien de formation, le chercheur Roger Fletcher était passionné, plaçant la résolution de vrais problèmes bien au-dessus des approches théoriques. Son ouverture, son dynamisme, son honnêteté et sa persévérance sont légendaires. L'homme Roger (pour autant que j'ai pu en saisir quelques facettes) fut toujours pour ses collègues quelqu'un de professionnellement très approachable, mais aussi partageant volontiers ses intérêts non-mathématiques comme le bridge (excellent joueur, il fit partie de l'équipe nationale du Royaume Uni), les courses en montagne et la conquête des Munros (pour l'avoir suivi dans quelques unes de ces sorties, je peux attester de son endurance et de son intrépidité). Aimant l'humour, il riait volontiers et accueillait chez lui, avec son épouse Mary, les jeunes étudiants passant par l'Ecosse, une expérience pour moi mémorable...

Adieu Roger, tes amis optimiseurs de t'oublieront pas.

Philippe Toint.

EN MÉMOIRE DE ROBERT JANIN

Robert Janin nous a quittés le 3 octobre à Caen. Il a été professeur à l'Université de Poitiers, puis à l'Université Antilles-Guyanne avant de revenir vivre à Caen. Lorsque j'ai reçu l'annonce de son décès j'avais sous les yeux, à côté de mon clavier, un texte de Robert Janin et un autre cosigné de Jean-Pierre Dedieu et Robert Janin sur les conditions d'optimalité d'ordre trois et quatre. La coïncidence m'a frappé. J'étudiais ces articles pour examiner s'ils avaient une relation avec des conditions d'optimalité d'ordre supérieur (non spécifié) pour des fonctions pas nécessairement différentiables. Ces deux articles, rédigés d'une belle écriture manuscrite, sont restés inédits à ma connaissance. Je vois dans ce fait un reflet de la personnalité de Robert qui tournait le dos au "Publish or perish" qui s'installait dans le monde scientifique. Une autre marque de cette attitude se trouve dans la dérision manifestée par Robert à l'égard de sa thèse enfermée dans les murs des bâtiments de Jussieu à la suite de l'opération de désamiantage. Je lui ai dit mon regret de ce fait, car à mon sens elle contient des approches innovantes concernant des classes de fonctions non différentiables ayant des propriétés remarquables, appelées par lui fonctions PC1 et PC2. Elles anticipaient d'autres travaux qui ont connu des retentissements importants (fonctions sous-C1 et sous-C2 ou semi-convexes).

Impulsés par Robert Pallu de la Barrière, son directeur de thèse (ainsi que celui de Charles Castaing, Ivar Ekeland, Etienne Lanéry, Philippe Michel, Michel Valadier, D. Saxir Thiam, Van Cutsem.....) les travaux de Robert Janin ont été motivés par la commande optimale, aussi appelée contrôle optimal. A cette époque, Halkin et Neustadt avaient donné un nouveau tour à ce domaine jusqu'alors dominé par l'école russe en suggérant de réduire certains aspects de ces problèmes (comme les conditions d'optimalité) à des problèmes de programmation mathématique. Il était donc naturel de s'intéresser aux propriétés de la fonction valeur. Aussi, c'est dans le domaine de la sensibilité (étude des propriétés de continuité et de dérivabilité de la fonction valeur) que les contributions de Robert Janin ont été les plus importantes. Il a réuni autour de lui des contributeurs comme Luc Barbet, Bruce Craven, Jacques Gauvin, Jean-Claude Mado, Jacky Narayaninsamy, Michael Ranguin, Rémi Sentis et d'autres qui ne me viennent pas à l'esprit.

Ce faisant, il a galvanisé des énergies, suscité des enthousiasmes et donné une impulsion à l'Université Antilles-Guyane qui a perduré et l'a hissée au rang des universités de taille réduite mais d'activité remarquable. Le charme de Robert, son humour, la profondeur de ses vues mathématiques resteront dans bien des mémoires, comme la force des vagues frappant la côte au vent sur laquelle il avait bâti sa maison. En appui à cette affirmation, je cite un souvenir que m'a fait partager Michel Valadier : "Quand il parlait, aussi bien en mathématiques que pour des histoires drôles, Robert avait une façon à lui de susciter l'étonnement.

Vie de la communauté

Un peu comme s'il attendait qu'on devine la suite, qu'on la lui demande. Chaque fois que l'on se revoyait je le retrouvais ainsi. Nul doute que pour l'enseignement cette habitude devait accrocher l'attention de son auditoire."

Merci à celles et ceux qui m'ont aidé à écrire cette notice.
Jean-Paul Penot

Invités

CMAP, Ecole Polytechnique

Alexander Chananin,

Computer Center of Russian Academy of Science, Russie.

Janvier 2017.

Spécialités : Control and applied mathematics, mathematical economy, nonlinear analysis.

Contacts : alexshan@yandex.ru

et Roman Novikov, novikov@cmap.polytechnique.fr

Andreas Prohl,

Mathematisches Institut, Universität Tübingen, Allemagne.

Mars 2017.

Spécialités : analyse numérique et équations aux dérivées partielles stochastiques.

Contacts : prohl@na.uni-tuebingen.de

et Anne De Bouard, debouard@cmap.polytechnique.fr

Comptes rendus de manifestations

CONGRÈS EN L'HONNEUR DE JEAN-MICHEL CORON, POUR SES 60 ANS

Communiqué par
K. Beauchard et E. Trélat.

COMPTES RENDUS DE MANIFESTATIONS

NONLINEAR PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS AND APPLICATIONS
A conference in honor of
Jean-Michel CORON for his 60th birthday
Paris, Institut Henri Poincaré
2016, June 20-24

Plenary speakers:
Andrei Agrachev
Brigitte d'Andréa-Novel
Abbas Bahri
Georges Bastin
Henri Berestycki
Alberto Bressan
Haïm Brezis
Roger Brockett
Maria Esteban
Enrique Fernández-Cara
Roland Glowinski
Helmut Hofer
Miroslav Krstic
Gilles Lebeau
Pierre-Louis Lions
Laurent Praly
Jean-Pierre Puel
Tristan Rivière
Pierre Rouchon
Sylvia Serfaty
Eduardo Sontag
Michael Struwe
Héctor Sussmann
Xu Zhang
Enrique Zuazua

Conception graphique : I. MAUGES, GIFA Lab. Photo: Jérôme Oganan

Comptes rendus de manifestation

Le congrès “Nonlinear Partial Differential Equations and Applications” a eu lieu à l’Institut Henri Poincaré, du 20 au 24 juin 2016, pour célébrer le soixantième anniversaire de Jean-Michel Coron :

<https://www.ljll.math.upmc.fr/coron60/>

Jean-Michel Coron a fait un grand nombre de contributions majeures et originales dans des domaines variés : analyse non linéaire, équations aux dérivées partielles, calcul des variations, théorie du contrôle, problèmes inverses.

Pour fêter ses 60 ans, K. Beauchard, F. Béthuel, E. Cerpa, Y. Chitour, E. Crépeau, O. Glass, F. Hélein, T. Horsin, F. Pacard, C. Prieur, L. Rosier, P. Shang, et E. Trélat, ont organisé ce grand évènement qui a duré 5 jours et a rassemblé un très grand nombre de chercheurs.

Le comité scientifique (composé de F. Alabau, F. Ancona, C. Bardos, M. Burgos, P. Cannarsa, B. Dehman, L. Escauriaza, H. Frankowska, A. Fursikov, S. Guerrero, O. Imanuvilov, G. Leugering, B. Piccoli, J.-P. Raymond, M. Tucsnak, et B.-Y. Zhang) a mis en place un programme de très haute qualité, invitant les orateurs plénières suivants :

Andrei Agrachev, Georges Bastin, Henri Berestycki, Alberto Bressan, Haïm Brezis, Roger Brockett, Brigitte d’Andréa-Novel, Maria Esteban, Enrique Fernández-Cara, Roland Glowinski, Miroslav Krstic, Gilles Lebeau, Pierre-Louis Lions, Laurent Praly, Jean-Pierre Puel, Tristan Rivière, Pierre Rouchon, Sylvia Serfaty, Eduardo Sontag, Michael Struwe, Hector Sussmann, Xu Zhang, et Enrique Zuazua.

ainsi que des conférences plus courtes données par des jeunes chercheurs :

Diego Araujo de Sousa, Felipe Chaves-Silva, Maity Debayan, Michel Duprez, Ludovick Gagnon, Mamadou Gueye, Daniel Hoehener, Marc-Aurèle Lagache, Frédéric Marbach, Swann Marx, Guilherme Mazanti, Santiago Montaner, Ivan Moyano, Guillaume Olive, Liubov Shatina, et Can Zhang.

Leurs interventions ont rencontré un vif succès et ont captivé l’audience. L’amphithéâtre Hermite, dans lequel s’est déroulée toute la conférence, a été rempli en permanence, rassemblant au quotidien entre 100 et 160 personnes.

Comptes rendus de manifestations



Ce très grand nombre de participants, venant du monde entier et de domaines de recherche variés, montre la grande popularité de Jean-Michel Coron dans la communauté scientifique, ainsi que l'étendue du spectre de ses contributions. Le congrès s'est déroulé dans une atmosphère extrêmement agréable et chaleureuse toute la semaine.

Le mercredi soir, à l'issue des interventions, le comité d'organisation a préparé quelques surprises et cadeaux à Jean-Michel Coron. Un petit concert classique (F. Mendelssohn, String quartet no. 1 Op. 12) a été donné dans l'amphithéâtre

Comptes rendus de manifestation

par le “Linz Quartet”, pendant une demi-heure environ. La prestation, de grande qualité, a été beaucoup appréciée.



A l’issue de cette journée bien remplie, l’ensemble des participants se sont rendus sur le campus de Jussieu (UPMC), pour un banquet qui a eu lieu en haut de la Tour Zamansky.



Comptes rendus de manifestations



Les conférences données pendant la semaine ont souligné les apports scientifiques majeurs effectués par Jean-Michel, notamment en analyse, EDP, théorie du contrôle. Les découvertes de Jean-Michel ont eu un impact profond dans ces domaines et continuent de nous étonner par leur originalité.

Jean-Michel Coron, lauréat du prix Maxwell 2015 (ICIAM) et de nombreux autres prix prestigieux, est aussi membre de l'Académie des Sciences, ainsi que son épouse Claire Voisin. Ils forment le deuxième couple d'académiciens, dans toute l'histoire de cette vénérable institution (le premier étant aussi un couple de mathématiciens : Gustave Choquet et Yvonne Choquet-Bruhat). La famille Coron est vraiment exceptionnelle. Claire, et les cinq enfants de Jean-Michel et Claire sont d'ailleurs venus au banquet afin de participer aux réjouissances, ainsi que la toute première petite-fille de la famille, Marie (fille de Camille, l'aînée des cinq qui est aussi une brillante mathématicienne). Ils ont largement contribué à cette ambiance chaleureuse et familiale qui a marqué le congrès.

Nous tenons à remercier encore l'ensemble de nos sponsors pour avoir soutenu la conférence : FSMP, IHP, IUF, RdM-IdF, GDR CATIA, GDRE ConEDP, GIPSA-Lab, iCODE, Ecole Polytechnique, CMLS, LIASFMA, CNRS Insmi, Mines Paris-Tech, UPMC, LJLL, ANR, CNAM, ENS Rennes, LMV.

Comptes rendus de manifestation

THE 70TH BIRTHDAY OF PROF. MICHEL THÉRA IN ALICANTE

Communiqué par
Marco López Cerda.



The *7th International Seminar on Optimization and Variational Analysis (OVA7)*¹ was held in Alicante University, the days 1-3 of last June. It was the seventh edition of a series of seminars organized, since 2007, by the *Optimization and Stability* research groups of Alicante and Miguel Hernández (Elche) Universities. These seminars are intended to establish contacts and to improve the background of the involved groups in the tools and techniques of optimization and variational analysis, as well as related topics like vector optimization, generalized differentiation, and functional analysis, among others. In this edition, there was a special session devoted to applications funded by the Gaspard Monge Program for Optimization and Operations Research (PGMO). Additional economical support was provided by MINECO (Ministry of Economy and Competitiveness of Spain) and the Universities of Elche and Alicante.

1. <http://ova7th.wixsite.com/ova7>

This OVA had a special significance because it was dedicated to the 70th birthday of Prof. Michel Théra. This fact represented a challenge for the organizers of the workshop and for the Scientific Committee, composed by J. Borwein, R. Correa, I. Ekeland, M. Goberna, F. Giannessi, J.-B. Hiriart-Urruty, M. López-Cerdá, J. Parra, and C. Sagastizabal. They succeeded to prepare an interesting programme composed by three plenary talks, given by Profs. H. Attouch, H. Bauschke and J. Borwein, and 23 invited talks delivered by very prestigious speakers from many countries along the world. In fact, members of Scientific Committee were aware of the huge number of friends and coauthors of Prof. Théra, and they faced the difficult decision problem of choosing among a large list of high level of reputed scientists, all of them wishing to participate in this deserved tribute to Prof. Théra.

As a token of appreciation for Michel Théra’s career and long-lasting service to the journal, Set Valued and Variational Analysis (SVAA) will publish a special issue edited by F. Aragón, R. Henrion, M. López and C. Sagastizabal, entitled "Advances in Monotone Operator Theory and Optimization".

During the conference dinner, in Castillo de Santa Bárbara, a very special scenario, there was a series of short speeches dedicated to M. Théra, showing the admiration, professional respect and friendship felt by all participants. In particular, Jean-Marc Bonnisseau with the help of Fatiha Alabau, president of SMAI and Colette Picard presented some pictures related to the period when Michel was in charge of SMAI, as president.

The organizers of this event want to express their deep acknowledge to Jonathan Borwein, whose enthusiastic support and advice contributed definitely to the success of the event. We want to pay tribute of admiration and gratitude to him, and we are deeply moved by the fact that OVA 7 was, perhaps, the last conference in which Jon participated.

Marco A. López

On behalf of Scientific Committee.

EMERGING TRENDS IN

APPLIED MATHEMATICS AND MECHANICS (ETAMM 2016)

<http://lamps.univ-perp.fr/LAMPS/etamm2016/Accueil.html>

Université de Perpignan Via Domitia, 30 mai-3 juin 2016

Communiqué par Mircea Sofonea ²

Le Laboratoire de Mathématiques et Physique (LAMPS, EA 4217) de l’Université de Perpignan Via Domitia a pris l’initiative d’organiser la conférence internationale *EMERGING TRENDS IN APPLIED MATHEMATICS AND MECHANICS* (ETAMM 2016), qui s’est déroulée à Perpignan du 30 mai au 3 juin 2016.

2. LAMPS, Université de Perpignan Via Domitia, Email :sofonea@univ-perp.fr

Comptes rendus de manifestation

Son objectif principal était de présenter l'état de l'art de la recherche dans le domaine des Mathématiques Appliquées, de la Mécanique et leurs applications en Physique, Sciences de l'Ingénieur, Biologie et Economie, tout en identifiant des sujets de recherche actuels dans ces domaines. Les thèmes de cette conférence relèvent des expressions clés suivantes : inéquations variationnelles et hémivariationnelles, analyse numérique, contrôle optimal, mathématiques tropicales, théorie de l'approximation et fonctions spéciales, mécanique des matériaux, mécanique du contact, mécanique statistique, modélisation mathématique en biologie, théorie de la lubrification.

Le comité scientifique international de l'ETAMM 2016 était composé par les scientifiques suivants : Sanda Cleja-Țigoiu (Université de Bucarest, Roumanie), Victor Eremeyev (Institute for Problems in Mechanical Engineering, St. Petersburg, Russie), Xiqiao Feng (Tsinghua University, Beijing, Chine), Yibin Fu (Keele University, Staffordshire, UK), Weimin Han (University of Iowa, Iowa City, USA), Francesco dell'Isola (Università di Roma La Sapienza, Italie), Yuri P. Kalmykov (Université de Perpignan Via Domitia, France), Amaury Lambert (Université de Paris 6, France), Ming Li (Zhejiang University, Chine), José Merodio (Universidad Politécnica de Madrid, Espagne), Stanislaw Migorski (Jagiellonian University in Krakow, Pologne), Dumitru Motreanu (Université de Perpignan Via Domitia, France), Patrizio Neff (Universität Duisburg-Essen, Allemagne), Ray Ogden (University of Glasgow, UK), Qinqhua Qin (Australian National University, Australie), Tudor Rațiu (Shanghai Jiao Tong University, Chine), B. Daya Reddy (University of Cape Town, Afrique du Sud), Hugo A.F.A. Santos (Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Portugal), Meir Shillor (Oakland University, Rochester MI, USA), Mircea Sofonea (Université de Perpignan Via Domitia, France), Konstantinos Soldatos (University of Nottingham, UK), David Steigmann (University of California, Berkeley, USA), Tianhai Tian (Monash University, Australie), Juan M. Viaño (University of Santiago de Compostela, Espagne), Jie Wang (Zhejiang University, Hangzhou, Chine), Qi Wang (University of South Carolina Columbia, USA), Zong-Ben Xu (Xi-an Jiaotong University, Chine), Song-Ping Zhu (University of Wollongong, Australie).

Le comité local d'organisation était composé des enseignants-chercheurs, doctorants et personnels administratifs du LAMPS suivants : Mircea Sofonea (Chair), Mikaël Barbot, Robert Brouzet, David Danan, Sylvia Munoz et Joëlle Sulian.

Cette conférence à caractère interdisciplinaire a réuni deux cents quarante mathématiciens, ingénieurs, biologistes et scientifiques en provenance de 30 pays : Afrique du Sud, Algérie, Allemagne, Argentine, Autriche, Cameroun, Canada, Chine, Chypre, Espagne, Etats-Unis, Finlande, France, Italie, Japon, Norvège, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Russie, Slovaquie, Suède, Taiwan, Tanzanie, Turquie et Ukraine. Son programme était structuré en sept conférences plénières, douze conférences demi-plénières et quatorze mini-symposiums.

Les conférences plénières ont été données par : Philippe G. Ciarlet (City University of Hong Kong, Chine), José M. Mazón (University of Valencia, Espagne), Ray Ogden (University of Glasgow, UK), Tudor Rațiu (Shanghai Jiao Tong University, Chine), B. Daya Reddy (University of Cape Town, Afrique du Sud), David Steigmann (University of California, Berkeley, USA), Zongben Xu (Xi-an Jiaotong University, Chine).

Les conférences demi-plénières ont été données par : Marianne Akian (INRIA Saclay-Ile-de-France et CMAP, Ecole Polytechnique CNRS, France), Peter Butkovic (University of Birmingham, UK), Weimin Han (University of Iowa, Iowa City, USA), Francesco dell’Isola (Università di Roma La Sapienza, Italie), Stanislaw Migorski (Jagiellonian University in Krakow, Pologne), Patrizio Neff (Universität Duisburg-Essen, Allemagne), Martin Ostoja-Starzewski (University of Illinois at Urbana-Champaign, USA), Luca Placidi (International Telematic University Uninettuno, Roma, Italie), Marc Quincampoix (Université de Bretagne Occidentale, Brest, France), Pierre Seppecher (IMATH Université de Toulon et LMA Marseille, France), Meir Shillor (Oakland University, Rochester MI, USA), Mykhailo Zarichnyi (Ivan Franko Lviv National University, Ukraine).

La liste des mini-syposiums dans le cadre de l’ETAMM 2016 est la suivante :

MS1 : Mechanics of Fibre-reinforced Materials : Theory and Applications, organisé par Konstantinos P. Soldatos (University of Nottingham, UK) et Raymond W. Ogden (University of Glasgow, UK);

MS2 : Variational and Hemivariational Inequalities : Theory, Numerical Methods and Applications, organisé par Weimin Han (University of Iowa, Iowa City, USA), Stanislaw Migorski (Jagiellonian University in Krakow, Pologne) et Mircea Sofonea (Université de Perpignan Via Domitia, France);

MS3 : Numerical Analysis and Computational Methods in Nonsmooth Mechanics, organisé par Mikael Barbotou (Université de Perpignan Via Domitia, France);

MS4 : Mathematical Analysis of Unilateral Contact Problems, organisé par Laetitia Paoli (Université Jean Monnet, Saint-Etienne, France) et Meir Shillor (Oakland University, Rochester MI, USA);

MS5 : Stochastic Mechanics and Mathematics, organisé par Martin Ostoja-Starzewski (University of Illinois at Urbana-Champaign, USA);

MS6 : Optimal Control - Theory and Applications, organisé par Oana Silvia Serea (Université de Perpignan Via Domitia, France);

MS7 : Smart Materials and Structures in Vibration Control, organisé par Czeslaw I. Bajer (Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Pologne);

MS8 : Delay Differential Equations Models in Biology and Medicine, organisé par Mustafa Adimy (INRIA Lyon, France) et Andrei Halanay (University Politehnica of Bucharest, Roumanie);

Comptes rendus de manifestation

MS9 : Mathematical Modelling, Analysis and Simulations in Biology, organisé par Yves Dumont (CIRAD, Umr AMAP, Montpellier, France);

MS10 : Optimal Control and Design with Applications, organisé par Dan Tiba (Institute of Mathematics of the Romanian Academy of Sciences, Bucarest, Roumanie) et Cornel Murea (Université de Haute Alsace, Mulhouse, France);

MS11 : Tropical Mathematics and Applications organisé par Walter Briec (Université de Perpignan Via Domitia, France);

MS12 : Mechanics of Materials with Microstructural Defects : Approaches and Related Problems, organisé par Sanda Cleja-Tigoiu (Université de Bucarest, Roumanie);

MS13 : On Lubrication Theory and its Application, organisé par Mahdi Boukrouche (Université Jean Monnet, Saint Etienne, France);

MS14 : Approximation Theory and Special Functions, organisé par Oktay Duman (TOBB University of Economics and Technology, Ankara, Turquie) et Esra Erkuş-Duman (Gazi University, Ankara, Turquie).

Les actes de la conférence seront publiés par Springer dans la série *Advances Structured Materials*, ainsi que dans quatre journaux internationaux à comité de lecture : *Applicable Analysis*, *ESAIM : Proceedings and Surveys*, *Journal of Engineering Mathematics*, *Mathematics and Mechanics of Solids*. Bien entendu, chaque contribution donnera lieu à un processus d’expertise. Le volume Springer sera édité par Francesco dell’Isola (Roma), Mircea Sofonea (Perpignan) et David Steigmann (Berkeley); le contrat de publication a été signé en février 2016, bien avant le déroulement de la conférence. Le travail de publication des actes est en cours et s’étalera encore sur quelques mois durant l’année 2017.

Cette manifestation scientifique a reçu le soutien matériel et financier de l’Université de Perpignan Via Domitia, du Conseil Général des Pyrénées Orientales et de la Région Midi-Pyrénées-Languedoc-Roussillon. Elle s’est déroulée en partenariat avec les start-ups *Numalis*, *Tchebyflow* et l’association *Perpignan pour la Culture Mathématique*. Elle a favorisé les éclairages entre les chercheurs, a brisé les frontières entre différentes disciplines et a stimulé des avancées scientifiques et technologiques. Par ailleurs, on peut espérer qu’elle va contribuer au développement des réseaux régionaux, nationaux, européens et internationaux de recherche ainsi qu’à la valorisation des travaux de la recherche pluridisciplinaire. La participation consécutive de l’ETAMM 2016 représente un vrai succès pour la première édition d’une nouvelle conférence. De ce fait, décision a été prise d’organiser une deuxième édition de cette conférence en juin 2018 à Cracovie, en Pologne.

Mircea Sofonea
15 septembre 2016

Comptes rendus de manifestations



Cérémonie d'ouverture de l'ETAMM 2016 - Palais des Rois de Majorque-Perpignan.



Professeur Philippe G. Ciarlet au cours de sa conférence.

Comptes rendus de manifestation

**CONGRÈS “MULTIVARIATE APPROXIMATION
AND INTERPOLATION, WITH APPLICATIONS”**

Communiqué par
C. Rabut.

Le congrès “Multivariate Approximation and Interpolation, with Applications” (Acronyme “MAIA 2016”) a eu lieu au CIRM du 19 au 23 septembre dernier. Il a regroupé 64 participants, venant de 18 pays différents. 51 communications (10 conférences de 50 minutes, 28 exposés de 25 minutes, 13 présentations poster). Ses mots clef étaient Approximation et interpolation à plusieurs variables, grandes dimensions, conception de formes, surfaces de subdivision, splines et fonctions radiales, ondelettes.

Ce congrès international, est organisé tous les trois ans depuis 1983, l’organisation tournant entre les principaux pays participants. C’est la première fois qu’il est organisé en France et le comité d’organisation était composé de trois français et une italienne (Abderrahman Bouhamidi, LMPA, Université du Littoral et de la côte d’opale, Calais; Albert Cohen, LJLL, Université Pierre et Marie Curie, Paris; Costanza Conti, DIEF, Université de Florence, Italie; Christophe Rabut, IMT, Institut National des Sciences Appliquées, Toulouse), et le comité scientifique de neuf étrangers (regroupant 7 pays) et un français.

βLa thématique du congrès est l’approximation et l’interpolation à plusieurs variables, que ce soit sur le plan théorique, numérique, ou des applications. C’est un domaine de recherche actif et dynamique, qui inclut des aspects purement théoriques et des aspects pratiques (recherche d’algorithmes stables et rapides, calculs haute performance), avec des applications possibles dans pratiquement toutes les sciences appliquées.

Le but du congrès est d’approfondir les aspects théoriques et pratiques de l’approximation multivariée, et d’aborder ses applications les plus importantes. Le congrès est donc essentiellement centré sur l’approximation de fonctions à plusieurs variables, domaine dans lequel il reste de nombreuses questions ouvertes et une grande variété d’applications et d’interactions avec d’autres domaines des mathématiques.

A l’origine essentiellement théorique avec les travaux de Tchebychev, Weierstrass et Bernstein, la théorie de l’approximation a évolué vers une préoccupation plus applicative et plus ouverte, tout en gardant la caractéristique théorique de son origine.

Ce domaine évolue constamment, en particulier de par le développement des moyens de calcul, mais pas seulement puisque l’on constate de nombreux nouveaux problèmes théoriques qui relèvent de ce domaine. De sorte que l’approximation à plusieurs variables est particulièrement stimulante pour de nombreuses disciplines proches, ou même dans des contextes différents. En d’autres termes l’approximation à plusieurs variables est un moyen stratégique d’intégration et

de coopération entre des domaines de recherche différents, et elle ouvre de nouvelles perspectives et des applications variées.

Prenons ici quelques exemples de l’interaction entre la théorie de l’approximation et d’autres domaines des mathématiques. L’algèbre linéaire a toujours été utilisée en théorie de l’approximation, car elle permet de faire de la modélisation non paramétrique avec un grand nombre de degrés de liberté ce qui permet d’approcher une fonction, une forme de façon aussi précise que l’on veut; l’approximation alimente maintenant l’algèbre linéaire avec des problèmes nouveaux qui concernent des matrices ou des polynômes ayant une structure particulière, comme les matrices circulantes ou les matrices de Toeplitz qui interviennent dans la définition de schémas de subdivision, ou comme les polynômes de Laurent, solutions d’équations de type Bezout, nécessaires pour déterminer les masques de subdivision ayant certaines propriétés spécifiques. Par ailleurs la théorie de l’approximation a donné naissance aux splines et aux fonctions radiales, fonctions qui sont maintenant utilisées dans d’autres domaines des mathématiques, comme la résolution des équations aux dérivées partielles (méthodes sans maillage), ce qui a entraîné l’étude de problèmes aux grandes dimensions. Enfin, l’“iso-géométrie” est une approche récente qui intègre les outils de la CAO à l’approche par éléments finis, ce qui permet d’utiliser la modélisation géométrique pour définir la géométrie du domaine à l’aide de fonctions qui sont ensuite utilisées lors de la résolution de l’EDP étudiée, d’où une meilleure cohérence de la résolution d’ensemble du problème. En résumé, on peut dire que l’approximation se nourrit des autres domaines mathématiques et applicatifs et les alimente par de nouveaux problèmes ou de nouvelles approches.

D’où un aspect à la fois mathématique, interdisciplinaire et applicatif. Sur le plan purement mathématique, citons en particulier les polynômes orthogonaux, les splines, NURBS et fonctions radiales, les éléments finis, les ondelettes, les surfaces de subdivision (linéaires, non linéaires), la modélisation géométrique, en particulier l’approximation avec conservation de forme, les problèmes liés aux grandes dimensions. Sur le plan des applications on trouvera notamment les domaines de la biologie, du médical, de l’imagerie (détection de contours par exemple), de la topographie et de la géologie, de la météorologie, de la conception de formes (CAO), et de nombreux problèmes d’ingénierie comme la modélisation mathématique, l’interpolation et le lissage de données, l’analyse d’images.

A titre d’exemple, mentionnons ici quelques synthèses et quelques résultats présentés de ce congrès :

B-splines en algèbre de Clifford, Problème de Prony et super-résolution à plusieurs variables (structure et algorithme), estimation d’opérateur intégral à partir d’impulsions irrégulièrement réparties, 25 ans et plus d’ondelettes pour les EDP, nouveaux résultats pour le calcul utilisant des noyaux défini-positifs, ondelettes à divergence nulle, B-spline hiérarchiques, B-splines à divergence nulle, subdivision et multi-grille, reconstitution de phase en dimension infinie, approximation adaptative de fonctions à plusieurs variables utilisant des moyens statistiques, reconstitution d’objets 3D à partir de sections 1D parallèles,

Comptes rendus de manifestation

lissage de fonctions vectorielles à l'aide de schémas de subdivision d'Hermite, approximation sur des variétés, splines sphériques, quasi-interpolation sur le tore...

En bilan, le congrès MAIA 2016 a couvert, sur le plan théorique comme sur les applications, les domaines de l'approximation et de l'interpolation à plusieurs variables, à l'aide de polynômes, de splines, d'éléments finis et de fonctions radiales, de subdivision linéaire et non linéaire, les méthodes de résolution adaptative et les méthodes multi-échelles, l'approximation avec conservation de forme, les méthodes de construction de surface sans maillage, l'analyse iso-géométrique, les problèmes de grandes dimensions.

Un bon équilibre entre les chercheurs confirmés et les jeunes chercheurs a permis à ces derniers de bénéficier de l'expérience de leurs aînés et d'un tour d'horizon de leur domaine de recherche. Dans ce but nous avons en particulier “rajeuni” le comité scientifique, et nous l'avons ouvert aux thématiques nouvelles, telles que les problèmes de grandes dimensions.

Nous remercions particulièrement le CIRM pour la qualité de son accueil et des moyens mis à notre disposition, ainsi les organismes nous ayant aidé financièrement et qui ont par là permis le bon déroulement de ce congrès.

Vous trouverez enfin tous les détails sur ce congrès (participants, programme, résumés, posters, slides de la plupart des exposés, vidéos des cinq communications enregistrées), sur la page web du CIRM consacrée au congrès :

<http://scientific-events.weebly.com1444.html> .

Le comité d'organisation du congrès

Abderrahman Bouhamidi

Albert Cohen

Costanza Conti

Christophe Rabut

COMPTE RENDU DES 11ÈMES JOURNÉES MAS 2016

Communiqué par
Jean-François Coeurjolly et Adeline Samson
(Laboratoire Jean Kuntzmann, Grenoble).

La onzième édition des Journées du groupe Modélisation Aléatoire et Statistique de la SMAI s'est tenue à Grenoble du 29 au 31 août 2016. Depuis 1996, ces journées offrent à la communauté des probabilistes et statisticiens français l'opportunité de se rassembler tous les deux ans pour présenter leurs travaux récents.

Réunissant environ 200 participants, cette édition avait pour fil conducteur les "phénomènes complexes et hétérogènes". Elle comportait :

- un hommage à Jacques Neveu, décédé en 2016, fondateur du groupe MAS de la SMAI et qui a joué un rôle structurant pour la communauté de l'aléatoire en France,
- six conférences plénières offrant un panorama didactique des diverses approches et applications de la thématique centrale : Charles Bordenave (Université de Toulouse) sur la marche au hasard sur un digraphe aléatoire, François Delarue (Université Nice Sophia Antipolis) sur les jeux à champ moyen, Sylvie Huet (MaIAGE INRA Jouy-en-Josas) sur les méthodes pénalisées pour la méta-modélisation et l'analyse de sensibilité, Amaury Lambert (Université Pierre et Marie Curie) sur le coalescent en phylogénétique, Eva Löcherbach (Université Cergy Pontoise) sur les processus d'interaction pour la modélisation de population de neurones et Aurélien Ribes (Centre National de Recherche Météorologiques) sur la prédiction du climat du futur avec des statistiques ;
- trois conférences plénières assurées par les derniers lauréats des Prix Neveu 2014 et 2015 : Emilie Kaufmann sur les stratégies bayésiennes et fréquentistes dans des modèles de bandits, Julien Reygner autour des modèles d'Atlas et Erwan Scornet sur une promenade en forêts aléatoires ;
- vingt sessions invitées donnant un aperçu des recherches actuelles en France dans le domaine de la modélisation aléatoire et de la statistique ;
- et une session poster permettant aux étudiants de présenter leurs travaux et d'engager la conversation avec les chercheurs confirmés. L'éditeur Springer avait offert un panel d'une dizaine d'ouvrages de probabilités et de statistique, qui ont récompensé les doctorants ayant présenté un poster.

Le format des journées MAS favorise tout particulièrement les échanges entre probabilités et statistique, un effort particulier étant fait pour s'adresser à un large public. Chaque session, organisée par un chercheur invité, est composée de quatre exposés très connectés. Le premier, de 40 minutes, permet d'introduire

Comptes rendus de manifestation

la thématique; en général, au moins un des exposés a une visée applicative marquée.

Le succès de cette rencontre confirme une fois de plus le rôle central des Journées MAS pour la communauté française de modélisation aléatoire. Durant l'assemblée générale qui a eu lieu le deuxième jour, le comité de liaison MAS a été renouvelé au tiers et des échanges ont eu lieu sur le bilan des activités et orientations futures du groupe.

Les présentations ont pour la plupart d'entre elles été mises en ligne et sont accessibles à l'adresse <https://mas2016.sciencesconf.org>. En outre, chaque orateur plénier et chaque organisateur de session a été invité à proposer un article qui, après relecture, sera publié dans un volume de la revue ESAIM : Proceedings.

Pour finir, les journées se sont déroulées sur le campus de l'Université Grenoble Alpes sous un grand soleil. Le dîner de conférence a eu lieu sur les hauteurs de la Bastille avec un transport en "bulles" grenobloises (mémorable pour certains), mais sans la vue sur le Mont Blanc : il faudra revenir!



Les lauréats 2014 et 2015 du prix de thèse Jacques Neveu : Emilie Kauffmann, Julien Reygner et Erwan Scornet.

JOURNÉE DE LA FÉDÉRATION NORMANDIE MATHÉMATIQUES FR CNRS 3335

INSA ROUEN NORMANDIE, 6 OCTOBRE 2016

La 11^{ème} Journée de la Fédération Normandie Mathématique (FR CNRS 3335, dirigée par B. Anglès (LMNO), et T. de la Rue (LMRS)) rassemblant les laboratoires LMAH de l’Université du Havre, LMI de l’INSA Rouen, LMNO de l’Université de Caen Normandie et LMRS de l’Université de Rouen Normandie avait lieu à Rouen sur le campus du Madrillet. Elle était organisée par Ioana Ciotir, Rachida El Assoudi et Sonia Fourati du LMI.

Le format de la journée a été modifié par rapport aux éditions précédentes avec la mise en place de deux colloquia, avec deux intervenants de laboratoires extérieurs à la fédération. Pour cette année, les deux invités étaient : Stéphane Cordier (MAPMO, Université d’Orléans, et Labex AMIES) et Gilles Pagès (LPMA, Université Pierre et Marie Curie). Les deux présentations avaient pour titre : *Un modèle cinétique pour l’économie* pour S. Cordier et *Méthode de Monte Carlo multi-niveaux et applications* pour G. Pagès.

Au niveau des sessions parallèles, les intervenants étaient : Faicel Chamroukhi (LMNO), Antoine Tonnoir (LMI), Laetitia Caille (LMNO), Paul Lemire (LMRS), Slim Beltaief (LMRS), Sara Tfaili (LMAH), Pablo Cubides (LMNO), Abderrahmane Nitaj (LMNO), Sarah Leclavier (LMRS), et Gisella Croce (LMAH).

Une pause café autour de posters complétait la journée, présentant des travaux de : Federica Raimondi (LMRS), Imène Khames (LMI), Deborah Michel (LMRS), Noémie Debroux (LMI), Alexandre Thorel (LMAH), Aymen Balti (LMAH), Mira Alkharboutly (LMAH), Benjamin Ambrosio (LMAH), Etienne Leclerc (LMI), Mohamed Hemmidy (LMAH).

Les 75 participants ont apprécié cette journée ! Prochain rendez-vous de la Fédération en novembre avec les Rencontres Rouennaises d’EDP 2016 au LMRS (Université de Rouen, Campus du Madrillet) les 3 et 4 novembre 2016 (<http://lmrs.univ-rouen.fr/EDP2016/>).

Le comité d’organisation :
Ioana Ciotir
Rachida El Assoudi
Sonia Fourati



Louis Bachelier Prize 2016

The 2016 Louis Bachelier Prize is awarded to Damir FILIPOVIC (Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne) for his contributions to stochastic modelling in finance and insurance.

Filipovic has made notable contributions to the study of interest rate models, the theory of affine processes and the design of regulation for insurance companies.

Promenade en forêts aléatoires

par Erwan Scornet (Prix Neveu 2015)

Les progrès informatiques des trois dernières décennies permettent désormais d’amasser une quantité considérable de données dans des domaines aussi divers que la finance, l’économie, la biologie ou le marketing. La création de base de données toujours plus massives continue de poser de nombreux problèmes. L’exploitation et le traitement des données est également un enjeu majeur : la collecte des données ne trouve son intérêt que dans l’information qui peut en être extraite. Afin de tirer parti de ces grands volumes de données, de nombreux algorithmes d’apprentissage statistique existent : c’est sur l’algorithme des forêts aléatoires que nous nous concentrerons dans la suite de cet article. Cependant, avant de se perdre dans les méandres des forêts aléatoires, arrêtons-nous tout d’abord devant l’un de ses éléments essentiels : l’arbre.

Comme leur nom l’indique, les arbres de décision sont des algorithmes représentant un processus simple de décision. Concrètement, imaginons qu’un médecin veuille établir un diagnostic. Pour ce faire, il va poser au malade une série de questions afin d’établir une liste des maladies potentielles dont il souffre. Dans un monde idéal, le médecin finit par déterminer la cause exacte du mal-être du patient. Cependant, pour des raisons budgétaires (le diagnostic peut nécessiter des techniques d’analyse de pointes), temporelles (le médecin ne peut obtenir l’attention complète du patient que pendant un court laps de temps) voire métaphysiques, le médecin peut être amené à hésiter entre plusieurs maladies. Face à cette cruelle incertitude, le médecin, sommé par le patient de statuer sur son état, peut alors utiliser son expérience et diagnostiquer la maladie qu’il aura le plus souvent observée parmi les patients présentant les mêmes symptômes. Cet exemple a le mérite d’expliquer simplement le fonctionnement des algorithmes d’arbre de décision : un arbre de décision crée différentes catégories de population (en posant des questions aux individus) et effectue une prédiction pour un nouvel individu en fonction de la catégorie à laquelle il appartient.

Les arbres de décision sont très utilisés en pratique car ils sont facilement interprétables : la prédiction fournie par l’algorithme est le résultat d’un cheminement logique facilement identifiable. Différents cas de figure peuvent se présenter : les variables caractérisant les individus peuvent être quantitatives discrètes (“Classez votre douleur au bras de 1 à 10”), quantitatives continues (“Combien mesure votre bras?”) ou catégorielles (“Avez-vous moins d’un bras ou plus de deux bras?”). La variable à prédire peut, elle aussi, être discrète (le type de la maladie) ou continue (la probabilité de développer une maladie spécifique). Dans la suite, nous noterons $\mathbf{X}^{(1)}, \dots, \mathbf{X}^{(d)}$ les d variables décrivant les individus et Y la variable que l’on cherche à prédire. Pour simplifier, nous supposons que toutes ces variables sont continues avec $\mathbf{X}^{(1)}, \dots, \mathbf{X}^{(d)} \in [0, 1]$ et $Y \in \mathcal{R}$.

Promenade en forêts aléatoires

Afin de construire un arbre, on se donne un jeu de données $\mathcal{D}_n = \{(\mathbf{X}_1, Y_1), \dots, (\mathbf{X}_n, Y_n)\}$ où $\mathbf{X}_i = (\mathbf{X}_i^{(1)}, \dots, \mathbf{X}_i^{(d)})$ correspond aux variables caractérisant le i ème individu et Y_i est la valeur associée à cet individu. On suppose que les couples $(\mathbf{X}_i, Y_i) \in [0, 1]^d \times R$ sont indépendants et identiquement distribués, de même loi que le couple (\mathbf{X}, Y) . On fait également l'hypothèse que le lien entre les variables d'entrée $\mathbf{X} = (\mathbf{X}^{(1)}, \dots, \mathbf{X}^{(d)})$ et la variable à estimer Y est donnée par la fonction de régression m qui vérifie :

$$Y = m(\mathbf{X}) + \varepsilon,$$

où ε est un bruit centré. Notre but est alors de construire à partir des données \mathcal{D}_n un estimateur $m_n : [0, 1]^d \rightarrow R$ de la fonction de régression m , permettant d'estimer, pour un nouveau point $\mathbf{x} \in [0, 1]^d$ la valeur $m(\mathbf{x})$.

Afin de construire un tel estimateur, les algorithmes d'arbre de décision partitionnent de manière récursive l'espace des variables d'entrée $[0, 1]^d$. Un exemple d'arbre est décrit en Figure 1 pour deux variables d'entrée ($d = 2$). La première question de cet arbre est : "la variable $\mathbf{X}^{(1)}$ est-elle inférieure ou égale à 0.45?". Cette question est posée à chacune des données de l'ensemble \mathcal{D}_n (une donnée correspondant à un point du carré $[0, 1]^2$ avec la valeur qui lui est associée) et a pour effet de séparer le carré $[0, 1]^2$ en deux cellules distinctes : la cellule $\boxed{1} \cup \boxed{2}$ à gauche et la cellule $\boxed{3} \cup \boxed{4}$ à droite, la séparation s'opérant à l'emplacement $\mathbf{X}^{(1)} = 0.45$. L'algorithme coupe ensuite chacune des deux cellules résultantes et poursuit jusqu'à ce qu'un critère d'arrêt soit vérifié, ce qui conduit dans notre cas à quatre nœuds terminaux $\boxed{1}, \boxed{2}, \boxed{3}, \boxed{4}$. Finalement, pour estimer la valeur associée à un nouveau point $\mathbf{x} \in [0, 1]^2$, il suffit de le propager dans l'arbre pour identifier la cellule à laquelle il appartient. La prédiction est alors donnée par la valeur moyenne des points tombant dans cette cellule. Par exemple, le point $\mathbf{x} = (0.6, 0.9)$ appartient à la cellule $\boxed{3}$; la valeur estimée $m_n(\mathbf{x})$ vaut donc 85.

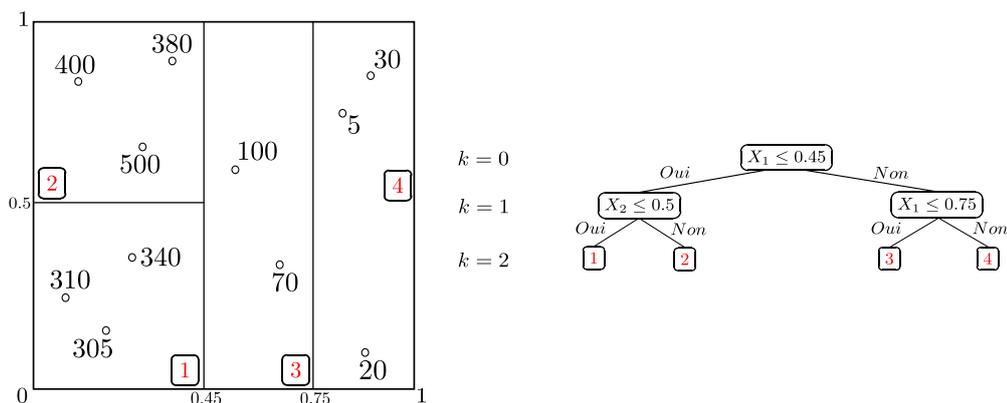


FIGURE 1: Un arbre de décision de profondeur $k = 2$ en dimension $d = 2$.

Tout algorithme d’arbre de décision est défini par un *critère de coupure* et un *critère d’arrêt*. L’algorithme CART (Classification And Regression Tree) représenté dans la Figure 1 est un des algorithmes d’arbre de décision les plus employés et constituera l’une des pierres angulaires de cet article.

Le *critère de coupure* CART est défini comme suit.

1. Dans chaque cellule, pour chaque coupure possible, on construit l’estimateur constant par morceaux égal en tout point à la moyenne des observations situées dans la cellule contenant ce point.
2. L’erreur quadratique empirique de cet estimateur est ensuite calculée.
3. Le critère de coupure CART consiste alors à choisir la coupure qui correspond à l’estimateur dont l’erreur quadratique est minimale.

En effet, dans la Figure 1, on remarque que la première coupure en $\mathbf{X}^{(1)} = 0.45$ sépare les grandes valeurs (à gauche) des petites valeurs (à droite). Ce critère de coupure crée donc des cellules contenant des valeurs similaires [voir][pour plus de détails]BrFrOlSt84.

Différents *critères d’arrêt* CART sont souvent envisagés : le critère d’arrêt peut porter sur la forme de l’arbre (la construction s’arrête lorsque l’arbre est de la profondeur voulue, ici $k = 2$) ou sur le nombre de points dans les nœuds terminaux (arrêt lorsque chaque nœud terminal contient moins de `nodesize = 3` observations). Compte-tenu de l’arbre obtenu en Figure 1, l’un ou l’autre de ces critères a pu être employé. Une procédure d’élagage peut également être utilisée : l’arbre est développé jusqu’à ce que chaque cellule contienne exactement une donnée, puis les cellules adjacentes sont progressivement fusionnées (i.e., les branches les plus profondes de l’arbre sont supprimées, d’où le nom d’élagage) jusqu’à ce qu’un compromis entre le nombre de nœuds terminaux et la capacité prédictive de l’arbre soit trouvé. Un arbre possédant un faible nombre de coupures (et donc de nœuds terminaux) sera facile à interpréter mais ses performances statistiques en seront amoindries.

1 Vers les forêts aléatoires

Dans la section précédente, nous avons détaillé la construction des arbres CART. Pour construire une forêt aléatoire, il va maintenant falloir construire plusieurs arbres CART distincts. C’est dans cette optique que Br01 proposa d’introduire de l’aléatoire à la fois dans le jeu de données (étape de sous-échantillonnage) et dans la construction des arbres :

1. Tout d’abord, pour chaque arbre, un sous-échantillon de taille a_n est créé en sélectionnant avec remise a_n observations parmi les n observations initiales. Seules ces a_n observations seront utilisées pour construire l’arbre et effectuer la prédiction.

Promenade en forêts aléatoires

2. À chaque étape, au lieu de sélectionner la coupure minimisant le critère CART (i.e., l’erreur quadratique de l’estimateur associé) selon les d variables, un petit nombre de variables m_{try} est sélectionné uniformément parmi les d variables disponibles. Le critère CART est alors minimisé seulement sur les m_{try} variables précédemment sélectionnées : la coupure ne peut donc s’effectuer que sur l’une de ces m_{try} directions.

L’algorithme complet est décrit en détail ci-après.

[!h]

1. Construire M arbres comme suit :
 - (a) Pour le j ème arbre, tirer uniformément avec remise a_n observations parmi \mathcal{D}_n . Seulement ces observations seront utilisées pour construire le j ème arbre.
 - (b) Considérer la cellule $[0, 1]^d$.
 - (c) Sélectionner uniformément sans remise m_{try} coordonnées parmi $\{1, \dots, d\}$.
 - (d) Sélectionner la coupure qui minimise le critère de coupure CART parmi les m_{try} directions pré-sélectionnées.
 - (e) Découper la cellule selon la coupure précédente.
 - (f) Répéter (c) – (e) pour chacune des deux cellules engendrées jusqu’à ce que chaque cellule de l’arbre contienne moins de `nodesize` données.
 - (g) Pour un point \mathbf{x} , la prédiction du j ème arbre est donnée par la moyenne des Y_i tombant dans la cellule contenant \mathbf{x} .
2. Pour un point \mathbf{x} , la prédiction de la forêt de Breiman est donnée par la moyenne des prédictions de chacun des M arbres au point \mathbf{x} .

D’un point de vue mathématique, l’aléatoire introduit dans la construction d’un arbre générique sera noté Θ . L’aléatoire utilisé pour construire le j ème arbre sera ainsi noté Θ_j et correspondra à la fois aux observations choisies pour construire l’arbre ainsi qu’aux choix des variables pré-sélectionnées dans chaque cellule. Les variables $\Theta_1, \dots, \Theta_M$ seront supposées indépendantes et identiquement distribuées selon la loi de Θ . On notera $m_n(\mathbf{x}, \Theta)$ l’estimateur associé à un arbre construit à partir de l’échantillon \mathcal{D}_n et avec l’aléatoire Θ , évalué en un point \mathbf{x} . Les arbres sont ensuite combinés pour former l’estimateur de la forêt aléatoire finie

$$m_{M,n}(\mathbf{x}) = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M m_n(\mathbf{x}, \Theta_j). \quad (1)$$

D’après la loi des grands nombres, pour tout $\mathbf{x} \in [0, 1]^d$, presque sûrement, l’estimateur de la forêt finie tend vers celui de la forêt infinie

$$m_{\infty,n}(\mathbf{x}) = E_{\Theta} [m_n(\mathbf{x}, \Theta)], \quad (2)$$

où E_{Θ} représente l’espérance sous Θ , conditionnellement à \mathcal{D}_n .

2 Littérature

Les forêts aléatoires, créées par Br01 font partie des algorithmes d’apprentissage qui restent efficaces, tant d’un point de vue computationnel que prédictif, lorsqu’ils sont appliqués à des grands jeux de données. Leur construction repose sur les travaux fondateurs de [1], [15] et [12] et s’appuie sur le principe de *diviser pour régner* : la forêt est composée de plusieurs arbres qui sont chacun construits avec une partie du jeu de données. La prédiction de la forêt est alors obtenue simplement en moyennant les prédictions des arbres.

Le fait que les forêts puissent être employées pour résoudre un grand nombre de problèmes d’apprentissage a fortement contribué à leur popularité. Outre leur simplicité d’utilisation (voir l’implémentation du package R, `randomForest`), les forêts sont également connues pour leur précision et leur capacité à traiter des jeux de données composés de peu d’observations et de nombreuses variables. Étant par ailleurs facilement parallélisables, elles font partie des méthodes permettant de traiter de grands systèmes de données réelles.

Les bons résultats des forêts dans divers domaines appliqués sont légion : dans l’environnement voir (<http://www.kaggle.com/c/dsg-hackathon>), [20] et [8], en chimio-informatique [25], dans l’identification d’objets tridimensionnels [24], ou encore en bioinformatique [11]. J. Howard (Kaggle) et M. Bowles (Biomatica) vont même jusqu’à affirmer dans HoBo12 que “ensembles of decision trees—often known as “random forests”—have been the most successful general-purpose algorithm in modern times”.

Néanmoins, le florilège de résultats appliqués contraste avec le peu de résultats théoriques sur les forêts : bien qu’utilisées dans toute une variété de domaines, certaines de leurs propriétés mathématiques demeurent mal comprises. Parmi les résultats théoriques les plus célèbres figure celui de [6] qui consiste en une borne supérieure sur le risque quadratique des forêts, montrant que le risque des forêts est minimal lorsque les arbres sont de bons estimateurs faiblement corrélés. [17] ont ensuite établi un lien entre les forêts et les estimateurs du type plus proche voisin, étudié plus en détail par [4]. Plusieurs articles théoriques [5, 16, 3, 13, 28, 2] ont également porté sur des versions simplifiées des forêts de Breiman. Plus récemment, certains auteurs se sont concentrés sur des forêts très proches de l’algorithme originel de Breiman. [9] ont prouvé le premier résultat de consistance pour les forêts en ligne. [18] et [26] ont étudié la distribution limite des forêts aléatoires, lorsque le nombre d’observations et le nombre d’arbres tendent vers l’infini, permettant ainsi d’établir des intervalles de confiance.

L’algorithme des forêts aléatoires est souvent considéré comme une véritable *boîte noire* qui combine de manière complexe plusieurs mécanismes difficiles à appréhender, comme le sous-échantillonnage du jeu de données et le critère de cou-

Promenade en forêts aléatoires

pure des arbres CART [7]. Cela explique pourquoi la majorité des travaux théoriques ont eu pour principaux objets des versions simplifiées de l’algorithme original, supprimant notamment l’étape de sous-échantillonnage des données et/ou remplaçant le critère de coupure CART et le critère d’arrêt (arrêt de l’algorithme lorsque chacun des nœuds terminaux contient un faible nombre d’observations) par des procédures plus élémentaires.

Le reste de l’article décrit les contributions de ma thèse. Le lecteur avide de précisions pourra se référer aux articles associés pour de plus amples détails ainsi qu’à BiSc16 pour une revue des propriétés théoriques des forêts aléatoires. La plupart des travaux théoriques se concentrant sur les propriétés des forêts infinies (2), les résultats de la Section 3 établissent un lien entre les forêts finies (utilisées en pratique) et les forêts infinies. En particulier, nous calculons le nombre d’arbres nécessaires pour que les risques des forêts finies et infinies soient proches [21].

La Section 4 a pour objet l’étude de l’expression explicite de l’estimateur des forêts aléatoires infinies. En modifiant légèrement l’algorithme des forêts, on montre que l’estimateur résultant est un estimateur à noyau facilement interprétable. Ce résultat permet de faire le lien avec ces estimateurs largement étudiés et permet ainsi de s’affranchir de l’appellation “boîte noire” des forêts aléatoires [22].

La Section 5 de [21] met en lumière l’intérêt de la procédure d’agrégation des arbres. Nous montrons ainsi qu’une forêt peut avoir un bon pouvoir prédictif même lorsque les arbres agrégés sont individuellement mauvais.

La Section 6 de [23] contient, à mon avis, le résultat le plus intéressant de cette thèse qui est la preuve de consistance des forêts aléatoires de Breiman, c’est-à-dire le fait que les prédictions soient exactes lorsque le nombre d’observations tend vers l’infini. Ce résultat, simple en apparence et fondamental pour tout algorithme d’apprentissage, nécessite d’étudier de manière approfondie le critère de coupure CART pour en déduire des propriétés géométriques des cellules de chacun des arbres.

3 Forêt finie et infinie

Avant de nous intéresser aux performances prédictives des forêts aléatoires, il convient d’étudier le lien entre les forêts finies (utilisées en pratique, voir équation 1) et les forêts infinies (analysées en théorie, voir équation 2). Pour $\mathbf{x} \in [0, 1]^d$ fixé, la Loi des Grands Nombres montre que l’estimateur des forêts finies évalué en \mathbf{x} , $m_{M,n}(\mathbf{x})$ converge presque sûrement vers l’estimateur des forêts infinies évalué en \mathbf{x} , $m_{\infty,n}(\mathbf{x})$, conditionnellement au jeu de données. De plus, le Théorème Central Limite fournit la vitesse de convergence en \sqrt{M} . Nous avons prouvé (voir Théorème 1) que ces résultats de convergence restent vrais pour les estimateurs des forêts finies et infinies, vus en tant que fonction : on étend ainsi la convergence ponctuelle précédente (à \mathbf{x} fixé) à une convergence fonctionnelle.

Théorème 1. Soit $m_{M,n}$ (resp., $m_{\infty,n}$) l’estimateur des forêts finies (resp., infinies) de Breiman. Alors, conditionnellement à \mathcal{D}_n ,

$$\sqrt{M} (m_{M,n}(\bullet) - m_{\infty,n}(\bullet))$$

converge en loi vers un processus Gaussien.

Le Théorème 1 montre la convergence de l’estimateur $m_{M,n}$, vu en tant que processus. Ce résultat n’est pas une simple extension du Théorème Central Limite (l’espace des variables d’entrées $[0, 1]^p$ n’étant pas dénombrable) et nécessite l’utilisation de la théorie des processus empiriques [voir] [empiricalprocess].

Lorsque M croît, l’estimation donnée par les forêts finies s’approche de celle des forêts infinies. On pourrait alors utiliser le Théorème 1 pour comparer les risques des forêts finies et infinies. Cependant, une analyse plus simple ne requérant pas la théorie des processus conduit au Théorème 2.

Théorème 2. Supposons que $Y = m(\mathbf{X}) + \varepsilon$, où $\varepsilon \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$ est indépendant de \mathbf{X} , et où $\|m\|_\infty < \infty$. Alors, pour tout $M, n \in \mathbb{N}^*$,

$$0 \leq R(m_{M,n}) - R(m_{\infty,n}) \leq \frac{8}{M} \times (\|m\|_\infty^2 + \sigma^2(1 + 4 \log n)),$$

où, pour tout estimateur m_n , son risque quadratique $R(m_n)$ est défini par

$$R(m_n) = E[m_n(\mathbf{X}) - m(\mathbf{X})]^2.$$

Le Théorème 2 établit que le risque quadratique des forêts finies est arbitrairement proche de celui des forêts infinies lorsque le nombre d’arbres est grand.

Lorsque le risque d’un estimateur tend vers zero quand la taille du jeu de données tend vers l’infini, on dit que l’estimateur est consistant. La consistance d’un estimateur est une propriété statistique élémentaire : elle permet d’assurer qu’asymptotiquement la valeur prédite par l’estimateur est proche de la valeur que l’on cherche à estimer. En d’autres termes, un estimateur consistant est un estimateur qui remplit sa fonction. Le Théorème 2 montre que, si les forêts infinies sont consistantes (i.e., $R(m_{\infty,n})$ tend vers 0 lorsque n tend vers l’infini) alors les forêts finies sont consistantes (i.e., $R(m_{M_n,n})$ tend vers 0 lorsque n tend vers l’infini) en choisissant le nombre d’arbres M_n de sorte que $M_n / \log n$ tende vers l’infini. Sous cette hypothèse, les résultats de consistance obtenus pour de nombreux modèles de forêts infinies peuvent s’étendre aux forêts finies correspondantes, permettant ainsi d’appliquer les résultats théoriques aux forêts utilisées en pratique. Par conséquent, lorsqu’on s’intéresse aux propriétés de consistance des forêts aléatoires, il suffit d’étudier le comportement des forêts infinies.

4 Forêts aléatoires et estimateurs à noyau

L’estimateur associé à un arbre de régression construit avec l’aléatoire Θ fournit une prédiction $m_n(\mathbf{x}, \Theta)$ en un point \mathbf{x} en calculant la moyenne des observations

Promenade en forêts aléatoires

appartenant à la cellule contenant \mathbf{x} , notée $A_n(\mathbf{x}, \Theta)$. Mathématiquement, cet estimateur s’écrit

$$m_n(\mathbf{x}, \Theta) = \frac{1}{N_n(\mathbf{x}, \Theta)} \sum_{i=1}^n Y_i 1_{\mathbf{x}_i \in A_n(\mathbf{x}, \Theta)},$$

où $N_n(\mathbf{x}, \Theta)$ est le nombre d’observations dans la cellule contenant \mathbf{x} . Par convention, on pose également $0/0 = 0$ dans la formule précédente (l’estimateur prédit 0 lorsque la cellule ne contient aucune observation). Les arbres de régression effectuent ainsi une moyenne des observations se situant dans un voisinage de \mathbf{x} , ce voisinage étant défini comme la cellule de l’arbre contenant \mathbf{x} . La forêt, qui agrège plusieurs arbres, opère également en calculant une moyenne pondérée des observations dans un voisinage de \mathbf{x} . Cependant, dans le cas des forêts, ce voisinage résulte de la superposition des voisinages de chacun des arbres, et a donc une forme plus complexe. La complexité de ce voisinage est probablement l’une des raisons qui explique les bonnes performances des forêts aléatoires.

Les estimateurs à noyau [19, 27] sont des estimateurs classiques basés sur une fonction mesurant la distance entre les observations et le point \mathbf{x} . Tout estimateur à noyau prédit donc une valeur en \mathbf{x} en calculant une moyenne pondérée des Y_i en fonction de la distance entre \mathbf{x} et \mathbf{X}_i grâce à la fonction K :

$$m_n(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i K(\mathbf{X}_i, \mathbf{x})}{\sum_{j=1}^n K(\mathbf{X}_j, \mathbf{x})}. \tag{3}$$

Afin de trouver une forme explicite facilement interprétable de l’estimateur des forêts aléatoires, nous avons établi un lien entre les forêts et les méthodes à noyau. En effet, en modifiant légèrement la procédure d’agrégation, l’estimateur des forêts peut se réécrire comme un estimateur à noyau de la forme

$$\tilde{m}_{\infty, n}(\mathbf{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i K(\mathbf{X}_i, \mathbf{x})}{\sum_{j=1}^n K(\mathbf{X}_j, \mathbf{x})}, \tag{4}$$

où $K(\mathbf{x}, \mathbf{z}) = \mathbb{P}_{\Theta} [\mathbf{z} \in A_n(\mathbf{x}, \Theta)]$ est la probabilité de connexion entre \mathbf{x} et \mathbf{z} dans la forêt, c’est-à-dire la probabilité que \mathbf{x} et \mathbf{z} soient dans la même cellule d’un arbre aléatoire de la forêt. Le noyau K correspond donc à une mesure de proximité particulière, intrinsèque à la forêt considérée. Ce résultat est particulièrement intéressant car il est non asymptotique et permet de voir les forêts comme des estimateurs à noyau dont le noyau est directement lié à la structure des arbres qui composent la forêt. De plus, les estimateurs de la forme (4) ont des performances similaires (que ce soit en précision ou en temps de calcul) à celles des forêts de Breiman, tout en étant plus facilement interprétables.

5 Agrégation d’arbres et arbre unique

Avant d’aborder la question difficile de la consistance des forêts aléatoires de Breiman, nous avons établi un théorème général portant sur les forêts dont la

construction est indépendante des données et qui sont ainsi plus simples à analyser.

On appelle forêt aléatoire de niveau k , toute forêt dont chaque nœud terminal de chaque arbre a été obtenu en effectuant k coupures (les arbres associés sont alors binaires, complets, de niveau k). On rappelle également que $A_n(\mathbf{X}, \Theta)$ est la cellule de l'arbre aléatoire construit avec le paramètre aléatoire Θ et contenant \mathbf{X} .

Théorème 3. *Considérons une forêt aléatoire de niveau k dont le mécanisme de coupure ne dépend pas des données \mathcal{D}_n . Supposons de plus que le diamètre des cellules tend vers zero en probabilité, i.e., pour tout $\varepsilon > 0$,*

$$P[\text{diam}(A_n(\mathbf{X}, \Theta)) > \varepsilon] \rightarrow 0, \quad \text{lorsque } n \rightarrow \infty.$$

Alors, si $k \rightarrow \infty$ et $2^k/n \rightarrow 0$, l'estimateur $m_{\infty,n}$ de la forêt aléatoire infinie précédente est consistant, i.e.,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E[m_{\infty,n}(\mathbf{X}) - m(\mathbf{X})]^2 = 0.$$

Ce théorème montre ainsi que les forêts construites indépendamment des données sont consistantes dès lors que le diamètre de leurs cellules tend vers 0 et que la profondeur des arbres est correctement choisie. Cependant, la consistance de ces forêts résulte de la consistance des arbres individuels qui les composent : au regard du Théorème 3, la procédure d'agrégation des arbres n'a donc aucun intérêt.

Afin de mettre en exergue certaines propriétés propres aux forêts aléatoires, nous considérons les forêts médianes dont les arbres sont construits de la manière suivante :

1. On tire sans remise a_n points parmi les n observations initiales.
2. À chaque nœud, on sélectionne uniformément une direction de coupure. On coupe ensuite à la médiane empirique des \mathbf{X}_i selon la direction précédemment choisie.
3. La procédure de coupure s'arrête lorsque chaque cellule contient exactement une observation.

Les forêts médianes sont construites grâce aux données \mathbf{X}_i . Elles offrent donc un bon compromis entre les forêts analysées dans le Théorème 3 dont la construction est indépendante des données et les forêts de Breiman, dont la construction dépend à la fois des positions \mathbf{X}_i et des valeurs observées Y_i . Elles sont également proches des forêts de Breiman en ce sens que chaque cellule ne contient qu'un petit nombre d'observations. Pour ces forêts, le Théorème 4 montre que le sous-échantillonnage est crucial pour assurer la consistance des forêts médianes. En effet, les arbres de la forêt médiane ne sont pas consistants (car leurs nœuds terminaux ne contiennent qu'un seul point) mais la forêt médiane l'est grâce au sous-échantillonnage.

Promenade en forêts aléatoires

Théorème 4. *Supposons que $Y = m(\mathbf{X}) + \varepsilon$, où ε est un bruit centré vérifiant $V[\varepsilon | \mathbf{X} = \mathbf{x}] \leq \sigma^2$, avec $\sigma^2 < \infty$ une constante. Supposons de plus que \mathbf{X} admette une densité sur $[0, 1]^d$ et que m est continue. Alors, si $a_n \rightarrow +\infty$ et $a_n/n \rightarrow 0$, la forêt infinie médiane est consistante.*

De précédents résultats [13] montrent que la variance de certaines forêts aléatoires est réduite d'un facteur $3/4$ par rapport à la variance des arbres individuels. Le Théorème 4 est le premier théorème portant sur des forêts complètement développées (contenant un seul point par cellule) et prouvant l'intérêt asymptotique de la procédure d'agrégation : alors que la variance de chaque arbre est constante lorsque $n \rightarrow +\infty$, la variance de la forêt tend vers 0 grâce au sous-échantillonnage. La procédure d'agrégation (et de sous-échantillonnage) permet de rendre consistant un ensemble d'estimateurs (arbres) non consistants.

Afin d'illustrer ce phénomène, les performances prédictives des forêts de Breiman et d'un arbre CART (qui compose ces forêts) ont été comparées dans la Figure 2 pour deux modèles de régression choisis arbitrairement :

- Modèle 1 ($d = 100$) : $Y = 10(X^{(1)})^2 + 2X^{(2)} + \mathcal{N}(0, 0.05^2)$;
- Modèle 2 ($d = 100$) : $Y = -X^{(3)} \times \sin(2X^{(1)}) + \exp(-X^{(4)}) \times (X^{(2)})^2 + \mathcal{N}(0, 0.05^2)$.

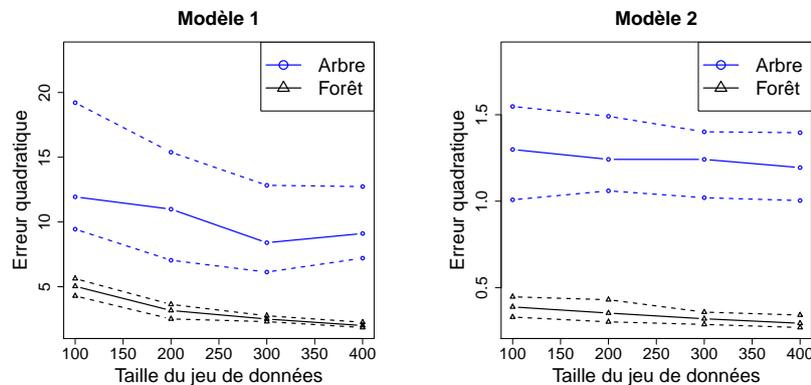


FIGURE 2: Performances d’une forêt de Breiman (en noir) et d’un arbre CART seul (en bleu). Pour chaque estimateur (forêt ou arbre), l’expérience a été répétée 50 fois. Le trait plein correspond à la médiane des performances et les traits pointillés correspondent au premier et troisième quartile des performances.

Le risque des forêts est très largement inférieur à celui d’un arbre seul. De plus, la variabilité des performances entre différentes expériences est plus faible pour les forêts que pour les arbres : les prédictions des forêts sont plus stables que celles des arbres seuls, ce qui est bien ce pour quoi elles ont été créées.

6 Consistance

Comme mentionné précédemment, la consistance des forêts de Breiman est un problème difficile à résoudre car cette procédure comprend plusieurs mécanismes (sous-échantillonnage, critère de coupe CART) complexes qui nécessitent chacun une étude approfondie. Par conséquent, bien que la consistance soit une propriété fondamentale et bien souvent facile à démontrer pour nombre d’estimateurs, il n’en va pas de même pour les forêts aléatoires de Breiman.

Nous énonçons ici deux théorèmes sur la consistance de ces forêts dans le cadre d’un modèle de régression additif vérifiant les hypothèses suivantes : **(H6)** La réponse Y vérifie

$$Y = \sum_{j=1}^p m_j(\mathbf{X}^{(j)}) + \varepsilon,$$

où $\mathbf{X} = (\mathbf{X}^{(1)}, \dots, \mathbf{X}^{(p)})$ est uniformément distribué sur $[0, 1]^p$, ε est un bruit Gaussien indépendant de variance $0 < \sigma^2 < +\infty$, et chaque composante m_j est continue. Les modèles additifs (popularisés par St85 et GAM) sont une extension des modèles linéaires, où la fonction de régression m s’écrit comme une somme de fonctions univariées m_j , non nécessairement linéaires. Ils sont flexibles, faciles à interpréter et fournissent un bon compromis entre la complexité du modèle et le temps de calcul. Ils ont de ce fait été étudiés en détail durant les trente dernières années. Bien que les procédures de forêts aléatoires ne nécessitent pas d’hypothèses sur le modèle de régression pour être opérationnelles, leur analyse est grandement facilitée dans le cadre des modèles additifs.

Le Théorème 5 porte sur des forêts aléatoires contenant des arbres non complètement développés (dont les nœuds terminaux contiennent un grand nombre d’observations) et repose sur le fait que les arbres individuels sont consistants, quel que soit le taux de sous-échantillonnage utilisé pour construire la forêt. Plus précisément, si on suppose que chaque arbre de la forêt de Breiman est construit à partir de a_n observations (sous-échantillonnage) et contient au maximum t_n nœuds terminaux (arrêt précoce de la construction des arbres) alors le Théorème 5 assure que la forêt correspondante est consistante.

Théorème 5. *Supposons que (H6) est vérifiée. Si $a_n, t_n \rightarrow +\infty$, et si $t_n(\log a_n)^9/a_n \rightarrow 0$, alors l’estimateur $m_{\infty, n}$ des forêts de Breiman est consistant, i.e.,*

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E[m_{\infty, n}(\mathbf{X}) - m(\mathbf{X})]^2 = 0.$$

Remarquons que le Théorème 5 est encore vrai lorsque $a_n = n$. Dans ce cas, l’étape de sous-échantillonnage ne joue aucun rôle dans la consistance de la procédure. En effet, contrôler le niveau des arbres grâce au paramètre t_n est suffisant pour borner l’erreur de la forêt. En réalité, le Théorème 5 montre également la

Promenade en forêts aléatoires

consistance de chaque arbre CART qui compose la forêt, ce qui constitue le premier résultat de consistance pour ces arbres [7].

Le Théorème 6 quant à lui concerne les forêts de Breiman complètement développées et suppose un taux de sous-échantillonnage bien choisi (comme pour les forêts médianes).

Théorème 6. *Supposons que (H6) est vérifiée. Sous une hypothèse supplémentaire, si $a_n \rightarrow +\infty$ et $a_n \log n/n \rightarrow 0$, alors l’estimateur $m_{\infty,n}$ des forêts de Breiman complètement développées (i.e., $t_n = a_n$) est consistant, i.e.,*

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E[m_{\infty,n}(\mathbf{X}) - m(\mathbf{X})]^2 = 0.$$

Les Théorèmes 5 et 6 sont les premiers résultats de consistance pour l’algorithme original de Br01 et utilisent respectivement des résultats de St77 et de No96.

Ils reposent sur la Proposition 1 ci-dessous qui établit une importante caractéristique du mécanisme des forêts aléatoires. Elle montre que la variation de la fonction de régression m à l’intérieur d’une cellule d’un arbre aléatoire est petite, à condition que n soit assez grand. On définit au préalable pour toute cellule A , la variation de m à l’intérieur de A par

$$\Delta(m, A) = \sup_{\mathbf{x}, \mathbf{x}' \in A} |m(\mathbf{x}) - m(\mathbf{x}')|.$$

Proposition 1. *Supposons que (H6) est vérifiée. Alors, pour tout $\varepsilon > 0$,*

$$P[\Delta(m, A_n(\mathbf{X}, \Theta)) > \varepsilon] \rightarrow 0, \quad \text{lorsque } n \rightarrow +\infty.$$

Remarquons que lorsqu’on étudie des arbres construits indépendamment des Y_i , l’erreur d’approximation de ces estimateurs est contrôlée en s’assurant que le diamètre des cellules tend vers zéro en probabilité. En lieu et place de cette hypothèse géométrique, la Proposition 1 assure que la variation de m à l’intérieur d’une cellule est petite, forçant ainsi l’erreur d’approximation de la forêt à tendre vers zéro.

Tandis que la Proposition 1 offre un bon contrôle de l’erreur d’approximation de la forêt dans les deux régimes, une analyse séparée est requise pour l’erreur d’estimation. Dans le premier régime (Théorème 5), le paramètre t_n permet de contrôler la structure de l’arbre. Ceci est en accord avec les preuves de consistances classiques pour les arbres de régression [voir, par exemple,][Chapitre 20]DeGyLu96. Les choses sont différentes pour le second régime (Théorème 6), dans lequel les arbres individuels sont complètement développés. Dans ce cas, l’erreur d’estimation est contrôlée en s’assurant que le taux de sous-échantillonnage a_n/n est choisi pour être un $o(1/\log n)$, ce qui est inhabituel et mérite en conséquence quelques explications.

Notons tout d’abord que le terme en $\log n$ dans le Théorème 6 est utilisé pour contrôler le bruit Gaussien ε . Donc, si le bruit est supposé borné, le terme en $\log n$

disparaît et la condition se réduit à $a_n/n \rightarrow 0$. La condition $a_n \log n/n \rightarrow 0$ garantit que chaque observation (\mathbf{X}_i, Y_i) est utilisée dans la construction d’un arbre avec une probabilité qui devient petite lorsque n grandit. Cela implique également qu’aucun point x n’est connecté avec la même observation dans une grande proportion des arbres. Dans le cas contraire, la valeur prédite en x serait trop influencée par une seule observation (\mathbf{X}_i, Y_i) , rendant alors la forêt inconsistante. En réalité, une étude de la preuve du Théorème 6 révèle que l’erreur d’estimation de la forêt est petite dès que la probabilité de connexion maximale entre le point x et toutes les observations est petite. Par conséquent, l’hypothèse portant sur le taux de sous-échantillonnage est simplement un moyen pratique de contrôler ces probabilités, en s’assurant que les partitions sont assez diversifiées (i.e., que x est connecté à beaucoup d’observations au sein de la forêt). Cette notion de diversité parmi les arbres a été introduite par [6], mais est généralement difficile à analyser. Dans notre approche, le sous-échantillonnage est la composante clé permettant d’imposer la diversité des arbres.

Malheureusement, le Théorème 6 vient au prix de d’une hypothèse additionnelle non détaillée ici dont on ne sait pas si elle est vraie en toute généralité. Cependant, la forêt étudiée dans ce théorème correspond presque parfaitement à l’algorithme utilisé en pratique : c’est donc une étape importante dans la compréhension des forêts de Breiman. Contrairement à la plupart des précédents travaux, le Théorème 6 suppose qu’il n’y a qu’une seule observation dans chaque feuille de chaque arbre. Cela implique que les arbres individuels ne sont pas consistants, puisque les conditions classiques pour la consistance des arbres imposent que le nombre d’observations dans les nœuds terminaux tend vers l’infini lorsque n tend vers l’infini [10, 14]. Par conséquent, sous les hypothèses du Théorème 6, l’algorithme des forêts aléatoires agrège des arbres individuels non consistant en un estimateur consistant. Ce résultat est le pendant du Théorème 4 pour les forêts de Breiman.

Notre analyse permet également de mieux comprendre les bonnes performances des forêts aléatoires dans des contextes de parcimonie. À cet effet, considérons un modèle parcimonieux, i.e., il existe $S < d$ tel que

$$Y = \sum_{j=1}^S m_j(\mathbf{X}^{(j)}) + \varepsilon,$$

où S représente la véritable dimension du problème, S étant inconnu. Par conséquent, parmi les d variables, nous supposons que seules les S premières sont informatives. Dans ce contexte de réduction de la dimension, la dimension ambiante d du problème peut être très grande mais nous supposons que le signal est parcimonieux : l’information n’est portée que par un petit nombre S de variables. La Proposition 2 ci-dessous montre que les forêts aléatoires s’adaptent au contexte précédent car les coupures des forêts sont effectuées asymptotiquement et avec grande probabilité selon les S premières variables.

Promenade en forêts aléatoires

Dans cette proposition, nous fixons $m_{\text{try}} = d$ (i.e., on choisit la meilleure coupure selon les d directions possibles), et pour tout k , nous posons $j_{1,n}(\mathbf{X}), \dots, j_{k,n}(\mathbf{X})$ les k premières directions de coupures utilisées pour construire la cellule contenant \mathbf{X} avec la convention $j_{q,n}(\mathbf{X}) = \infty$ si la cellule a été coupée strictement moins de k fois.

Proposition 2. *Supposons que (H6) est vérifiée. Soit $k \in \mathbb{N}^*$. Supposons que pour tout intervalle $[a, b]$ et tout $j \in \{1, \dots, S\}$, m_j ne soit pas constante sur $[a, b]$. Alors, pour tout $1 \leq q \leq k$,*

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P[j_{q,n}(\mathbf{X}) \in \{1, \dots, S\}] = 1.$$

Bibliographie

- [1] Y. Amit and D. Geman. Shape quantization and recognition with randomized trees. *Neural Computation*, 9 :1545–1588, 1997.
- [2] S. Arlot and R. Genuer. Analysis of purely random forests bias. arXiv :1407.3939, 2014.
- [3] G. Biau. Analysis of a random forests model. *Journal of Machine Learning Research*, 13 :1063–1095, 2012.
- [4] G. Biau and L. Devroye. On the layered nearest neighbour estimate, the bagged nearest neighbour estimate and the random forest method in regression and classification. *Journal of Multivariate Analysis*, 101 :2499–2518, 2010.
- [5] G. Biau, L. Devroye, and G. Lugosi. Consistency of random forests and other averaging classifiers. *Journal of Machine Learning Research*, 9 :2015–2033, 2008.
- [6] L. Breiman. Random forests. *Machine Learning*, 45 :5–32, 2001.
- [7] L. Breiman, J.H. Friedman, R.A. Olshen, and C.J. Stone. *Classification and Regression Trees*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, 1984.
- [8] D.R. Cutler, T.C. Edwards Jr, K.H. Beard, A. Cutler, K.T. Hess, J. Gibson, and J.J. Lawler. Random forests for classification in ecology. *Ecology*, 88 :2783–2792, 2007.
- [9] M. Denil, D. Matheson, and N. de Freitas. *Consistency of online random forests*, 2013. arXiv :1302.4853.
- [10] L. Devroye, L. Györfi, and G. Lugosi. *A Probabilistic Theory of Pattern Recognition*. Springer, New York, 1996.
- [11] R. Díaz-Uriarte and S. Alvarez de Andrés. Gene selection and classification of microarray data using random forest. *BMC Bioinformatics*, 7 :1–13, 2006.
- [12] T. Dietterich. An experimental comparison of three methods for constructing ensembles of decision trees : bagging, boosting, and randomization. *Machine Learning*, 40 :139–157, 2000.
- [13] R. Genuer. Variance reduction in purely random forests. *Journal of Nonparametric Statistics*, 24 :543–562, 2012.

- [14] L. Györfi, M. Kohler, A. Krzyżak, and H. Walk. *A Distribution-Free Theory of Nonparametric Regression*. Springer, New York, 2002.
- [15] T. Ho. The random subspace method for constructing decision forests. *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 20 :832–844, 1998.
- [16] H. Ishwaran and U.B. Kogalur. Consistency of random survival forests. *Statistics & Probability Letters*, 80 :1056–1064, 2010.
- [17] Y. Lin and Y. Jeon. Random forests and adaptive nearest neighbors. *Journal of the American Statistical Association*, 101 :578–590, 2006.
- [18] L. Mentch and G. Hooker. Ensemble trees and clts : Statistical inference for supervised learning. arXiv :1404.6473, 2014.
- [19] E. A. Nadaraya. On estimating regression. *Theory of Probability and Its Applications*, 9 :141–142, 1964.
- [20] A.M. Prasad, L.R. Iverson, and A. Liaw. Newer classification and regression tree techniques : Bagging and random forests for ecological prediction. *Ecosystems*, 9 :181–199, 2006.
- [21] E. Scornet. On the asymptotics of random forests. *Journal of Multivariate Analysis*, 146 :72–83, 2016.
- [22] E. Scornet. Random forests and kernel methods. *IEEE Transactions on Information Theory*, 62 :1485–1500, 2016.
- [23] E. Scornet, G. Biau, and J.-P. Vert. Consistency of random forests. *The Annals of Statistics*, 43 :1716–1741, 2015.
- [24] J. Shotton, A. Fitzgibbon, M. Cook, T. Sharp, M. Finocchio, R. Moore, A. Kipman, and A. Blake. Real-time human pose recognition in parts from single depth images. In *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pages 1297–1304, 2011.
- [25] V. Svetnik, A. Liaw, C. Tong, J.C. Culbertson, R.P. Sheridan, and B.P. Feuston. Random forest : A classification and regression tool for compound classification and QSAR modeling. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 43 :1947–1958, 2003.
- [26] S. Wager. Asymptotic theory for random forests. arXiv :1405.0352, 2014.
- [27] G. S. Watson. Smooth regression analysis. *Sankhyā : The Indian Journal of Statistics, Series A*, pages 359–372, 1964.
- [28] R. Zhu, D. Zeng, and M.R. Kosorok. *Reinforcement learning trees*. Technical Report, University of North Carolina, Chapel Hill, 2012.

Mathématiques & Applications

Collection de la SMAI éditée par Springer-Verlag
Directeurs de la collection : J. Garnier et V. Perrier

- Vol 66 W. Liu, *Une introduction aux problèmes inverses elliptiques et, paraboliques*, 2009, 270 p., 95 €- tarif SMAI : 76 €
- Vol 67 W. Tinson, *Plans d'expérience : constructions et analyses statistiques*, 2010, 530 p., 100 €- tarif SMAI : 80 €
- Vol 68 B. Desprès, *Lois de conservation Eulériennes, Lagrangiennes et méthodes numériques*, 2010, 530 p., 55 €- tarif SMAI : 44 €
- Vol 69 D.A. Di Pietro, A. Ern, *Mathematical aspects of discontinuous Galerkin methods*, 2012, 384 p., 89,95 €- tarif SMAI : 71,95 €
- Vol 70 J. B. Hiriart-Urruty, *Bases, outils et principes pour l'analyse variationnelle*, 2013, à partir de 34,99 €
- Vol 71 J. F. Le Gall, *Mouvement brownien, martingales et calcul stochastique*, 2013, à partir de 26,99 €
- Vol 72 H. Le Dret, *Équations aux dérivées partielles elliptiques non linéaires*, 2013, à partir de 34,99 €
- Vol 73 S. Cohen et J. Istas, *Fractional Fields and Applications*, 2013, à partir de 42,19 €
- Vol 74 J.P. Caltagirone, *Physique des écoulements Continus*, 2014, à partir de 36,99 €
- Vol 75 P. Del Moral et C. Vergé, *Modèles et méthodes stochastiques*, 2014, à partir de 39,99 €
- Vol 76 M. Bergounioux, *Introduction au traitement mathématique des images, - Méthodes déterministes*, 2015, à partir de 32,99 €
- Vol 77 S. Méléard, *Modèles Aléatoires en Ecologie et Evolution*, 2015, à partir de 39,43 €
- Vol 78 D. Chafai, F. Marieu, *Recueil de modèles aléatoires*, 2016, à partir de 35,69 €
- Vol 79 P. Saramito, *Complex fluids*, 2015, à partir de 44,02 €

Le tarif SMAI (20% de réduction) et la souscription (30% sur le prix public) sont réservés aux membres de la SMAI. Pour obtenir l'un de ces volumes, adressez votre commande à : Springer-Verlag, Customer Service Books -Haberstr. 7, D 69126 Heidelberg/Allemagne - Tél. 0 800 777 46 437 (No vert) - Fax 00 49 6221 345 229 - e-mail : orders@springer.de
Paiement à la commande par chèque à l'ordre de Springer-Verlag ou par carte de crédit (préciser le type de carte, le numéro et la date d'expiration).
Prix TTC en France (5,5% TVA incl.). Au prix des livres doit être ajoutée une participation forfaitaire aux frais de port : 5 euros (+ 1,50 euros par ouvrage supplémentaire).

Résumés de thèses

par Cécile LOUCHET

Il est rappelé aux personnes qui souhaitent faire apparaître un résumé de leur thèse ou de leur HDR que celui-ci ne doit pas dépasser une trentaine de lignes. Le non-respect de cette contrainte conduira à une réduction du résumé (pas forcément pertinente) par le rédacteur en chef, voire à un refus de publication.

HABILITATIONS À DIRIGER DES RECHERCHES

Gabriele FACCIOLO

Geometry-aware patch modelling for 3D reconstruction and image denoising

Soutenue le 20 juin 2016

Centre de Mathématiques et de Leurs Applications, ENS Cachan

The objective of this report is to provide an overview of my postdoctoral research activities. A part of this work is motivated by studies proposed by CNES (Centre National d'Études Spatiales) in the context of the MISS (Mathématiques de l'Imagerie Stéréoscopique Spatiale) project for the development of a low baseline stereo pipeline for the Pleiades satellites. Concretely, I discuss the study of the mathematical and geometrical issues linked to the automated 3D reconstruction from high resolution satellite images, and the development of the theory and practice of reliable stereo matching algorithms. The algorithms for 3D reconstruction and the satellite stereo pipeline (S2P) developed in this context have been adopted as the CNES's official stereo pipeline. A second line of work covered in this report concerns image denoising. As part of a collaboration with DxO Labs this work aims at inventing and industrializing the state-of-the-art in denoising algorithms. The contributed algorithms are currently beating the state-of-the-art.

Kilian RASCHEL

Combinatoire elliptique et marches dans des cônes

Soutenu le 16 septembre 2016

LMPT, Université de Tours, Fédération Denis Poisson

J'expose dans ce document mes travaux postérieurs au doctorat. Deux grands thèmes prédominent. Le premier concerne les processus aléatoires (marches aléatoires et mouvement Brownien) dans des cônes. Ils forment en effet une classe singulière d'objets, de par leur large applicabilité en probabilités (marches aléatoires dans des chambres de Weyl, valeurs propres de matrices aléatoires, processus de Galton-Watson multitype, etc.) et en dehors (combinatoire, théorie des représentations, finance, biologie des populations). On retrouvera ce caractère transverse dans les méthodes utilisées. Le deuxième thème est issu de la mécanique statistique 2-dimensionnelle, et concerne des modèles intégrables (modèles de dimères, modèle d'Ising ou encore arbres et forêts couvrants). Ils appartiennent à la classe des modèles dits exactement solubles, ouvrant la voie à des formules exactes remarquables. Les fonctions spéciales jouent un rôle de premier plan.

Après un chapitre préliminaire, nous formulons dans le Chapitre 2 notre apport au modèle des marches dans le quadrant par le biais de la théorie des fonctions elliptiques. Nous obtenons une formule unifiée pour la série génératrice de comptage. Appliquée au modèle de Gessel, elle fournit la première preuve humaine de la conjecture de Gessel. Dans le Chapitre 3 nous classifions les modèles selon la classe de leur série, au regard des catégories algébriques, D -finies et non D -finies. Le Chapitre 4 propose d'étudier deux extensions du modèle : les sauts d'amplitude arbitraire et les marches inhomogènes. Le Chapitre 5 porte sur les temps de sortie de cônes. Nous les aborderons de multiples façons, par des approches analytique et probabiliste. C'est le concept des fonctions discrètes harmoniques qui est abordé dans le Chapitre 6. Nous obtenons des résultats quantitatifs (unicité de la fonction harmonique en drift nul) et qualitatifs (expressions explicites).

Dans le Chapitre 7 nous introduisons une famille à un paramètre (un module elliptique) de Laplaciens massiques Z -invariants définis sur les graphes isoradiaux. Nous démontrons une formule explicite et locale pour leur inverse, la fonction de Green massique. Nous expliquons les conséquences pour le modèle des forêts couvrantes, en particulier la preuve d'une transition de phase avec le modèle critique des arbres couvrants.

Yousri SLAOUI

**Sélection de paramètre de lissage des estimateurs récursifs,
problème de déconvolution, censure des données, grandes déviations et
déviations modérées**

*Soutenu le 7 octobre 2016
Université de Poitiers*

Dans le cadre des big-data, nous sommes très souvent amenés à traiter un ensemble volumineux de données. Dans la première partie, nous avons utilisé les algorithmes stochastiques, afin de construire des estimateurs récursifs. L'intérêt majeur de ces approches récursives est qu'elles permettent une mise à jour rapide des estimateurs lorsque les données sont observées de manière séquentielle sans être obligé de stocker en mémoire toutes les observations passées. Dans la deuxième partie, nous avons proposé une automatisation du paramètre de lissage en utilisant la méthode d'injection qui consiste à utiliser un critère de type erreur quadratique et de proposer par la suite des estimateurs non paramétrique des quantités inconnues. Dans la troisième partie, nous avons considéré le problème de déconvolution, ainsi, nous avons proposé des estimateurs récursifs dans un cadre général avant de considérer des cas particuliers d'erreurs afin de pouvoir automatiser le paramètre de lissage. Dans la quatrième partie, nous avons établi des principes de grandes déviations et des principes de déviations modérées pour certains estimateurs proposés précédemment. Dans la cinquième partie, nous avons proposé un algorithme Stochastique EM qui fait appel à un échantillonneur de Gibbs pour faire face au problème de la censure des données dans un modèle linéaire mixte. Dans la dernière partie, nous avons développé un algorithme EM qui fait face aux génotypes manquants et aux erreurs de génotypage dans un cadre familial.

Catherine TROTTIER

**Voyage autour des modèles linéaires généralisés
à la recherche de structures latentes**

*Soutenu le 13 juin 2016
Université de Montpellier*

Nous présentons différents travaux en modélisation statistique constituant des extensions des modèles linéaires généralisés (GLM). En premier lieu, la définition même des GLM est étendue dans le cadre des données catégorielles ainsi que des données de comptage. Nous nous attachons ensuite à introduire des structures latentes dans la modélisation, qu'elles soient au niveau des individus, de leur réponse, ou encore des variables explicatives du modèle. Si une forme de structure sur les individus peut être prise en compte par l'introduction d'effets aléatoires

Résumés de thèses

dans le modèle, pour traduire une structure sur la réponse, nous nous sommes intéressés aux combinaisons markoviennes et semi-markoviennes de GLM, ainsi qu’aux arbres de partitionnement pour les réponses catégorielles. Lorsque les variables explicatives sont nombreuses et redondantes, nous proposons d’en extraire des structures fortes et pertinentes pour l’explication de réponses multiples. La combinaison de ces différentes formes de structures conduit à des modélisations qui se sont avérées pertinentes en pratique et qui ouvrent des voies pour des travaux futurs.

THÈSES DE DOCTORAT D’UNIVERSITÉ

Rémy ABERGEL

Directeurs de thèse : Lionel Moisan (Université Paris Descartes) .

**Quelques modèles mathématiques et algorithmes rapides
pour le traitement d’image**

Soutenue le 4 octobre 2016

MAP5, Université Paris Descartes

Dans cette thèse, nous nous intéressons à différents modèles mathématiques de traitement d’images numériques dits de bas niveau. Si l’approche mathématique permet d’établir des modèles innovants pour traiter les images, ainsi que l’étude rigoureuse des propriétés des images qu’ils produisent, ils impliquent parfois l’utilisation d’algorithmes très consommateurs de temps de calcul et de mémoire. Aussi, nous portons un soin particulier au développement d’algorithmes rapides à partir des modèles mathématiques considérés.

Nous commençons par effectuer une présentation synthétique des méthodes mathématiques basées sur la dualité de Legendre-Fenchel permettant la minimisation d’énergies faisant intervenir la variation totale, fonctionnelle convexe non-différentiable, ceci afin d’effectuer divers traitements sur les images numériques. Nous étudions ensuite un modèle de discrétisation de la variation totale inspiré de la théorie de l’échantillonnage de Shannon. Ce modèle, appelé « variation totale Shannon » permet un contrôle fin de la régularité des images sur une échelle sous-pixellique. Contrairement aux modèles de discrétisation classiques qui font appel à des schémas aux différences finies, nous montrons que l’utilisation de la variation totale Shannon permet de produire des images pouvant être facilement interpolées. Nous montrons également que la variation totale Shannon permet un gain conséquent en matière d’isotropie et ouvre la porte à de nouveaux modèles mathématiques de restauration.

Après cela, nous proposons une adaptation du modèle TV-ICE (Iterated Conditional Expectations, proposé en 2014 par Louchet et Moisan) au cas du débruitage d’images en présence de bruit de Poisson. Nous démontrons d’une part que le schéma numérique issu de ce modèle consiste en un schéma de point fixe dont la convergence est linéaire, d’autre part que les images ainsi produites ne présentent pas d’effet de marche d’escalier (staircasing), contrairement aux images obtenues avec l’approche plus classique dite du maximum a posteriori. Nous montrons également que le modèle Poisson TV-ICE ainsi établi repose sur l’évaluation numérique d’une fonction gamma incomplète généralisée nécessitant une prise en compte fine des erreurs numériques inhérentes au calcul en précision finie et pour laquelle nous proposons un algorithme rapide permettant d’atteindre une préci-

Résumés de thèses

sion quasi-optimale pour une large gamme de paramètres.

Enfin, nous reprenons les travaux effectués par Primet et Moisan en 2011 concernant l’algorithme ASTRE (A contrario Smooth TRajjectory Extraction) dédié à la détection de trajectoires régulières à partir d’une séquence de nuages de points, ces points étant considérés comme issus d’une détection préalable dans une séquence d’images. Si l’algorithme ASTRE permet d’effectuer une détection optimale des trajectoires régulières au sens d’un critère a contrario, sa complexité en $\mathcal{O}(K^2)$ (où K désigne le nombre d’images de la séquence) s’avère être rédhibitoire pour les applications nécessitant le traitement de longues séquences. Nous proposons une variante de l’algorithme ASTRE appelée CUTASTRE qui préserve les performances de l’algorithme ASTRE ainsi que certaines de ses propriétés théoriques, tout en présentant une complexité en $\mathcal{O}(K)$.

Léo ALLEMAND-GIORGIS

Directeurs de thèse : Stefanie Hahmann (Grenoble INP) et Georges-Pierre Bonneau (Univ. Grenoble-Alpes).

Visualisation de champs scalaires guidée par la topologie

Soutenue le 16 juin 2016

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université de Grenoble

Les points critiques sont des caractéristiques importantes permettant de décrire de gros ensembles de données, comme par exemple les données topographiques. L’acquisition de ces données introduit souvent du bruit sur les valeurs. Un grand nombre de points critiques sont créés par le bruit, il est donc important de supprimer ces points critiques pour faire une bonne analyse de ces données. Le complexe de Morse-Smale est un objet mathématique qui est étudié dans le domaine de la Visualisation Scientifique car il permet de simplifier des fonctions scalaires tout en gardant les points critiques les plus importants de la fonction étudiée, ainsi que les liens entre ces points critiques. Nous proposons dans cette thèse une méthode permettant de construire une fonction qui correspond à un complexe de Morse-Smale d’une fonction définie sur R^2 après suppression de paires de points critiques dans celui-ci. Tout d’abord, nous proposons une méthode qui définit une surface interpolant des valeurs de fonction aux points d’une grille de façon monotone, c’est-à-dire en ne créant pas de point critique. Cette surface est composée d’un ensemble de patches de Bézier triangulaires cubiques assemblés de telle sorte que la surface soit globalement C^1 . Nous donnons des conditions suffisantes sur les valeurs de fonction et les valeurs de dérivées partielles aux points de la grille afin que la surface soit croissante dans la direction $(x + y)$. Il n’est pas évident de créer des valeurs de dérivées partielles en chaque point de la grille vérifiant ces conditions. C’est pourquoi nous introduisons deux algorithmes : le premier permet de modifier des valeurs de dérivées partielles données en entrée afin que celles-ci vérifient les conditions et le second calcule des valeurs de dérivées partielles à partir des valeurs de fonctions aux points de la grille. Ensuite, nous décrivons une méthode de reconstruction de champs scalaires à partir de complexes de Morse-Smale simplifiés. Pour cela, nous commençons par approximer les 1-cellules (les liens entre les points critiques dans le complexe de

Morse-Smale, ceux-ci sont décrits par des polygones) par des courbes composées de courbes de Bézier cubiques. Nous décrivons ensuite comment notre interpolation monotone de valeurs aux points d'une grille est utilisée pour construire des surfaces monotones interpolant les courbes construites précédemment. De plus, nous montrons que la fonction reconstruite contient tout les points critiques du complexe de Morse-Smale simplifié et n'en contient aucun autre.

Nathalie AYI

Directeurs de thèse : Laure Saint-Raymond (Université Pierre et Marie Curie) et Florent Berthelin (Université Côte d'Azur).

Influence du stochastique sur des problématiques de changement d'échelle.

Soutenue le 19 Septembre 2016

Laboratoire J. A. Dieudonné, Université Côte d'Azur

Les travaux de cette thèse s'inscrivent dans le domaine des équations aux dérivées partielles. Plus particulièrement, ils sont liés à la problématique des changements d'échelle dans le contexte de la cinétique des gaz. En effet, sachant qu'il existe plusieurs niveaux de description pour un gaz (échelles microscopique, mésoscopique et macroscopique), on cherche à relier les différentes échelles associées dans un cadre où une part d'aléa intervient, dans les données initiales et/ou réparti sur tout l'intervalle de temps. Dans une première partie, on établit la dérivation rigoureuse de l'équation de Boltzmann linéaire sans cut-off en partant d'un système de particules interagissant via un potentiel à portée infinie, sous des hypothèses particulières de décroissance, en partant d'un équilibre perturbé. La deuxième partie traite du passage d'un modèle BGK stochastique avec champ fort à une loi de conservation scalaire avec forçage stochastique. D'abord, on établit l'existence d'une solution au modèle BGK considéré. Sous une hypothèse additionnelle, on prouve alors la convergence vers une formulation cinétique associée à la loi de conservation avec forçage stochastique. Au cours de la troisième partie, dans un premier temps, on quantifie dans le cas à vitesses discrètes le défaut de régularité associé aux traditionnelles moyennes considérées dans les lemmes de moyenne. Par la suite, on établit un lemme de moyenne stochastique dans ce même cas. On applique alors le résultat au cadre de l'approximation de Rosseland pour établir la limite diffusive associée à ce modèle. Enfin, dans la quatrième et dernière partie, on s'intéresse à l'étude numérique du modèle de Uchiyama de particules carrées à quatre vitesses en dimension deux. Après avoir adapté les méthodes de simulation développées dans le cas des sphères dures, on effectue une étude statistique des limites à différentes échelles de ce modèle. On rejette alors l'hypothèse d'un mouvement Brownien fractionnaire comme limite diffusive.

Résumés de thèses

Mehdi BADSI

Directeurs de thèse : Bruno Després et Martin Campos-Pinto (Université Pierre et Marie Curie).

**Étude mathématique et simulations numériques
de modèles de gaines bi-cinétiques**

*Soutenue le 10 octobre 2016
Université Pierre et Marie Curie*

Les résultats présentés dans cette thèse portent sur la construction et la simulation numérique de modèles théoriques de plasmas en présence d’une paroi absorbante. Ces modèles se basent sur des systèmes de Vlasov-Poisson ou Vlasov-Ampère à deux espèces en présence de conditions limites. Les solutions stationnaires recherchées vérifient l’équilibre des flux de charges dans la direction perpendiculaire à la paroi. Cette propriété s’appelle l’ambipolarité.

À travers l’étude d’une équation de Poisson non linéaire, on montre le caractère bien posé d’un système de Vlasov-Poisson stationnaire 1d-1v pour lequel on détermine des distributions de particules entrantes et un potentiel au mur qui induisent l’ambipolarité et une densité de charge positive. On donne également une estimation de la taille de la couche limite au mur. Ces résultats sont illustrés numériquement.

On prouve ensuite la stabilité linéaire des solutions stationnaires électroniques pour un modèle de Vlasov-Ampère instationnaire.

Enfin, on étudie un modèle de Vlasov-Poisson stationnaire 1d-3v en présence d’un champ magnétique constant et parallèle à la paroi. On détermine les distributions de particules entrantes et un potentiel au mur qui induisent l’ambipolarité. On étudie une équation de Poisson non linéaire associée au modèle à l’aide d’une fonctionnelle non linéaire d’énergie qui admet des minimiseurs. On établit des bornes de paramètres à l’intérieur desquelles notre modèle s’applique et on propose une interprétation des résultats.

Benoît BAYOL

Directeur de thèse : Paul-Henry Cournède (CentraleSupélec).

**Système informatique d’aide à la modélisation mathématique
basé sur un langage de programmation dédié pour les systèmes dynamiques
discrets stochastiques.**

Application aux modèles de croissance de plantes

Soutenu le 8 juillet 2016

CentraleSupélec, Université Paris Saclay

En agriculture, afin de prévoir les rendements ou réduire la consommation d’intrants, les modèles mathématiques de croissance des plantes offrent de nouvelles perspectives en vue de simuler l’évolution des cultures sous différents scénarios environnementaux. Mettre au point ces modèles est une activité complexe et transverse qui nécessite des connaissances en agronomie, mathématiques et informatique. Cette thèse propose la conception et le développement d’une plateforme logicielle permettant de réduire la complexité du domaine en ce qui concerne la création des modèles, leur analyse, leur ajustement en fonction des données expérimentales, leur validation et leur optimisation. La conception de la plateforme est basée sur une formalisation informatique d’une part des modèles dynamiques stochastiques, cadre adapté à la modélisation des plantes, et d’autre part des méthodes statistiques et algorithmes dédiés à leur étude.

Francesco BONALDI

Directrices de thèse : Françoise Krasucki (Université de Montpellier), Marina Virdrascu (INRIA Paris).

**Modélisation mathématique et numérique de structures
en présence de couplages linéaires multiphysiques**

Soutenu le 8 février 2016

Université de Montpellier

Cette thèse est consacrée à l’enrichissement du modèle mathématique usuel des *structures intelligentes*, en tenant compte des effets thermiques, et à son étude analytique et numérique. Par cette expression, on se réfère typiquement à des structures se présentant sous forme de *capteurs* ou *actionneurs*, piézoélectriques et/ou magnétostrictifs, avec une géométrie de plaque ou de coque, dont les propriétés dépendent de la température.

Après l’illustration du modèle mathématique et la justification de sa cohérence au sens de la thermodynamique des milieux continus, on présente d’abord des résultats d’existence et unicité, dans des espaces fonctionnels opportuns, concernant deux problèmes posés sur un domaine tridimensionnel : le problème dynamique et le problème *quasi-statique*.

Résumés de thèses

Ensuite, on s’intéresse au problème de la modélisation d’une plaque constituée d’un matériau magnéto-électro-thermo-élastique dans le cas quasi-statique. Plus précisément, on considère un domaine d’épaisseur h^ε , ε étant un petit paramètre adimensionnel tendant vers zéro, et on a recours à la méthode des développements asymptotiques en puissances du petit paramètre afin d’obtenir un modèle bidimensionnel de plaque. On considère ici quatre types différents de conditions aux limites portant sur les inconnues électromagnétiques, chacun visant à modéliser le comportement de la plaque comme capteur ou actionneur, de nature piézoélectrique ou piézomagnétique. On obtient par conséquent quatre modèles de plaque, validés ensuite grâce à des arguments de convergence faible lorsque $\varepsilon \rightarrow 0$ de la solution du problème de départ vers la solution du problème formulé sur le domaine bidimensionnel. Chacun des quatre problèmes se découple en un problème membranaire et un problème de flexion. Ce dernier est un problème d’évolution qui tient compte d’un effet d’inertie de rotation.

En ce qui concerne le traitement numérique des modèles de plaque déduits, on choisit de concentrer l’attention sur ce dernier problème, dont la structure est la même dans tous les quatre modèles et dont l’étude mathématique et numérique, compte tenu de sa formulation, est d’intérêt en tant que tel. Pour cela, après avoir donné la preuve d’existence et unicité de la solution en s’inspirant de l’approche de Raviart et Thomas, on effectue une étude numérique en utilisant une discrétisation conforme en espace avec des *éléments finis de classe C^1* – en particulier, des éléments de type HCT (Hsieh-Clough-Tocher); la discrétisation en temps est de type *Newmark*. L’utilisation d’éléments HCT requiert l’application d’un schéma de quadrature opportun dans l’implémentation de la discrétisation. L’analyse numérique est ensuite validée avec des tests numériques effectués sous l’environnement FreeFEM++.

Zheng CHEN

Directeurs de thèse : Jean-Baptiste Caillaud (Univ. Bourgogne Franche-Comté), Yacine Chitour (Univ. Paris Saclay) et Frédéric Lagoutière (Univ. Paris Saclay).

Minimisation L^1 en mécanique spatiale

Soutenue le 14 septembre 2016

Université Paris Saclay

Une question importante en mécanique spatiale est de contrôler le mouvement d’un satellite soumis à la gravitation de corps célestes de telle sorte que certains indices de performance soient minimisés. Dans cette thèse, nous nous intéressons à la minimisation de la norme L^1 du contrôle pour le problème circulaire restreint des trois corps (ce coût modélise la consommation de l’engin spatial). Les conditions nécessaires à l’optimalité sont obtenues en utilisant le principe du maximum de Pontryagin, révélant l’existence de contrôles bang-bang et singuliers. En dimension finie, le problème de minimisation ℓ^1 est bien connu pour générer des solutions où le contrôle a des propriétés de parcimonie; les contrôles bang-bang traduisent cette même propriété, alors que l’existence de contrôles singuliers est une spécificité de la dimension infinie. En s’appuyant sur les résultats de Marchal

et Zelikin, la présence du phénomène de Fuller est mise en évidence par l'analyse des extrémales singulières. La contrôlabilité pour le problème à deux corps (un cas dégénéré du problème circulaire restreint des trois corps) avec un contrôle prenant des valeurs dans une boule euclidienne est établie, puis facilement étendue au problème des trois corps, le champ de vecteurs correspondant à la dérive étant récurrent. En conséquence, si les trajectoires contrôlées admissibles restent dans un compact fixé, l'existence des solutions du problème de minimisation L^1 peut être obtenue par une combinaison du théorème de Filippov et une procédure appropriée de convexification. Les questions de contrôlabilité sous contraintes d'état sont également abordées. Bien que le principe du maximum de Pontryagin permette d'identifier les candidats à être solutions du problème de minimisation L^1 , il ne peut garantir que ces candidats soient localement optimaux, sauf si certaines conditions d'optimalité suffisantes sont satisfaites. Dans cette thèse, l'idée cruciale pour obtenir de telles conditions pour des extrémales brisées est de plonger celles-ci dans un champ d'extrémals, en utilisant le point de vue d'Ekeland et Kupka ("compétition entre hamiltoniens"). En l'absence de singularité pli, deux types de conditions sont proposées. Dans le cas de points terminaux fixés, ces conditions sont suffisantes pour garantir que l'extrémale de référence est localement minimisante tant que chaque point de commutation est régulier. Si le point terminal n'est pas fixe mais appartient à une sous-variété lisse, une condition supplémentaire impliquant la géométrie de cette variété cible est établie. L'application au calcul d'extrémals voisines en minimisation L^1 est finalement considérée.

Mots-clés : contrôle optimal, extrémals brisées, conditions suffisantes, mécanique spatiale.

Julien CHEVALLIER

Directeurs de thèse : Patricia Reynaud-Bouret et François Delarue (Université Côte d'Azur).

Modélisation de grands réseaux de neurones par processus de Hawkes

Soutenue le 9 septembre 2016

Laboratoire J. A. Dieudonné, Université Côte d'Azur

Comment fonctionne le cerveau? Peut-on créer un cerveau artificiel? Une étape essentielle en vue d'obtenir une réponse à ces questions est la modélisation mathématique des phénomènes à l'œuvre dans le cerveau. Ce manuscrit se focalise sur l'étude de modèles de réseaux de neurones inspirés de la réalité. Cette thèse se place à la rencontre entre trois grands domaines des mathématiques - l'étude des équations aux dérivées partielles (EDP), les probabilités et la statistique - et s'intéresse à leur application en neurobiologie. Dans un premier temps, nous établissons les liens qui existent entre deux échelles de modélisation neurobiologique. À un niveau microscopique, l'activité électrique de chaque neurone est représentée par un processus ponctuel. À une plus grande échelle, un système d'EDP structuré en âge décrit la dynamique moyenne de ces activités. Il est alors montré que le modèle macroscopique (système d'EDP) peut se retrouver de deux manières

Résumés de thèses

distinctes : en étudiant la dynamique moyenne d’un neurone typique ou bien en étudiant la dynamique d’un réseau de n neurones en champ-moyen quand n tend vers $+\infty$. Dans le second cas, la convergence vers une dynamique limite est démontrée et les fluctuations de la dynamique microscopique autour de cette limite sont examinées. Dans un second temps, nous construisons une procédure de test d’indépendance entre processus ponctuels, ces derniers étant destinés à modéliser l’activité de certains neurones. Ses performances sont contrôlées en termes de niveau asymptotique grâce à une approximation gaussienne valide sous l’hypothèse que les processus ponctuels sont des processus de Poisson homogènes. Cette validité théorique est vérifiée d’un point de vue pratique par une étude par simulations. Pour finir, notre procédure est appliquée sur de vraies données.

Maxime CHUPIN

Directeurs de thèse : Emmanuel Trélat (Université Pierre et Marie Curie), Thomas Haberkorn (Université d’Orléans), Max Cerf (Airbus Defence & Space).

Transferts interplanétaires à faible consommation utilisant les propriétés du problème restreint des trois corps

Soutenue le 19 octobre 2016

Université Pierre et Marie Curie

Le premier objectif de cette thèse est de bien comprendre les propriétés de la dynamique du problème circulaire restreint des trois corps et de les utiliser pour calculer des missions pour satellites pourvus de moteurs à faible poussée. Une propriété fondamentale est l’existence de variétés invariantes associées à des orbites périodiques autour des points de LAGRANGE. En suivant l’idée de l’*Interplanetary Transport Network*, la connaissance et le calcul des variétés invariantes, comme courants gravitationnels, sont cruciaux pour le *design* de missions spatiales. Une grande partie de ce travail de thèse est consacrée au développement de méthodes numériques pour calculer le transfert entre variétés invariantes de façon optimale. Le coût que l’on cherche alors à minimiser est la norme L^1 du contrôle car elle est équivalente à minimiser la consommation des moteurs. On considère aussi la norme L^2 du contrôle car elle est, numériquement, plus facile à minimiser. Les méthodes numériques que nous utilisons sont des méthodes indirectes rendues plus robustes par des méthodes de continuation sur le coût, sur la poussée, et sur l’état final. La mise en œuvre de ces méthodes repose sur l’application du Principe du Maximum de Pontryagin. Les algorithmes développés dans ce travail permettent de calculer des missions réelles telles que des missions entre des voisinages des points de LAGRANGE. L’idée principale est d’initialiser un tir multiple avec une trajectoire admissible composée de parties contrôlées (des transferts locaux) et de parties non-contrôlées suivant la dynamique libre (les variétés invariantes). Les méthodes mises au point ici sont efficaces et rapides puisqu’il suffit de quelques minutes pour obtenir la trajectoire optimale complète. Enfin, on développe une méthode hybride, avec à la fois des méthodes directes et indirectes, qui permettent d’ajuster les positions des points de raccord sur les variétés invariantes pour les missions à grandes variations d’énergie. Le gradient de la fonction valeur est donné par les valeurs des états adjoints aux points de raccord

et donc ne nécessite pas de calculs supplémentaire. Ainsi, l’implémentation de l’algorithme du gradient est aisée.

David DANAN

Directeurs de thèse : Mikael Barboteu et Mircea Sofonea (Université de Perpignan).

**Modélisation, analyse et simulations numériques
de quelques problèmes de contact**

Soutenu le 8 juillet 2016

Université de Perpignan

Les phénomènes de contact entre les corps, déformables ou non, sont omniprésents dans la vie courante. Leurs modélisations requièrent des outils mathématiques faisant appel à des systèmes d’équations aux dérivées partielles incluant des conditions aux limites non triviales pour décrire le contact. Si les aspects physiques de la mécanique du contact sont connus depuis longtemps, la théorie mathématique qui lui est dédiée reste relativement récente laissant ainsi place à de nombreux problèmes à investiguer. Ce travail porte sur la modélisation, l’analyse et la simulation numérique de tels problèmes. Il se situe à mi-chemin entre la mécanique du contact et les aspects mathématiques inhérents au type de problème qui en découle. L’objectif est ici d’étudier certaines catégories de problèmes faisant intervenir des conditions originales de contact (avec et sans frottement) à la fois d’un point de vue mathématique et numérique, afin d’apporter une contribution à la théorie mathématique, puis de mettre en avant quelques méthodes numériques adaptées à leur résolution dans un cadre spécifique.

Thi To Nhu DANG

Directeur de thèse : Jacques Istas (Université Grenoble-Alpes).

**Estimation des indices de stabilité et d’autosimilarité
par variations de puissances négatives**

Soutenu le 5 juillet 2016

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université de Grenoble

Ce travail porte sur l’estimation des indices d’autosimilarité et de stabilité d’un processus ou champ stable fractionnaire et autosimilaire ou d’un processus stable multifractionnaire. Plus précisément, soit X un processus ou un champ stable H -autosimilaire à accroissements stationnaires (H -sssi) ou un processus stable multifractionnaire. Nous observons X aux points k/n , $k = 0, \dots, n$. Nos estimations sont basées sur des variations de puissances négatives β avec $-1/2 < \beta < 0$: en effet, ces variations ont une espérance et une variance. Nous obtenons des estimateurs consistants, avec les vitesses de convergence, pour plusieurs processus H -sssi α -stables classiques (mouvement brownien fractionnaire, mouvement stable fractionnaire linéaire, processus de Takenaka, mouvement de Lévy). De

Résumés de thèses

plus, nous obtenons la normalité asymptotique de nos estimations pour le mouvement brownien fractionnaire et le mouvement de Lévy. Ce nouveau cadre nous permet de donner une estimation pour le paramètre d'autosimilarité H sans hypothèse sur α et, vice versa, nous pouvons estimer l'indice stable α sans hypothèse sur H . En généralisant, pour le cas d'une dimension supérieure à 1, nous obtenons également des estimateurs consistants pour H et α . Les résultats sont illustrés par des exemples : champ de Lévy fractionnaire, champ stable fractionnaire linéaire, champ de Takenaka. Pour les processus stables multifractionnaires, nous nous concentrons sur le mouvement brownien multifractionnaire et le processus stable multifractionnaire linéaire. Dans ces deux cas, nous obtenons la consistance des estimateurs pour la fonction d'autosimilarité à un temps donné u et pour l'indice stable α .

Mots-clés : processus autosimilaire à accroissements stationnaires, processus stable, estimateur du paramètre d'autosimilarité, estimateur du paramètre de stabilité.

Mehdi Pierre DAOU

Directeurs de thèse : Eric Blayo-Negret (Univ. Grenoble-Alpes), Antoine Rousseau (INRIA) et Olivier Bertrand (Artelia Eau & Environnement).

Développement d'une méthodologie de couplage multimodèle avec changements de dimension. Validation sur un cas-test réaliste

Soutenue le 27 septembre 2016

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université de Grenoble

Les progrès réalisés depuis plusieurs décennies, à la fois en termes de connaissances physiques, numériques et de puissance informatique disponible, permettent de traiter des simulations de plus en plus complexes. Les modélisations d'écoulements fluviaux et maritimes n'échappent pas à cette tendance. Ainsi, pour de très nombreuses applications de ce type, les modélisateurs doivent mettre en œuvre de véritables « systèmes de modélisation », couplant entre eux plusieurs modèles et logiciels, représentant différentes parties du système physique. La mise en place de tels systèmes permet de traiter de nombreuses études, comme par exemple les impacts de construction d'ouvrages d'art ou industriels, ou encore l'évaluation des aléas suite à un événement exceptionnel, etc. Dans le cadre de cette thèse, nous abordons cette problématique en utilisant une méthodologie de type Schwarz, empruntée à la théorie de décomposition de domaine, dont le principe est de ramener la résolution d'un problème complexe à celle de plusieurs sous-problèmes plus simples, grâce à un algorithme itératif. Ces méthodologies sont particulièrement bien adaptées au couplage de codes industriels puisqu'elles sont très peu intrusives. Cette thèse, réalisée dans le cadre d'un contrat CIFRE et grâce au financement du projet européen CRISMA, a été fortement ancrée dans un contexte industriel. Elle a été réalisée au sein d'Artelia en collaboration avec l'équipe AIRSEA du Laboratoire Jean Kuntzmann, avec pour objectif principal de transférer vers Artelia des connaissances et du savoir-faire concernant les méthodologies de couplage de modèles. Nous développons, dans

le cadre de cette thèse, une méthodologie de couplage multi-modèles et de dimensions hétérogènes basée sur les méthodes de Schwarz, afin de permettre la modélisation de problématiques complexes dans des cas opérationnels (en complexifiant les problématiques étudiées au fur et à mesure de la thèse). Du point de vue industriel, les couplages mis en place sont fortement contraints par les logiciels utilisés répondant aux besoins d'Artelia (Telemac-3D, Mascaret, InterFOAM, Open-PALM). Nous étudions tout d'abord un couplage 1-D/3-D résolvant des écoulements à surface libre sous un même système de logiciel Telemac-Mascaret. L'avantage d'un tel couplage est une réduction de coût grâce à l'utilisation du modèle 1-D. Toutefois l'une des difficultés liées au changement de dimension réside dans la définition même de la notion de couplage entre des modèles de dimensions différentes. Ceci conduit à une solution couplée qui n'est pas définie d'une façon unique et qui dépend du choix des opérateurs d'interfaces. Puis nous nous intéressons au couplage monophasique/diphase (1-D/3-D et 3-D/3-D) entre le système de logiciel Telemac-Mascaret et InterFOAM (modèle diphase VOF), où la difficulté du choix des opérateurs d'interface lors du changement de physique (monophasique/diphase) est aussi présente. Ce couplage a pour avantage de rendre possible la résolution d'écoulements complexes, que le système Telemac-Mascaret ne peut pas simuler (déferlement, lame d'eau, écoulement en charge, etc.) en utilisant localement InterFOAM avec son coût de calcul très important. Enfin, nous étudions l'application du couplage monophasique/diphase sur un cas opérationnel d'étude d'ingénierie. Par ailleurs, les travaux effectués lors du projet CRISMA, pour le développement d'une application permettant de simuler les différents aspects d'une crise liée aux risques de submersions marines en Charente Maritime, coordonnés par Artelia, sont également présentés. Le projet CRISMA a pour objectif d'améliorer l'aide à la décision en se basant sur la simulation pour la gestion opérationnelle des situations de crise dans différents domaines du risque naturel et industriel (inondations, feux de forêt, pollutions accidentelles, etc.).

Mots-clés : méthode de Schwarz, décomposition de domaine, couplage multi-modèles, couplage 1-D/3-D, monophasique/diphase, Telemac-Mascaret, InterFOAM(OpenFOAM), application réaliste, CRISMA.

Résumés de thèses

François DAYRENS

Directeurs de thèse : Simon Masnou (Université Lyon 1) et Matteo Novaga (Università di Pisa).

**Minimisations sous contraintes
et flots du périmètre et de l'énergie de Willmore**

Soutenue le 1er juillet 2016

Université Lyon 1

Nous étudions la minimisation du périmètre et de l'énergie de Willmore en présence de contraintes ainsi que le flot, défini par les mouvements minimisants, de l'énergie de Willmore. La semi-continuité inférieure est une notion clef qui fait souvent défaut dans les problèmes d'optimisation et dans les flots que nous étudions. Ainsi, nous sommes amenés à étudier l'enveloppe semi-continue inférieurement des énergies (périmètre ou énergie de Willmore) et la manière d'inclure les contraintes.

Dans la première partie de la thèse, nous étudions trois problèmes d'optimisation. Le premier concerne l'approximation d'un ensemble par des ensembles connexes (ou simplement connexes) dans le plan. Nous montrons en particulier que si une suite d'ensembles connexes converge vers un ensemble alors la limite des périmètres est strictement supérieure au périmètre de l'ensemble limite. Nous arrivons à quantifier cet écart en utilisant les arbres de Steiner. Le deuxième problème est la reconstruction de domaines volumiques à partir de sections planaires (en dimension 2, 3 et supérieure). L'idée est de calculer numériquement le meilleur ensemble qui englobe les sections, meilleur pour le périmètre ou l'énergie de Willmore. Nous prouvons des résultats théoriques pour la reconstruction avec le périmètre. Numériquement, nous utilisons surtout l'énergie de Willmore avec différents types de données. La méthode numérique utilisée est l'approximation par champ de phase des ensembles et des énergies. Enfin, le troisième problème est l'analyse d'un élastique confiné dans le plan. Nous étudions les courbes fermées, confinées dans un ouvert borné du plan, minimisant l'énergie de Willmore (ou énergie élastique). Nous démontrons des résultats d'existence, de régularité et de forme des courbes minimales. Nous utilisons la même approche numérique que dans le problème précédent afin d'illustrer les résultats théoriques.

Dans la deuxième partie de la thèse, nous étudions le flot de l'énergie de Willmore par les mouvements minimisants. Même pour une surface régulière, ce flot est difficile à analyser, notamment parce qu'il peut développer des singularités en temps fini. Deux généralisations sont possibles : l'enveloppe semi-continue inférieurement étend l'énergie de Willmore à des surfaces moins régulières, tandis que les mouvements minimisants génèrent un flot en temps long même pour ce type d'énergie dont le gradient n'est pas bien défini. Nous étudions en particulier le flot de deux modèles liés aux énergies de flexion ou de Willmore : le premier modèle est défini dans le plan et implique aussi le périmètre, tandis que le second modèle étend en dimension quelconque l'énergie de Willmore aux fonctions par la formule de la co-aire. Nous caractérisons en particulier l'évolution d'une classe

de fonctions radiales par le flot de l'énergie de Willmore invariante par changement d'échelles.

Charlotte DION

Directrices de thèse : Adeline Samson (Univ. Grenoble-Alpes) et Fabienne Comte (Univ. Paris-Descartes).

**Estimation non-paramétrique de la densité
de variables aléatoires cachées**

Soutenue le 24 juin 2016

Université de Grenoble et Université Paris Descartes

Cette thèse comporte plusieurs procédures d'estimation non-paramétrique de densité de probabilité. Dans chaque cas les variables d'intérêt ne sont pas observées directement, ce qui est une difficulté majeure. La première partie traite un modèle linéaire mixte où des observations répétées sont disponibles. La deuxième partie s'intéresse aux modèles d'équations différentielles stochastiques à effets aléatoires. Plusieurs trajectoires sont observées en temps continu sur un intervalle de temps commun. La troisième partie se place dans un contexte de bruit multiplicatif. Les différentes parties de cette thèse sont reliées par un contexte commun de problème inverse et par une problématique commune : l'estimation de la densité d'une variable cachée. Dans les deux premières parties la densité d'un ou plusieurs effets aléatoires est estimée. Dans la troisième partie il s'agit de reconstruire la densité de la variable d'origine à partir d'observations bruitées. Différentes méthodes d'estimation globale sont utilisées pour construire des estimateurs performants : estimateurs à noyau, estimateurs par projection ou estimateurs construits par déconvolution. La sélection de paramètres mène à des estimateurs adaptatifs et les risques quadratiques intégrés sont majorés grâce à une inégalité de concentration de Talagrand. Une étude sur simulations de chaque estimateur illustre leurs performances. Un jeu de données neuronales est étudié grâce aux procédures mises en place pour les équations différentielles stochastiques.

Mots-clés : estimation non-paramétrique, estimateur à noyau, méthode de sélection, équations différentielles stochastiques, effets aléatoires.

Résumés de thèses

Irène KALTENMARK

Directeur de thèse : Alain Trouvé (ENS Cachan).

Modèles géométriques de croissance en anatomie computationnelle

Soutenue le 10 octobre 2016

Centre de Mathématiques et de Leurs Applications, ENS Cachan

Dans le domaine de l’anatomie, à l’investissement massif dans la constitution de base de données collectant des données d’imagerie médicale, doit répondre le développement de techniques numériques modernes pour une quantification de la façon dont les pathologies affectent et modifient les structures biologiques. Le développement d’approches géométriques via les espaces homogènes et la géométrie riemannienne en dimension infinie, initialisé il y a une quinzaine d’années par U. Grenander, M.I. Miller et A. Trouvé, et mettant en œuvre des idées originales de d’Arcy Thompson, a permis de construire un cadre conceptuel extrêmement efficace pour attaquer le problème de la modélisation et de l’analyse de la variabilité de populations de formes. Néanmoins, à l’intégration de l’analyse longitudinale des données, ont émergé des phénomènes biologiques de croissance ou de dégénérescence se manifestant via des déformations spécifiques de nature non difféomorphique. On peut en effet observer lors de la croissance d’un composant organique, une apparition progressive de matière qui ne s’apparente pas à un simple étirement du tissu initial. Face à cette observation, nous proposons de garder l’esprit géométrique qui fait la puissance des approches difféomorphiques dans les espaces de formes mais en introduisant un concept assez général de déploiement où l’on modélise les phénomènes de croissance comme le déploiement optimal progressif d’un modèle préalablement replié dans une région de l’espace. Nous présentons donc une généralisation des méthodes difféomorphiques classiques pour modéliser plus fidèlement l’évolution de chaque individu d’une population et saisir l’ensemble de la dynamique de croissance. Nous nous appuyons sur l’exemple concret de la croissance des cornes animales. La considération d’un a priori sur la dynamique de croissance de la corne nous permet de construire un chemin continu dans un espace de formes, modélisant l’évolution de la corne de sa naissance, d’un état réduit à un point (comme l’état d’embryon pour un humain ou de graine pour une plante) à un âge adulte quelconque de corne bien déployée. Au lieu d’étirer la corne, nous anticipons l’arrivée matière nouvelle en des endroits prédéfinis. Pour cela, nous définissons une forme mère indépendante du temps dans un espace virtuel, qui est progressivement plongée dans l’espace ambiant en fonction d’un marqueur temporel prédéfini sur la forme mère.

Finalement, nous aboutissons à un nouveau problème de contrôle optimal pour l’assimilation de données de surfaces évoluant dans le temps, conduisant à un problème intéressant dans le domaine du calcul des variations où le choix pour la représentation des données, courant ou varifold, joue un rôle inattendu. De plus, privilégier le mode de déploiement naturel amène à considérer de nouveaux termes de pénalisation.

Hélène LEMAN

Directrice de thèse : Sylvie Méléard (École Polytechnique).

**Analyses probabilistes et déterministes pour l'évolution :
influence d'une structure spatiale et d'une préférence sexuelle**

*Soutenue le 28 juin 2016
CMAP, École Polytechnique*

Cette thèse porte sur l'étude des dynamiques spatiales et évolutives d'une population. Dans la première partie, afin de comprendre l'effet de l'hétérogénéité de l'environnement sur l'évolution des espèces, nous avons modélisé une population à l'aide d'un processus individu-centré avec interactions qui décrit les événements de naissance, mort, mutation de chaque individu ainsi que leur diffusion spatiale. Premièrement, nous avons étudié le système d'équations aux dérivées partielles qui décrit la dynamique spatiale et démographique d'une population composée de deux traits dans une limite grande population. Nous avons caractérisé précisément les conditions d'extinction et de survie en temps long de cette population. Puis, nous avons étudié le modèle stochastique individuel sous deux asymptotiques : grande population et mutations rares, de telle sorte que les échelles de temps démographiques et mutationnelles sont séparées. Nous avons cherché à caractériser la probabilité de survie de la population issue d'un mutant. Puis, en étudiant le processus dans l'échelle des mutations, nous avons prouvé que le processus individu-centré converge vers un processus de sauts qui décrit les fixations successives des traits les plus avantageés ainsi que la répartition spatiale des populations portant ces traits. Nous avons ensuite généralisé le modèle pour introduire des interactions de type mutualiste entre deux espèces et nous l'avons étudié numériquement autour de deux problématiques : la coévolution de niches spatiales et phénotypiques et les dynamiques d'invasions d'un espace homogène par des espèces mutualistes. Dans la deuxième partie de cette thèse, nous avons développé un modèle probabiliste pour étudier l'effet d'une préférence sexuelle sur l'isolement reproductif. Les individus, caractérisés par un trait, se distinguent uniquement par leur préférence sexuelle : deux individus de même trait ont plus de chance de se reproduire que deux individus de traits distincts. Nous avons montré qu'en l'absence de toute autre différence écologique, la préférence sexuelle mène à un isolement reproductif entre les deux patches.

Résumés de thèses

Ahmad MAKKI

Directeur de thèse : Alain Miranville (Université de Poitiers).

**Étude de modèles en séparation de phase
tenant compte d’effets d’anisotropie**

Soutenue le 14 octobre 2016

Université de Poitiers

Cette thèse se situe dans le cadre de l’analyse théorique et l’étude numérique de modèles en séparation de phase qui tiennent compte d’effets d’anisotropie. Ceci est pertinent, par exemple, pour l’évolution de cristaux dans leur matrice liquide pour lesquels ces effets d’anisotropie sont très forts. On étudie l’existence, l’unicité et la régularité de la solution d’équations de type Cahn-Hilliard ou Allen-Cahn ainsi que son comportement asymptotique en terme d’existence d’un attracteur global de dimension fractale finie. On étudie en particulier des modèles contenant un terme appelé régularisation de Willmore, ou contenant un terme de viscosité. On s’intéresse également à une classe d’équations doublement non linéaires de type Allen-Cahn.

Mots-clés : équation de Cahn-Hilliard, équation d’Allen-Cahn, problème bien posé, attracteur global, attracteur exponentiel, attracteur exponentiel robuste, viscosité, simulations.

Pierre-Luc MANTEAUX

Directeurs de thèse : François Faure (Univ. Grenoble-Alpes) et Marie-Paule Cani (Grenoble INP).

Simulation et contrôle de phénomènes physiques

Soutenue le 3 octobre 2016

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université de Grenoble

En informatique graphique les phénomènes physiques simulés pour la création d’animations, de jeux vidéos ou la conception d’objets sont de plus en plus complexes : tout d’abord en terme de coût de calcul, l’échelle des simulations étant de plus en plus importante; ensuite en terme de complexité des phénomènes eux-mêmes qui requièrent des modèles permettant de changer d’état et de forme. Cette complexité grandissante introduit de nouveaux défis quand il s’agit d’offrir à un utilisateur un contrôle sur ces simulations à grande échelle. Dans de nombreux cas, ce contrôle est réduit à un cycle d’essais et d’erreurs pour déterminer les paramètres de la simulation qui satisferont au mieux les objectifs de l’utilisateur. Dans cette thèse, nous proposons trois techniques pour répondre en partie à ces défis. Tout d’abord nous introduisons un nouveau modèle adaptatif permettant de réduire le temps de calcul dans des simulations lagrangiennes de particules. À l’inverse des méthodes de ré-échantillonnage, le nombre de degrés de liberté reste constant au cours de la simulation. La méthode est ainsi plus

simple à intégrer dans un simulateur existant et la charge mémoire est constante, ce qui peut être un avantage dans un contexte interactif. Ensuite, nous proposons un algorithme permettant de réaliser la découpe détaillée d’objets fins et déformables. Notre méthode s’appuie sur une mise à jour dynamique des fonctions de forme associées à chaque degré de liberté, permettant ainsi de conserver un nombre de degrés de liberté très faible tout en réalisant des changements topologiques détaillés. Enfin, nous nous intéressons au contrôle d’animations de liquide en s’inspirant des méthodes d’édition interactive de formes en modélisation 3D. Dans ce système, l’utilisateur travaille directement avec le résultat d’une simulation, c’est-à-dire une suite de maillages représentant la surface du liquide. Des outils de sélection et d’édition spatio-temporelle inspirés des logiciels de sculpture de formes statiques lui sont proposés.

Mots-clés : Informatique graphique, animation, simulation, adaptativité, changements topologiques, contrôle de simulation.

Pierre-William MARTELLI

Directeur de thèse : Séraphin M. Mefire (Université de Lorraine, IECL).

Modélisation et simulations numériques de la formation de domaines ferroélectriques dans des nanostructures 3D

Soutenue le 26 septembre 2016

Université de Lorraine

Dans cette thèse, nous étudions la formation de domaines ferroélectriques dans des nanostructures, à partir d’une modélisation faisant intervenir les équations de Ginzburg-Landau et d’Électrostatique, ainsi que des conditions aux limites d’application potentielle. Dans la première partie de la thèse, les nanostructures sont constituées d’une couche ferroélectrique entièrement enclavée dans un environnement paraélectrique. Nous introduisons un modèle depuis un couplage de ces équations et élaborons ensuite, pour son investigation, un schéma numérique faisant usage d’Éléments Finis. Des simulations numériques montrent l’efficacité de ce schéma, qui permet d’établir, par exemple, l’existence de cycles d’hystérésis sous l’influence de paramètres aussi bien physiques que géométriques. Dans la seconde partie, les nanostructures sont constituées d’une couche ferroélectrique partiellement enclavée qui s’intercale entre deux couches paraélectriques. Deux modèles sont proposés à partir d’une variante du couplage réalisé dans la première partie, et se distinguent dans la prescription des conditions aux limites. Des conditions de type Neumann interviennent dans le premier modèle, pour lequel un schéma numérique aussi basé sur des approximations par Éléments Finis est introduit. Dans le second modèle, des conditions périodiques sont prises en considération; un schéma numérique s’appuyant ici sur une hybridation des méthodes de Différences Finies et d’Éléments Finis est présenté. Les simulations numériques basées sur ces deux schémas permettent, par exemple, de renseigner sur les permittivités dites *effectives*, des nanostructures, ou encore sur la constitution des parois de domaines ferroélectriques.

Mots-clefs : nanostructures 3D, ferroélectricité, équations de Ginzburg-Landau

Résumés de thèses

et d'électrostatique, éléments finis, différences finies, simulations numériques.

Guilherme MAZANTI

Directeurs de thèse : Mario Sigalotti (Inria, École Polytechnique, CNRS, Université Paris-Saclay), Yacine Chitour (Université Paris-Sud, CNRS, CentraleSupélec).

**Stabilité et stabilisation de systèmes linéaires à commutation
en dimensions finie et infinie**

Soutenue le 8 septembre 2016

École Polytechnique, Université Paris-Saclay

Motivée par des travaux précédents sur les systèmes à excitation persistante, cette thèse s'intéresse à la stabilité de systèmes à commutation en dimensions finie et infinie. Après une introduction détaillant motivations et résultats précédents, on aborde quatre sujets. On s'intéresse d'abord à un système linéaire en dimension finie à commutation aléatoire, le signal de commutation étant choisi à partir d'une chaîne de Markov discrète et des lois de probabilité de temps de passage en chaque état. On caractérise les exposants de Lyapunov, et en particulier l'exposant maximal, en appliquant le Théorème ergodique multiplicatif d'Oseledets à un système associé en temps discret. Ces résultats sont appliqués à un système de contrôle à commutation. Sous une hypothèse de contrôlabilité, on montre que ce système peut être stabilisé presque sûrement avec taux de convergence exponentielle arbitraire. On considère ensuite un système de N équations de transport avec amortissement interne à excitation persistante, couplées linéairement par le bord à travers une matrice M , qui peut être vu comme un système sur un réseau. On montre que, sous de bonnes hypothèses sur M et sur la rationalité des rapports entre les longueurs des arêtes du réseau, ce système est exponentiellement stable, uniformément par rapport aux signaux à excitation persistante. Ce résultat est montré grâce à une formule explicite pour les solutions du système, qui permet de bien suivre les effets de l'amortissement intermittent.

Le sujet suivant que l'on considère est le comportement asymptotique d'équations aux différences non-autonomes. On obtient une formule explicite pour les solutions en termes des conditions initiales et de certains coefficients matriciels, qui généralise la formule obtenue pour le système de N équations de transport. Le comportement asymptotique des solutions est caractérisé à travers les coefficients matriciels et, dans le cas de commutation arbitraire, on obtient une généralisation du critère de Hale–Silkowsky. Grâce à des transformations classiques, on applique ces résultats à certaines EDPs hyperboliques. Finalement, la formule explicite précédente est généralisée à une équation aux différences contrôlée, dont la contrôlabilité est alors analysée. La contrôlabilité relative est caractérisée à travers un critère algébrique qui généralise le critère de Kalman et qui permet de caractériser le temps minimal de contrôlabilité. On analyse aussi la contrôlabilité exacte et approchée, d'abord pour des retards commensurables, et ensuite pour des systèmes en dimension 2 avec deux retards sans l'hypothèse de commensurabilité.

Mots-clés : Systèmes à commutation, stabilité, stabilisation, excitation persistante,

exposants de Lyapunov, commutation aléatoire, équation de transport, équation des ondes, équations aux différences, contrôlabilité, réseaux.

Waly NGOM

Directrice de thèse : Laure Coutin (Institut de Mathématiques de Toulouse).

Contributions à l'étude de l'instant de défaut d'un processus de Lévy en observation complète et incomplète.

Soutenue le 6 juillet 2016

Institut de Mathématiques de Toulouse

Dans nos travaux, nous avons considéré un processus de Lévy X avec une composante brownienne non nulle et dont la partie à sauts est un processus de Poisson composé. Nous avons supposé que la valeur d'une entreprise est modélisée par un processus stochastique de la forme $V = V_0 \exp -X$ et que cette entreprise est mise à défaut dès lors que sa valeur passe sous un certain seuil b déterminé de façon exogène et qui donc, est une donnée du problème. L'instant de défaut τ est alors de la forme τ_x pour $x = \ln(V_0) - \ln(b)$ où $x > 0$, $\tau_x = \inf\{t \geq 0 : X_t \geq x\}$.

Dans un premier temps, nous supposons que des agents observant la valeur (V) des actifs de la firme souhaitent connaître le comportement de l'instant de défaut. Dans ce modèle, au chapitre 2, nous avons étudié d'une part la régularité de la densité de la loi de l'instant de défaut. D'autre part, nous avons étudié la loi conjointe de l'instant de défaut, de l'overshoot et de l'undershoot. Au chapitre 3, nous avons obtenu une équation à valeurs mesures dont le quadriplet formé par la variable aléatoire X_t , le suprémum du processus X à l'instant t , le suprémum du processus X au dernier instant de saut avant l'instant t et le dernier instant de saut à l'instant t est solution au sens faible, puis une équation dont ce quadriplet est une solution forte.

Dans un second temps, au chapitre 4, nous avons supposé que des investisseurs souhaitant détenir une part de cette entreprise ne disposent pas de l'information complète. Ils n'observent pas la valeur des actifs de la firme V , mais sa valeur bruitée. Leur information est modélisée par la filtration $\mathcal{G} = (\mathcal{G}_t, t \geq 0)$ engendrée par cette observation. Dans ce modèle, nous avons montré que la loi conditionnelle de l'instant de défaut sachant la tribu \mathcal{G}_t admet une densité par rapport à la mesure de Lebesgue et obtenu une équation de Volterra dont cette densité est solution. Cette connaissance permet aux investisseurs de prévoir au vu de leur information, quand est-ce que l'instant de défaut va intervenir après l'instant t . Nous avons complété ce travail par des simulations numériques.

Résumés de thèses

Thi Ngoc Anh NGUYEN

Directeur de thèse : Loïc Chaumont (Université d’Angers).

Sur quelques fonctionnelles des forêts de branchement multitypes

Soutenue le 15 juillet 2016

Université d’Angers

Cette thèse est principalement consacrée à l’étude de quelques caractéristiques d’une population à plusieurs types d’individus qui évolue selon un modèle de branchement multitype au cours du temps. Autrement dit, chaque individu vit un certain temps et donne naissance, à la fin de sa vie, à un nombre aléatoire d’individus, suivant une loi de probabilité qui ne dépend que de son type, indépendamment des autres individus. Plus précisément, nous nous intéressons aux aspects statistiques des mutations et des individus ayant une progéniture donnée dans la population en question. Les problèmes d’énumération de forêts multitypes constituent également une motivation de ce travail de thèse.

Charlotte PERRIN

Directeur de thèse : Didier Bresch (CNRS, Université de Savoie).

Modèles hétérogènes en mécanique des fluides : phénomènes de congestion, écoulements granulaires et mouvement collectif

Soutenue le 8 juillet 2016

Laboratoire LAMA, Université de Savoie

Cette thèse est dédiée à la description et à l’analyse mathématique de phénomènes d’hétérogénéités et de congestion dans les modèles de la mécanique des fluides. On montre un lien rigoureux entre des modèles de congestion douce de type Navier-Stokes compressible qui intègrent des forces de répulsion à très courte portée entre composants élémentaires ; et des modèles de congestion dure de type compressible/incompressible décrivant les transitions entre zones libres et zones congestionnées. On s’intéresse ensuite à la modélisation macroscopique de mélanges formés par des particules solides immergées dans un fluide. On apporte dans ce cadre une première réponse mathématique à la question de la transition entre les régimes de suspensions dictés par les interactions hydrodynamiques et les régimes granulaires dictés par les contacts entre les particules solides. On met par cette démarche en évidence le rôle crucial joué par les effets de mémoire dans le régime granulaire. Cette approche permet également un nouveau point de vue pour l’étude mathématique des fluides avec viscosité dépendant de la pression. On s’intéresse enfin à la modélisation microscopique et macroscopique du trafic routier. Des schémas numériques originaux sont proposés afin de reproduire avec robustesse des phénomènes de persistance d’embouteillages.

Nicola PIERAZZO

Directeurs de thèse : Jean-Michel Morel et Gabriele Facciolo (ENS Cachan).

Advances in Image Denoising

Soutenue le 20 septembre 2016

Centre de Mathématiques et de Leurs Applications, ENS Cachan

This thesis explores the last evolutions on image denoising, and attempts to set a new and more coherent background regarding the different techniques involved. In consequence, it also presents a new image denoising algorithm with minimal artifacts and the best PSNR performance known so far.

A first result that is presented is DA3D, a frequency-based guided denoising algorithm inspired from DDID [Knaus-Zwicker 2013]. This algorithm achieves good results not only in terms of PSNR, but also (and especially) with respect to visual quality. DA3D works particularly well on enhancing the textures of the images and removing staircasing effects. DA3D works on top of another denoising algorithm, that is used as a guide, and almost always improve its results. In this way, frequency-based denoising can be applied on top of patch-based denoising algorithms, resulting on a hybrid method that keeps the strengths of both. The experiments demonstrate that, contrary to what was thought, frequency-based denoising can beat state-of-the-art algorithms without presenting artifacts. In this work DA3D is presented, and ad-hoc shrinkage curves are computed depending on the algorithm used as guide.

The second result presented is Multi-Scale Denoising, a multiscale framework applicable to any denoising algorithm. A qualitative analysis shows that current denoising algorithms behave better on high-frequency noise. This is due to the relatively small size of patches and search windows used in these single scale algorithms. Instead of enlarging those windows, that can cause other sorts of problems, the work proposes to decompose the image on a pyramid, with the aid of the Discrete Cosine Transformation. We introduce a new reconstruction scheme in the pyramid avoiding the appearance of ringing artifacts. This method removes most of the low-frequency noise, and improves both PSNR and visual results for smooth and textured areas.

A third main issue addressed in this thesis is the evaluation of denoising algorithms. Experiences indicate that the PSNR is not always a good indicator of visual quality for denoising algorithms, since, for example, an artifact on a smooth area can be more noticeable than a subtle alteration in a texture. A new metric is proposed to improve on this matter. Instead of a single value, a “Smooth PNSR” and a “Texture PSNR” are presented, to measure the result of an algorithm for those two types of image regions. We claim that a denoising algorithm, in order to be considered acceptable, must at least perform well with respect to both metrics. Following this claim, an analysis of current algorithms is performed, and it is compared with the combined results of the Multi-Scale Framework and DA3D. We found that the optimal solution for image denoising is the application of a frequency shrinkage, applied to regular regions only, while a multiscale patch based method serves as guide. This seems to resolve a long standing question for which DDID gave the first clue : what is the respective role of frequency shrinkage and

Résumés de thèses

self-similarity based methods for image denoising? We describe an image denoising algorithm that seems to perform better in quality and PSNR than any other based on the right combination of both denoising principles.

In our last contribution, a study on the feasibility of external denoising is carried out, where images are denoised by means of a big database of external noiseless patches. This follows a work of Levin and Nadler, in 2011, that claims that optimal Bayesian patch denoising is reachable by a simple integral formula provided it is applied to a gigantic and representative patch database. We prove by a mathematical argument combined with empirical observations on the space of patches that this space can be factorized, thereby reducing considerably the number of patches needed in order to compute the integral on the space of patches.

Bastien POLIZZI

Directeurs de thèse : Magali Ribot (Université d’Orléans) et Thierry Goudon (Université Côte d’Azur & INRIA).

Modélisation et simulations numériques pour des systèmes de la mécanique des fluides avec contraintes; application à la biologie et au trafic routier

Soutenue le 29 septembre 2016

Laboratoire J. A. Dieudonné, Université Côte d’Azur

Les travaux présentés dans cette thèse sont consacrés à l’étude de systèmes d’équations aux dérivées partielles (EDP). En particulier, nous nous intéressons à des systèmes issus de la mécanique des fluides avec contraintes, qui permettent de décrire de manière continue, en temps et en espace, des quantités physiques telles que la densité ou la vitesse. Dans ce cadre, nous construisons des modèles pour la biologie, qu’ensuite nous testons numériquement. Nous proposons également avec des méthodes similaires une approche numérique originale pour un système de trafic routier. Dans une première partie, à l’aide de la théorie des mélanges, nous modélisons le développement d’un biofilm de micro-algues photosynthétiques. La croissance des micro-algues y est précisément décrite, en tenant compte de leur composition et de l’accès aux nutriments dissouts, contenus dans le liquide environnant ainsi que de la lumière. Puis, à l’aide de simulations numériques, nous estimons la productivité du biofilm. Dans la seconde partie, en utilisant la théorie des mélanges, nous proposons un modèle permettant de décrire la rhéologie du gros intestin et de sa couche de mucus. Grâce à ce modèle, nous donnerons une description précise du champ de vitesse, induit par le flux intestinal. Puis, ce champ de vitesse sera utilisé pour construire un modèle décrivant les interactions entre le microbiote intestinal, le bouillon gastrique et l’hôte. Pour ces deux modèles, un schéma numérique est proposé et permet une première validation. Enfin, la dernière partie est consacrée à l’élaboration d’un schéma asymptotic preserving pour le système de trafic routier d’Aw-Rasclé avec contrainte. Nous y présentons une méthode explicite-implicite basée sur une technique de splitting permettant d’approcher les solutions du système d’Aw-Rasclé avec contrainte, tout en réduisant la contrainte de stabilité (CFL).

Antoine PAUTHIER

Directeurs de thèse : Henri Berestycki (CAMS-EHESS) et Jean-Michel Roquejoffre (Université Paul Sabatier).

Deux exemples de propagation de fronts de réaction-diffusion en milieu hétérogène

Soutenue le 20 juin 2016

Institut des Systèmes Complexes (Paris), Institut de Mathématiques de Toulouse

L’objet de cette thèse est l’étude de deux exemples de propagation pour des équations de réaction-diffusion hétérogènes.

Le but de la première partie est de déterminer quels sont les effets d’échanges non locaux entre une ligne de diffusion rapide et un environnement bidimensionnel dans lequel a lieu un phénomène de réaction-diffusion de type KPP usuel. Dans le premier chapitre nous étudions comment ce couplage non local entre la ligne et le plan accélère la propagation dans la direction de la ligne ; on détermine aussi comment différentes fonctions d’échanges maximisent ou non la vitesse d’invasion. Le deuxième chapitre est consacré à la limite singulière de termes d’échanges qui convergent vers des masses de Dirac. On montre alors que la dynamique converge avec une certaine uniformité. Dans le troisième chapitre nous étudions la limite d’échanges étalés à l’infini. Ils permettent de donner un infimum sur la vitesse de propagation pour ce type de modèle qui peut cependant être supérieure à la vitesse KPP usuelle.

La seconde partie de cette thèse est consacrée à l’étude de solutions entières (ou éternelles) pour des équations bistables hétérogènes. On considère un domaine bidimensionnel infini dans une direction, borné dans l’autre, qui converge vers un cylindre quand x tend vers $-\infty$. On montre alors l’existence d’une solution entière dans un tel domaine qui est égal à l’onde bistable en $t = -\infty$. Cela nous conduit à étudier un modèle unidimensionnel avec un terme de réaction hétérogène, pour lequel on obtient le même résultat.

Lara RAAD

Directeurs de thèse : Agnès Desolneux et Jean-Michel Morel (ENS Cachan).

Exemplar based texture synthesis : models and applications

Soutenue le 3 octobre 2016

Centre de Mathématiques et de Leurs Applications, ENS Cachan

This dissertation contributes to the problem of exemplar based texture synthesis by introducing the use of local Gaussian patch models to generate new texture images.

Exemplar based texture synthesis is the process of generating, from an input texture sample, new texture images that are perceptually equivalent to the input. There are roughly two main categories of algorithms : the statistics-based

Résumés de thèses

methods and the nonparametric patch-based methods. The statistics-based methods aim at characterizing a given texture sample by estimating a set of statistics which will define an underlying stochastic process. The new images will then be samples of this stochastic process, i.e. they will have the same statistics as the input sample. The question here is what would be the appropriate set of statistics to yield a correct synthesis for the wide variety of texture images? The results of statistical methods are satisfying but only on a small group of textures, and often fail when important structures are visible in the input. The non-parametric patch-based methods reorganize local neighborhoods from the input sample in a consistent way to create new texture images. These methods return impressive visual results. Nevertheless, they often yield verbatim copies of large parts of the input sample. Furthermore, they can diverge, starting to reproduce iteratively one part of the input sample and neglecting the rest of it, thus growing what experts call “garbage”.

In this thesis we propose a technique combining ideas from the statistical based methods and from the non-parametric patch-based methods. We call it the locally Gaussian method. The method keeps the positive aspects of both categories : the innovation capacity of the parametric methods and the ability to synthesize highly structured textures of the non-parametric methods. To this aim, the self-similarities of a given input texture are modeled with conditional multivariate Gaussian distributions in the patch space. A new image is generated patch-wise, where for each given patch a multivariate Gaussian model is inferred from its nearest neighbors in the patch space of the input sample, and hereafter sampled from this model. The synthesized textures are therefore everywhere different from the original. In general, the results obtained are visually superior to those obtained with statistical based methods, which is explainable as we use a local parametric model instead of a global one. On the other hand, our results are comparable to the visual results obtained with the non-parametric patch-based methods. This dissertation addresses another weakness of patch-based methods. They are strongly dependent on the patch size, which has to be decided manually. It is therefore crucial to fix a correct patch size for each synthesis. Since texture images have, in general, details at different scales, we extend the method to a multiscale approach which reduces the strong dependency of the method on the patch size.

Patch based methods involve a stitching step. Indeed, the patches used for the synthesis process overlap each other. This overlap must be taken into account to avoid any transition artifact from patch to patch. Our first attempt to deal with it was to consider directly the overlap constraints in the local parametric model. The experiments show that for periodic and pseudo-periodic textures, considering these constraints in the parametrization is enough to avoid the stitching step. Nevertheless, for more complex textures it is not sufficient. This leads us to suggest a new stitching technique inspired by optimal transport and midway histogram equalization.

This thesis ends with an extensive analysis of the generation of several natural textures. This study shows that, in spite of remarkable progress for local textures, the methods proposed in the extensive literature of exemplar based texture synthesis are still limited when dealing with complex and non-stationary textures.

Willy RODRIGUEZ

Directeurs de thèse : Olivier Mazet (Institut de Mathématiques de Toulouse) et Lounès Chikhi (Laboratoire Évolution et Diversité Biologique).

**Estimation de l’histoire démographique des populations
à partir de génomes entièrement séquencés**

Soutenue le 20 juin 2016

Institut de Mathématiques de Toulouse

Le développement des nouvelles techniques de séquençage élargit l’horizon de la génétique de populations. Une analyse appropriée des données génétiques peut augmenter notre capacité à reconstruire l’histoire des populations. Cette énorme quantité de données disponibles peut aider les chercheurs en biologie et anthropologie à mieux estimer les changements démographiques subis par une population au cours du temps, mais induit aussi de nouveaux défis. Lorsque les modèles sous-jacents sont trop simplistes il existe un risque très fort d’être amené à des conclusions erronées sur la population étudiée. Il a été montré que certaines caractéristiques présentes dans l’ADN des individus d’une population structurée se trouvent aussi dans l’ADN de ceux qui proviennent d’une population sans structure dont la taille a changé au cours du temps. Par conséquent il peut s’avérer très difficile de déterminer si les changements de taille inférés à partir des données génétiques ont vraiment eu lieu ou s’il s’agit simplement des effets liés à la structure. D’ailleurs la quasi totalité des méthodes pour inférer les changements de taille d’une population au cours du temps sont basées sur des modèles qui négligent la structure.

Dans cette thèse, de nouveaux résultats de génétique de populations sont présentés. Premièrement, nous présentons une méthodologie permettant de faire de la sélection de modèle à partir de l’ADN d’un seul individu diploïde. Cette nouvelle méthode utilise la distribution des temps de coalescence de deux gènes pour identifier le modèle le plus probable et ouvre ainsi la voie pour de nouvelles méthodes de sélection de modèles structurés et non structurés, à partir de données génomiques issues d’un seul individu. Deuxièmement, nous montrons, par une ré-interprétation du taux de coalescence que, pour n’importe quel scénario structuré, et plus généralement n’importe quel modèle, il existe toujours un scénario considérant une population panmictique avec une fonction précise de changements de taille dont la distribution des temps de coalescence de deux gènes est identique à celle du scénario structuré. Cela non seulement explique pourquoi les méthodes d’inférence démographique détectent souvent des changements de taille n’ayant peut-être jamais eu lieu, mais permet aussi de prédire les changements de taille qui seront reconstruits lorsque des méthodes basées sur l’hypothèse de panmixie sont appliquées à des données issues de scénarios plus complexes. Finalement, une nouvelle approche basée sur un processus de Markov est développée et permet de caractériser la distribution du temps de coalescence de deux gènes dans une population structurée soumise à des événements démographiques tel que changement de flux de gènes et changements de taille. Une discussion est menée afin de décrire comment cette méthode donne la possibilité de reconstruire l’histoire démographique à partir de données génomiques tout en

Résumés de thèses

considérant la structure.

Ge SONG

Directeurs de thèse : Frédéric Magoulès (CentraleSupélec, Université Paris Saclay) et Fabrice Huet (Université Nice Sophia Antipolis).

Parallel and Continuous Join Processing for Data Stream

Soutenue le 28 octobre 2016

Laboratoire MICS, CentraleSupélec, Université Paris Saclay

Due to the vast amount of data being continuously generated, a parallel and distributed system for processing large amount of data streams in real time has an important research value and a good application prospect. This thesis focuses on the study of parallel and continuous data stream Joins. We divide this problem into two categories : (i) Data Driven Parallel and Continuous Join, (ii) Query Driven Parallel and Continuous Join.

In a Data Driven Join, the query will never change, but the type (format, dimension, etc.) of data will be changed, as kNN Join (k Nearest Neighbor). We introduce two different types of partition method, one is size-based partition method and the other is distance-based partition method. In the computation step, we present two strategies, the one which gives directly the global result, and the one which firstly produces a local result. We then analyze the methods theoretically from Load Balance, Accuracy and Complexity aspects. We implemented every method in Hadoop MapReduce to do Benchmarks. After evaluating the parallel methods, we extend it to continuously process data streams. We design two data re-partition strategies : a naive one and an advanced one based on Naive Bayes. Finally, we implement the algorithms on Apache Storm, and evaluate its real-time capacity.

In a Query Driven Join, the format of data will not change, but the query is written by the users which is unpredictable, as Semantic Web Join (RDF data). In this thesis, we design several strategies to decompose queries according to their shape and to generate a parallel query plan. We propose a Query Topological Sort algorithm to determine the order of information exchanging among different sub-queries and we extend it to continuously execute data streams. We introduce the strategies for data re-evaluation and expiration and also introduce the method about Sliding Bloom Filters. We then theoretically analyze the efficiency of the algorithm, and calculate the dominating parameters for the system. Finally, we implement the whole system on Apache Storm platform to evaluate the algorithms from the parallel aspect and the streaming aspect using both synthetic data and LUBM Benchmarks.

Myriam TAMI

Directeurs de thèse : Christian Lavergne et Xavier Bry (Université de Montpellier).

**Approche EM pour modèles multi-blocs à facteurs
à une équation structurelle**

Soutenue le 12 juillet 2016

IMAG, Université de Montpellier

Les modèles d'équations structurelles à variables latentes permettent de modéliser des relations entre des variables observables et non observables. Les deux paradigmes actuels d'estimation de ces modèles sont les méthodes de moindres carrés partiels sur composantes et l'analyse de la structure de covariance. Dans ce travail, après avoir décrit les deux principales méthodes d'estimation que sont PLS-PM et LISREL, nous proposons une approche d'estimation fondée sur la maximisation par algorithme EM de la vraisemblance globale d'un modèle à facteurs latents et à une équation structurelle. Nous en étudions les performances sur des données simulées et nous montrons, via une application sur des données réelles environnementales, comment construire pratiquement un modèle et en évaluer la qualité. Enfin, nous appliquons l'approche développée dans le contexte d'un essai clinique en cancérologie pour l'étude de données longitudinales de qualité de vie. Nous montrons que par la réduction efficace de la dimension des données, l'approche EM simplifie l'analyse longitudinale de la qualité de vie en évitant les tests multiples. Ainsi, elle contribue à faciliter l'évaluation du bénéfice clinique d'un traitement.

Mots-clés : Analyse de données, méthodes d'estimation, modèles à équations structurelles, modèles à facteurs, variables latentes, algorithme EM.

Philippe UNG

Directeur de thèse : Stéphane Cordier (AMIES), Emmanuel Audusse (Université Paris 13, INRIA).

**Simulation numérique du transport sédimentaire.
Aspects déterministes et stochastiques.**

Soutenue le 30 mars 2016

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie

Dans cette thèse, nous nous intéressons à l'étude d'un modèle de transport de sédiments en nous plaçant sous deux angles d'approche différents.

L'un concerne la modélisation numérique du problème et propose une méthode de résolution numérique basée sur un solveur de Riemann approché pour le système de Saint-Venant-Exner qui reste un des systèmes les plus répandus pour traiter le transport sédimentaire par charriage. Ce dernier repose sur un couplage du modèle hydraulique de Saint-Venant et du modèle morphodynamique d'Ex-

Résumés de thèses

ner. Le point essentiel de la méthode proposée se situe au niveau du traitement du couplage de ce système.

En effet, il existe deux stratégies; la première consiste à découpler la résolution de la partie fluide de la partie solide et les faire interagir à des instants donnés alors que la seconde considère une résolution couplée du système en mettant à jour conjointement les grandeurs hydrauliques et solides aux mêmes instants. Se posera alors la question du choix de la stratégie de résolution pour laquelle nous apporterons des éléments de réponses en comparant les deux approches.

L’autre se concentre sur la mise en place d’une méthodologie pour l’étude des incertitudes liées au même modèle. Pour ce faire, nous proposons une formulation stochastique du système de Saint-Venant-Exner et nous cherchons à caractériser la variabilité des sorties par rapport aux paramètres d’entrée naturellement aléatoires. Cette première étude révélera la nécessité de revenir à un système de Saint-Venant avec un fond bruité pour étudier la sensibilité des grandeurs hydrauliques par rapport aux perturbations topographiques.

Hanyu ZHANG

Directeur de thèse : Frédéric Magoulès (CentraleSupélec, Université Paris Saclay).

Méthodes itératives à retard pour architecture massivement parallèles

Soutenu le 29 octobre 2016

Laboratoire MICS, CentraleSupélec, Université Paris Saclay

L’avènement des machines parallèles multi-cœurs nécessite une analyse poussée et une modification majeure des algorithmes parallèles classiques afin d’adapter efficacement ces derniers à ces architectures. La plupart des algorithmes itératifs parallèles consistent à diviser le problème original en plusieurs sous-problèmes et à les distribuer sur les différentes unités de calcul disponibles. La résolution de ces sous-problèmes peut être exécutée en parallèle; des communications entre les unités de calcul étant indispensables pour assurer la convergence de ces méthodes.

Nous proposons dans cette thèse une modification originale de l’algorithme du gradient qui permet son utilisation dans le cas asynchrone puis dans le cas à retard. L’approche développée consiste, sous certaines conditions, à calculer la direction de descente et le pas de descente indépendamment et localement sur chaque unité de calcul. Chaque itération nécessite moins de calcul et l’algorithme nécessite moins de synchronisation entre les processeurs, permettant ainsi son extension dans un contexte asynchrone puis à retard. La convergence mathématique de cette nouvelle méthode est démontrée pour les deux versions : synchrone et asynchrone. De nombreux tests numériques illustrent l’efficacité de ces méthodes sur des problèmes industriels.

La seconde partie de cette thèse propose d’utiliser une méthode d’extrapolation pour accélérer les méthodes itératives classiques à retard. Nous démontrons que la séquence de vecteurs générée peut être accélérée. De nombreux cas tests numériques illustrent l’efficacité de cette accélération dans le cas des méthodes itératives à retard.

Jiamin ZHU

Directeur de thèse : Emmanuel Trélat (Université Pierre et Marie Curie).

Contrôle optimal de l’attitude d’un lanceur

Soutenue le 1er juillet 2016

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie

Cette thèse porte sur un problème couplé des lanceurs, à savoir une manœuvre de l’attitude couplée avec la trajectoire minimisant le temps de manœuvre. La difficulté de ce problème vient essentiellement du phénomène de chattering et du couplage des dynamiques n’ayant pas la même échelle de temps. Avec une analyse géométrique des extrémales venant de l’application du Principe du Maximum de Pontryagin, nous donnons des conditions suffisantes sous lesquelles le phénomène de chattering se produit, pour des systèmes affines bi-entrée. Nous appliquons ensuite ce résultat à notre problème, et montrons que le phénomène de chattering arrive pour les trajectoires optimales, pour certaines données terminales. À l’aide de cette analyse théorique préliminaire, nous mettons en œuvre une méthode de résolution indirecte efficace, combinée à une méthode de continuation Prédicteur-Correcteur. En cas de chattering, deux stratégies sous-optimales sont proposées : soit une méthode directe dont le contrôle est approché par un contrôle constant par morceaux, soit en stoppant la continuation avant l’échec dû au chattering. Avec le tir multiple et plusieurs paramètres de continuations supplémentaires, cette méthode de résolution est appliquée à chercher une manœuvre de pull-up avec des contraintes sur l’état en minimisant le temps-énergie pour des lanceurs aéroportés. Les résultats numériques permettent de mettre en évidence l’efficacité et la robustesse de notre méthode de résolution.

Le **SMAI Journal of Computational Mathematics** publie des articles de recherche au meilleur niveau mondial sur la conception et l'analyse des algorithmes permettant la résolution numérique de problèmes mathématiques en lien avec des applications.



Les publications du journal SMAI-JCM sont gratuites pour les auteurs et pour les lecteurs. Autrement dit, les auteurs n'ont pas à supporter les frais de publication et les lecteurs n'ont pas à payer pour accéder aux articles publiés. Ceci est rendu possible grâce à l'implication des organisations institutionnelles qui soutiennent SMAI-JCM : le CNRS, Inria, la SMAI.

Bien que l'absence de toute contrepartie financière (pas d'abonnement, pas de frais de publication) soit une conception radicalement nouvelle dans le monde de l'édition scientifique, le reste du fonctionnement du journal SMAI-JCM est identique à celui des journaux traditionnels du domaine: évaluation des articles par des rapporteurs anonymes, production, dissémination et référencement dans les bases de données bibliographiques.

Editeurs en chef :

Douglas N. ARNOLD (School of Mathematics, University of Minnesota, USA)
Thierry GOUDON (Inria Sophia Antipolis Méditerranée, France)

Comité éditorial :

Remi Abgrall, Institut für Mathematik Universität Zürich, Switzerland
Guillaume Bal, Columbia University, USA
Virginie Bonnaille-Noel, CNRS, ENS, France
Emmanuel Candes, Stanford University, USA
Snorre Harald Christiansen, University of Oslo, Norway
Ricardo Cortez, Tulane University, USA
Rosa Donat, University of Valencia, Spain
Paul Dupuis, Brown University, USA
Thomas Y. Hou, Caltech, USA
Volker Mehrmann, Technische Universität Berlin, Germany
Paola Pietra, Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche del CNR, Italy
Olivier Pironneau, LJLL-UPMC (Paris VI), France
Alfio Quarteroni, EPFL, Switzerland
Jean-François Remacle, Université Catholique de Louvain, Belgium
Jesus-Maria Sanz-Serna, Universidad de Valladolid, Spain
Robert Schreiber, Hewlett Packard Laboratories, USA
Andrew Stuart, University of Warwick, UK
Denis Talay, Inria Sophia Antipolis Méditerranée, France
Marc Teboulle, Tel-Aviv University, Israel
Philippe Villedieu, ONERA, The French Aerospace Lab, Toulouse, France
Jinchao Xu, Pennsylvania State University, USA
Ya-xiang Yuan, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

Publié par la SMAI, la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles.
<https://ojs.math.cnrs.fr/index.php/SMAI-JCM>



Annonces de Colloques

par Thomas HABERKORN

Novembre 2016

MEET THE INDUSTRY DAY

le 16 Novembre 2016, à l'INSA de Lyon, La Rotonde

<https://mti2016.sciencesconf.org/>

LYONSYSBIO 2016

du 17 au 18 Novembre 2016, à l'INSA de Lyon, La Rotonde

<https://lyonsysbio2016.sciencesconf.org/>

COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA THÉORIE DES OPÉRATEURS ET SES APPLICATIONS

du 23 au 24 Novembre 2016, à El-Oued, Algérie

<http://www.univ-eloued.dz/cito/>

INTERNATIONAL CONFERENCE ON SENSITIVITY ANALYSIS OF MODEL OUTPUT

du 30 Novembre au 3 Décembre 2016, Le Tampon (Ile de la Réunion)

<http://samo2016.univ-reunion.fr/>

Décembre 2016

NEW TRENDS IN OPTIMIZATION AND VARIATIONAL ANALYSIS FOR APPLICATIONS

du 7 au 10 Décembre 2016, à Quy Nhon (Vietnam)

<https://sites.google.com/a/qnu.edu.vn/newtovaa/home>

NUMERICAL MODELING OF LIQUID-VAPOR INTERFACES IN FLUID FLOWS

du 12 au 13 Décembre 2016, à l'IHP (Paris)

<https://indico.math.cnrs.fr/event/1577/>

WORKSHOP ON "CONTROL, INVERSE PROBLEMS AND STABILIZATION OF INFINITE DIMENSIONAL SYSTEMS"

du 12 au 16 Décembre 2016, à Marrakesh (Maroc)

<http://cipsmar2016.uca.ma/>

MATHEMATICAL MODELLING OF COMPLEX SYSTEMS

du 14 au 16 Décembre 2016, à Centrale Supélec (Châtenay Malabry)

http://www.mas.ecp.fr/home/recherche_mas/mmcs_2016

Annonces de colloques

MARCHES ALÉATOIRES À GRANDS PAS DANS DES CÔNES

du 14 au 16 Décembre 2016, à Tours

<http://www.fdpoisson.fr/tours-a-grands-pas/>

WORKSHOP AUTOUR DU "BIG DATA" EN STATISTIQUES ET ÉCONOMÉTRIE

du 16 au 17 Décembre 2016, à Toulouse

<http://www.tse-fr.eu/conferences/2016-27th-ec2-conference-big-data>

ICAAM-2016 : INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN APPLIED MATHEMATICS

du 19 au 22 Décembre 2016, à Monastir (Tunisie)

<https://sites.google.com/site/icaam16/>

Janvier 2017

1ÈRE JOURNÉE MAS-MODE SMAI

le 19 Janvier 2017, à Paris

<http://smi.emath.fr/spip.php?article602>

Mars 2017

THEORY OF INCOMPRESSIBLE NAVIER-STOKES SYSTEM AND RELATED TOPICS

du 9 au 10 Mars 2017, à Calais

<http://www.lmpa.univ-littoral.fr/~deuring/navier-stokes-2017.html>

Mai 2017

APPROXIMATION METHODS AND NUMERICAL MODELING IN ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES (MAMERN VII)

du 17 au 20 Mai 2017, à Oujda (Maroc)

<http://mamern.ump.ma/>

Juin 2017

FVCA8 : FINITE VOLUMES FOR COMPLEX APPLICATIONS

du 12 au 16 Juin 2017, à Lille

<https://indico.math.cnrs.fr/event/1299/overview>

Octobre 2017

COLLISIONLESS BOLTZMANN (VLASOV) EQUATION AND MODELING OF SELF-GRAVITATING SYSTEMS AND PLASMAS

du 30 Octobre au 3 Novembre 2017, au CIRM (Marseille)

<http://scientific-events.weebly.com/1683.html>

CORRESPONDANTS LOCAUX

- Amiens** *Marion Darbas*
 LAMFA
 Univ. de Picardie Jules Verne
 33 rue Saint Leu
 80039 Amiens CEDEX
 ☎ 03 22 82 75 16
 Marion.Darbas@u-picardie.fr
- Angers** *Loïc Chaumont*
 LAREMA
 Faculté des Sciences
 Univ. d'Angers
 2 bd Lavoisier
 49045 Angers CEDEX 01
 ☎ 02 41 73 50 28 – 📠 02 41 73 54 54
 loic.chaumont@univ-angers.fr
- Antilles-Guyane** *Jacques Laminie*
 Univ. des Antilles et de la Guyane
 Campus de Fouillole - BP 250
 97157 Pointe-à-Pitre Cedex
 ☎ (590) 590 48 30 – 📠 (590) 590 48 20
 Jacques.Laminie@univ-ag.fr
- Avignon** *Alberto Seeger*
 Dépt de Mathématiques
 Univ. d'Avignon
 33 rue Louis Pasteur
 84000 Avignon
 ☎ 04 90 14 44 93 – 📠 04 90 14 44 19
 alberto.seeger@univ-avignon.fr
- Belfort** *Michel Lenczner*
 Lab. Mécatronique 3M
 Univ. de Technologie de Belfort-Montbelliard
 90010 Belfort CEDEX
 ☎ 03 84 58 35 34 – 📠 03 84 58 31 46
 Michel.Lenczner@utbm.fr
- Besançon** *Nabile Boussaid*
 Lab. de mathématiques
 UFR Sciences et Techniques
 16 route de Gray
 25030 Besançon CEDEX
 ☎ 03 81 66 63 37 – 📠 03 81 66 66 23
 boussaid.nabile@gmail.com
- Bordeaux** *Lisl Weynans*
 Institut de Mathématiques
 Univ. Bordeaux I
 351 cours de la Libération - Bât. A33
 33405 Talence CEDEX
 ☎ 05 40 00 35 36
 lisl.weynans@math.u-bordeaux1.fr
- Brest** *Piernicola Bettiol*
 Dép. de Mathématiques
 UFR Sciences et Techniques
 Université de Bretagne Occidentale
 6 av. Victor Le Gorgeu
 CS 93837
 29238 Brest Cedex 3
 ☎ 02 98 01 73 86 – 📠 02 98 01 61 75
 Piernicola.Bettiol@univ-brest.fr
- Cachan ENS** *Laure Quivy*
 CMLA
 ENS Cachan
 61 av. du Président Wilson
 94235 Cachan CEDEX
 ☎ 01 47 40 59 12
 quivy@clma.ens-cachan.fr
- Caen** *Alain Campbell*
 Groupe de Mécanique, Modélisation
 Mathématique et Numérique
 Lab. Nicolas Oresme
 Univ. de Caen
 BP 5186
 14032 Caen CEDEX
 ☎ 02 31 56 74 80 – 📠 02 31 56 73 20
 alain.campbell@unicaen.fr
- Cergy** *Elisabeth Logak*
 Dép. de Mathématiques,
 Univ. de Cergy-Pontoise / Saint-Martin
 2 av. Adolphe Chauvin
 95302 Cergy-Pontoise CEDEX
 ☎ 01 34 25 65 41 – 📠 01 34 25 66 45
 elisabeth.logak@u-cergy.fr
- Chine** *Claude-Michel Brauner*
 IMB, Université de Bordeaux I
 351 cours de la Libération
 Bât. A33
 33405 Talence CEDEX
 ☎ 05 40 00 60 50
 brauner@math.u-bordeaux.fr

Correspondants locaux

Clermont-Ferrand *Arnaud Munch*

Lab. de Mathématiques Appliquées
 Univ. Blaise Pascal
 BP 45
 63177 Aubière CEDEX
 ☎ 04 73 40 79 65 – 📠 04 73 40 70 64
 Arnaud.Munch@math.univ-bpclermont.fr

Compiègne *Véronique Hédou*

Équipe de Mathématiques Appliquées
 Dept Génie Informatique
 Univ. de Technologie
 BP 20529
 60205 Compiègne CEDEX
 ☎ 03 44 23 49 02 – 📠 03 44 23 44 77
 Veronique.Hedou@utc.fr

Dijon *Alexandre Cabot*

Institut de Mathématiques
 Univ. de Bourgogne
 BP 47870
 21078 Dijon CEDEX
 alexandre.cabot@u-bourgogne.fr

École Centrale de Paris

Anna Rozanova-Pierrat

École Centrale de Paris
 Lab. Mathématiques Appliquées aux
 Systèmes,
 Grande Voie des Vignes,
 92295 Châtenay-Malabry CEDEX
 ☎ 01 41 13 17 19 – 📠 01 41 13 14 36
 anna.rozanova-pierrat@ecp.fr

ENS Paris *Virginie BONNAILLIE-NOËL*

DMA, Ecole Normale Supérieure
 45 rue d’Ulm,
 75230 Paris CEDEX
 ☎ 01 44 32 20 58 – 📠 01 44 32 20 80
 bonnaillie@math.cnrs.fr

États-Unis *Rama Cont*

IEOR, Columbia University
 316 S. W. Mudd Building
 500 W. 120th Street, New York,
 New York 10027 – États-Unis
 ☎ + 1 212-854-1477
 Rama.Cont@columbia.edu

EvrY *Stéphane Menozzi*

Laboratoire d’Analyse et Probabilités
 Univ. Paris VI
 4, Place Jussieu
 75252 Paris cedex 5
 stephane.menozzi@
 math.univ-paris-diderot.fr

EvrY la GÉNOPOLE *Laurent Denis*

Dpt de Math.
 Univ. du Maine
 72085 Le Mans
 ☎ 01 64 85 34 98
 ldenis@univ-lemans.fr

Grenoble *Brigitte Bidegaray*

Lab. de Modélisation et Calcul, IMAG
 Univ. Joseph Fourier
 BP 53
 38041 Grenoble CEDEX 9
 ☎ 04 76 57 46 10 – 📠 04 76 63 12 63
 Brigitte.Bidegaray@imag.fr

Israël *Ely Merzbach*

Dept of Mathematics and Computer
 Science
 Bar Ilan University Ramat Gan.
 Israel 52900
 ☎ + 972 3 5318407/8 – 📠 + 972 3 5353325
 merzbach@macs.biu.ac.il

La Réunion *Philippe Charton*

Dép. de Mathématiques et Informa-
 tique IREMA
 Univ. de La Réunion
 BP 7151
 97715 Saint-Denis Messag CEDEX 9
 ☎ 02 62 93 82 81 – 📠 02 62 93 82 60
 Philippe.Charton@univ-reunion.fr

Le Havre *Adnan Yassine*

IUT du Havre
 Place Robert Schuman
 BP 4006
 76610 Le Havre.
 ☎ 02 32 74 46 42 – 📠 02 32 74 46 71
 adnan.yassine@iut.univ-lehavre.fr

Le Mans *Alexandre Popier*

Dép. de Mathématiques
 Univ. du Maine
 Av. Olivier Messiaen
 72085 Le Mans CEDEX 9
 ☎ 02 43 83 37 19 – 📠 02 43 83 35 79
 Alexandre.Popier@univ-lemans.fr

Correspondants locaux

Lille *Caterina Calgaro*
 Lab. de Mathématiques Appliquées
 Univ. des Sciences et Technologies de
 Lille
 Bat. M2, Cité Scientifique
 59655 Villeneuve d’Ascq CEDEX
 ☎ 03 20 43 47 13 – 📠 03 20 43 68 69
 Caterina.Calgaro@univ-lille1.fr

Limoges *Samir Adly*
 LACO
 Univ. de Limoges
 123 av. A. Thomas
 87060 Limoges CEDEX
 ☎ 05 55 45 73 33 – 📠 05 55 45 73 22
 adly@unilim.fr

Littoral Côte d’Opale *Carole Rosier*
 LMPA
 Centre Universitaire de la Mi-voix
 50 rue F. Buisson
 BP 699
 62228 Calais CEDEX.
 ☎ 03 21 46 55 83
 Carole.Rosier@lmpa.univ-littoral.fr

Lyon *Morgane Bergot*
 Institut Camille Jordan,
 Univ. Claude Bernard Lyon 1
 43 b^d du 11 novembre 1918
 69622 Villeurbanne CEDEX
 bergot@math.univ-lyon1.fr

Marne la Vallée *Alain Prignet*
 Univ. de Marne-la-Vallée, Cité Des-
 cartes
 5 b^d Descartes
 77454 Marne-la-Vallée CEDEX
 ☎ 01 60 95 75 34 – 📠 01 60 95 75 45
 alain.prignet@univ-mlv.fr

Maroc *Khalid Najib*
 École Nationale de l’Industrie Minérale
 B^d Haj A. Cherkaoui, Agdal
 BP 753, Rabat Agdal 01000
 Rabat
 Maroc
 ☎ 00 212 37 77 13 60 – 📠 00 212 37 77 10 55
 najib@enim.ac.ma

Marseille *Guillemette Chapuisat*
 LATP
 Université Paul Cézanne
 Faculté des Sciences et Techniques de
 St Jérôme, Case Cour A
 avenue Escadrille Normandie-Niemen
 13397 Marseille Cedex 20, France ☎ 04
 91 28 88 40 – 📠 01 91 28 87 41
 guillemette.chapuisat@univ-cezanne.fr

Metz *Jean-Pierre Croisille*
 Dépt de Mathématiques
 Univ. de Metz
 Ile du Saulcy
 57405 Metz CEDEX 01
 ☎ 03 87 31 54 11 – 📠 03 87 31 52 73
 croisil@poncelet.univ-metz.fr

Montpellier *Mathieu Alfaro*
 I3M
 Dép. de Mathématiques,
 Univ. Montpellier II, CC51
 Pl. Eugène Bataillon
 34095 Montpellier CEDEX 5
 ☎ 04 67 14 42 04 – 📠 04 67 14 35 58
 malfaro@math.univ-montp2.fr

Nancy *Takéo Takahashi*
 Institut Élie Cartan
 BP 239
 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy
 ☎ 03 83 68 45 95 – 📠 03 83 68 45 61
 takeo.takahashi@univ-lorraine.fr

Nantes *Hélène Mathis*
 Université de Nantes
 2, rue de la Houssinière - BP92208
 44321 Nantes CEDEX 3
 ☎ 02 51 12 59 86
 helene.mathis@ec-nantes.fr

Nice *Claire Scheid*
 Lab. Jean-Alexandre Dieudonné
 Univ. de Nice
 Parc Valrose
 06108 Nice CEDEX 2
 ☎ 04 92 07 64 95 – 📠 04 93 51 79 74
 claire.scheid@unice.fr

Correspondants locaux

Orléans *Cécile Louchet*
 Dépt de Mathématiques
 Univ. d'Orléans
 BP 6759
 45067 Orléans CEDEX 2
 ☎ 02 38 49 27 57 – 📠 02 38 41 71 93
 Cecile.Louchet@univ-orleans.fr

Paris I *Philippe Bich*
 Centre d'Economie de la Sorbonne
 UMR 8174
 Univ. Paris 1 Pantheon-Sorbonne
 Maison des Sciences Economiques
 106 -112 boulevard de l'Hôpital
 75647 PARIS CEDEX 13
 ☎ 01 44 07 83 14 – 📠 01 44 07 83 01
 philippe.bich@univ-paris1.fr

Paris V *Ellen Saada*
 Lab. MAP 5 - UMR CNRS 8145
 Univ. Paris Descartes
 45 rue des Saints Pères
 75270 Paris cedex 06
 ☎ 01 42 86 21 14 – 📠 01 42 86 41 44
 ellen.saada@mi.parisdescartes.fr

Paris VI *Nina Aguillon*
 Lab. Jacques-Louis Lions
 Boîte courrier 187
 Univ. Pierre et Marie Curie
 4 place Jussieu
 75252 Paris CEDEX 05
 ☎ 01 44 27 91 67 – 📠 01 44 27 72 00
 aguillon@ann.jussieu.fr

Paris VI *Noufel Frikha*
 Lab. Probabilités et Modèles Aléatoires
 Univ. Pierre et Marie Curie
 4 place Jussieu
 75252 Paris CEDEX 05
 ☎ 01 57 27 91 33
 frikha.noufel@gmail.com

Paris XI *Benjamin Graille*
 Mathématiques, Bât. 425
 Univ. de Paris-Sud
 91405 Orsay CEDEX
 ☎ 01 69 15 60 32 – 📠 01 69 14 67 18
 Benjamin.Graille@math.u-psud.fr

Paris XII *Mickaël Dos Santos*
 Univ. Paris Est Créteil
 UPEC
 61 av. du Général de Gaulle
 94010 Créteil CEDEX PS
 ☎ 01 45 17 16 42
 mickael.dos-santos@u-pec.fr

Paris XIII *Jean-Stéphane Dhersin*
 Univ. Paris XIII / Paris Nord
 Département de Mathématiques Insti-
 tut Galilée
 Université Paris 13
 99, Avenue Jean-Baptiste Clément
 93430 Villetaneuse
 ☎ 01 45 17 16 52
 dhersin@math.univ-paris13.fr

Paris IX *Julien Salomon*
 CEREMADE
 Univ. Paris-Dauphine
 Pl du M^{al} de Lattre de Tassigny
 75775 Paris CEDEX 16
 ☎ 01 44 05 47 26 – 📠 01 44 05 45 99
 salomon@ceremade.dauphine.fr

Pau *Brahim Amaziane*
 Lab. de Math. Appliquées, IPRA,
 Univ. de Pau
 av. de l'Université
 64000 Pau
 ☎ 05 59 92 31 68/30 47 – 📠 05 59 92 32 00
 brahim.amaziane@univ-pau.fr

Perpignan *Didier Aussel*
 Dépt de Mathématiques
 Univ. de Perpignan
 52 avenue de Villeneuve
 66860 Perpignan CEDEX
 ☎ 04 68 66 21 48 – 📠 04 68 06 22 31
 aussel@univ-perp.fr

Poitiers *Morgan Pierre*
 LMA
 Univ. de Poitiers
 B^d Marie et Pierre Curie
 BP 30179
 86962 Futuroscope Chasseneuil CEDEX
 ☎ 05 49 49 68 85
 Morgan.Pierre@math.univ-poitiers.fr

Correspondants locaux

Polytechnique *Aline Lefebvre-Lepot*
CMAP, École Polytechnique
91128 Palaiseau
☎ 01 69 33 45 61 – 📠 01 69 33 46 46
aline.lefebvre@polytechnique.edu

Reims *Stéphanie Salmon*
Lab. de Mathématiques
Univ. Reims
UFR Sciences Exactes et Naturelles
Moulin de la Housse – BP 1039
51687 Reims CEDEX 2
☎ 03 26 91 85 89 – 📠 03 26 91 83 97
stephanie.salmon@univ-reims.fr

Rennes *Rozenn Texier-Picard*
ENS Rennes
Av. Robert Schumann
35170 Bruz
☎ 02 99 05 93 33 – 📠 02 99 05 93 28
rozenn.texier@ens-rennes.fr

Rouen *Jean-Baptiste Bardet*
LMRS
Univ. de Rouen
av. de l'Université - BP 12
76801 Saint-Étienne-du-Rouvray
☎ 02 32 95 52 34 – 📠 02 32 95 52 86
Jean-Baptiste.Bardet@univ-rouen.fr

Rouen (INSA) *Anastasia Zakharova*
Lab. de Mathématiques de l'INSA
INSA Rouen - Av. de l'Université
BP 08
76801 St Etienne du Rouvray CEDEX
☎ 02 32 95 65 38 – 📠 02 32 95 99 03
anastasia.zakharova@insa-rouen.fr

Savoie *Stéphane Gerbi*
Lab. de Mathématiques
Univ. de Savoie
73376 Le Bourget du Lac CEDEX
☎ 04 79 75 87 27 – 📠 04 79 75 81 42
stephane.gerbi@univ-savoie.fr

Strasbourg *Michel Mehrenberger*
IRMA
Univ. de Strasbourg
7 rue René Descartes
67084 Strasbourg CEDEX
☎ 03 68 85 02 05
mehrenbe@math.unistra.fr

Toulouse *Sébastien Gerchinovitz*
IMT, Univ. Toulouse 3
118 route de Narbonne 31077 Toulouse
CEDEX 4
sebastien.gerchinovitz@math.univ-toulouse.fr

Tours *Vincent Perrollaz*
Lab. Math. et Physique Théorique
Fac. Sciences et Technique de Tours
7 parc Grandmont
37200 Tours
vincent.perrollaz@lmpt.univ-tours.fr

Valenciennes *Juliette Venel*
LAMAV
Univ. de Valenciennes
Le Mont Houy – ISTV2
59313 Valenciennes CEDEX 9
☎ 03 27 51 19 23 – 📠 03 27 51 19 00
juliette.venel@univ-valenciennes.fr

Versailles *Christophe Chalons*
Université De Versailles St-Quentin-en-
Yvelines
Bâtiment Fermat 45 Avenue Des Etats
Unis
59313 Valenciennes CEDEX 9
☎ 01 39 25 30 68 – 📠 01 39 25 46 45
christophe.chalons@uvsq.fr

NOTES

NOTES

NOTES
