

Sommaire

SOMMAIRE

Éditorial	3
Comptes rendus des CA et bureaux de la SMAI	5
Note d'information du comité d'experts pour les PES universitaires 2011 en sections 25-26	11
Nouvelles du CNRS	15
Bilan des primes d'excellence scientifique (PES) CNRS 2011	21
Vie de la communauté	24
Forum Emploi Mathématiques	25
Opération postes	33
Comptes rendus de manifestations	45
Seconde Semaine d'Étude "Mathématiques et Entreprises"	49
Rencontre Math-industrie	51
Le RNBM, réseau documentaire des mathématiciens	55
Soyez Sage!	61
La famille d'André Louis Cholesky	69
Modélisation et approche métapopulationnelle de la transmission du chikungunya	87
Annonces de thèses	111
Annonces de colloques	152
Revue de presse	155
Liste des correspondants locaux	156

*Date limite de soumission des textes pour le Matapli 98 : **15 mai 2012***

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 2012

- 150 € pour une demi-page
- 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 Maria J. Esteban

EDITORIAL

Chers membres de la SMAI,

Dans une situation générale compliquée et un peu morose, les bonnes nouvelles ne manquent quand même pas pour notre communauté.

Le 26 janvier a eu lieu à Paris le premier Forum Emploi Maths, un salon pour l’emploi des mathématiciens en entreprise, mais aussi dans le monde universitaire. Cet événement, le premier du genre en France, a été un grand succès : de nombreuses entreprises et laboratoires de mathématiques y avaient un stand, et près de 1.000 personnes y ont participé. La SMAI était à l’origine de ce projet, et s’était associée à AMIES et à la SFdS pour l’organiser. Outre les informations données dans les stands, des séminaires, des séances d’information pour les jeunes et des débats ont eu lieu sur des sujets relatifs à l’emploi. Un grand succès donc qui nous réjouit tout particulièrement. La SMAI félicite et remercie ceux et celles qui l’ont organisé.

Cette année est pour la SMAI, comme toutes les années paires, l’année des Journées de ses groupes thématiques et l’année du CANUM, qui aura lieu du 21 au 25 mai à Super-Besse. De bonnes occasions de se retrouver, d’écouter de belles confs et de rencontrer les jeunes dans les différents domaines représentés par notre société.

Le CEMRACS célèbrera cette année sa douzième édition et aura pour thème le calcul haute performance. Cette école, qui a lieu chaque été au CIRM, réunit un nombre important de jeunes qui travaillent sur des projets industriels avec l’aide de mathématiciens confirmés qui les encadrent. Cette initiative de la SMAI a été et reste pionnière dans la formation de jeunes mathématiciens au travail dans l’industrie.

Enfin 2012 sera l’année du 6ème Congrès Européen de Mathématiques, dont la première édition avait eu lieu à Paris en 1992. Il se déroulera du 2 au 7 juillet à Cracovie et sera le moment où seront décernés les prix de l’EMS. Espérons qu’une fois encore les mathématiques françaises y seront à l’honneur.

Tous ces événements seront des moments scientifiques importants pour notre communauté, forts et riches en échanges scientifiques. Penser à ces moments nous aide à affronter les problèmes qui se posent à nous actuellement...

Parmi eux, ceux posés par la circulaire Guéant, avec ses effets néfastes (une litote) pour les étudiants étrangers formés en France et la perte de compétitivité qu’elle risque d’entraîner. La SMAI a signé le communiqué commun des trois sociétés savantes de mathématiques sur ce texte. Il figure sur notre site web à l’adresse <http://smai.emath.fr/spip.php?article400>

Une autre question sur laquelle la SMAI s’est aussi récemment prononcée est la question des négociations entre le RNBm (Réseau National des Bibliothèques de Mathématiques) et Springer, où les conditions proposées par cet éditeur, comme par bien d’autres éditeurs commerciaux, sont, de l’avis général, tout à fait inacceptables. La SMAI a signé la pétition

<http://www-fourier.ujf-grenoble.fr/petitions/index.php?petition=3>
et incite ses membres à se joindre aux 1.700 mathématiciens qui l’ont déjà signée à titre individuel.

Situation contrastée donc en ce moment, avec d’une part une communauté qui travaille, qui produit de beaux résultats, qui s’organise, qui invente de nouveaux événements et outils au service de la communauté, et d’autre part une situation générale qui conduit notre communauté à prendre position face à des développements dangereux pour son bon fonctionnement.

Maria J. Esteban
Présidente de la SMAI

Comptes rendus des CA et bureaux de la SMAI

par Antoine Lejay,
Secrétaire Général de la SMAI

Compte rendu — Bureau — 21 novembre 2011 Par téléphone

Présents. A. de Bouard, M. J. Esteban, E. Godlewski, F. Lagoutière, A. Lejay, F. Murat. **Excusé.** É. de Rocquigny

1. Secrétariat

M^{me} Huong Fuentes a commencé son contrat en tant que secrétaire. M^{me} Véronique Vacelet partira le 31 décembre 2011 et est actuellement en train de former M^{me} Huong Fuentes.

2. Nouvelles et actions en cours

2.1. *Livre blanc sur la valorisation du doctorat de maths dans les entreprises*

Le *Livre blanc sur la valorisation du doctorat de maths dans les entreprises* est maintenant imprimé. Il est prévu de le diffuser largement et de mettre en valeur ce livre dans les média.

2.2. *Forum de l'Emploi en Mathématiques (FEM)*

Le *Forum de l'Emploi en Mathématiques* sera organisé le 21 janvier à Paris. L'information a propos de cette manifestation commence à être bien diffusée.

2.3. *Forum des lauréats des prix*

Le *Forum des lauréats des prix en informatique et mathématiques appliquées* s'est déroulé le 16 novembre 2011 à l'Institut Henri Poincaré. Suite à une demande de l'INRIA, il a été ouvert à des prix autres que ceux parrainés par l'Académie des Sciences et au prix de thèse Gilles Kahn/SPECIF. Le changement de nom de cette manifestation, qui était anciennement la *Cérémonie des prix*, a pour but de mieux refléter son contenu.

2.4. *Affiche "Appel à adhésion"*

Une affiche lançant un "Appel à adhésion" à la SMAI est en cours de finalisation.

2.5. *Demande de reconnaissance d'utilité publique*

Le dossier de demande de reconnaissance d'utilité publique est en cours de finalisation et sera envoyé prochainement.

2.6. GDR *Diffusion des mathématiques*

Un GdR *Diffusion des mathématiques* est en cours de création. La question de la participation de la SMAI est posée.

2.7. *Cap'Math*

Le consortium *Cap'Math* est lancé après avoir reçu un financement dans le cadre de l'appel *Développement de la culture scientifique et égalité des chances* de l'ANRU.

2.8. Brochure *Explosion des Mathématiques 2*

La conception de la brochure *Explosion des Mathématiques 2* avance.

2.9. Journées EDP-Probab

L'équipe organisatrice souhaite être remplacée pour éviter l'essoufflement de cette manifestation.

3. Remplacement de comités éditoriaux

Le bureau a évoqué des noms pour remplacer les éditeurs de la collections de livre *Mathématiques et Applications* ainsi que du journal *ESAIM Proc.* Le Conseil d'Administration sera appelé à se prononcer prochainement.

À terme, d'autres éditeurs de journaux (comme *M2AN*) devront être remplacés.

4. Participation à la *Fédération Française des Sociétés Scientifiques*

Une discussion sur l'opportunité d'adhérer et de participer à la *Fédération Française des Sociétés Scientifiques*¹ (F2S) sera menée lors du prochain Conseil d'Administration en décembre 2011.

5. Nomination d'un représentant de l'EMS au sein de la SMAI

L'European Mathematical Society souhaite qu'un membre de la SMAI soit nommé représentant de l'EMS auprès de la SMAI.

6. Représentant de la SMAI au Comité Scientifique du CIRM

E. Sonnendruker va arrêter son mandat en tant que représentant de la SMAI au sein du Comité Scientifique du CIRM. Un remplaçant sera nommé lors du prochain conseil d'Administration.

Compte rendu — CA — 5 décembre 2011

Présents. G. Allaire, Z. Belhachmi, A. de Bouard, A. Cohen, C. Durot, M. J. Esteban, R. Eymard, P. Godillon-Lafitte, E. Godlewski, A. Lejay, T. Lelièvre, V. Louvet, J. Mairesse, P. Maréchal, S. Mischler, F. Murat, A. Samson.

Représentés. J.-M. Bonnisseau, E. Gobet, C. Gout, J. Le Rousseau.

Excusés : F. Lagoutière, É. de Rocquigny, F. Bonnans, G. Pagès, L. Decreusefond, B. Bercu, M. Bouthou, M. Lavielle.

Absents : F. Alabau, R. Abgrall, D. Aussel, R. Cont, T. Goudon, M.-L. Mazure.

¹<http://www.f2s-asso.org/>

7. Nouvelles de la SMAI

7.1. Remplacement de M^{me} Véronique Vacelet

Une nouvelle secrétaire, M^{me} Huong Fuentes, a été recrutée en remplacement de M^{me} Véronique Vacelet qui quittera son poste le 31 décembre 2011 et qui se charge de la former. Potentiellement, un demi-poste reste à pourvoir.

7.2. Demande de reconnaissance d'utilité publique

Le dossier de demande de reconnaissance d'utilité publique sera très prochainement soumis.

7.3. Lettre de soutien au budget de l'INSMI

Le budget de l'INSMI vient d'être voté au Conseil Scientifique du CNRS avec 10% de baisse. Un courrier de protestation, signé conjointement par la SFdS, la SMAI et la SMF, a été envoyée à M. Alain Fuchs, directeur du CNRS.

7.4. Journées Math-Industrie

Une journée Maths-Industrie *Voile et innovation mathématiques* aura lieu le 9 décembre 2012. En mars aura lieu une journée Math-Industrie *Énergies renouvelables* organisée conjointement avec un réseau de PME/PMI.

7.5. Projet européen

Notre présidente nous informe qu'à la suite du rapport de prospective (*Forward Look*) sur l'interface math-industrie, une demande de projet d'infrastructures a été faite au niveau européen dont le partenaire français est l'AMIES.

7.6. Livre blanc sur la valorisation du doctorat de maths dans les entreprises

Le *Livre blanc sur la valorisation du doctorat de maths dans les entreprises* a été imprimé. Il a été discuté des meilleurs moyens de diffuser cet ouvrage auprès des industriels.

7.7. Affiche "Appel à adhésion"

Une affiche lançant un "Appel à adhésion" à la SMAI a été réalisée et sera prochainement diffusée.

7.8. Forum des lauréats en informatique et en mathématiques appliquées 2011

L'ancienne *cérémonie des prix* est devenue le *Forum des des lauréats en informatique et en mathématiques appliquées* pour mieux refléter le contenu de cette manifestation co-organisée avec l'INRIA sous le parrainage de l'Académie des Sciences. D'autres changements sont survenus cette année, notamment une ouverture à des prix autres que ceux parrainés par l'Académie des Sciences.

7.9. Cap'Math

Cap'Math, porté par un consortium (sociétés savantes, ADIREM, fondation C'Génial, laboratoires...), financera sous forme d'appels à projets, et pour la moitié du coût total, des initiatives de popularisation des mathématiques, répondant en

particulier à des objectifs d'"égalité des chances". Les délais de réponse pour le premier appel à projets seront très courts.

7.10. Canum

Les tarifs sont les mêmes que l'an dernier.

8. Nouvelles des groupes thématiques

8.1. Groupe MAIRCI

Les journées MAIRCI auront lieu le 13–15 septembre 2012. Le 1^{er} février 2012, le groupe MAIRCI organise avec le GAMNI une journée *Précision et incertitudes* à Telecom.

8.2. Groupe MAS

Le groupe MAS nous informe de l'ouverture d'un nouveau site web.

8.3. Journées SIGMA

Les journées SMAI-SIGMA² ont eu lieu à Paris le 18 novembre 2011, avec un nombre de participants en hausse. Des journées seront organisées l'an prochain au CIRM.

9. Forum de l'Emploi en Mathématiques

Le 1^{er} *Forum de l'Emploi en Mathématiques*³ aura lieu le 26 janvier 2012 à l'Institut Océanographique à Paris. Les premiers retours concernant l'organisation sont très positifs. Un compte rendu de la journée sera fait. Certains membres du CA font valoir de la nécessité d'informer les lycéens et lycéennes, suite à la tenue du forum.

10. Opération Postes

Le CA vote à l'unanimité le fait que les listes d'auditionnés ou de classés qui seraient retirées du site de l'Opération Postes suite à des demandes d'universités seront diffusées sur le site de la SMAI.

11. Participation à la Fédération Française des Sociétés Scientifiques

La *Fédération Française des Sociétés Scientifiques*⁴ (F2S) a proposé à la SMAI de devenir membre. Pour le CA, l'adhésion doit se faire de façon conjointe avec la SMF et la SFdS.

12. Correspondant de l'EMS au sein de la SMAI

L'EMS a demandé à avoir un représentant au sein de la SMAI, qui ne soit pas nécessairement le président ou la présidente de la SMAI à qualité. Les membres individuels de l'EMS seront consultés pour trouver un volontaire.

²<http://math.univ-lille1.fr/~bbecker/sigma2011/>

³<http://smai.emath.fr/forum-emploi/>

⁴<http://www.f2s-asso.org/>

13. Remplacement d'éditeurs de journaux et de collections

Le CA remercie Grégoire Allaire pour son rôle d'Editeur en chef de *Mathématiques & Applications*. Le CA confie à l'unanimité à Valérie Perrier le rôle d'Éditeur en chef de cette collection, Josselin Garnier, en cours de mandat, restant l'autre Éditeur en chef.

Les Rédacteurs en chefs actuels d'*ESAIM Proc.* ont souhaité mettre un terme à leurs mandats. Le CA les remercie pour leur travail et confie à l'unanimité le rôle d'Éditeurs en Chef de cette revue à Djalil Chafaï, Pauline Lafitte, Tony Lelièvre et Clément Mouhot.

François Murat, vice-président chargé des publications, a informé le CA des actions entreprises par Rida Majhoud, nouvel Éditeur en Chef de la revue RAIRO.

14. Nomination de chargés de mission

Zakaria Belhachmi et Fatiha Alabau ont rejoint la *Commission enseignement*. Violaine Louvet est nommée chargée de mission aux correspondants locaux. Violaine Louvet et Thierry Goudon ont été chargés de rechercher des articles qui pourraient paraître conjointement dans *Matapli* et *Image des Maths*. Thierry Goudon a été nommé chargé de mission à la coordination des actions de la SMAI dans le cadre de l'année internationale *Mathématiques pour la Planète Terre*.

Le CA remercie toutes ces personnes pour leur implication.

15. Classement des journaux mathématiques

L'IMU, en association avec l'ICIAM, souhaite ouvrir une réflexion pour créer un classement des journaux de mathématiques⁵, en vue de lutter contre la manipulation des indices⁶.

Le CA a décidé à l'unanimité d'inciter ses membres à participer au débat en les informant de cette initiative, et de créer une page sur la site de la SMAI où seront déposés les documents relatifs à cette initiative.

⁵<http://www.mathunion.org/journals>

⁶Voir l'article "Nefarious numbers" de D. Arnold & K. Fowler (arXiv:1010.0278v4).

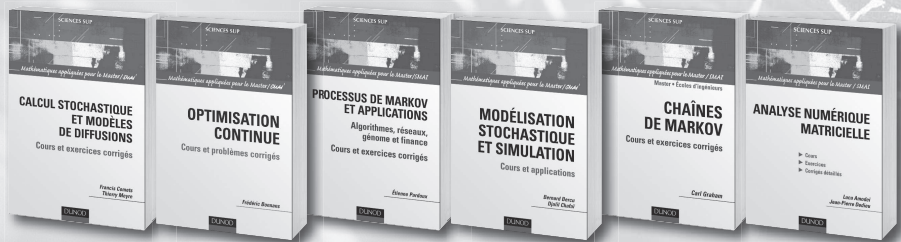
MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES POUR LE MASTER/SMAI

Les ouvrages de la série « Mathématiques appliquées pour le Master/SMAI » s'adressent aux étudiants en Master ou en écoles d'ingénieurs. Adaptés aux nouveaux cursus LMD, ils répondent à une double exigence de qualité scientifique et pédagogique.

La SMAI assure la direction éditoriale grâce à un comité renouvelé périodiquement, et largement représentatif des différents thèmes des mathématiques appliquées. Son ambition est de constituer un ensemble d'ouvrages d'enseignement de référence.

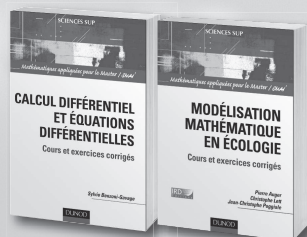
Déjà parus :

- **CALCUL STOCHASTIQUE ET MODÈLES DE DIFFUSIONS**
Francis Comets, Thierry Meyre
- **OPTIMISATION CONTINUE**
Frédéric Bonnans
- **PROCESSUS DE MARKOV ET APPLICATIONS**
Étienne Pardoux
- **MODÉLISATION STOCHASTIQUE ET SIMULATION**
Bernard Bercu, Djalil Chafaï
- **CHAÎNES DE MARKOV**
Carl Graham
- **ANALYSE NUMÉRIQUE MATRICIELLE**
Luca Amodei, Jean-Pierre Dedieu



À paraître en 2010 :

- **CALCUL DIFFÉRENTIEL ET ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES**
Sylvie Benzoni-Gavage
- **MODÉLISATION MATHÉMATIQUE EN ÉCOLOGIE**
Pierre Auger, Christophe Lett, Jean-Christophe Poggiale



www.dunod.com



Note d'information du comité d'experts pour les P.E.S. universitaires 2011 en sections 25-26

communiqué par Josselin Garnier

Depuis 2009 la Prime d'Encadrement Doctoral et de Recherche (P.E.D.R.) a été remplacée par la Prime d'Excellence Scientifique (P.E.S.). L'attribution de la P.E.S. est du ressort des universités, mais à titre transitoire (jusqu'en 2012 inclus) elles peuvent décider de faire appel à un comité national pour l'évaluation et le classement des dossiers des candidats dans chaque discipline. Les membres du comité des sections 25-26 ont souhaité informer la communauté mathématique des principes utilisés lors de cette expertise, tout en préservant comme il se doit la confidentialité des débats. Le texte qui suit vise à indiquer aux candidats les critères d'évaluation des dossiers, et à fournir aux représentants des mathématiques au sein des conseils des établissements, compétents en ce qui concerne l'attribution de la P.E.S., des éléments utiles à la défense des dossiers dont ils seront chargés. Le comité des sections 25-26 s'est réuni les 8 et 9 septembre 2011 à l'I.H.P. Il était constitué de Olivier Biquard, Henri Carayol, Indira Chatterji, Serge Cohen, Pierre Del Moral, Stéphane Descombes, Thierry Gallay, Josselin Garnier (président), Emmanuel Grenier, Vincent Guedj, Olivier Guédon, François Hamel, Yanick Heurteaux, Marc Hoffmann, Alain Joye, Stéphane Labbé, Emmanuel Lesigne, Gilbert Levitt, Dominique Picard, Luc Robbiano, Judith Rousseau, Lionel Schwartz, Sylvia Serfaty, Didier Smets, Emmanuel Trélat, et Emmanuel Ullmo. Remarque : Les P.E.S. pour les chercheurs des organismes de recherche (C.N.R.S., I.N.R.I.A.) font l'objet de procédures distinctes dont il ne sera pas question ici. De plus certains universitaires ont droit d'office à la P.E.S. : membres de l'I.U.F., lauréats de certains prix nationaux ou internationaux.

La mission du comité est de classer les dossiers en trois catégories : A, B et C. Il est du ressort des universités de décider ensuite de l'attribution ou non de la P.E.S. et de son montant. La plus grosse réserve émise par le comité dans ce système est la dissociation entre l'évaluation et la décision d'attribution, dont les modalités varient d'une université à l'autre. La lettre de cadrage du ministère précise : les enseignants-chercheurs dont les dossiers ont été classés A devraient bénéficier de la P.E.S., ceux dont les dossiers ont été classés B pourraient en bénéficier, et ceux dont les dossiers ont été classés C ne devraient pas en bénéficier. Le ministère exige qu'au plus 20% des dossiers soient classés A, et au plus 30% soient classés B. Comme dans les comités des autres sections, le comité en sections 25-26 remplit au maximum ses contingents en A et B. Il semble que la lettre de cadrage soit à

NOTE D'INFORMATION DU COMITÉ D'EXPERTS POUR LES P.E.S. UNIVERSITAIRES 2011 EN SECTIONS 25-26

peu près respectée par les établissements : en effet, en 2010, le taux de satisfaction (proportion de collègues qui ont eu la prime parmi ceux qui avaient candidaté) était de 47% en sections 25-26 (43% toutes sections confondues).

Les dossiers ont été séparés en trois groupes suivant le grade des candidats : maîtres de conférences (MCF), professeurs de seconde classe (PR2), et professeurs de première classe (PR1) ou de classe exceptionnelle (PREX). Comme les années précédentes, le comité a choisi d'appliquer les mêmes proportions de notes A, B et C dans ces trois groupes.

D'une part, ce choix revient à donner un net avantage aux MCF par rapport aux PR2 et aux PR1-PREX. Cette décision a été discutée à nouveau cette année, et le comité a décidé de continuer cette pratique, pour plusieurs raisons, dont la principale est la nécessité de préserver une certaine attractivité des postes pour les jeunes chercheurs en mathématiques. Il faut noter que de très jeunes MCF ont cette année encore été classés A ou B, et que donc ils ne doivent pas hésiter à candidater. De manière générale, il serait très souhaitable que les mathématiciens candidatent largement à la P.E.S. Certains membres du comité ont proposé d'inciter les directeurs de laboratoire en mathématiques à encourager les enseignants-chercheurs de leur unité à candidater aussi largement que possible à la P.E.S.

D'autre part, ce choix d'imposer des quotas égaux aux trois groupes MCF, PR2 et PR1-PREX, qui est propre à la communauté mathématique, a conduit à un niveau d'exigence extrêmement élevé pour les PR2 et encore plus pour les PR1-PREX. Il y a en effet dans ces deux groupes un grand nombre d'excellents dossiers, si bien que l'application des quotas a conduit à noter B des dossiers présentant des recherches de tout premier plan, et en C les dossiers de collègues qui bénéficient d'une très forte reconnaissance internationale. Il est certainement plus difficile d'être classé A ou B pour un PR1-PREX en mathématiques que dans beaucoup d'autres disciplines.

La fiche d'évaluation fournie par le ministère (jointe) précise quatre catégories pour lesquelles des notes A, B ou C sont attribuées à chaque dossier. Ces quatre notes, ainsi que la note globale, sont transmises par le ministère aux universités, et aucune autre information n'est transmise. Ces catégories sont :

- la production scientifique,
- l'encadrement doctoral et scientifique,
- le rayonnement scientifique,
- les responsabilités scientifiques.

L'évaluation est concentrée sur la période de quatre ans qui va du 1er janvier 2007 au 31 décembre 2010. Le comité a considéré que ces quatre catégories n'avaient pas le même poids pour l'obtention de la P.E.S. La production scientifique a joué un rôle prépondérant dans l'évaluation des dossiers. La publication d'articles dans des revues mathématiques les plus sélectives joue un rôle important dans l'évaluation de la production scientifique, la qualité des revues étant plus importante que leur nombre. Néanmoins d'autres facteurs ont été pris en compte.

Le rayonnement a aidé dans certains cas à identifier des dossiers dont l'activité de recherche avait une influence marquante même lorsque les publications étaient faites dans des revues moins connues. Les catégories encadrement doctoral, rayonnement et responsabilités scientifiques ont été prises en compte, en particulier pour les PR2 et pour les PR1-PREX. Le comité a considéré que l'absence d'encadrement doctoral ou de responsabilités administratives dans le dossier d'un PR2 et surtout d'un PR1-PREX était une anomalie qui devait être compensée par une activité scientifique particulièrement brillante. Le comité a considéré qu'il n'était pas du ressort de la P.E.S. de récompenser une activité administrative particulièrement intense mais qu'il était anormal qu'un PR ne prenne pas sa part d'activités administratives. La même règle a été appliquée aux MCF "expérimentés" en activité depuis une petite dizaine d'années au moins.

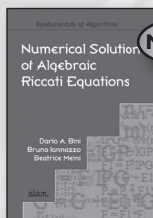
Pour les MCF "jeunes" (dans les six années après le recrutement) le comité a considéré que les catégories encadrement doctoral et responsabilités scientifiques n'avaient en général pas grand sens, ce qui l'a conduit à noter cette catégorie B même pour des dossiers qui ne contenaient que peu d'éléments dans ce domaine, et à ne pas les pénaliser dans l'évaluation globale dans la mesure où ils présentaient une activité de recherche de très haut niveau. Par contre la présence d'éléments (encadrements de M2, co-encadrements de thèse, responsabilité d'un séminaire, etc.) a été appréciée positivement. Pour ces jeunes MCF, l'autonomie acquise par rapport au directeur/travaux de thèse est un élément d'appréciation important.

Comme chaque année, les membres du comité ont fait de leur mieux pour arriver au résultat le plus juste et le plus impartial possible. Néanmoins, les quotas A/B/C imposés ont obligé à des décisions difficiles. Dans ces conditions, être classé C ne doit pas être considéré comme une appréciation négative du dossier par le comité, mais simplement comme le résultat de choix difficiles et fortement contraints. Le comité encourage très fortement les candidats qui n'obtiendront pas la P.E.S. en 2011 à candidater à nouveau en 2012, d'autant plus que la pression dans chaque groupe peut varier d'une année à l'autre. Le comité tient à affirmer que les notes attribuées sont relatives et résultent de l'application de quotas une année donnée dans un groupe donné, et que ces notes ne constituent pas une évaluation absolue de l'activité de recherche. Il attire aussi l'attention des candidats sur la nécessité de donner toutes les informations nécessaires dans le formulaire de candidature et dans le C.V. joint ; les dossiers mal remplis peuvent pénaliser le candidat.

Le comité a appliqué de manière stricte les règles de déontologie de base : aucun membre ne s'est exprimé sur les dossiers des candidats dont il était personnellement proche, de ses collaborateurs ou anciens étudiants, ou sur les dossiers des collègues de son université ou de son laboratoire.

New Titles in Applied Math from **siam**

www.siam.org/catalog



NEW!

Numerical Solution of Algebraic Riccati Equations

Dario A. Bini, Bruno Iannazzo, and Beatrice Meini

Fundamentals of Algorithms 9

This concise and comprehensive treatment of the basic theory of algebraic Riccati equations describes the classical as well as the more advanced algorithms for their solution in a manner that is accessible to both practitioners and scholars.
2012 • xvi + 250 pages • Softcover • ISBN 978-1-611972-08-5
List Price \$69.00 • SIAM Member Price \$48.30 • FA09

Nonlinear Water Waves with Applications to Wave-Current Interactions and Tsunamis

Adrian Constantin

CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics 81

This overview of some of the main results and recent developments in nonlinear water waves presents fundamental aspects of the field and discusses several important topics of current research interest. It contains selected information about water-wave motion for which advanced mathematical study can be pursued.

2011 • xii + 321 pages • Softcover • ISBN 978-1-611971-86-6
List Price \$89.00 • SIAM/CBMS Member Price \$62.30 • CB81

Spectral Numerical Weather Prediction Models

Martin Ehrendorfer

A comprehensive overview of numerical weather prediction (NWP) focusing on the application of the spectral method in NWP models. The author illustrates the use of the spectral method in theory as well as in its application.

2011 • xxvi + 498 pages • Softcover • ISBN 978-1-611971-98-9
List Price \$129.00 • SIAM Member Price \$90.30 • OT124

Computational Optimization of Systems Governed by Partial Differential Equations

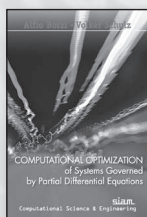
NEW!

Alfio Borzi and Volker Schulz

Computational Science and Engineering 8

This book fills a gap between theory-oriented investigations in PDE-constrained optimization and the practical demands made by numerical solutions of PDE optimization problems. It provides a bridge between continuous optimization and PDE modeling, focusing on the numerical solution of the corresponding problems.

2012 • xx + 282 pages • Softcover • ISBN 978-1-611972-04-7
List Price \$89.00 • SIAM Member Price \$62.50 • CS08



Alternating Projection Methods

René Escalante and Marcos Raydan

Fundamentals of Algorithms 8

This book describes and analyzes all available alternating projection methods for solving the general problem of finding a point in the intersection of several given sets belonging to a Hilbert space. It features several acceleration techniques for every method it presents and analyzes.

2011 • Approx. x + 129 pages • Softcover • ISBN 978-1-611971-93-4
List Price \$60.00 • SIAM Member Price \$42.00 • FA08

The Art of Differentiating Computer Programs: An Introduction to Algorithmic Differentiation

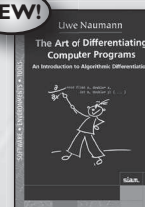
Uwe Naumann

Software, Environments, and Tools 24

This is the first entry-level book on algorithmic (also known as automatic) differentiation (AD), providing fundamental rules for the generation of first- and higher-order tangent-linear and adjoint code.

2012 • xviii + 340 pages • Softcover
ISBN 978-1-611972-06-1 • List Price \$93.00
SIAM Member Price \$65.10 • SE24

NEW!



Taylor Approximations for Stochastic Partial Differential Equations

Arnulf Jentzen and Peter E. Kloeden

CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics 83

This book presents a systematic theory of Taylor expansions of evolutionary-type stochastic partial differential equations (SPDEs). The authors show how Taylor expansions can be used to derive higher order numerical methods for SPDEs.

2011 • xiv + 220 pages • Softcover • ISBN 978-1-611972-00-9
List Price \$77.00 • SIAM/CBMS Member Price \$53.90 • CB83

All prices are in US dollars.

siam.e-books

Does your library have access?
Order today from SIAM!
For full information, please visit
www.siam.org/ebooks

ORDER ONLINE: www.siam.org/catalog

Or use your credit card (AMEX, MasterCard, and VISA): Phone +1-215-382-9800 worldwide • Fax +1-215-386-7999. Or send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKMA12, 3600 Market Street, 6th Floor, Philadelphia, PA 19104-2688 USA. Members and customers outside North America can also order SIAM books through Cambridge University Press at www.cambridge.org/siam.

Nouvelles du CNRS section 01

par Virginie Bonnaillie-Noël et Yann Brenier

Les informations du comité national sont mises à jour sur le site
[http ://cn.math.cnrs.fr/](http://cn.math.cnrs.fr/)

1 Remplacement au comité national

Gaëtan Chenevier et Bertrand Deroin, membres élus du collège B1, ont démissionné. Un avis de vacances a été publié en octobre et 10 personnes ont candidaté pour les remplacer. La section a élu Christophe Cornut, CR1 à l'IMJ et Cyril Houdayer, CR2 à l'UMPA.

2 Session d'automne 2011

Voici un compte-rendu des interventions de Guy Métivier et Patrick Dehornoy lors de la session d'automne du comité national.

Budget 2012 Le conseil d'administration du CNRS se réunit début décembre et le budget 2012 ne sera pas connu avant cette date.

Les prévisions pour 2012 sont difficiles, car le budget global du CNRS serait juste reconduit, avec une masse salariale en augmentation (représentant environ 83% du budget total), ce qui diminuerait d'autant les autres dépenses. L'INSMI espère une diminution de son budget inférieure à la moyenne générale. Il répercuterait la baisse de la façon suivante :

- inférieure à la moyenne en ce qui concerne la dotation de base des laboratoires,
- très inférieure à la moyenne en ce qui concerne les outils transversaux et nationaux (CIRM, IHP, RNBm, Mathrice, MathDoc),
- conforme à la moyenne pour l'international et les GDR,
- plus importante sur les crédits spécifiques (crédits non récurrents des laboratoires : équipements informatiques, bibliothèque, colloques...). Les laboratoires ont d'ailleurs en général assez peu de demandes spécifiques.

UMI (Unités Mixtes Internationales). Ce paragraphe résume quelques échanges avec Pascal Chossat, chargé des relations internationales.

L'INSMI privilégie actuellement les programmes de positionnement "stratégique" sur le long terme. Dans la mesure où il faut faire des choix, c'est sur ces programmes que l'INSMI porte principalement l'effort. En mathématique, le concept

d'UMI ne va pas de soi, il faut l'adapter à la spécificité du milieu. Ce peut être une plateforme de coopération du type "LIA étendu".

Deux nouvelles UMI sont créées à Pise et Montréal dont les directeurs sont respectivement Laurent Habsieger et David Sauzin. L'UMI IFCAM à Bangalore est encore en phase de négociation. Elle constituerait une plateforme destinée à "arroser" l'ensemble des centres en Inde (et en France) qui sont intéressés par les collaborations en mathématiques appliquées. L'INSMI, l'INSIS, l'INP, l'INSU, également l'INRIA, sont d'accord pour être partenaires, ainsi que les universités de Toulouse, de Nice, l'École Polytechnique, l'ENS Paris. L'INSMI attend des financements de tous les partenaires. Par ailleurs, un projet de LIA en mathématiques fondamentales à Chennai est en cours de négociation avec comme porteur David Sinou. Ce projet est soutenu par les 2 fondations de mathématiques. Il aura en fait la même vocation que l'IFCAM mais sera financé côté indien par le National Board of Higher Math, alors que le projet IFCAM sera financé par le Department of Science and Technology du gouvernement indien, dont l'action est plus orientée vers les applications et la technologie.

Les UMI de Santiago du Chili (CMM), Vienne et Eindhoven ont été évaluées lors de la session d'automne par le comité national qui a donné un avis favorable à leur renouvellement.

3 Concours 2012

L'an dernier, le CNRS avait choisi de maintenir l'emploi. Cette année, l'objectif du CNRS est de remplacer en volume global les départs à la retraite. D'après le Journal officiel du 30 novembre, sont au concours les postes suivants :

- 8 directeurs de recherche de 2^e classe (concours 01/01),
- 1 chargé de recherche de 1^e classe (concours 01/02),
- 8 chargés de recherche de 2^e classe (concours 01/03),
- 4 chargés de recherche de 2^e classe sur des thématiques d'interactions des mathématiques avec d'autres disciplines (concours 01/04),
- 1 chargé de recherche de 2^e classe affecté dans un laboratoire relevant de la section 07 : mathématiques pour les sciences de l'information et la communication (concours 01/05),
- 1 chargé de recherche de 2^e classe : mathématiques et diversité génétique, affecté dans un laboratoire à Lyon (concours 01/06),
- 1 chargé de recherche de 2^e classe : modélisation et analyse d'images de matériaux anciens, affecté au laboratoire IPANEMA à Gif-sur-Yvette (concours 01/07),
- 1 chargé de recherche de 2^e classe, affecté dans un laboratoire de mathématiques prioritairement sur les thématiques "image et/ou algorithmique parallèle" (concours 07/06 dont la phase d'admissibilité est gérée par la section 7),
- 1 chargé de recherche de 2^e classe : modélisation mathématique du vivant pré-

férentiellement en lien avec l'imagerie médicale et biologique (concours 43/05 dont la phase d'admissibilité est gérée par la CID 43).

La section 1 reste sceptique sur le double fléchage thématique et géographique et espère qu'il y aura un vivier suffisant pour ces postes d'échange afin de maintenir le niveau du concours.

Par ailleurs, le décret ajoutant une phase de pré-sélection au concours 2012 a été voté. La phase de pré-sélection ne concerne que les concours pour les chargés de recherche. Les concours pour les postes de directeurs de recherche restent identiques.

Pour les concours CR, les pré-sélections sur dossier auront lieu le 16 février 2012. Les auditions des personnes pré-sélectionnées auront lieu le 16 avril 2012 à l'Institut Henri Poincaré à Paris et les délibérations du 17 au 20 avril 2012.

Dans un message adressé aux directeurs de laboratoires, Patrick Dehornoy a insisté sur plusieurs points importants :

Tous les postes, en particulier les postes de DR2, sont ouverts à tous les candidats : étrangers, mais aussi enseignants-chercheurs des universités françaises ; l'INSMI souhaite que le flux entre CNRS et les universités existe dans les deux directions et les enseignants-chercheurs ne doivent donc pas hésiter à candidater.

Tous les postes de DR sont l'objet d'un concours et, à ce titre, doivent correspondre à un véritable projet scientifique accompagné d'une mobilité, qu'elle soit géographique, thématique, institutionnelle, ou fonctionnelle.

Pour ce qui concerne les postes de CR2 profilés "interactions des mathématiques", les projets de recherche devront comporter un volet pluridisciplinaire, et les candidats devront indiquer les partenaires ou les équipes des autres disciplines avec lesquels ils envisagent de collaborer.

Comme l'an passé, il sera demandé aux candidats admissibles d'indiquer (au moins) deux propositions de laboratoires d'affectation, dont au moins un hors de la région Ile-de-France ; il est de l'intérêt des laboratoires, en particulier en province, d'anticiper cette procédure et de chercher à convaincre les candidats de les inclure dans leurs souhaits d'affectation.

Le nombre de chaires n'est pour l'instant pas défini. Il devrait être de l'ordre d'une quarantaine pour le CNRS.

4 Mandat 2012-2016

4.1 Renumérotation des sections

Le conseil d'administration du CNRS a validé un projet d'arrêté fixant la liste des sections du Comité national de la recherche scientifique pour le mandat 2012-

2016. La numérotation de certaines sections sera modifiée en raison principalement de l'ajout d'une nouvelle section. En effet, la section 7 - *Sciences et technologies de l'information (informatique, automatique, signal et communication)* évalue plus de 500 chercheurs et sera donc scindée en deux sections qui seront les futures section 6 - *Science de l'information (fondements de l'informatique, calculs, algorithmes, représentations, exploitations)* et section 7 - *Science de l'information (traitements, systèmes intégrés matériel-logiciel, robots, commandes, images, contenus, interactions, signaux et langues)*. L'ajout d'une nouvelle section et la volonté de laisser les sections regroupées par institut en limitant les modifications de numérotation mènent à la renumérotation de 4 sections, sans en changer le périmètre. Nous aurons alors :

- Section 01- *Interactions, particules, noyaux, du laboratoire au cosmos* : ancienne section 03,
- Section 03 - *Matière condensée : structures et propriétés électroniques* : ancienne section 06,
- Section 30 - *Surface continentale et interfaces* : ancienne section 20,
- Section 41 - *Mathématiques et interactions des mathématiques* : ancienne section 01.

Plusieurs sections changent légèrement leur intitulé sans changer de périmètre. L'INSB (Institut des Sciences Biologiques), regroupant les sections 20 à 28 a proposé une redéfinition complète des périmètre de ses sections.

Les CID (Commissions Inter-Disciplinaires) seraient redéfinies de la façon suivante :

- CID 50 : Gestion de la recherche,
- CID 51 : Modélisation et analyse des données et systèmes biologiques : approches informatiques, mathématiques et physiques,
- CID 52 : Environnements sociétés : du fondamental à l'opérationnel,
- CID 53 : Méthode, pratiques et communication des sciences et techniques,
- CID 54 : Interface des sciences du vivant avec les sciences de la matière et l'ingénierie.

Il y aura donc 41 sections et 5 CID pour le mandat 2012-2016. Les mathématiques seront en dernière position des sections et les mots-clés de la nouvelle section 41 sont :

- Logique et fondations, combinatoire, algorithmique, aspects mathématiques de l'informatique, cryptographie, algèbre, théorie des groupes, théorie des représentations ;
- Théorie de Lie et généralisations, théorie des nombres, géométrie arithmétique, géométrie, géométrie algébrique, géométrie complexe, topologie, analyse, analyse fonctionnelle, analyse harmonique, analyse globale ;
- Systèmes dynamiques et équations différentielles ordinaires, théorie ergodique, équations aux dérivées partielles, physique mathématique, probabilités, statistiques, modèles stochastiques, traitement de données, aspects mathématiques du traitement du signal et de l'image, analyse numérique, calcul scientifique ;
- Théorie du contrôle et optimisation, théorie des jeux ;

- Modélisation et interfaces des mathématiques avec les sciences et la technologie, histoire des mathématiques.

4.2 Élections

Les sections du comité national de la recherche scientifique (CoNRS) renouvellent leurs membres pour le mandat 2012-2016. Les missions du CoNRS et des sections sont décrites aux adresses suivantes :

www.cnrs.fr/comitenational/doc/BrochureCoNRS/BrochureCoNRS2011.pdf

<http://www.dgdr.cnrs.fr/elections/scn/actualites/default.htm>

Les élections se dérouleront selon la procédure déterminée par le décret n°2011 – 676 du 15 juin 2011 et l’arrêté du 15 juin 2011. Le vote a lieu par correspondance. Chacune des 41 sections comprend 21 membres : 7 nommés et 14 élus à raison de 3 membres pour les collèges A1, A2, B1 et C et 2 membres pour le collège B2. Pour les collèges A et B, le scrutin est plurinominal majoritaire à deux tours. Les élections du collège C se font au scrutin de liste à la représentation proportionnelle au plus fort reste.

Les personnels fonctionnaires affectés dans une unité de recherche ou de service propre ou associée au CNRS sont inscrits d’office sur les listes électorales qui sont consultables depuis le 12 décembre 2011. La date limite d’inscription sur les listes électorales ou de réception des demandes de rectifications est fixée au 16 janvier 2012. Les réclamations seront recevables jusqu’au 13 février et les listes électorales rectificatives seront consultables à partir du 17 février 2012.

Les candidatures pour le premier tour des collèges A1, A2, B1 et B2 doivent parvenir avant le 20 février à 12h et avant le 26 mars pour le collège C.

Des informations plus précises sont disponibles sur le site du CNRS :

<http://www.dgdr.cnrs.fr/elections/scn/dispositif/modescrutin.htm>

Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles

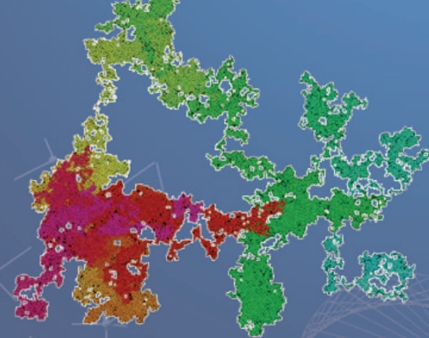
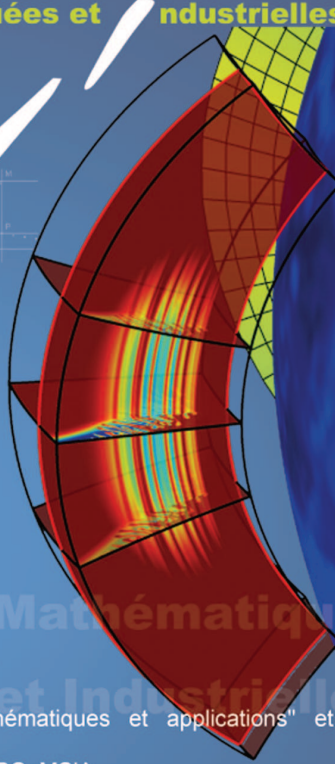
SMAI

Nos objectifs :

- promouvoir la recherche en mathématiques appliquées
- contribuer à la réflexion sur l'enseignement des mathématiques à tous les niveaux
- améliorer les interfaces entre la recherche, l'université et l'entreprise
- intensifier les symbioses entre diverses branches des mathématiques appliquées et les interactions avec d'autres disciplines scientifiques ou technologiques

Nos activités principales :

- édition scientifique : collection de livres "Mathématiques et applications" et "Mathématiques appliquées pour le Master/SMAI"; revues ESAIM : COCV, P&S, Proc. et M2AN; RAIRO:RO; MSIA
- organisation de congrès et de journées industrielles
- en liaison avec le monde industriel, l'école d'été du CEMRACS
- bulletin de liaison Matapli pour nos adhérents
- participation à des actions vers la communauté mathématique et vers le grand public
- actions communes avec des sociétés étrangères de mathématiques appliquées



<http://smai.emath.fr>

SMAI Institut Henri Poincaré
11 rue Pierre et Marie Curie
75231 Paris cedex 05
Tel : 01 44 27 66 61

Bilan des primes d'excellence scientifique (P.E.S.) CNRS 2011

par F. Balestié et P. Dehornoy, INSMI-CNRS

Depuis 2009, les chercheurs CNRS sont éligibles à la prime d'excellence scientifique (PES). Il existe trois niveaux de prime, correspondant respectivement à un montant annuel de 3500€, 7000€, et 10000€. Une partie des primes est attribuée de façon automatique aux récipiendaires de prix et distinctions, suivant une liste fixée par arrêté, tandis qu'une autre partie est attribuée sur proposition des instituts au vu des demandes déposées par les candidats. L'année 2010 a été la première où la procédure complète a été mise en place, et 2011 était donc la seconde.

Déroulement de la procédure, conditions d'éligibilité

L'appel à candidature a été diffusé courant au 1er trimestre 2011. Un comité de (pré)sélection s'est réuni en juin, les décisions ont été prises en octobre, pour mise en place des primes en décembre 2011.

Les dossiers, électroniques et légers, consistent en un formulaire récapitulant l'activité au cours des quatre années précédant la demande, à compléter par un curriculum vitae complet et, le cas échéant, les documents attestant des prix et distinctions.

Tous les chercheurs titulaires peuvent candidater. Il est demandé aux chercheurs ne candidatant pas au titre des prix et distinctions recensées dans la liste jointe en annexe de s'engager à enseigner au cours des quatre années suivantes. La non-acceptation de cette clause entraîne la non-recevabilité du dossier.

En 2011, les demandes étaient traitées en fonction de la section de rattachement au Comité National des chercheurs (et non de l'institut d'affectation). Le nombre de candidatures déposées par les chercheurs dépendant de la section 01 a été de 58, soit 16% d'un effectif total de 367 chercheurs, ou 18% d'un effectif total de 324 si on laisse de côté les 43 chercheurs déjà bénéficiaires d'une PES. Le taux de candidature était de 26% chez les CR2 non déjà bénéficiaires, 14% chez les CR1, 20% chez les DR2, et 25% chez les DR1 et DRCE. Parmi les 58 demandes, les deux tiers (39) étaient des deuxièmes candidatures, tandis qu'un tiers (19) étaient des premières candidatures, dont 10 déposées au niveau CR2.

Sélection des dossiers

Comme en 2010, la section 01 du Comité National de la Recherche Scientifique n'a pas souhaité participer à la sélection. L'examen des dossiers de candidature a été effectué par un comité ad hoc composé de Rémi Abgrall, Marie-Pierre Béal,

Bilan des primes d'excellence scientifique (P.E.S.) CNRS 2011

Philippe Besse, Pascal Chossat, Patrick Dehornoy, François Loeser, Guy Métivier (président), Fabrice Planchon, et Christoph Sorger.

Le comité a constitué une liste ordonnée de propositions tenant compte du cadrage initial de l'enveloppe des primes et de la possibilité de remplacer des primes à 7000€ par un nombre double de primes à 3500€. La décision finale a été en 2011 de n'attribuer que des primes à 3500 €.

Comme en 2010, Les principes retenus pour l'évaluation des dossiers et la constitution de la liste des propositions ont été les suivants :

- priorité forte aux dossiers des chercheurs CR2 entrés au cours des trois dernières années (conformément à une suggestion de la section 01 du Comité National de la Recherche Scientifique),
- dans le cas des CR1, priorité à l'excellence scientifique des dossiers,
- dans le cas des DR, et spécialement DR1 et DR0, priorité aux dossiers qui, en sus d'une activité scientifique excellente, manifestent un fort engagement au service de la collectivité.

Le comité a pris en compte l'ensemble de la situation professionnelle des candidats, et considéré les chercheurs occupant des postes secondaires comme non prioritaires.

La liste finale des chercheurs attributaires de la prime a été décidée par la direction du CNRS à partir de la liste des propositions ci-dessus, dont l'ordre a été intégralement respecté.

Au total, 24 primes à 3500€ ont été attribuées, au titre de la catégorie "niveau élevé d'activité scientifique avec condition d'enseignement". Ceci représente un taux de succès global de 41% des demandes, et de 18% du total des chercheurs non déjà bénéficiaires de la PES.

En termes de grade, la liste des nouveaux bénéficiaires contient

- 9 CR2 (soit 75% des demandes de cette catégorie et 26% des CR2 non déjà bénéficiaires de la PES),
- 6 CR1 (soit 30% des demandes de cette catégorie et 14% des CR1 non déjà bénéficiaires de la PES)
- 4 DR2 (soit 25% des demandes de cette catégorie et 20% des DR2 non déjà bénéficiaires de la PES),
- 5 DR1-DRCE (soit 50% des demandes de cette catégorie et 25% des DR1-DRCE non déjà bénéficiaires de la PES).

En termes de parité homme-femme, la liste des nouveaux bénéficiaires contient 5 femmes, soit 21% du total, à rapporter à un effectif total de 58 chercheuses, soit 16% du total de 367 chercheurs en section 01, et au chiffre de 10 demandes déposées par des femmes ; le taux de succès des candidatures déposées par des femmes a donc été de 50%.

Parmi les 24 nouveaux bénéficiaires relevant de la section 01 (mathématiques), 22 sont affectés dans un laboratoire INSMI, 1 dans un laboratoire INP, et 1 dans un laboratoire INS2I. Ils appartiennent à 21 laboratoires différents, 3 laboratoires se trouvant héberger 2 bénéficiaires. Enfin, symétriquement aux chercheurs rele-

Bilan des primes d'excellence scientifique (P.E.S.) CNRS 2011

vant de la section 01 affectés dans un laboratoire non INSMI, signalons parmi les nouveaux bénéficiaires de la PES un chercheur relevant de la section 07 (informatique) et affecté dans un laboratoire de l'INSMI.

Annexe : Textes légaux régissant la PES

http://www.dgdr.cnrs.fr/drh/carriere/cherch/pes_textes.htm

Décret n° 2009-851 du 8 juillet 2009 instituant la prime d'excellence scientifique

http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=96CAD40C6A10CF81D0A13C3EB900716B.tpdjo07v_3?cidTexte=LEGITEXT000020834429&dateTexte=20101103

Extrait : La prime d'excellence scientifique peut également être attribuée aux chercheurs régis par le décret du 30 décembre 1983 susvisé qui s'engagent à effectuer pendant une période de quatre ans renouvelable, dans un établissement d'enseignement supérieur, un service d'enseignement correspondant annuellement à 42 heures de cours, 64 heures de travaux dirigés ou toute combinaison équivalente. Ce service d'enseignement doit être accompli en priorité dans l'établissement au sein duquel ils effectuent leurs recherches.

Circulaire d'application du 24 juillet 2009 pour la mise en œuvre de la prime d'excellence scientifique dans les EPST

http://media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/dossier_enseignants-chercheurs/20/4/circulaire_PES_EPST_117204.pdf

Liste des distinctions scientifiques mentionnée à l'article 1er du décret du 8 juillet 2009 susvisé :

1. Prix Nobel ; 2. Médaille Fields ; 3. Prix Crafoord ; 4. Prix Turing ; 5. Prix Albert Lasker ; 6. Prix Wolf ; 7. Médaille d'or du CNRS ; 8. Médaille d'argent du CNRS ; 9. Lauriers de l'INRA ; 10. Grand Prix de l'INSERM ; 11. Prix Balzan ; 12. Prix Abel ; 13. Les prix scientifiques attribués par l'Institut de France et ses académies ; 14. Japan Prize ; 15. Prix Gairdner ; 16. Prix Claude Lévi-Strauss.

Vie de la communauté

par Stéphane Descombes

INVITÉS

CMAP, Ecole Polytechnique

Joaquín Fontbona,

Centre de Modélisation Mathématique, Universidad de Chile, Santiago.

De avril à juillet.

Spécialité : Probabilités. *Contacts* : fontbona@dim.uchile.cl

et Sylvie Méléard (CMAP) sylvie.meleard@polytechnique.edu

Frédéri Viens,

Department of Statistics, Purdue University, West Lafayette (USA).

De avril à juillet.

Spécialité : Probabilités. *Contacts* : viens@stat.purdue.edu

et Sylvie Méléard (CMAP) sylvie.meleard@polytechnique.edu

ou Emmanuel Gobet (CMAP) gobet@cmap.polytechnique.fr

LMPA, Université du Littoral, Côte d'Opale

Rentsen Enkhba,

Ecole des Etudes Economiques de l'Université Nationale de Mongolie.

Spécialité : Optimisation et contrôle optimal.

Contacts : bouhamidi@lmpa.univ-littoral.fr

Rozloznik Miroslav,

Institute of Computer Science Public Research Institute - Academy of Science of the Czech Republic.

Spécialité : Algèbre linéaire numérique, analyse numérique.

Contacts : fsalam@lmpa.univ-littoral.fr

Juhl Joricke Burglind,

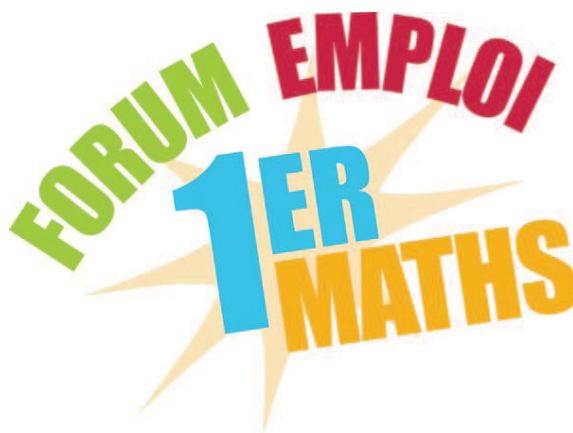
Spécialité : Feuilletages et structures complexes ; Groupes discrets d'automorphismes de la boule complexe. *Contacts* : michel@lmpa.univ-littoral.fr

Leadi Leamid,

Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques de Porto-Novo, Université d'Abomey-Calavi (Bénin).

Spécialité : Systèmes elliptiques quasilineaires, problèmes de résonance, propriétés qualitatives des solutions. *Contacts* : cuestai@lmpa.univ-littoral.fr

Compte rendu du Premier Forum Emploi Mathématiques



COMPTE RENDU DU PREMIER FORUM EMPLOI MATHÉMATIQUES

Le premier Forum Emploi Mathématiques (FEM) s’est tenu le 26 janvier 2012, à l’Institut Océanographique de Paris, à deux pas de l’Institut Henri Poincaré (IHP). Il était organisé par la Société Française de Statistique (SFdS), la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI) et l’Agence Mathématiques en Interaction avec les Entreprises et la Société (AMIES)¹. L’événement, parrainé par le Ministre de l’enseignement supérieur et de la recherche, a reçu le soutien de la Fondation Mathématique Jacques Hadamard, de la Fondation Sciences Mathématiques de Paris, du GdR Math & Entreprises, de l’IHP, du LabEx Bézout, de la Société Mathématique de France (SMF) et plusieurs autres associations.

Le FEM a connu une affluence record : des centaines d’étudiants ou jeunes diplômés, surtout au niveau master et doctorat, se sont inscrits, les représentants des entreprises sollicitées ont répondu volontiers à l’appel, des enseignants chercheurs et des chercheurs de grands organismes se sont massivement déplacés, et le millier de participants a presque été atteint, dépassant les prévisions les plus optimistes des organisateurs.

Ce Forum a permis aux très nombreux étudiants présents et aux enseignants chercheurs de se confronter, certains pour la première fois, au monde de l’entreprise. Etudiants et chercheurs ont ainsi pu aller à la rencontre de quatre-vingt

¹voir l’article présentant le LabEx AMIES dans Matapli 96

Forum Emploi Mathématiques

entreprises, organismes ou laboratoires de recherche. Ils ont également pu assister dans le grand amphithéâtre à des exposés organismes d'orientation ou d'aide à l'insertion des diplômés et entendre des témoignages variés, en particulier d'expériences réussies de thèses CIFRE. Tout était organisé pour permettre aux jeunes de mieux connaître les perspectives offertes par les cursus en mathématiques appliquées ou en statistique (débouchés professionnels de haut niveau, offres de stages, de thèses, de post-doctorats, de CDD ou de CDI, dans le privé comme dans le public) et, pour beaucoup, de proposer leur CV. En conclusion de cette journée s'est tenue une table ronde sur le thème "Mathématiques en entreprise, enjeux, formations et carrières", avec des représentants du monde industriel qui ont su donner une vision des évolutions à venir.

La FEM a été aussi l'occasion pour les participants de découvrir ou de se repérer dans la grande variété des formations en mathématiques, que la toute nouvelle Carte des Masters (<http://masters.emath.fr/>) permet de mieux appréhender.



Cédric Villani.lors de son discours (Photo : E. Goin-Lamourette)

N'oublions pas de signaler, parmi les temps forts du Forum, le discours de Cédric Villani qui, s'adressant aux jeunes mathématiciens et mathématiciennes, a rappelé combien les mathématiques étaient utiles et appréciées, combien les opportunités des études mathématiques étaient riches et combien "dans la vie, ce qui compte, ce sont les rencontres".

Le FEM constitue une réponse concrète aux trois premières recommandations du grand colloque Mathématique A Venir qui s'est tenu fin 2009 à savoir :

- Mieux faire connaître les mathématiques dans la société et leurs débouchés,

- Renforcer l’attractivité de l’école mathématique française,
- Développer les interactions entre les entreprises et les mathématiciens.

Le but de ce compte rendu est de présenter à chaud les grandes lignes de cet événement qui a connu un remarquable succès ! Un autre article, écrit avec plus de recul, et une analyse permettant d’envisager d’éventuels prolongements suivront dans un prochain Matapli.

Génèse

L’idée a été proposée par S. Cordier en réponse à un appel à propositions au sein du CA de la SMAI en février 2011. Elle a ensuite fait l’objet de beaucoup de discussions et d’améliorations, au sein du bureau de la SMAI qui a consulté ses contacts industriels en avril 2011. L’opération ayant recueilli des retours assez positifs, elle a été soumise à approbation par acclamation lors de l’Assemblée Générale de la SMAI, en mai, lors du congrès SMAI à Guidel. Le seuil, fixé à 90 décibels a été dépassé et le projet était alors lancé.

Des discussions durant l’été avec AMIES, le GDR Maths & Entreprises et la SFdS ont permis d’affiner le projet et d’en fixer le format. Il a fallu enfin trouver un lieu disposant à la fois d’espace pour les stands et d’un très grand amphi, l’objectif visé étant de 500 participants. Le choix de l’Institut Océanographique s’est imposé, notamment en raison de sa proximité avec l’IHP, siège des sociétés savantes organisatrices de l’évènement.

Organisation

A partir de septembre, le comité d’organisation s’est constitué et une répartition des tâches s’est rapidement mise en place. Il fallait en effet informer et convaincre les responsables de formations (sollicités en partie grâce à la Carte des masters) et les laboratoires universitaires (grâce à une annonce par G. Metivier à l’ensemble des directeurs de laboratoires le 13 octobre) d’inciter leurs étudiants à s’inscrire et les associer au maximum. Par ailleurs, toute l’équipe, aidée par un mailing initial de la SMAI et la SFDS, a sollicité ses contacts industriels pour que leurs entreprises nous fassent confiance et acceptent de participer à cette opération originale. Le comité d’organisation a travaillé dans une très bonne ambiance, essentiellement par email, téléphone, et visioconférences. La répartition des tâches était la suivante

- Contact responsables formations : Anne Gégout-Petit et Edwige Godlewski,
- Contact entreprises : Nicolas Bousquet et Marie Postel,
- Contact Institutions : Christophe Chalons,
- Coordination : Stéphane Cordier,
- Site web : Pauline Lafitte,

Forum Emploi Mathématiques

- Table ronde : Séverine Demeyer et Bertrand Maury,
- Témoignages : Georges-Henri Cottet et Adeline Samson.

La répartition des tâches, en binômes SFdS et SMAI pour les postes clefs et également entreprise/universitaire pour les contacts industriels a permis une véritable collaboration entre les deux communautés.

De nombreux autres collègues ont donné un sérieux coup de main, en amont ou le jour J : Corentin Audiard, Jean-Francois Babadjian, Servane Bianciardi, Laurent Boudin, Françoise Bouillet, Christian David, Laurent Delsol, Juana Dos-Santos, Huong Fuentes, Frédéric Hecht, Frédéric Lagoutiere, Anne Liger, Robert Longeon, Cécile Louchet, Philippe Parnaudeau, Yohan Penel, Colette Picard, Françoise Prudhomme, Nathalie Regaud, Liliane Ruprecht, Nicolas Seguin, Emmanuel Trélat, Nicolas Vauchelet.

Remercions également les huit étudiants de master (MPE et modélisation) de l’UPMC recrutés pour l’occasion et le personnel de l’Institut Océanographique, Laurence Pécou, Jocelyn Scotto et Jean-Pierre Ybert qui, grâce à leur professionnalisme, nous ont simplifié la tâche au maximum.



Un vrai succès populaire ! (Photo : E. Gouin-Lamourette)

Au total, cette opération a donc mobilisé environ trente-cinq collègues (avec une forte mobilisation des laboratoires LJLL et MAPMO) pour qui ce fût une expérience très enrichissante, et l’occasion d’un travail à la fois collectif et délocalisé. Après avoir travaillé à distance pendant plusieurs mois et échangé d’innombrables emails et coups de téléphone, les présentations ont eu lieu pour beaucoup d’entre nous la veille au soir du Forum en démenageant les tables pour les

stands et en pliant les programmes ! Mais avant le grand jour la pression était progressivement montée. En effet, au départ, malgré un effort de communication de tous les instants dès le mois d’octobre, les inscriptions ont commencé timidement, pour s’accélérer de façon spectaculaire, avec plus de trois cents inscriptions dans la dernière semaine. Il était finalement temps que le forum ait lieu !

Avis aux volontaires qui souhaiteraient participer à l’organisation d’un prochain forum, les bonnes volontés sont bienvenues.

Budget

Le choix initial était que ce forum soit gratuit pour tous les participants (étudiants bien sûr mais aussi intervenants) dans la mesure où, s’agissant d’une première expérience, nous ne voulions pas que des frais d’inscription soient un frein à la participation. Toutes les dépenses ont été mûrement réfléchies, le choix de la restauration des intervenants en particulier a occasionné de véritables conseils de guerre. Le coût total est d’environ 14 Keuros, pris en charge à 80 % par AMIES et le reste par les fondations et le GdR Math & Entreprises, le poste principal de dépenses étant la location du lieu.

Déroulement de la journée

Les participants sont arrivés de façon relativement échelonnée et il n’y a pas eu, sauf peut-être pendant le pic en milieu de matinée, de file d’attente à l’accueil. Certains stands industriels ont été pris d’assaut avec parfois des files d’une vingtaine de candidats attendant de rencontrer les représentants des entreprises, ingénieurs, mathématiciens ou RH. Toutes les entreprises sont reparties avec une pile plus ou moins épaisse de CV dans leur sacoche, plus d’une centaine pour certains. On espère que cela se concrétisera par des embauches d’ici quelques mois.

Les présentations en amphithéâtre ont également suscité un vif intérêt. En donnant des conseils pratiques au niveau master et aussi pour les docteurs (APEC, ABG, etc), en informant sur les différents dispositifs (ANRT) et en montrant de vrais exemples d’insertion que ce soit après un master ou une thèse CIFRE, elles ont permis de motiver certains étudiants, de les aider à franchir le pas et à démarcher concrètement des entreprises. Là encore, les témoignages ont été sélectionnés de manière à représenter un large éventail de débouchés, en statistique, calcul scientifique, etc.

Les premières impressions et les nombreux retours déjà reçus sont très positifs, en particulier des entreprises qui ont particulièrement apprécié la forte participation et la présence nombreuse des collègues des laboratoires académiques. Le FEM cadrerait donc parfaitement avec les missions d’AMIES qui est de mieux faire

se connaître et collaborer le triptyque “entreprises, laboratoires et étudiants”.

Il est trop tôt pour tirer un bilan complet et une enquête a été lancée auprès des participants pour tirer tous les enseignements de cette opération, voir ce qui peut être amélioré et quelles suites il convient de donner. Cela sera l’occasion d’un prochain article dans Matapli !

Programme détaillé des présentations en amphithéâtre

- 10h-11h : Zoom carrières (avec une introduction par G.-H. Cottet)
 - 10h10 : APEC - informations pour les masters par M. Voileau
 - 10h30 : ABG - valorisation de la thèse - après thèse par S. Pellegrin
 - 10h45 : ANRT - informations sur les thèses CIFRE par C. Miranda
- 11h : Intervention de Cédric Villani
- 11h10-13h00 : Témoignages, séquence animée par A. Gégout-Petit et A. Samson avec des thèses CIFRE (S. Demeyer et N. Fischer (LNE), L. Métivier (IFP Energies Nouvelles), Q. H. Tran (IFP Energies Nouvelles)), des expériences variées (J. Tanguy (Danone Research), G. Tandeau de Marsac (INSEE), M. Bobbia (Air Normand), F. Noblet (Distene)), et quelques exemples de métiers du secteur santé (V. Chapalain (Keyrus), A. Vilier (INSERM), et C. Agut (Sanofi-Aventis)).
- 14h-15h : Zoom carrières (avec une introduction par G.-H. Cottet)
 - 14h10 : APEC par M. Voileau
 - 14h30 : Opération Postes / L. Goudenège - postes académiques
 - 14h45 : ADOC / A. Bugnicourt - opportunités pour les docteurs
- 15h-16h30 : Témoignages, séquence animée par E. Godlewski et M. Postel avec des thèses CIFRE (W. Lair et R. Ziani (SNCF), S. Mercier (UPPA), N. Spillane et P. Hauret (Michelin), F. Nataf (LJLL, UPMC)), des expériences variées (C. Agut (Sanofi-Aventis), D. Grancher (CNRS), T. Lapeyre (Safran-engineering) et A. Ambroso (Areva)).
- 17h : Table ronde animée par A. Bugnicourt (Adoc Talent Management) avec Valérie Archambault (Altran Research), Alain Fuser (GDF SUEZ), Fabien Mangeant (EADS et Ecole Centrale de Paris), Christophe Michel (Crédit Agricole CIB), Philippe Ricoux (Total), Gilbert Saporta (CNAM).

Avec l’accueil et l’espace organisateurs, il y avait près de **40 stands** qui ont accueilli au cours de la journée, outre les stands partenaires, Métiers de la statistique, et Carte des masters,

27 Entreprises :

Alcatel-Lucent, Artelys, Boehringer-Ingelheim France, Criteo, Danone Research, Dassault Systèmes, Distene, EADS, EDF R&D, EURODECISION, Ernst & Young, GDF Suez, Keyrus Biopharma, Médiamétrie, Mentor-Graphics, Michelin, Missler Software, Natixis, NOEO, Phimeca, SAFRAN Eng. Services, SAFRAN Morpho,

Saint-Gobain, SAS, SNECMA, Total, Work4labs.

10 Organismes de recherche :

BRGM, CEA Saclay, CNRS-INSMI, IFP Energies nouvelles, INRA, INRIA, INSEE, INSERM, LNE, ONERA.

5 Associations, aide au recrutement :

ABG Intelligence, ADOC Talent Management, ANDES Association nationale des docteurs, ANRT Association nationale recherche technologie (CIFRE), APEC Association pour l’emploi des cadres,

28 Laboratoires de recherche :

Amiens (LAMFA), Angers (LAREMA), Bordeaux (IMB), Caen (LMNO), Chate-nay Malabry (MAS, Ecole Centrale Paris), Grenoble (LJK), Lille (EQUIPPE), Lille (LPP), Lyon (ICJ), Montpellier (I3M), Nantes (LMJL), Orléans (MAPMO), Orsay (LMO), Palaiseau (CMAP, Ecole Polytechnique), Paris (MAP5, Paris Descartes), Paris (LJLL, UPMC), Paris (Ceremade, Paris Dauphine), Paris Est - Marne-la-Vallée (LAMA), Paris Nord (LAGA, Paris 13), Pau (LMA), Reims (LMR), Rennes (IRMAR), Rouen (LMI et GM, INSA), Rouen (LMRS), Strasbourg (IRMA), Tou-louse (IMT), Tours (LMPT), Versailles (LMV, UVSQ).

Il y avait aussi sur ces stands la présence de représentants de nombreuses forma-tions.

Le logo du FEM, réalisé par Mélanie Toto, graphiste à Bordeaux, avec le 1^{er} en-touré des trois mots : Forum, Emploi et Maths, était, comme vous l’avez peut-être remarqué, particulièrement astucieux car

- il s’agissait du 1^{er} **Forum** de ce type, d’envergure nationale, spécifique aux maths de niveau master et plus ;
- ce Forum était destiné à faciliter la recherche d’un 1^{er} **Emploi** ;
- les **Maths** occupent bien évidemment la 1^{re} place (dans la classification d’Au-guste Comte du moins, car au CNRS, la section des maths est passée de la 1^{re} à la dernière place).

Par ailleurs, le FEM était également une 1^{re} action en parfaite collaboration entre les sociétés savantes SFdS et SMAI et le labex AMIES. Vu le succès de cette 1^{re} édition, il faudra certainement trouver un autre logo pour la suite !

Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles

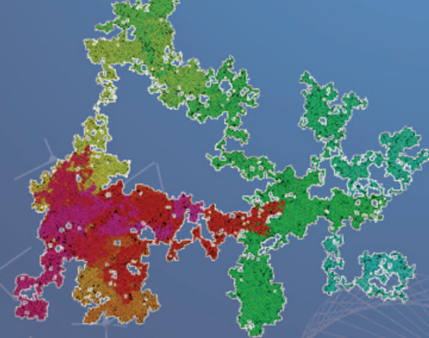
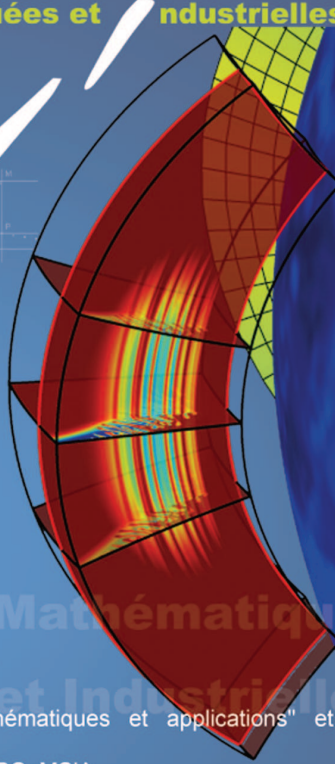
SMAI

Nos objectifs :

- promouvoir la recherche en mathématiques appliquées
- contribuer à la réflexion sur l'enseignement des mathématiques à tous les niveaux
- améliorer les interfaces entre la recherche, l'université et l'entreprise
- intensifier les symbioses entre diverses branches des mathématiques appliquées et les interactions avec d'autres disciplines scientifiques ou technologiques

Nos activités principales :

- édition scientifique : collection de livres "Mathématiques et applications" et "Mathématiques appliquées pour le Master/SMAI"; revues ESAIM : COCV, P&S, Proc. et M2AN; RAIRO:RO; MSIA
- organisation de congrès et de journées industrielles
- en liaison avec le monde industriel, l'école d'été du CEMRACS
- bulletin de liaison Matapli pour nos adhérents
- participation à des actions vers la communauté mathématique et vers le grand public
- actions communes avec des sociétés étrangères de mathématiques appliquées



<http://smai.emath.fr>

SMAI Institut Henri Poincaré
11 rue Pierre et Marie Curie
75231 Paris cedex 05
Tel : 01 44 27 66 61

Opération postes

OPÉRATION POSTES

La diffusion des résultats des délibérations d'un comité de sélection est-elle légale ?

par

Fabrice Melleray

Professeur de droit public à l'Université Montesquieu-Bordeaux IV

La mise en œuvre de la nouvelle procédure de recrutement des enseignants-chercheurs, telle qu'organisée par la loi n°2007-1199 du 10 août 2007 relative aux libertés et responsabilités des universités (LRU) et par le décret n°2008-333 du 10 avril 2008 relatif aux comités de sélection des enseignants-chercheurs, pose de très sérieux problèmes pratiques.

On voudrait ici en signaler un. Il ressort en effet des informations transmises par plusieurs collègues que, dans un nombre significatif d'universités, il est demandé aux membres des comités de sélection de ne pas diffuser les résultats de leurs délibérations, seule la délibération du Conseil d'administration transmettant au ministre le nom du candidat dont il propose la nomination étant le cas échéant susceptible de faire l'objet d'une large publicité.

Les collègues qui ne respecteraient pas cette obligation se rendraient coupables, selon certaines DRH, d'une faute disciplinaire ainsi que d'une infraction pénale (art. 226-13 du Code pénal, relatif à l'atteinte au secret professionnel). De plus, ils feraient peser sur la procédure de recrutement un sérieux risque d'annulation par le juge administratif.

Cette prohibition n'étant affirmée de manière expresse ni dans la loi ni dans son décret d'application, les DRH en cause sont apparemment amenées à développer les arguments cumulatifs suivants :

- Le concours de recrutement est une opération complexe (autrement dit est une somme d'actes juridiques dont chacun conditionne le suivant et permet son intervention) qui a pour terme l'acte de nomination du lauréat (arrêté ministériel pour les maîtres de conférences ; décret du président de la République pour les professeurs) ;
- Les délibérations du comité de sélection ne sont, selon les termes de la loi, que des "avis" (art. L.952-6-1 du Code de l'éducation) et sont donc simplement des

Opération postes

documents préparatoires à une décision administrative en cours d'élaboration. Ils n'entrent ainsi pas dans la catégorie des documents administratifs communicables au sens de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 portant diverses mesures d'amélioration des relations entre l'administration et le public et diverses dispositions d'ordre administratif, social et fiscal ;

– Le principe de confidentialité des délibérations du jury ferait obstacle à ce qu'un de ses membres puisse révéler le résultat desdites délibérations.

Cet argumentaire nous paraît spécieux et ne pas tenir compte du fait que la LRU, ainsi que son décret d'application ici en cause, doivent désormais être lus à la lumière de leur interprétation par le Conseil constitutionnel (Cons. Const., 6 août 2010, déc. n°2010-20/21 QPC) et par le Conseil d'Etat (C.E., 15 décembre 2010, SNESUP-FSU et autres, req. n°316927).

Il ressort en effet de ces décisions que le comité de sélection est le jury du concours de recrutement. Tel est l'état du droit positif.

Il convient donc de traiter les délibérations des comités de sélection de la même manière que les délibérations de tous les jurys de recrutement dans la fonction publique.

Or, il n'est nul besoin d'être un spécialiste de droit de la fonction publique pour constater que dans tous ces concours les résultats sont publiés (sous des formes variées : affichage ; publication en ligne...) avant même que les lauréats aient été nommés.

Autrement dit, le fait que l'opération complexe que constitue le concours ne soit pas terminée n'a jamais été interprété comme signifiant que les résultats doivent rester secrets tant que l'autorité de nomination n'a pas signé l'acte de nomination des lauréats.

Il convient à cet égard de rappeler que tous les jurys de concours disposent uniquement d'un pouvoir de proposition et que l'autorité de nomination n'est jamais dans l'obligation de nommer les lauréats du concours. Elle est simplement tenue, si elle souhaite procéder à des nominations, de nommer des candidats proposés et de respecter l'ordre d'inscription sur une liste de lauréats (dans l'hypothèse où il y aurait plusieurs postes à pourvoir et qu'elle ne souhaiterait en pourvoir que certains).

Ainsi, le fait que le concours soit une opération complexe ne saurait justifier que le secret doive être gardé sur ses résultats jusqu'à la publication des actes de nomination.

Ou alors cela vaut pour tous les concours et on mesure ainsi que cette (prétendue) règle est violée chaque année à propos de centaines de concours...

L'invocation de la loi n°78-753 n'est pas plus convaincante.

Opération postes

Le fait qu'un document n'entre pas dans le champ des documents que l'administration est tenue de communiquer ne signifie évidemment pas a contrario que la diffusion de ce document est illégale. Il existe en effet au moins trois catégories de documents : ceux que l'on doit communiquer ; ceux que l'on peut diffuser ; ceux que l'on est tenu de garder secrets.

Et, une nouvelle fois, si la loi n°78-753 interdit la diffusion des résultats des délibérations des comités de sélection il convient alors d'interdire sur cette même base la diffusion des résultats de tous les concours administratifs tant que les actes de nominations n'ont pas été signés...

Le principe de confidentialité des délibérations des jurys est également utilisé de manière erronée.

Le secret porte non pas sur le résultat de la délibération mais sur le déroulement de cette dernière.

Autrement dit, il est bien sûr interdit de dévoiler la teneur des débats du comité, le partage des votes, etc, mais évidemment pas le choix opéré par ce dernier.

Imaginerait-on d'ailleurs d'interdire à des magistrats, dont le délibéré est secret, de rendre public le sens de leur décision ?

Il apparaît donc que rien ne saurait valablement interdire aux membres d'un comité de sélection de diffuser le résultat de leurs délibérations.

Comment peut-on alors expliquer les réticences, voire les menaces de certaines DRH et de certaines équipes présidentielles ?

Deux éléments cumulatifs semblent pouvoir être avancés.

Le premier est juridique. Les auteurs de la LRU entendaient manifestement faire du Conseil d'administration le jury des concours de recrutement. Telle était très clairement la position du ministère de l'enseignement supérieur (Voir ainsi la circulaire du 9 janvier 2008 et la note du 23 avril 2008 diffusées auprès de toutes les universités).

Pour autant, dès lors que le Conseil constitutionnel et le Conseil d'Etat ont jugé que le comité de sélection est, à l'instar de feu la commission de spécialistes, le jury du concours de recrutement il convient d'en tirer toutes les conséquences et de lui appliquer le même régime juridique que celui valable pour les jurys de concours de recrutement des autres corps de la fonction publique de l'Etat.

Le second est politique. Certains présidents d'universités souhaitent manifestement avoir les coudées franches pour décider des recrutements opérés dans leur établissement. Et il est à l'évidence plus discret, et donc plus aisé, de faire modifier par le Conseil d'administration une liste dont personne n'a eu officiellement connaissance qu'une liste qui a été rendue publique.

On ne saurait bien sûr approuver une telle tentation. Les pouvoirs du Conseil d'administration, ainsi d'ailleurs que le “droit de veto” présidentiel, sont des atteintes aux libertés universitaires qui doivent être entourées de garanties, tant sur

Opération postes

le fond que d’un point de vue procédural. Et, dans cette dernière perspective, la transparence est un sérieux rempart contre l’arbitraire.

Si quelques élus, ignorant parfois tout de la discipline en cause, décident de s’écarter de la proposition formulée par un comité composé pour moitié au moins de collègues extérieurs à l’établissement et en majorité de spécialistes de la discipline, la moindre des choses est que la communauté académique soit informée de cette situation. Mais l’on comprend que les manœuvres locales préfèrent l’ombre à la lumière... Rien pourtant, en droit, n’impose une telle opacité.



Mme Maria J. ESTEBAN
Présidente
Société de Mathématiques
Appliquées et Industrielles
Institut Henri Poincaré
11, rue Pierre et Marie Curie
75231 PARIS Cedex 05

Paris, le 14 décembre 2011

AFF : SMAI / publications concours
N/réf. : 2011/071/PR

Madame la Présidente,

Vous avez soumis à notre expertise juridique, ce dont nous vous remercions, une série de documents portant sur les règles applicables en matière de résultats des concours de recrutement des enseignants-chercheurs en mathématiques organisés sous l'égide des établissements universitaires et scientifiques.

Plus précisément, vous nous avez sollicités aux fins de répondre à des questions ayant trait à la légalité de l'hébergement, par votre serveur Web, du site de l'opération « Postes » qui donne les résultats de l'ensemble desdits concours, comprenant les listes des candidats auditionnés et classés.

Vous nous indiquez que cette pratique se fait avec l'accord implicite de toute la communauté mathématique française ; mais depuis l'année dernière, quelques universités dénoncent votre méthode et vous vous interrogez donc sur les possibilités de pérennisation de la diffusion des résultats ainsi que sur les risques qu'elle induit.

L'argument principal qu'avancent les universités contestataires pour fonder leur critique tient à la prétendue atteinte au caractère secret et confidentiel dont seraient revêtues la procédure de recrutement des enseignants chercheurs et les délibérations des jurys.

Ces universités tentent de justifier leur position de principe en se basant, notamment, sur les textes relatifs à la protection des informations personnelles et à l'impossible communication des actes préparatoires d'une décision administrative.

Elles n'hésitent pas non plus à évoquer, à l'appui de leur démonstration sur l'illégalité de cette pratique, l'obligation de discrétion et de secret professionnels des agents publics et, partant, l'infraction pénale constituée par la diffusion des résultats intermédiaires ; à

4 | BUREL
DREYFUS
MOKHTAR
ROQUET

S.E.L.A.R.L au capital de 8.000 €
24 Rue de l'Echiquier 75010 PARIS - Palais D1337
Fax : 09 59 06 76 57
RCS PARIS n°533 565 677 - SIRET n° 533 565 677 00010 - NAF 6910Z
cabinet@d4avocats.fr



leurs yeux, la violation de ces principes ferait même naître un risque d'annulation contentieuse des concours.

Vous disposez d'éléments de réponse qui, à des degrés divers, valident la diffusion des résultats que vous avez mise en place, même si aucun d'entre eux ne permet de considérer définitivement la pratique comme légale, en particulier :

un Professeur d'Université, de manière assez frondeuse mais bien argumentée, appréhende la pratique que vous avez inaugurée comme légale, quand bien même elle ne repose sur aucun fondement textuel, tout étant question d'interprétation.

Un juge administratif aboutit à des conclusions similaires, même s'il atténue le raisonnement précédent en n'assimilant pas le recrutement des enseignants chercheurs aux concours organisés par ailleurs dans la fonction publique.

Aussi, et eu égard à cette incertitude, avez-vous souhaité disposer d'une analyse objective vous permettant, avec un souci de sécurisation juridique maximale, de continuer à diffuser les résultats de l'ensemble de la procédure sur votre site Internet.

Notre propos ne sera pas de reprendre les analyses dont vous disposez et dont nous ne contestons pas les conclusions, mais d'insister sur la qualification juridique des délibérations du comité de sélection et sur l'existence d'un éventuel statut juridique des opérations préparatoires à la décision de recrutement d'un enseignant chercheur.

2

Les conclusions que nous pouvons en tirer tiennent en deux points :

1. Le comité de sélection étant un jury de concours, la diffusion de ses délibérations est possible, comme pour tout jury, ce que le Conseil d'Etat vient explicitement de reconnaître, par une décision récente (cf. infra).
2. La question de l'identité de l'organe de diffusion – en l'occurrence, ici, le serveur Web hébergeant le site qui donne directement les résultats des concours des sections CNU n°25, 26, 27 et 29 – ne nous paraît pas être essentielle, dès lors que la communication des délibérations d'un jury de concours est de droit.

§ 1 – Les délibérations des comités de sélection, qualifiés de jurys de concours de recrutement des enseignants chercheurs, sont susceptibles de recours juridictionnel et sont nécessairement communicables.

- ❖ La loi n° 84-16 du 11 janvier 1984 portant dispositions statutaires relatives à la fonction publique de l'Etat définit les conditions dans lesquelles doivent être pourvus les emplois civils permanents de l'Etat et de ses établissements publics.



- Les maîtres de conférences et les professeurs sont recrutés par concours ouverts par l'établissement universitaire, en vue de pourvoir un ou plusieurs emplois d'une même discipline parmi les candidats inscrits sur une liste de qualification aux fonctions de maître de conférences ou de professeur, établie par le Conseil national des universités (CNU).
- ◊ Le décret n°84-431 du 6 juin 1984 fixant les dispositions statutaires communes applicables aux enseignants-chercheurs et portant statut particulier du corps des professeurs des universités et du corps des maîtres de conférences, modifié par le décret n°2008-333 du 10 avril 2008 relatif aux comités de sélection des enseignants-chercheurs, détermine, en ses articles 9 et suivants, les règles applicables aux comités de sélection (anciennement commissions de spécialistes), lesquels sont créés par délibération du conseil d'administration selon des règles très précises aux termes desquelles, notamment, leur composition est rendue publique avant le début de leurs travaux.
- ◊ Le comité de sélection examine les dossiers et établit la liste des candidats qu'il souhaite entendre, les motifs pour lesquels leur candidature n'a pas été retenue étant communiqués aux candidats qui en font la demande. Après avoir procédé aux auditions, il délibère sur les candidatures et émet un avis motivé, à la majorité des voix de ses membres.
- ◊ C'est au vu de cet avis émis par le comité de sélection que le conseil d'administration propose le nom du candidat sélectionné ou, le cas échéant, une liste de candidats classés par ordre de préférence, le président ou le directeur de l'établissement ne pouvant modifier l'ordre de la liste de classement, sauf avis motivé.
- Peut-on déduire de la lecture analytique de ces dispositions réglementaires que le comité de sélection constitue le jury du concours de recrutement et, sans pour autant disposer d'un pouvoir décisionnel, prend des « décisions » qui font grief et ont donc vocation à être publiées ? Certes non, mais le Conseil d'Etat a statué depuis et la question n'a plus lieu d'être : les décisions sont contestables par la voie juridictionnelle.
- ❖ Dans la mesure où, par le choix qu'effectue le comité de sélection, l'autorité de nomination voit toujours son pouvoir discrétionnaire limité, il est donc impossible d'appréhender le résultat issu des délibérations du comité de sélection comme un acte préparatoire, car il fait incontestablement grief.
- D'ailleurs, la sélection effectuée par la commission de spécialistes (désormais comité de sélection) est incontestablement susceptible d'être soumise au contrôle du juge administratif, qui vérifie l'existence d'une éventuelle erreur manifeste d'appréciation dans l'analyse du profil scientifique des candidats au poste mis au concours (*CE 12 octobre 2006, n°282148*) : « *considérant que, s'il appartient au juge de l'excès de pouvoir de s'assurer que, dans l'appréciation de*



l'adéquation du profil scientifique du candidat au poste mis au concours, la commission de spécialistes ne commet pas d'erreur manifeste, en revanche, l'appréciation portée par cette commission sur les mérites scientifiques des candidats n'est pas susceptible d'être discutée devant lui ; »

- Certes, cette jurisprudence ne permet pas, à elle seule, d'affirmer que la pratique de la diffusion des résultats des délibérations des comités de sélection est légale. Pour autant, elle est riche d'enseignements sur la « valeur juridique » que donne le juge administratif aux résultats du comité de sélection, lesquels sont ainsi susceptibles d'être soumis à son contrôle, ce qui semble justifier leur diffusion. Et il est impossible, à cet égard, de se réfugier derrière les dispositions de la loi de 1978 relatives à la communication des documents administratifs pour en déduire que les avis du comité de sélection, pour n'être pas des « décisions » au sens juridique du terme, ne seraient pas communicables. Certes, l'administration n'est pas tenue de les communiquer, au sens de la loi. Pour autant, cela ne signifie pas qu'il est interdit de les diffuser.
- ❖ En tout état de cause, le comité de sélection est plus qu'un « organe consultatif » dont le juge administratif contrôle les délibérations, notamment au titre de l'impartialité dont il doit faire preuve (*CE 13 novembre 1989, n°73896 et 89953 / CE 26 janvier 2007, Mme A., n° 280955*), car leur illégalité rejait sur celles de l'organe décisionnaire, en l'occurrence le conseil d'administration (*R. Chapus, Droit du contentieux administratif, Montchrestien, 2006, n° 1251 et s.*).
- Aucune règle de droit ne fixe une quelconque interdiction de publier les résultats d'un jury, la seule obligation de secret étant imposée aux débats qui ont précédé le choix effectué. Mais tel n'est pas l'objet des diffusions opérées par le site Internet que vous hébergez.
- Le Conseil d'Etat a confirmé récemment la qualification juridique des comités de sélection, assimilables à celle des anciennes commissions de spécialistes : ils ont la qualité de jury et il leur incombe de choisir le ou les candidats présentant des mérites, notamment scientifiques, suffisants. C'est au vu de l'avis motivé émis par le comité de sélection que le conseil d'administration siégeant en formation restreinte – qui n'a pas, lui, la qualité de jury – décide des propositions à transmettre au ministre, en jugeant l'adéquation des candidatures à la stratégie de l'établissement, mais sans pouvoir remettre en cause l'appréciation des mérites scientifiques des candidats retenus par le seul comité de sélection (*CE 15 décembre 2010, n°316927 / CE 9 février 2011, n° 317314 et 329584*).



§ 2 – Les délibérations des comités de sélection doivent pouvoir être publiées, au même titre que celles des jurys de concours auxquels elles sont assimilées par la justice administrative.

- ❖ En l’absence de règles imposant des modalités de proclamation des résultats, l’autorité organisant le concours est libre de choisir le mode de diffusion des résultats (télématique, électronique, affichage,...).
- Une notification individuelle des résultats à chacun des candidats et une publicité suffisante aux tiers sont nécessaires pour faire courir les délais de recours contentieux (*CE 27 mars 1987, M. Simon*) et assurer la sécurité juridique de ces résultats.
- La publication par serveur télématique d’une liste de candidats admissibles à un concours n’a pas été considérée comme une mesure de publicité suffisante susceptible de faire courir les délais de recours à l’égard des tiers (*CE 18 février 1994, Ministre de l’éducation nationale c/ Wrobel*).
- Seule la délibération du jury est créatrice de droit et est susceptible d’être contestée (*CE 2 mars 1960, Picard*). Le procès verbal doit être daté et signé par le président du jury qui l’arrête dans sa forme définitive. Le document affiché ne doit comporter aucune rature non contresignée par le président du jury.
- ❖ De ces quelques principes jurisprudentiels classiques, on peut tirer une conséquence à incidence directe sur les questions que vous nous posez, quand bien même, en l’espèce, le rôle du comité de sélection est particulier : les délibérations d’un jury de concours – puisque c’est ainsi que doit être qualifié, incontestablement, le comité de sélection – doivent être publiées.
- Certes, contrairement aux autres concours organisés dans la fonction publique, qu’elle soit d’Etat, territoriale ou hospitalière, les concours de recrutement des enseignants chercheurs ne présentent pas la même nature. Nous suivrons ici volontiers la position défendue par le juge administratif dans ses réflexions sur la question.
- Pour autant, dès lors qu’un comité de sélection est un jury de concours, la publication du classement opéré s’impose, et ce nonobstant le fait qu’il ne transmet qu’un avis. La fin du concours, c’est la publication des résultats du jury : en ce sens, il est impossible d’appréhender comme illégale la diffusion du classement issu des délibérations du comité de sélection, quand bien même elle serait antérieure à la publication officielle.
- Mais ici, il ne saurait être question de publication officielle, dans la mesure où le comité de sélection n’est pas, juridiquement, l’organe qui effectue le choix, pas plus, d’ailleurs, que le Conseil d’administration n’est l’autorité de nomination. Aussi, en publiant les listes des candidats classés par les comités de sélection,



vous vous mettez sûrement en situation de heurter des susceptibilités, mais pas de courir un risque juridictionnel.

- Pour ce qui est de la publication de la liste des auditionnés, on ne voit pas en quoi une telle diffusion serait illégale, et ce quelle que soit la personne qui y procède. Ou alors, cela revient à considérer que les comités de sélection auraient éliminé a priori certains candidats, hors de toute considération objective.
- ❖ La question doit donc désormais être sérieuse autour de l'identité de la personne habilitée à communiquer les délibérations du jury de concours de recrutement des enseignants chercheurs.
 - Autant l'on peut comprendre le raisonnement consistant à dissocier un concours de recrutement classique de celui qui prévaut pour les enseignants chercheurs (avec déphasage entre classement, choix et nomination, qui émanent de trois entités différentes), autant les conséquences qu'en tirent les universités contestataires nous paraissent totalement infondées.
 - Il faut retenir dans un premier temps – et si l'on part du postulat que la diffusion serait irrégulière, ce qu'elle n'est pas –, que, sauf à considérer que preuve serait apportée du rôle joué par un des membres du comité de sélection dans la diffusion « sauvage » de la liste de classement, les risques de sanction disciplinaire, voire d'infraction pénale allégués dans les courriers desdites universités, ne résistent pas à l'analyse juridique. C'est en effet sous l'égide de la SMAI et/ou du site Internet qu'elle héberge que la publication a lieu et, a priori, le lien avec un enseignant chercheur « coupable » d'avoir divulgué les résultats paraît difficile à établir.
 - Dans un deuxième temps – et quand bien même une telle diffusion serait condamnable, non pas dans son principe car il s'agit de communiquer les résultats des délibérations d'un jury de concours de recrutement, mais dans son « timing » –, on imagine mal quel préjudice pourraient invoquer les universités concernées pour introduire une action contre l'association et/ou le site Internet, dès lors qu'aucune infraction pénale n'est constituée et que la menace de la sanction disciplinaire à l'encontre des fonctionnaires n'est absolument pas pertinente.
 - Dans un troisième temps, enfin – et pour sortir du cadre juridique qui ne nous permet que de vous faire part d'une interprétation, logique, de textes muets sur la question –, il nous semble indispensable de retenir que la pratique que vous avez inaugurée depuis quelques années va dans le sens de la transparence dont l'administration est censée faire preuve dans l'édiction de ses décisions. On voit donc mal en quoi la diffusion du classement des candidats avant le choix effectué par le conseil d'administration en formation restreinte pourrait être une source de contentieux risqué pour la SMAI, et/ou pour le site Internet qu'elle héberge, et un moyen d'annulation des résultats des concours de recrutement.



Telles sont, en l'état, les remarques analytiques que nous sommes en mesure de vous fournir.

Restant naturellement à votre écoute pour tout échange, je vous prie d'agréer, Madame la Présidente, l'expression de ma considération distinguée.

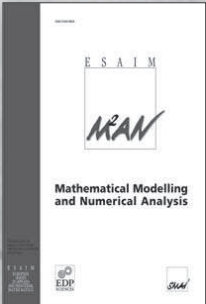
D4 Avocats Associés

Philippe ROUQUET
Avocat à la Cour, Associé
Spécialiste en Droit Public

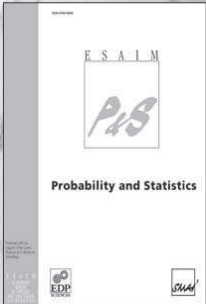
7



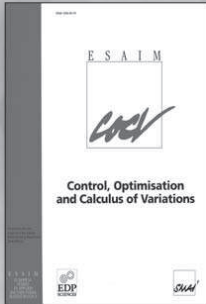
Mathematics



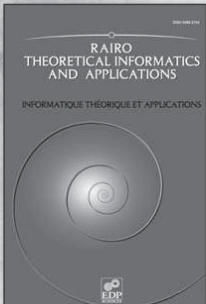
www.esaim-m2an.org



www.esaim-ps.org



www.esaim-cocv.org



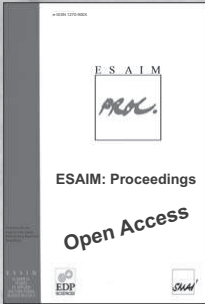
www.rairo-ita.org



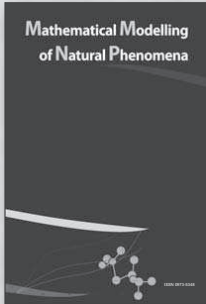
www.rairo-ro.org



www.quadrature-journal.org



www.esaim-proc.org



www.mmnj-journal.org

www.edpsciences.org

Comptes rendus de manifestations

COMPTE-RENDU DES JOURNÉES LIONS-MAGENES

(PARIS, 14 ET 15 DÉCEMBRE 2011)

par François Murat¹



Les Journées Lions-Magenes ont été organisées le mercredi 14 et le jeudi 15 décembre 2011 à Jussieu par le Laboratoire Jacques-Louis Lions (LJLL) et l'Istituto di Matematica Applicata e Tecnologia Informatica Enrico Magenes (IMATI Enrico Magenes).

Ces deux laboratoires, fondés à la fin des années 1960, l'un à Paris par Jacques-Louis Lions sous le nom de Laboratoire d'Analyse Numérique, et l'autre à Pavie par Enrico Magenes sous le nom de Laboratorio di Analisi Numerica, ont chacun pris le nom de leur fondateur respectif après la disparition de celui-ci. Les Journées étaient organisées à l'occasion du premier anniversaire de la disparition d'Enrico Magenes, survenue le 2 novembre 2010, et du dixième anniversaire de la disparition de Jacques-Louis Lions, survenue le 17 mai 2001. Elles faisaient suite au congrès "Analysis and numerics of partial differential equations in memory of Enrico Magenes" organisé à Pavie les 2, 3 et 4 novembre 2011.

Par ces Journées, les deux laboratoires entendaient célébrer les relations scientifiques et de profonde amitié qu'entretenaient leurs fondateurs, et mettre en valeur leurs descendance mathématiques et les relations profondes qui unissent les écoles qu'ils ont fondées.

Les Journées étaient centrées sur les jeunes : chaque journée commençait par un exposé d'une heure donné par un "senior" (si l'on peut utiliser ce mot dans le cas présent, puisqu'il s'agissait d'Annalisa Buffa de l'IMATI Enrico Magenes le mercredi 14, et de Didier Smets du LJLL le jeudi 15), suivi de 8 exposés d'une

¹Laboratoire Jacques-Louis Lions, UMR 7598, Université Pierre et Marie Curie

demi-heure chacun donnés par des "juniors" (et là le mot est le bon, puisqu'il s'agissait de jeunes docteurs ou de doctorants issus des deux laboratoires ou descendants en ligne directe de Lions ou de Magenes), alternativement un italien et un français. La parité n'était par contre pas respectée pour ce qui concerne les sexes, puisque sur 18 conférenciers, 7 seulement étaient des femmes et 11 des hommes. Outre ces 18 exposés, 10 posters présentés pendant les pauses café ont permis à d'autres jeunes de faire connaître leurs travaux, au cours de discussions parfois fort animées.

Les Journées ont eu lieu dans l'amphi 15 du campus Jussieu de l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC Paris VI) et ont rassemblé près de 200 participants. Les détails du programme (titres, résumés et pdf des exposés, résumés des posters) figurent sur le site web du congrès

<http://www.ljll.math.upmc.fr/Journees-Lions-Magenes>

Ce site comprend aussi une page donnant la liste des principaux articles et livres écrits en commun par Lions et Magenes, et des liens sur les congrès organisés en juillet 2002 à la mémoire de Jacques-Louis Lions et en novembre 2011 à la mémoire d'Enrico Magenes.

L'organisation des Journées a été rendue possible par les contributions financières de la Faculté de mathématiques de l'UPMC, de la Fédération de recherche Mathématiques Paris Centre, de l'Ecole doctorale de Sciences Mathématiques Paris Centre, de l'INRIA, de l'Université Paris Diderot Paris 7, du CNRS et de l'UPMC (qui a en particulier mis à la disposition des organisateurs la salle où a eu lieu le cocktail). Les Journées Lions-Magenes avaient reçu le patronage de la SMAI.

JOURNÉES EN L'HONNEUR DE GEORGE PAPANICOLAOU

(PARIS, 1^{er} ET 2 DÉCEMBRE 2011)

par Marie Postel²

A l'occasion de la remise du diplôme de Docteur Honoris Causa de l'Université Paris Diderot au Professeur George Papanicolaou (Stanford University), dont l'éloge rédigé par Josselin Garnier se trouve à la suite de cet article, le Laboratoire de Probabilités et Modèles Aléatoires (LPMA) et le Laboratoire Jacques-Louis Lions (LJLL) ont organisé deux demi-journées d'exposés scientifiques, le matin du 1er décembre à Chevaleret et l'après-midi du 2 décembre à Jussieu.

Ces deux séries d'exposés présentés pour une grande part par des anciens ou actuels co-auteurs de George ont permis de balayer une partie de ses thèmes de recherche. Nonobstant l'exposé d'Yves Achdou sur une méthode numérique pour les jeux à champs moyens, la première matinée au LPMA à Chevaleret fut principalement consacrée à des applications des mathématiques financières : une méthode numérique pour calculer des stratégies de gestion de fonds alternatifs par

²Laboratoire Jacques-Louis Lions, UMR 7598, Université Pierre et Marie Curie, <http://www.ljll.math.upmc.fr/postel>

Comptes rendus de manifestations

Mathieu Rosenbaum, un exposé d'Emmanuel Gobet sur le calcul de prix d'options, et enfin une explication du comportement du prix d'une option près de la date d'expiration par Marco Avellaneda.

La cérémonie officielle de remise des diplômes de Docteur Honoris Causa dans un amphi de l'université Paris-Diderot sur le site des Grands Moulins fut l'occasion d'entendre un résumé des travaux de George Papanicolaou par Josselin Garnier, un des ses principaux co-auteurs. Dans sa réponse, George fit passer à la fois son amour de la France et son attachement aux mathématiques appliquées. Nous eûmes en même temps le privilège d'entendre l'éloge et le témoignage de savants d'autres disciplines scientifiques et des sciences humaines ainsi qu'un discours émouvant par l'écrivaine Tasmina Nasreen, en exil de son pays d'origine le Bangladesh depuis dix-huit ans. Les discours des six diplômés ainsi que les éloges prononcés par des collègues de l'université Paris-Diderot ont été filmés et sont disponibles sur le site web

<http://www.univ-paris-diderot.fr/Mediatheque/spip.php?article245>

L'après-midi au LJLL à Jussieu fut consacré au traitement du signal et à la propagation d'ondes, un autre thème important dans les activités de recherche de George Papanicolaou. Le premier exposé par Stéphane Mallat présenta une méthode de classification par diffusion invariante. André Nachbin montra ensuite une modélisation et des simulations numériques de propagation d'ondes non linéaires dans des milieux "compliqués" tels que la baie de Rio... Mark Asch et Chrysoula Tsogka présentèrent finalement deux méthodes d'imagerie, le premier utilisant les techniques du contrôle pour restituer de petites imperfections, tandis que la deuxième s'attaque au contraire à des signaux ayant traversé des milieux comportant de fortes hétérogénéités.

Ces festivités s'achevèrent autour d'un verre de champagne.

Tous les diaporamas des exposés sont disponibles sur le site web

<http://www.ljll.math.upmc.fr/Journees-Papanicolaou/>

George Papanicolaou, un modèle de chercheur en mathématiques appliquées

Par Josselin Garnier³

George Papanicolaou a vu le jour en Grèce en 1943. Il a obtenu sa thèse de mathématiques en 1969 à l'université de New York. Il a passé la première partie de sa carrière au Courant Institute, puis il a rejoint la Californie et l'université de Stanford en 1993. Il y est titulaire de la chaire Robert-Grimmett depuis 1997. George Papanicolaou a reçu de nombreux prix, dont le prix Von-Neumann en 2006 et le

³Laboratoire de Probabilités et Modèles Aléatoires et Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris-Diderot, <http://www.proba.jussieu.fr/~garnier/>

Comptes rendus de manifestations

prix William-Benter en 2010. Il a reçu le titre de Docteur Honoris Causa de l'Université Paris-Diderot le 1er décembre 2011.

Par ses nombreuses contributions scientifiques, George Papanicolaou a marqué durablement les mathématiques appliquées et les applications des mathématiques. Il impressionne par la variété des domaines sur lesquels il a travaillé. Ses travaux de recherche ont contribué notamment au développement de méthodes analytiques et stochastiques et de leurs applications pour l'étude d'une gamme très étendue de problèmes concernant la géophysique, les sciences des matériaux, la mécanique des fluides, le traitement du signal et la finance. En considérant des problèmes de propagation d'ondes et de transport dans des milieux complexes ou aléatoires, il a pris conscience de l'importance du caractère multi-échelles de ces phénomènes, et il a développé des outils adaptés à la croisée de l'analyse des équations aux dérivées partielles et de l'analyse stochastique. Il a sans cesse tenu le pari difficile des mathématiques appliquées : développer des théories mathématiques rigoureuses, en assurer le transfert jusqu'aux applications, développer une appréciation unique des nouveaux outils à inventer, et les mettre en oeuvre.

Plusieurs faits marquants jalonnent son parcours de chercheur : George Papanicolaou a participé à la création et a développé l'analyse mathématique des propriétés effectives de matériaux hétérogènes. Cette théorie, nommée "homogénéisation", est un exemple frappant qui montre comment une analyse mathématique pointue peut contribuer à des applications concrètes dans l'étude des matériaux composites. Il a travaillé sur ce sujet parfois seul, ou bien avec Raghu Varadhan, ou bien encore avec des mathématiciens français qu'il a commencé à fréquenter à l'époque, tels qu'Alain Bensoussan et Jacques-Louis Lions. Ses travaux ont produit des ouvrages qui sont devenus des classiques et des collaborations qui se perpétuent à travers les générations. George Papanicolaou s'est aussi énormément investi dans l'analyse multi-échelles des équations stochastiques qui interviennent en propagation des ondes en milieux complexes, en mathématiques financières et en traitement de données. Plus récemment il a produit des contributions remarquables au sujet du retournement temporel des ondes en milieux aléatoires. Ces développements ont profondément renouvelé ce domaine et ont conduit à des développements de méthodes originales en imagerie. Il s'intéresse aujourd'hui à des problèmes de propagation d'incertitudes et de risque systémique dans des systèmes complexes.

George Papanicolaou a formé de nombreux étudiants et doctorants, il leur a communiqué sa vision des mathématiques appliquées et ils ont, à leur tour, profondément marqué leur domaine. Il est un exemple pour plusieurs générations de mathématiciens. Par son charisme, sa générosité et son ouverture d'esprit, il conduit la communauté mathématique vers des chemins encore inexplorés. Décidément, George Papanicolaou est un modèle à suivre.

SECONDE SEMAINE D'ÉTUDE "MATHÉMATIQUES ET ENTREPRISES"

(LYON, 28 NOVEMBRE – 2 DÉCEMBRE 2011)

La seconde Semaine d'Étude « Mathématiques et Entreprises » s'est tenue à l'université Lyon 1 du 28 novembre au 2 décembre 2011 à l'initiative du GDR « Mathématiques et Entreprises » (<http://www.maths-entreprises.fr>) et d'AMIES (<http://www.agence-maths-entreprises.fr>). Quatre industriels sont venus présenter le premier jour des sujets de recherche ouverts et variés, sur lesquels ont accepté de travailler 24 doctorants venus de 14 établissements de recherche (universités, écoles normales, écoles d'ingénieur, INRIA), répartis en quatre groupes. La répartition s'est faite en fonction des intérêts des doctorants mais aussi avec le souci de maintenir un équilibre entre les groupes.

Le premier sujet, proposé par André Augé (responsable de la Cellule Suivi Technique de Rio Tinto Alcan), portait sur la meilleure façon d'« Anticiper la formation de défauts sur les anodes des cuves à électrolyse utilisées pour fabriquer l'aluminium » en utilisant des courbes temporelles représentant des mesures très variées (composition chimique du bain électrolytique, température, variations du courant, type de carbone utilisé, anodes où des anomalies se sont formées, etc.). Le sujet relevait essentiellement des statistiques et nécessitait une identification délicate de corrélations dynamiques, de liens de causalité, de variables significatives et de phénomènes de seuil.

Le second sujet, intitulé « Analyse de grands volumes de données en grande dimension » a été proposé par Philippe Saadé (directeur général et fondateur de Picviz Labs). L'une des applications visées est l'analyse des « journaux d'événements » correspondant au trafic sur un réseau informatique de grande taille dans l'optique d'identifier un éventuel piratage. Les techniques classiques d'analyse de données étant inopérantes sur un tel volume de données, il s'agissait donc de réfléchir à des techniques simples et efficaces pour extraire des informations sur la géométrie des données, afin de pouvoir détecter des singularités. C'était sans doute le sujet le plus prospectif et le plus ouvert qui a amené les doctorants à s'interroger sur ce que peuvent être les notions correctes de géométrie locale ou globale pour des données discrètes.

Le troisième sujet, qu'est venu présenter Emmanuel Prouff (responsable de la recherche en cryptographie et sécurité chez Oberthur), avait pour titre « Points d'intérêt dans des courbes liées à un calcul cryptographique et implémentation en boîte blanche d'algorithmes cryptographiques ». Il portait sur des problèmes qui intéressent la recherche actuelle en cryptographie, notamment l'identification de points d'intérêt dans des courbes de consommation que pourraient utiliser des attaquants pour obtenir des données secrètes, mais aussi l'étude de mécanismes d'implantation d'algorithmes cryptographiques (tels que des algorithmes de chiffrement par exemple) qui permettent de cacher dans le code les secrets de l'algorithme (comme sa structure et/ou ses clefs de chiffrement) de sorte que leur extraction soit difficile pour une personne qui aurait un accès total à ce code obfusqué.

Comptes rendus de manifestations

Le quatrième sujet a été proposé par David Garcia (responsable de la Business Unit Conception et Simulation du PEP - Centre technique de la plasturgie). Intitulé « *Procédé d'Injection Moulage des thermoplastiques : analyse de courbes temporelles et modélisation numérique* », il comportait deux parties distinctes : une première partie portait sur l'analyse de mesures obtenues à l'aide de capteurs disposés en différents endroits du procédé indiquant notamment la température, la pression et le flux thermique. Il fallait comprendre les corrélations entre ces mesures et les données « qualité » de l'objet obtenu (dimension, poids, etc.). C'est le second thème de recherche qui a davantage attiré les doctorants : la modélisation numérique de la phase dynamique du procédé d'injection moulage, qui comporte trois régimes d'écoulement très distincts.

Après la présentation des sujets le lundi par les industriels, chaque groupe a travaillé de manière très autonome et très libre du mardi au jeudi, dans une ambiance chaleureuse. L'objectif de ces Semaines d'Étude « Mathématiques et Entreprises » n'est pas d'organiser une recherche essentiellement encadrée par des chercheurs expérimentés, mais au contraire de confronter des doctorants avec des problématiques qui ne correspondent pas nécessairement à leur sujet de recherche et de leur laisser toute latitude pour explorer des pistes nouvelles. Il n'est cependant pas non plus question de les laisser complètement livrés à eux-mêmes et ils ont pu compter sur l'aide précieuse de plusieurs chercheurs, notamment Gabriela Ciuperca (Lyon 1), Régis Monneau (ENPC), Thierry Clopeau (Lyon 1), Jean-Louis Nicolas (Lyon 1), Didier Auroux (Nice), ainsi que des représentants du GDR « Mathématiques et Entreprises », Bertrand Maury (Orsay), Jean-Marc Couveignes (Bordeaux) et Sylvain Faure (Orsay). Les industriels ont quant à eux parfaitement joué le jeu de cette recherche prospective et accepté très volontiers d'interagir avec les doctorants tout au long de la semaine.

La journée du vendredi a été consacrée à la présentation des pistes explorées par les doctorants. Nous avons trouvé réjouissant de constater qu'en si peu de temps les doctorants aient pu identifier et suivre des pistes souvent prometteuses qui ont beaucoup intéressé les industriels. Le bénéfice de cette semaine est très clair pour les doctorants : ils ont pu découvrir de nouveaux problèmes motivés par des questions industrielles réelles et s'y attaquer à l'aide de techniques mathématiques qui leur étaient souvent nouvelles et qu'ils ont dû s'approprier. Les échos par ailleurs très positifs que nous avons eus émanant des industriels confirment que le dialogue peut être fécond entre industriels et chercheurs académiques. Tout comme lors de la première édition, cette seconde Semaine d'Étude « Mathématiques et Entreprises » fut de ce point de vue une réussite.

Afin de poursuivre ces rencontres fructueuses pour tout le monde, nous invitons tous les directeurs de thèse et les directeurs de laboratoire à envoyer leurs doctorants, quel que soit leur sujet de recherche, à la prochaine édition de la Semaine d'Étude « Mathématiques et Entreprises » qui se tiendra à Toulouse du 4 au 8 juin 2012.

Les personnes intéressées par le projet d'organiser dans leur laboratoire une Se-

maine d’Étude « Mathématiques et Entreprise » sont invitées à nous contacter.¹
Pour le bureau du GDR « Mathématiques et Entreprises »,
Simon Masnou.

RENCONTRE MATH-INDUSTRIE
VOILE ET INNOVATION MATHÉMATIQUE
par Eric Jacquet-Lagrèze²

En quelques décennies, les progrès réalisés dans la conception et la fabrication des bateaux à voile, l’un des moyens de transport les plus anciens du monde, ont été considérables. La XV^{me} rencontre Math-Industrie qui a rassemblé plus d’une centaine de participants, dont une quarantaine d’industriels, a permis d’en prendre conscience de façon vivante sous le parrainage et avec la participation active de Michel Desjoyeaux, deux fois vainqueur du Vendée Globe. Rappelons qu’il s’agit de l’une des épreuves les plus difficiles de la course au large, car elle consiste à faire une course autour du monde sans escale et en solitaire. Une autre épreuve mythique illustrant la course au progrès et à l’innovation, est le trophée Jules Vernes lancé il y a dix ans. Faire le tour du monde sans escale mais en équipage cette fois, le plus rapidement possible et bien sûr tels Phileas Fogg et son fidèle serviteur Jean Passepartout, en moins de quatre-vingt jours. Si Bruno Peyron a pu réaliser le premier trophée en soixante dix-neuf jours, dix ans plus tard son frère Loïck vient tout juste de ramener le record à quarante cinq jours sur son trimaran géant Banque Populaire V.

Le 9 décembre, la journée a débuté par un film mettant la communauté des mathématiciens dans l’ambiance du Vendée Globe et de la course au large. Puis les participants ont pu écouter des industriels et des points de vue plus académiques donnant leur vision sur la conception des carènes, celle des voiles, sur l’optimisation de la production des bateaux de plaisance, et enfin sur le routage optimal compte-tenu des dernières prévisions météo. Les discussions qui ont suivi chaque atelier et celles de la table ronde ont permis un échange sur les suites à donner à cette journée et sur une présentation des coopérations possibles entre labos et industriels concernés.

Face aux innovations très importantes dans le secteur, il n’est pas toujours aisé d’isoler l’apport stricto sensu des mathématiques appliquées, car ce sont des technologies enfouies dans des logiciels de plus en plus utilisés par les professionnels.

Les mathématiques appliquées sont présentes aussi bien dans les modèles de

¹bureau@maths-entreprises.fr, ou directement
bertrand.mauray@agence-maths-entreprises.fr ou masnou@math.univ-lyon1.fr
²Eurodecision <http://www.eurodecision.eu/company>

Comptes rendus de manifestations

simulation de la physique que dans des logiciels d'optimisation de la production (exemple découpes optimales des panneaux de bois des bateaux Bénéteau et Jeanneau), et les algorithmes de routage optimal s'appuyant sur les notions de programmation dynamique. Pour la conception, les moyens et les coûts de calcul sont un frein à une utilisation plus intensive de la simulation numérique. L'exposé de Mer Agitée a montré comment une petite équipe innovante mais aux moyens nécessairement limités pouvait tirer parti de modèles approchés (des métamodèles, surfaces de réponse disponibles dans la littérature). Si les moyens de calculs étaient plus abordables, ils seraient prêts à franchir un pas et se rapprocher de ce que fait la DCNS en optimisation des carènes en utilisant une chaîne complète : plan d'expérience, simulation, estimation de surfaces de réponse, optimisation multicritère, au sens du front de Pareto à l'aide d'algorithmes génétiques. L'exposé de North Sails a montré un état de l'art assez voisin. Il est possible de faire encore mieux en s'inspirant de ces méthodes d'optimisation de la conception aujourd'hui plus répandues dans la grande industrie automobile ou aéronautique.

Les discussions au cours des ateliers et celle ayant eu lieu lors de la table ronde en fin de journée ont permis de dégager des axes de progrès attendus dans l'avenir et de coopérations possibles entre laboratoires et industriels de la voile.

Pour la conception des bateaux et des voiles :

- Une meilleure optimisation grâce à un usage plus accessible des moyens de calcul (voire un accès au HPC pour des petites structures que sont des bureaux d'études et PMI du secteur)
- Des progrès dans la simulation plus globale du comportement d'un voilier : un solide se déplaçant en interagissant avec deux fluides : la mer et le vent. Modéliser les vagues, prendre en compte l'impact du roulis et tangage sur la vitesse du vent apparent aux différents points de la surface des voiles.
- Prise en compte des statistiques de vent/mer à l'échelle d'une course pour mieux concevoir les voiliers, qui fonctionnent rarement à l'optimum de performance.
- Prendre en compte l'arrivée de capteurs plus nombreux en instrumentant voiles et gréement de façon à mieux estimer des "polaires" (aujourd'hui : vitesse du bateau en fonction de la vitesse du vent, du cap du bateau par rapport au vent, du choix du plan de voilure) et une meilleure exploitation de ces polaires pour le réglage temps réel des bateaux en course (l'objectif étant de se rapprocher le plus possible de la référence donnée par la polaire).

Pour le routage optimisé des bateaux :

- Prendre en compte d'autres critères que le temps minimal de déplacement. Si ce critère est le meilleur pour un trophée, il n'est pas si évident pour une régate entre plusieurs bateaux où l'enjeu est de battre les autres. Un point de

Comptes rendus de manifestations

vue apporté par la théorie des jeux pourrait être pertinent. Michel Desjoyeaux a souligné par exemple combien il pouvait être risqué de prendre une option isolant son bateau du reste de la flotte. Sur un plan différent, pour un plaisancier traversant la Manche, le Golfe de Gascogne ou l'Atlantique, il pourrait choisir des critères tels que le confort (éviter des vents de plus de trente nœuds par exemple) plutôt que celui d'une durée minimale de sa traversée.

- Réfléchir sur l'intégration des aspects stochastiques des prévisions météo dans des algorithmes de routage.

Pour la production des bateaux de plaisance :

- Diminuer le temps de conception des nouveaux bateaux et des outils de fabrication (les moules,...)
- Conception d'usines permettant une plus grande flexibilité dans la programmation de la production.
- Programmation agile de la production face à des prévisions modifiées de la demande

L'accueil de stagiaires, de thésards sous contrat CIFRE, le montage de projets collaboratifs sont des instruments présentés lors de la table ronde pour permettre de progresser sur ces axes. A noter également que des initiatives de coordination nationale se sont mises en place du côté de l'industrie navale pour fédérer la recherche et l'innovation, qui pourraient être rejointes par les acteurs nautiques (cf. DCNS).

Signalons enfin deux questions restées sans réponse à l'issue de cette journée :

- Faut-il envisager une nouvelle rencontre de ce type ?
- Pourquoi pas un prix de l'innovation dans la voile ?

Pour clore cette présentation nous voudrions remercier chaleureusement les intervenants industriels et académiques qui ont préparé les ateliers (on trouvera leurs présentations sous forme de transparents sur le site de la journée Voile et Innovation Mathématique : <http://smai.emath.fr/congres/journees/VIM2011>), tous les participants de la journée qui ont été très nombreux à animer les débats et enfin l'ENSTA qui nous a accueillis dans un très bel amphi à deux pas du salon nautique.

Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles

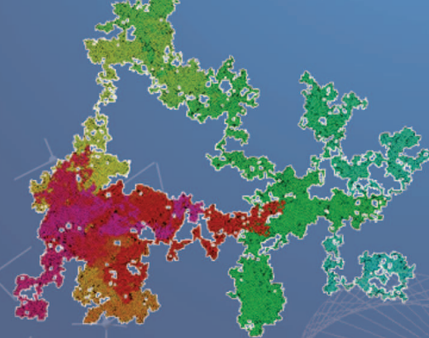
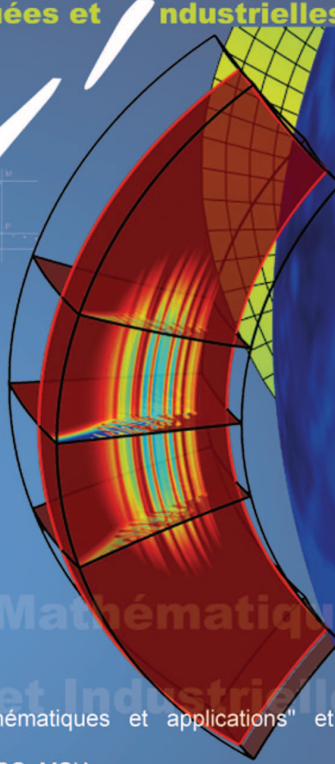
SMAI

Nos objectifs :

- promouvoir la recherche en mathématiques appliquées
- contribuer à la réflexion sur l'enseignement des mathématiques à tous les niveaux
- améliorer les interfaces entre la recherche, l'université et l'entreprise
- intensifier les symbioses entre diverses branches des mathématiques appliquées et les interactions avec d'autres disciplines scientifiques ou technologiques

Nos activités principales :

- édition scientifique : collection de livres "Mathématiques et applications" et "Mathématiques appliquées pour le Master/SMAI"; revues ESAIM : COCV, P&S, Proc. et M2AN; RAIRO:RO; MSIA
- organisation de congrès et de journées industrielles
- en liaison avec le monde industriel, l'école d'été du CEMRACS
- bulletin de liaison Matapli pour nos adhérents
- participation à des actions vers la communauté mathématique et vers le grand public
- actions communes avec des sociétés étrangères de mathématiques appliquées



<http://smai.emath.fr>

SMAI Institut Henri Poincaré
11 rue Pierre et Marie Curie
75231 Paris cedex 05
Tel : 01 44 27 66 61

Le RNBM, réseau documentaire des mathématiciens

par Christine Disdier, Odile Luguern, Bernard Teissier,
Anna Wojciechowska, pour le bureau du RNBM

LE RNBM, RÉSEAU DOCUMENTAIRE DES MATHÉMATIENS

La documentation a une telle importance pour les mathématiciens qu'ils y ont toujours consacré beaucoup d'efforts, et une part importante de leur budget de recherche. Ils sont très exigeants sur la qualité, ce qui explique qu'ils sont intéressés par des offres basées sur une sélection scientifique des revues et ouvrages, et non par les bouquets commerciaux proposés par les grands éditeurs, pour les revues et maintenant pour les e-books. Ils tiennent absolument à préserver les publications académiques en mathématiques, qui leur offrent une documentation de très bonne qualité pour un prix raisonnable. La volonté d'efficacité et de solidarité a conduit les bibliothécaires et les mathématiciens à créer dès les années 1980 le "Réseau National des Bibliothèques de Mathématiques", basé sur la participation des deux communautés. Aujourd'hui, le RNBM a un besoin aigu de l'implication active, dans plusieurs domaines, de membres de la communauté des mathématiciens.

1. Présentation du réseau

Le RNBM, soutenu par la SMF et par la SMAI, est devenu un groupement de service du CNRS (GDS 2755) en janvier 2004. Ce GDS rassemble une quarantaine de bibliothèques de mathématiques, de taille et de rattachement administratif non homogène, dans le but d'élargir et de faciliter au maximum l'accès à la documentation pour les chercheurs en mathématiques. Il joue également un rôle dans la formation continue spécifique à la documentation mathématique, en s'appuyant en particulier sur la Cellule MathDoc.

Le RNBM travaille à l'organisation et la mutualisation des ressources documentaires au profit de tous les enseignants-chercheurs et chercheurs, dans le cadre changeant créé par la généralisation de l'édition électronique et par la LRU. Il se préoccupe aussi de la conservation à long terme des collections sur tous supports. Il est le porteur naturel, avec la Cellule MathDoc, des projets nationaux concernant la documentation mathématique. Il essaie d'assurer la prospective et la définition de projets communs, comme la négociation et la mise en place d'accès nationaux à des sources de documentation électronique. Depuis la création de l'INSMI, il est l'instrument d'une politique nationale en mathématique au bénéfice des établissements d'enseignement supérieur et de recherche.

Le GDS n'a pas de personnel propre, il s'appuie sur les bibliothèques de mathématiques, et son budget, qui lui est désormais accordé par l'INSMI, sert principalement à financer des abonnements nationaux à des revues, des achats d'archives et des réunions de travail et de formation.

Le RNBm, réseau documentaire des mathématiciens

La documentation s’est transformée en profondeur avec l’apparition de l’électronique : le travail de sélection, collecte, diffusion et communication de l’IST (information scientifique et technique) s’est modifié et enrichi. Le RNBm, avec ses partenaires, essaie d’adapter efficacement les bibliothèques de mathématiques à ces transformations.

2. Les partenaires du RNBm (et des bibliothèques de mathématiques)

- à l’intérieur de l’INSMI

- La cellule MathDoc (<http://math-doc.ujf-grenoble.fr/>) créée par le CNRS en 1995.

- Mathrice (<http://www.mathrice.org/>) créé en 2000, (GDS CNRS depuis 2004).

- Avec la direction de l’INSMI, MathDoc, Mathrice et le RNBm réfléchissent ensemble aux meilleures solutions pour faciliter l’accès à la documentation électronique à toute la communauté mathématique française.

- à l’intérieur du CNRS

- La réorganisation de la DIST (Direction de l’information scientifique et technique) et celle de l’INIST ont ouvert de nouvelles possibilités de faire entendre des besoins spécifiques et de créer des partenariats.

- Avec les universités et le consortium Couperin

La LRU, et le passage à l’électronique, bouleversent les relations entre bibliothèques de mathématiques et SCD. Le RNBm encourage l’établissement de nouvelles relations, notamment sous forme de conventions permettant le respect durable des spécificités de la documentation mathématique, un personnel et un fonctionnement appropriés.

- Le RNBm est partenaire de Couperin pour la négociation de ressources électroniques.

- Avec l’initiative BSN (Bibliothèque scientifique numérique)

Le RNBm et MathDoc représentent la documentation mathématique dans cette instance de réflexion et de proposition sur tous les aspects de la documentation scientifique numérique, mise en place par la MISTRD (Mission de l’Information Scientifique et Technique et du Réseau Documentaire) du MESR.

3. Les activités et projets pour la communauté mathématique

3.1. Les négociations d’accès aux ressources documentaires électroniques

La participation de mathématiciens est indispensable pour que le RNBm puisse ajouter, lors des négociations avec les éditeurs, une expertise se situant au plus près des utilisateurs, et une connaissance fine du processus éditorial.

Le RNBm est partie prenante de plusieurs négociations ou accords avec Springer, Elsevier, l’AMS, et l’EMS.

3.1.1. Springer

La communauté mathématique française a bénéficié d'un accès mutualisé à une liste sélectionnée de journaux électroniques de l'éditeur Springer (et Birkhäuser) gr^{ce} aux négociations initiées par le RNBm dès 1997.

But de l'accord : que les mathématiciens aient accès aux mêmes titres Springer, quels que soient les moyens de leur bibliothèque ; que cet accès soit pérenne ; que les bibliothèques gardent leur rôle de conservation de la version papier

Après le premier accord négocié par le RNBm, et signé en 2001 par le CNRS, les négociations des accès aux revues auxquelles a participé le GDS à partir de 2004 ont été conduites avec l'INIST et Couperin, puis l'Inria. Les négociateurs RNBm ont maintenu le principe d'une liste de titres sélectionnés pour leur qualité et leur intérêt pour l'ensemble de la communauté mathématique, au lieu de devoir payer pour la totalité des titres ciblés "mathématiques" par Springer. Suite à l'absorption de Kluwer Academic (qui avait lui-même absorbé Plenum) la liste initiale a été élargie.

Du fait de la mutualisation avec Couperin et l'INIST, les mathématiciens bénéficient maintenant de l'accès à une documentation électronique qui ne se limite pas aux mathématiques, ce qui répond à une demande explicite de mathématiciens à l'interface avec d'autres disciplines ; cela s'est fait au prix d'une progression sensible des coûts, et de l'abandon de conditions privilégiées consenties initialement par Springer à la communauté mathématique française.

Depuis 2005, les contrats conclus avec Springer ont inclus l'accès distant aux revues : un serveur sécurisé a été mis en place par Mathrice sur sa plateforme "PLM". Il est destiné à la consultation à distance, par les ayants-droit, des journaux électroniques et des bases de données Zentralblatt MATH et MathSciNet.

Les bibliothèques membres du RNBm restent engagées sur leur sélection initiale de titres ; quelques nouveaux titres ont été intégrés après évaluation scientifique. Les choix scientifiques des revues ont été assurés par des mathématiciens, assistés des responsables scientifiques des bibliothèques. Pour sa part, le RNBm a financé dans la durée le surcoût de 10% du montant des abonnements papier gagés de chaque membre, pour maintenir l'accès mutualisé et pérenne à la version électronique. Un dispositif centralisé d'acquisitions nationales a été fortement recommandé au MESR depuis 2007. De plus, la pression mise par Springer pour le passage au "e-only" et le fait qu'un nombre croissant de partenaires l'acceptent ont rendu caduque la forme de l'accord négocié par le RNBm. Cela a conduit ce dernier à décider de se concentrer sur les négociations avec les éditeurs académiques. Il apporte donc pour la dernière fois une contribution financière à l'accord national avec Springer.

La renégociation de cet accord est en cours, mais sa conclusion est à ce jour incertaine. Cf. à ce sujet : www-fourier.ujf-grenoble.fr/petitions/index.php?petition=3

3.1.2. Archives Springer et Elsevier

La Fédération de Recherche en Mathématiques de Paris Centre (Paris 6/Paris 7), avec la participation du RNBm et de la bibliothèque Jacques Hadamard d'Orsay pour Springer, a acquis en 2007 les archives des revues de mathématiques

Le RNBM, réseau documentaire des mathématiciens

Springer et Elsevier. Ces archives comprennent les contenus antérieur à 1995 (Elsevier/ScienceDirect) ou à 1997 (Springer/SpringerLink). En 2008, la même Fédération a acquis les archives numériques des Lecture Notes in Mathematics (1964-1994), en négociant également l'accès pour tous les membres du RNBM.

Ces archives sont accessibles aux laboratoires dont la bibliothèque était membre du RNBM lors de la négociation, directement ou via la plateforme PLM Mathrice. La licence nationale signée en juillet 2011 entre Springer et l'ABES (Agence bibliographique de l'enseignement supérieur), a élargi l'accès pour tous les établissements français ayant des missions d'enseignement supérieur et/ou de recherche à l'ensemble des archives Springer (revues et e-books), soit aux articles antérieurs à 1996 de 1000 revues, et à plus de 8500 livres électroniques antérieurs à 2004.

3.1.3. ZentralBlatt MATH (Springer) Depuis 2008, le RNBM a relayé la cellule MathDoc pour la négociation de la base ZentralBlatt MATH avec Springer. Un moratoire sur les tarifs d'abonnement a été obtenu pour les années 2008 à 2011. Après concertation avec la direction de Couperin, une nouvelle négociation est envisagée, pour la recherche d'un abonnement en licence nationale à la base.

3.1.4. MathSciNet (American Mathematical Society) Les conditions d'accès à la base MathSciNet ont été négociées par le RNBM avec l'AMS, lors de la mise en place de la version électronique, en complément puis en remplacement de la version papier (Mathematical Reviews), afin de permettre l'abonnement à moindre coût aux bibliothèques et laboratoires français qui n'avaient pas précédemment les moyens d'être abonnés aux Math Reviews ; les bibliothèques déjà abonnées s'engageant à maintenir leur abonnement (le tarif a été en gros maintenu - augmentation annuelle de 5% maximum, de 0% en 2010). Ces conditions négociées dans un premier temps pour les membres du RNBM ont ensuite été étendues aux membres de Couperin : essentiellement elles permettent aux nouveaux membres du consortium français de ne pas payer le droit d'entrée, mais uniquement le MathSciNet fee, ce qui est très intéressant pour eux. Les abonnements à MathSciNet sont payés directement par les laboratoires ou les SCD, la gestion des abonnés et les relations avec l'AMS étant du ressort du GDS.

3.1.5. Autres négociations

- En 2011, le RNBM a négocié avec l'European Mathematical Society pour une licence nationale spécialisée pour les 14 revues diffusées par la European Mathematical Society, avec un financement de l'INSMI. Début 2012 il en finalise la mise en place par un accord avec Ebsco, fournisseur des abonnements CNRS.

3.2. Les projets

3.2.0. En 2010 et 2011, le RNBM a préparé à la demande de l'INSMI des projets dans le cadre des investissements d'avenir :

- PRIAM (initialement PURMATH), en partenariat avec la cellule MathDoc et le GDS Mathrice. cf. le résumé du projet en appendice.

Le RNBM, réseau documentaire des mathématiciens

- ANAMATH, en collaboration avec la bibliothèque J. Hadamard d'Orsay, proposé dans le cadre du projet d'Idex Paris-Saclay. des contacts ont été pris et des premières estimations obtenues avec la plupart des éditeurs académiques en mathématiques : Institute of Mathematical Statistics, Mathematical Science Publishers (Berkeley), Royal Society (Londres), European Mathematical Society, Société mathématique de France, etc.

En conséquence, les groupes de travail du RNBM ont réorienté et intensifié leurs activités, particulièrement dans l'élaboration avec MathDoc et Mathrice d'un projet de Portail documentaire mathématique, et la préparation de la Conservation partagée des collections papier des revues.

Bien que le projet PRIAM n'ait pas été retenu dans le cadre des Equipex, le travail continue évidemment.

3.2.1. Portail documentaire

Le plus récent groupe de travail, "PortailWeb" est commun aux GDS RNBM et Mathrice, et à la Cellule MathDoc. Il a pour objectif principal la création d'un portail d'accès simplifié et unifié aux ressources documentaires mathématiques tous supports.

3.2.2. Conservation partagée

Le groupe de travail "Conservation partagée" travaille à la mise en place d'un plan de conservation partagée national des revues scientifiques de mathématiques. Il implique des bibliothèques du réseau du RNBM ainsi que la cellule MathDoc. Un objectif corollaire est de mettre en place un système distribué de fourniture électronique de documents, lequel sera exploité sur le portail pour les cas où un accès direct à la version électronique serait indisponible.

Par ailleurs il importe de continuer les activités d'échange d'expériences professionnelles et de formation, concernant en premier lieu les bibliothécaires et documentalistes, et associant les mathématiciens. Les actions de formation, notamment, sont l'occasion de renforcer les liens entre les membres d'une communauté qui a de longue date l'habitude de s'entraider et de partager ses expériences professionnelles. Cette activité du GDS se fait elle aussi en symbiose avec la Cellule MathDoc et les informaticiens du GDS Mathrice, et fait aussi appel à Couperin. Le GDS RNBM continue à jouer pleinement son rôle de "réseau disciplinaire de métier".

Répetons pour terminer qu'il est indispensable pour le bon fonctionnement du réseau que des mathématiciens s'y impliquent activement. La situation actuelle n'est pas satisfaisante de ce point de vue.

4. En savoir plus = <http://www.rnbm.org/>

Appendice : Introduction du projet PRIAM

Les chercheurs en mathématiques ont besoin de pouvoir consulter constamment et simultanément des ouvrages ou revues nombreux, portant sur des thèmes variés, et parfois assez anciens. Dans le même temps la quantité de documentation, et la variété des sources augmentent très rapidement.

Pour ces raisons, il est essentiel de développer tant la facilité d'accès aux documents électroniques que la préservation de l'accès aux documents anciens et aussi de permettre d'adapter la recherche de documentation aux besoins de chacun.

Il ne s'agit pas seulement d'utiliser au mieux les nouvelles technologies au bénéfice des mathématiques. En effet, les interfaces des mathématiques avec les autres sciences, et l'industrie, se développent comme jamais auparavant, selon un mouvement général que le Labex AMIES se propose d'accélérer en France : il est donc urgent de faciliter les échanges de culture, et en particulier les échanges documentaires, entre les communautés concernées. Pour cela il est crucial de créer des outils interopérables, servant de nœuds aussi bien dans des réseaux thématiques internationaux que dans des réseaux transdisciplinaires et offrant des moyens de recherche adaptés.

L'ambition du projet PRIAM est de concrétiser rapidement en mathématiques un changement de paradigme pour la documentation, non seulement en ce qui concerne son accès, mais aussi en ce qui concerne son organisation et sa préservation pour les générations futures, ainsi que son intégration avec des outils collaboratifs spécialisés.

Il s'agit d'une part de construire un portail innovant, fédérateur et interopérable, dédié aux ressources documentaires mathématiques et aux outils collaboratifs propres aux mathématiques, la rédaction commune à distance et le travail nomade ; d'autre part d'élargir les ressources numériques disponibles, d'étendre et faciliter leurs accès et leur utilisation, et d'organiser leur archivage spécifique ainsi que celui de l'imprimé. La réalisation de cet outil est de la première importance pour la communauté mathématique française, il est une condition de son maintien au meilleur niveau mondial. Elle est aussi de première importance pour les chercheurs d'autres disciplines et de l'industrie.

Notre projet est conçu comme une mise en application pilote des recommandations de la BSN et aussi comme complémentaire du projet ISTEX.

Soyez Sage !

par Thierry Dumont, Institut Camille Jordan

tdumont@math.univ-lyon1.fr

SOYEZ SAGE !

1 Le logiciel Sage : motivations

Le projet Sage a pour objectif de devenir une alternative libre à Maple, Magma, Mathematica et Matlab. Chacun en voit au moins quelques raisons : peut-on faire des mathématiques avec des boîtes noires ? Plus prosaïquement : vais-je pouvoir payer les licences de mes logiciels commerciaux ? Mais alors, peut-on construire un logiciel de mathématiques, généraliste, libre et performant ?

Ces quelques lignes veulent donner une suite au minisymposium consacré à Sage lors du congrès SMAI 2011, et accompagner l'ouverture d'un serveur Sage dans le GDS Mathrice à l'adresse <http://sage.math.cnrs.fr>.

2 Qu'est ce que Sage ?

L'idée est de faire collaborer de manière la plus *transparente* possible des logiciels et des bibliothèques existants, tous libres : utiliser ce qu'on estime être le meilleur outil disponible pour résoudre un problème donné, et faire collaborer des logiciels différents ("we are building the car, not reinventing the wheel"). On trouvera la liste complète des logiciels et des bibliothèques inclus dans Sage sur le site du projet (<http://www.sagemath.org/>); parmi eux, il y a des produits développés ou initiés par la communauté mathématique française comme LinBox, MPFI, MPFR, ou PARI. William Stein (théoricien des nombres, University of Washington) est à l'origine du projet Sage ; dans [7] il raconte sa frustration face aux logiciels existants (Magma) et son engagement dans cet énorme projet.

L'utilisateur interagit avec Sage en ligne de commande ou bien, ce qui est original, avec un navigateur web connecté à l'ordinateur de l'utilisateur, ou à un serveur lointain, en utilisant le bloc-notes (Notebook) de Sage. Il est facile de réaliser des serveurs web mathématiques interactifs (comme celui de Mathrice).

2.1 Un exemple simple

Voici un petit programme Sage qui illustre la résolution d'un système linéaire :

```
sage: K = RealDoubleField()
sage: A = Matrix(K, [[1, 3, 2], [1, 4, 2], [0, 1, 20]])
```

```
sage: B = vector(K, [1, 2, 3])
sage: X = A \ B
```

Les coefficients sont pris dans `RealDoubleField()` qui, pour Sage, est l'ensemble des nombres flottants double précision habituels. Dans ce cadre, il paraît adapté d'utiliser une routine de la bibliothèque LAPACK et des BLAS optimisées (ATLAS), et c'est bien ce que fait Sage. Mais on peut aussi prendre pour K l'anneau $\mathbb{Z}$ ($K = \text{IntegerRing}()$), ou le corps $\mathbb{Q}$ ($K = \text{RationalField}()$), ou bien $K = \text{RealField}(200)$, un ensemble de nombres flottants ayant une mantisse de 200 bits, ou travailler dans le corps $\mathbb{Z}/5\mathbb{Z}$ ($K = \text{IntegerModRing}(5)$), ou bien encore calculer dans l'anneau des polynômes sur $\mathbb{Q}$ ($K = \mathbb{Q}\mathbb{Q}[x]$) etc.

Dans tous ces cas, Sage appelle un outil spécialisé s'il en existe un, par exemple une routine de la bibliothèque IML (Integer Matrix Library) quand on résout un système linéaire dans $\mathbb{Q}$ (mais ce pourrait être LinBox) ou, comme on l'a vu, une routine de LAPACK quand les coefficients sont dans `RealDoubleField()`, afin d'utiliser une implantation rapide d'un algorithme classique (décomposition LU, forme échelon); sinon Sage utilise une implantation plus générique, certainement plus lente, utilisable si les coefficients sont dans un corps ou un anneau intègre quelconque, propriétés au sujet desquelles le logiciel peut questionner K . Dans les exemples cités ci-dessus, il faut aussi que le logiciel choisisse une politique si $K = \text{IntegerRing}()$ ou $K = \mathbb{Q}\mathbb{Q}[x]$: on pourrait refuser d'effectuer le calcul, ou bien, ce que fait Sage, effectuer une coercition et travailler dans le corps de fractions (et donc rendre respectivement un résultat dans $\mathbb{Q}$ ou dans le corps des fractions rationnelles sur $\mathbb{Q}$). Notons aussi que si nous prenons $K = \text{IntegerModRing}(4)$ (soit $\mathbb{Z}/4\mathbb{Z}$), le calcul de la forme échelon est impossible en général ($\mathbb{Z}/4\mathbb{Z}$ n'étant pas un anneau intègre) et un bon logiciel (Sage !) doit refuser de tenter le calcul.

Comment implanter toutes ces fonctionnalités ? C'est la programmation objet qui en fournit le cadre. On aurait pu définir un nouveau langage de programmation, un de plus, mais il paraît plus raisonnable de chercher un langage adapté parmi les langages existants.

3 Python

Python convient. Tout d'abord, caractéristique précieuse pour *"construire la voiture à partir des pièces"*, il s'interface facilement avec du C, du C++ ou du Fortran; une classe C++ devient alors une classe Python, et il existe des interfaces de Python vers un très grand nombre de bibliothèques, dans tous les domaines imaginables. Pour information, le système Linux-Ubuntu sur lequel je travaille propose 1786 paquetages Python ! C'est ce qui explique en grande partie la popularité de Python. En calcul scientifique, il est utilisé depuis longtemps pour faire collaborer des codes de calcul ou comme langage de scripts (par exemple dans le code ASTER d'EDF) ou comme alternative à Matlab. Python, interprété, agile,

mais lent, passe la main à des routines optimisées dès que c'est possible. La variété des outils disponibles permet d'oser toutes sortes de combinaisons, comme de faire collaborer un serveur web et des outils de calcul, ce que fait Sage.

3.1 Python

C'est un langage orienté objet sophistiqué, mais facile à apprendre. On y trouve bien sûr des *classes*, mais aussi l'*héritage multiple* et le *polymorphisme* ; rappelons simplement sur un exemple ce qu'est le polymorphisme. Voici deux classes A et B, où B dérive de A :

```
sage: class A:
sage:     def ecrire_message(self):
sage:         print "je suis un A."

sage: class B(A):
sage:     def ecrire_message(self):
sage:         print "je suis un B."
```

Créons deux objets de types respectifs A et B et appelons les méthodes `ecrire_message()` :

```
sage : a = A()
sage : b = B()
sage : a.ecrire_message()
sage : b.ecrire_message()
```

on obtiendra :

```
je suis un A.
je suis un B.
```

mais si on supprime les deux lignes de `ecrire_message()` dans la définition de la classe B, on obtiendra dans les deux cas `je suis un A.` On voit donc que l'*aiguillage* vers la bonne méthode (de calcul) en fonction du type des objets, peut bien être transparent pourvu qu'une bonne structuration en classes soit implantée.

Autres caractéristiques de Python :

- Il est possible de surcharger les opérateurs usuels entre objets (+, -, *, /, \, etc.).
- La généricité : la fonction

```
sage: def prod(x,y):
sage:     return x*y
```

est un programme valide pour tous les objets `x` et `y` pour lesquels `x*y` à un sens (sens implanté éventuellement en surchargeant l'opérateur *).

- L’introspection. Chaque objet Python peut se poser des questions à lui-même. Par exemple, on peut obtenir la documentation incluse dans la définition de la classe à laquelle il appartient, mais aussi la liste des méthodes associées. On peut poser des questions d’appartenance à un type : la méthode `isinstance` permet de savoir si un objet est une instance d’une classe donnée. Dans l’exemple donné plus haut, on aura :

```
sage: print isinstance(a,A)
True
sage: print isinstance(a,B)
False
```

Bien entendu on peut aussi stocker toute l’information qu’on souhaite dans la définition de chaque classe, et y accéder au cours d’un calcul.

- Comme Python est interprété, il est possible de fabriquer dynamiquement du code source Python à l’exécution : on peut ainsi calculer et implanter de nouvelles classes, et donc de nouveaux objets mathématiques, au cours d’un calcul.

3.2 Cython :

c’est un langage compilé (<http://cython.org/>) incluant Python, qui permet d’interpoler entre C et Python ; en rajoutant quelques déclarations à un programme Python, on peut optimiser les sections critiques pour qu’elles s’exécutent à la vitesse du C. D’autre part, Cython permet d’interfacer facilement Python, C et C++. Sage fait un grand usage de Cython.

4 Un code de calcul mathématiquement structuré

Toutes les caractéristiques de Python expliquées ci-dessus (et bien d’autres !) sont mises en œuvre dans Sage : le polymorphisme permet d’orienter de façon transparente la réalisation d’un calcul donné vers une bibliothèque ou une autre ; la généricité, éventuellement associée à la surcharge d’opérateurs, permet l’écriture d’algorithmes polyvalents et l’introspection permet de calculer et de vérifier des propriétés. Donnons en juste un parfum :

```
sage: j = 4/3
sage: j.parent()
Rational Field
```

Le `parent` d’un objet est l’ensemble, muni de structures algébriques, auquel il appartient ; ici la variable `j` appartient au corps $\mathbb{Q}$.

```
sage: E = j.parent()
sage: E.category()
Category of quotient fields
```

et donc E (ici : $\mathbb{Q}$) est dans la catégorie des corps quotients. On peut obtenir la hiérarchie de sous-catégories connues de Sage dans laquelle se trouve cette catégorie :

```
sage: E.categories()

[Category of quotient fields, Category of fields, Category of
euclidean domains,
...
Category of magmas, Category of sets, Category of sets with
partial maps,...
Category of objects]
```

(la liste a été tronquée ici).

Loin d'être un snobisme Bourbakiste, ces notions de catégories et de sous-catégories permettent d'encoder finement les propriétés algébriques des objets, et de globaliser les méthodes de calcul (qui peuvent bien sûr être particularisées par le polymorphisme). Pour aller plus loin, on consultera l'introduction plus avancée [6].

On peut tester une foule de propriétés ; par exemple :

```
| sage: E = IntegerModRing(6)
| sage: E.is_field()
| False
|
| sage: E = IntegerModRing(5)
| sage: E.is_field()
| True
```

ou encore :

```
| sage: E = IntegerModRing(7)
| sage: E.is_integral_domain()
| True
|
| sage: E = IntegerModRing(8)
| sage: E.is_integral_domain()
| False
```

5 Sage et les mathématiques appliquées

La liste qui suit n'est en rien exhaustive, et chacun sait que toute définition des maths appliquées est forcément contestable.

5.1 Méthodes numériques et optimisation

Une bonne partie des applications est basée sur la bibliothèque Python SciPy, elle même interfacée avec des bibliothèques classiques (GSL, LAPACK etc.). C'est un outil habituel pour ceux qui calculent avec Python, qui fournit des méthodes numériques classiques ; il n'y a pas (pas encore ?) d'éléments finis, de volumes finis etc., mais on dispose de FFTs, d'intégration numérique, de solveurs d'EDOs, de générateurs aléatoires etc.. Et SciPy évolue très vite ! Pour l'optimisation, il y a par CVXOPT, entre autres.

5.2 Les ensembles de nombres :

Les ensembles `RealField(n)`, des flottants avec une mantisse de n bits, permettent des calculs aussi précis que l'on veut, mais aussi, en prenant n petit (5 par exemple) de faire des exercices amusants et instructifs sur les nombres flottants et les erreurs d'arrondi. Pour enseigner la cryptographie élémentaire (ou s'y initier), on consultera par exemple [1].

5.3 Théorie des graphes et combinatoire

C'est un domaine particulièrement développé, avec une foule d'outils et d'algorithmes, dont l'énumération serait bien trop longue ici ; on consultera le site web du projet Sage (tout est documenté en ligne) ou le livre [4] pour en savoir plus.

5.4 Statistiques

Sage contient R ; on peut utiliser un *mode R* parfaitement identique à la console R habituelle, mais une partie de R est *Pythonisée*, ce qui permet un usage vraiment intégré à Sage (cf. [5]).

5.5 Graphiques

Sage utilise la magnifique bibliothèque Matplotlib qui devrait plaire aux habitués de Matlab, mais aussi des outils de visualisation 3d (Jmol) et de lancer de rayons (Tachyon).

6 Forces et faiblesses de Sage

6.1 Forces.

Sage est libre quelques avantages de la liberté ont été cités au début de ce papier. Mais êtes vous développeur ? Alors, la pérennité de votre travail vous importe. Dans ce cas, l'aventure de la bibliothèque MuPAD-Combinat (F. Hivert et N.M. Thiéry, Orsay) doit vous intéresser. Écoutons William Stein :

"They [MuPAD] also have promised to release the code source of the library under a well known open-source license, some day. In 2008, MuPAD was instead purchased by MathWorks (makers of MATLAB), so MuPAD is no longer available as a separate product, and will probably never be open source. Instead it now suddenly costs 3000 dollars (commercial) or 700 dollars (academic)."

Pressentant cette menace, les auteurs de MuPAD-Combinat avaient heureusement transformé leur bibliothèque en Sage-Combinat !

Sage est rapide dans de nombreux domaines, Sage est souvent *plus rapide* que les concurrents commerciaux [3] ; on essaye toujours d'utiliser le meilleur outil disponible pour chaque problème (de manière transparente pour l'utilisateur rappelez-le).

Sage est typé en d'autres termes *il faut savoir dans quoi on calcule* ; mais on peut toujours le savoir.

Sage est documenté comme dans tout grand projet de logiciel libre, les développeurs sont nombreux et la communauté très active : les forums, wikis et listes de diffusion sont actifs et précieux ; il y a même un canal IRC !

Avantage indirect apprendre Sage, c'est apprendre le langage Python : Python est énormément utilisé, dans tous les domaines ; enseigner Sage aux étudiants leur sera sûrement utile.

6.2 Faiblesses.

- le calcul symbolique (dériver, intégrer etc.) est un peu faible : on fait appel à Pynac et à Maxima qui n'est plus très jeune.
- les aspects numériques sont encore trop restreints. Bien sûr, le modèle de développement ouvert s'oppose à la planification : on développe ce dont on a besoin. Avis aux amateurs : insérer un logiciel dans Sage est plutôt facile : l'auteur a pu installer PyWavelets (transformées en ondelettes) dans Sage en quelques minutes.
- le bloc-notes (Notebook), interface web moderne (Ajax) est remarquable, mais ne remplace pas un système de fenêtres genre Matlab (avis personnel). Notons que, pour Python en calcul scientifique, il existe un tel système (Spyder, [2]) ; là aussi, avis aux développeurs.

7 Apprendre Sage

Toute la documentation est disponible en ligne, sur le site du projet : on y trouve aussi bien des tutoriaux généralistes, que d’autres spécialisés ; en français, on trouve une introduction écrite par P. Saade. Mentionnons (attention : *auto publicité* !) le livre collectif [4], libre et en français, disponible au téléchargement.

8 Aspects techniques

Sage est une distribution logicielle qui dépend très peu de la machine (UNIX) sur laquelle on le fait tourner. Excepté les compilateurs C, C++ et Fortran et quelques logiciels présents sur tous les systèmes Unix, tout est livré avec Sage : les interpréteurs Python, Lisp etc. Sage est construit à partir de son propre type de paquetages, les fichiers `.spkg`, qui jouent pour lui un rôle très proche des fichiers `.deb` des distributions Linux à la Debian. Les mises à jour sont donc très simples, comme l’installation de paquetages optionnels.

9 Essayez Sage !

Vous pouvez bien sûr installer Sage (site de téléchargement : <http://www.sagemath.org/>) sur vos ordinateurs (Linux ou MacOSX ; pour Windows, il faut utiliser une machine virtuelle Linux). Vous pouvez aussi utiliser un des serveurs fournis par la communauté Sage.

Utilisez le serveur Mathrice : <http://sage.math.cnrs.fr>.

Références

- [1] Number theory and the rsa public key cryptosystem. http://www.sagemath.org/doc/thematic_tutorials/numtheory_rsa.html.
- [2] Spyder is the scientific python development environment. <http://code.google.com/p/spyderlib/>.
- [3] Tour-benchmarks. <http://www.sagemath.org/tour-benchmarks.html>.
- [4] Casamayou A., Cohen N., Connan G., Dumont T., Fousse L., Maltey F., Meulien M., Mezzarobba M., Pernet C., Thiéry N.M., and Zimmermann P. Calcul mathématique avec sage. <http://sagebook.gforge.inria.fr/>, 2011.
- [5] Crisman K.D. Sage and r : Using r via the sage notebook. <http://www.r-project.org/conferences/useR-2010/slides/Crisman.pdf>.
- [6] Thiéry N.M. Elements, parents, and categories in sage : a (draft of) primer. <http://www.sagemath.org/doc/reference/sage/categories/primer.html>.
- [7] Stein W. Mathematical software and me : A very personal recollection. <http://wstein.org/mathsoftbio/history.pdf>.

La famille d'André Louis Cholesky

Par Claude Brezinski¹, Michel Gross-Cholesky², Raymond Nuvet³

Cet article présente les renseignements obtenus récemment par ses trois auteurs sur Cholesky, sa famille et certains de ses travaux et collègues. Il retrace également la manière dont ces renseignements ont été acquis au cours de ces dernières années. Les informations sur la famille de Cholesky sont empruntées au tome 3 du livre de Raymond Nuvet sur l'histoire de Montguyon, commune natale de Cholesky, qui nous a autorisé à les reproduire ici. Dans ce qui suit, quand besoin est, chacun des auteurs est désigné par ses initiales.

Il y a quelques années encore, on n'avait que très peu de renseignements sur la vie d'André Louis Cholesky (qui se faisait appeler René). On savait seulement qu'il était officier français, né le 15 octobre 1875 dans la commune de Montguyon, en Charente Inférieure (Charente Maritime depuis 1942), et qu'il avait été tué en 1918 vers la fin de la Première Guerre Mondiale. En France, les archives personnelles sont ouvertes au public 120 ans après la naissance de la personne concernée. C'est ainsi que, dès le 16 octobre 1995, Claude Brezinski (CB) allait au Fort de Vincennes consulter les archives des Armées, puis publiait un premier article sur Cholesky [4]. C'est à partir de cet article qu'Yves Dumont, alors à l'Université de la Réunion, bâtit un site internet sur Cholesky. Quelques années plus tard, il fut contacté par Michel Gross (MG), un petit-fils de Cholesky, et il le dirigea vers CB. La famille venait de déposer à l'École polytechnique, où Cholesky avait été élève, les documents en sa possession et MG, ainsi que Claudine Billoux, archiviste à l'École polytechnique, voulaient que CB les aide à les classer. Et c'est ainsi que CB et MG découvrirent le manuscrit original, dont on ne soupçonnait même pas l'existence, où Cholesky lui-même exposait sa méthode. MG et CB publièrent alors un article dans le Bulletin de la Société des amis de la bibliothèque de l'École polytechnique [8], puis CB analysa le manuscrit dans [5] et reprit tout ce qui était alors connu de sa vie dans un chapitre du livre [6]. Divers documents sur Cholesky sont accessibles à partir de la page web de CB.

Le 1er décembre dernier, CB fut invité par Monsieur Frédéric de Ligt, président de l'Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public de

¹Laboratoire Paul Painlevé, UMR CNRS 8524, UFR de Mathématiques Pures et Appliquées, Université des Sciences et Technologies de Lille, 59655-Villeneuve d'Ascq cedex, France. E-mail : Claude.Brezinski@univ-lille1.fr

²1 rue Wustenberg, 33000 Bordeaux, France. E-mail : michel.gross5@wanadoo.fr

³33 rue de La Pierre Folle, 17270-Montguyon, France. E-mail : r.nuvet@hotmail.fr



André Louis (René) Cholesky

la région Poitou-Charentes, à faire un exposé devant les membres de cette association à Saintes. Monsieur de Ligt, qui habite à Montguyon, lui apporta, à cette occasion, un livre de Raymond Nuvet (RN), adjoint au Maire de Montguyon, où l'histoire de cette commune est retracée en détail [10]. On y trouve de très nombreuses précisions sur les ancêtres de Cholesky. Ce sont ces informations, augmentées de nouveaux renseignements obtenus par RN, des précisions fournies par MG sur sa famille et des recherches de CB sur internet, qui sont reprises ici. Il est amusant de constater que la conférence de CB eut lieu, à un jour près, pour le centième anniversaire de la méthode de Cholesky puisque son manuscrit, retrouvé dans les archives léguées à l'École polytechnique, est daté du 2 décembre 1910. Rappelons, pour être complet, que cette méthode ne fut publiée qu'en 1924

par le Commandant Benoît [1], un topographe collègue de Cholesky, et qu'elle ne sortit de l'oubli que grâce à John Todd (1911–2007) qui l'enseigna dans son cours d'analyse numérique au King's College de Londres dès 1946. Sur ce Commandant Benoît (1873 - 1956) voir [7].

Les ancêtres de A.L. Cholesky

Thomas Cholesqui (1)⁴

Le premier membre de la famille Cholesky que l'on rencontre dans les archives (sauf, bien entendu, découverte nouvelle) est Thomas Cholesqui (1), avec cette orthographe. Il est marié avec une dénommée Elouche.

Il semble qu'il soit issu d'une famille de gentilshommes polonais dont le blason était Cholewa, mais on ne sait pas exactement à quelle époque elle serait arrivée en France. C'étaient de bons patriotes dont le nom, à l'origine, s'écrivait Cholewski. C'est sans doute pour cela que, sur certains documents en sa possession, Cholesky a lui-même orthographié son nom Choleski. Mais il est également possible qu'il soit originaire de Pozsoni, capitale de la Hongrie du XVI^{ème} au XVIII^{ème} siècle (Presbourg en français), devenue Bratislava après 1919 à la création de la Tchécoslovaquie, puis capitale de la Slovaquie, ou qu'il y ait émigré. Rappelons que le premier partage de la Pologne eut lieu le 5 août 1772. La Russie, la Prusse et l'Autriche signent un traité, ratifié le 30 septembre par la Diète polonaise, qui ampute la Pologne du tiers de sa population et de 30% de son territoire. La Russie reçoit les territoires à l'est de la ligne formée par la Dvina, le Prut, et le Dniepr, la Prusse obtient la riche région de la Prusse royale, peuplée d'Allemands à 90%, avec la partie nord de la Grande-Pologne (Wielkopolska), peuplée de Polonais et l'Autriche obtient la Petite Pologne (Malopolska), le sud du bassin de la Vistule et l'ouest de la Podolie. Ce sont peut-être ces événements qui amenèrent la famille Cholesky à émigrer à Presbourg. D'après certains sites, la famille pourrait être originaire d'Ukraine.

Jean Cholesqui (2)

Le fils de Thomas, Jean Cholesqui (2), dit Inebriysorsky, naît vers 1770–73, sans doute à Pozsoni en Hongrie, ou, du moins, en est-il originaire comme cela est confirmé dans l'acte de son second mariage en 1825. Il arrive en France vers 1797, vers l'âge de vingt-cinq ou vingt-sept ans et se fixe à Saint-Martin dans l'arrondissement de Cognac (puisque, comme il est précisé dans l'acte de son second mariage en 1825, il demeure à Saint-Martin depuis plus de vingt-cinq ans)⁵. En 1801, il est indiqué comme cultivateur et, en 1814, comme bordier/journalier. Il

⁴Le numéro en gras après chaque nom renvoie à l'arbre généalogique de la famille donné à la fin de cet article.

⁵Les communes de Cognac, Saint Brice, Verrières, Saint Preuil et Juillac le Coq se situent en Charente.

est entouré de sabotiers et de cordonniers, métier qu'il finira par apprendre pour devenir maître cordonnier. En 1814, il demeure dans la maison de Monsieur Vou-nage.

Le second partage de la Pologne (1793) est le résultat de la demande d'aide à la Russie par la Confédération de Targowica le 4 mai 1792. La Russie accepte et, ainsi que la Prusse, envoie des troupes. Un accord entre ces deux pays aboutit au deuxième partage qui est, lui aussi, ratifié par la diète polonaise. L'Autriche a les mains liées par la guerre que lui a déclarée son ex-alliée, la France.

Le troisième partage de la Pologne eut lieu en 1795. L'année suivante, l'empereur romain germanique et le roi de Prusse s'allient contre la France révolutionnaire. Les légions polonaises (armée française) naissent d'un ralliement de militaires derrière la France Napoléonienne. Peut-être des jeunes étaient-ils enrôlés dans cette armée et entraient-ils en France avec elle. Notre Jean Cholesqui aurait-il pu faire partie de ces légions ?

Jean Cholesqui est marié à Marie Vinante qui décèdera le 19 avril 1816 à Cognac. Ils auront deux fils, Jean (3) (en 1801) et Louis (4) (en 1814). À la naissance de son second fils Louis (4) en 1814 et au décès de son épouse, ce Jean déclare ne pas savoir signer (ce qui démontre que ce n'est pas lui qui signe Jean Cholesky sur les actes d'état civil). Sur ce dernier acte, il est porté Jean Chaulski.

Le 25 avril 1825, alors âgé de 52 ans, il se remarie avec Marguerite Ménard, née sur la commune de Saint Brice, le 28 août 1778. De nouveau, il ne signe pas son acte de mariage et c'est son fils Jean Cholesky (3), issu de son premier mariage, qui est son témoin et signe à sa place. C'est sans doute lui que l'on retrouve aussi sur les actes montguyonnais.

Jean Cholesky (3)

Le premier fils de Jean Cholesqui et de Marie Vinante est Jean Cholesky (3), dit Inebriysorsky. Il est né le 26 août 1801 à Saint-Preuil en Charente Inférieure (orthographe très difficile à lire). Dans un autre acte, il est déclaré comme étant né à Juillac-le-Coq (Charente Inférieure), en 1800. Il est maçon et tailleur de pierre. Le 25 juin 1825, il épouse Jeanne Chapeau (Chapaud) (indiqué sur les tables, mais les actes n'ont pas été retrouvés), née à Saint Brice le 13 février 1799. Elle décèdera le 21 janvier 1833. Ils ont un fils, Victor (5), né le 6 juillet (avril ?) 1831, qui doit être celui que l'on retrouve sur les actes de Montguyon.

Veuf, Jean se remarie, le 6 juillet 1835 à l'âge de 33 ans, avec Marie Pignon, née à Jarnac Champagne (Charente Inférieure), le 16 juin 1809. Sur l'acte de ce second mariage, il apparaît comme tailleur de pierre et il est indiqué comme étant né à Saint-Preuil le 26 août 1801, veuf de Marie (?) Chapaud, fils de Jean Choleski, dit Inebriysorsky, et de *illisible*. En 1860, il est présenté comme exerçant le métier de marchand de vin. Il décède à Cognac, le 6 août 1864. Il est alors aubergiste. Jean et sa seconde femme eurent une fille, Marie Cholesky (6), née le 17 mars 1838.

Victor Cholesky (5)

La famille d'André Louis Cholesky

Le fils de Jean Cholesky et d'Anne (Marie ? Jeanne ?) Chapaud, Victor (5), naît le 6 juillet (avril ?) 1831. Il se marie, le 10 avril 1860, à Mathilde Prudence Honorable Séraphine Coubart, née à Cognac le 19 juillet 1836. Elle est tailleur de robes et lui cordonnier en 1861, puis il devient aubergiste en 1871. Ils habitent alors boulevard du Nord, à Cognac. Leur premier fils, Ernest (14), naît à Cognac le 4 septembre 1861 et y décède le 6 janvier 1884. Leur second fils, Édouard (15) naît le 18 janvier 1871 à Cognac. Il est exempté de service militaire suite à son conseil de révision, confirmé par M. le Préfet de la Charente, le 1er août 1892. Il exerce le métier de peintre et se marie, à Chateaufort-sur-Charente le 25 juin 1894, avec Georgette Maury, née le 14 décembre 1870 dans cette même commune. Elle est la fille de Jean Maury, né en 1822 à Le Bugue en Dordogne et de Jeanne Bourland, née en 1838. Édouard aura une fille, Marguerite (31) qui se mariera à un certain Levêque auquel elle donnera un fils, Guy (39). Signalons que l'on trouve mention sur internet, dans un décret du 23 janvier 1992 portant nomination et promotion dans les cadres des officiers de réserve, d'un major de réserve de l'artillerie dénommé Guy Édouard Ernest Levêque (<http://france.globe24h.com/lex/jorf/003/00345/0000345206.shtml>). Est-ce le même ? Sur cette branche de la famille, voir le site : <http://www.genealogie33.org/pmarteau/dat13.htm#17>. Victor décède à Chateaufort-sur-Charente à une date non connue.

Marie Cholesky (6)

Jean Cholesky et sa seconde femme Marie Pignon eurent une fille, Marie Cholesky (6), le 17 mars 1838. Elle se marie à Cognac, le 29 mai 1855, avec Jean Édouard Théodore Sauvage, entrepreneur de maçonnerie, né à Bordeaux le 13 mars 1831. Elle exerce la profession de lingère et décède à Cognac le 31 octobre 1857, à l'âge de dix-neuf ans.

Le grand-père, Louis Cholesky (4)

Le second fils de Jean Cholesqui (2) et de Marie Vinante est Louis, né à Cognac le 11 mai 1814. Il se marie, le 4 mars 1837, avec Marie Amélie Moreau (âgée de vingt-cinq ans) à Montguyon. Elle est la fille de Pierre Moreau (remarié avec une prénommée Anne), maître cordonnier à Montguyon, et de Jeanne Guit (épouse Moreau ?), décédée le 23 mars (ou août) 1820. Elle même, décèdera le 26 avril 1869. Louis exerce le métier de maître cordonnier dans les locaux de ses beaux parents. Il est propriétaire de deux maisons au centre du bourg de Montguyon comportant respectivement 3 et 9 ouvertures. Vers 1870, il fait démolir ces deux maisons pour en reconstruire une de 21 ouvertures qui portera le nom de *Café du Centre et Hôtel de l'Étoile*. Louis devient donc maître d'hôtel (c'est-à-dire, selon l'acception en cours à cette époque, hôtelier). On a la preuve que, jusqu'en 1900, c'est toujours André Cholesky qui tient cet hôtel. Après, ce nom n'apparaît plus. Par contre, il était toujours publié avec l'orthographe Scholesky. Dans toute la collection d'anciennes factures des commerces de Montguyon dont on dispose, il ne se trouve aucune facture concernant l'hôtel de l'Étoile ou le Café du Centre au

La famille d'André Louis Cholesky

nom de Cholesky. Plus tard, cet établissement deviendra l'*Hôtel du Cheval Blanc*. Louis Cholesky meurt le 25 décembre 1900.

De son union avec Marie Amélie Moreau naîtront sept enfants, tous à Montguyon, sans doute à l'hôtel de l'Étoile.

Le fils aîné, André **(7)**, naît le 5 février 1837 et décède le 2 mai 1838 à Montguyon.

La fille aînée est Julie **(8)**, née le 14 (ou le 4 selon son acte de mariage) octobre 1838. Elle se marie à Montguyon, le 17 septembre 1868, avec Théodore Naintré, charpentier, veuf de Marie Blanc, né le 2 avril 1833 à Buxeuil dans la Vienne. Elle décède à Montguyon, le 21 mai 1885 à l'âge de 46 ans sans descendance connue.

Puis vint une seconde fille, Anne Agathe **(9)**, le 3 février 1840 (son patronyme et celui de son père sont orthographiés Scholesky sur l'acte de naissance). Elle est modiste (puis mercière) et se marie, le 10 septembre 1860, avec François Pierre Laroche (21 octobre 1839 – 29 avril 1890), bottier à Montguyon, né et décédé dans ce bourg. Signalons que, dans certains actes, elle signe Élodie Cholesky, épouse Laroche, et se faisait sans doute appeler ainsi en famille, ce qui ne facilite pas les recherches généalogiques. Mais cette pratique était courante à l'époque. Ils eurent cinq enfants : Marguerite **(26)** (née le 16 janvier 1864) mariée à Louis Lalande, peintre, né le 3 décembre 1854 à Guîtres en Gironde, veuf de Thérèse Godechaud (décédée le 23 mars 1887), à Montguyon, le 7 janvier 1888 ; une seconde Marguerite **(27)** (Montguyon, 24 novembre 1866 – id., 12 juillet 1924) qui est lingère et épouse, le 12 janvier 1889, Jean Auguste Isidore Ceyral, né le 26 juillet 1860 à Cercoux en Charente Inférieure, ancêtre d'une famille bien connue à Montguyon ; Pauline **(28)**, née le 14 décembre 1868 à Montguyon, modiste, mariée, le 8 avril 1890, à Jean Alexis Paul, né de père inconnu, le 6 octobre 1864 à Escala dans les Hautes-Pyrénées, instituteur à La Billette, commune de Saint-Martin-d'Ary. C'est lui qui achètera, au départ des Ursulines du Sacré-Cœur de Pons en 1905, la moitié du grand bâtiment qui constitue le couvent de Montguyon. Pauline décède à Montguyon le 17 janvier 1957. Amélie **(29)**, née le 11 août 1873 à Montguyon, mariée, le 25 octobre 1902, à Antoine Marie Léotade Tresseres, gendarme à Pessac, né le 22 octobre 1873.

Ces quatre sœurs, filles d'Anne Agathe Cholesky, ont habité dans l'immeuble actuel de maître Largeteau, notaire, au centre du bourg de Montguyon. C'est la raison pour laquelle sa façade porte l'inscription *Aux quatre sœurs* que l'on peut encore distinguer à certaines heures, en se plaçant au bon endroit de la chaussée (voir photo). Elles y tenaient un magasin de mercerie.

Le dernier enfant Laroche semble être François André **(30)**, né le 6 mai 1876 à Montguyon et qui y décède le 30 mai 1900.

Anne Agathe Laroche mourut le 26 janvier 1910, à Montguyon.

Le quatrième enfant de Louis Cholesky et Anne Amélie Moreau est Augustin **(10)**, né le 25 mai 1841 et mort le 29 mai 1843 à Montguyon. Sur son acte de décès, son nom est orthographié Scholesky.



La maison des quatre sœurs

L'enfant suivant est André Cholesky (11) qui naît le 8 octobre 1842. C'est le père de notre héros André Louis (18). Il se marie avec Marie Garnier, dite *Lovely*, le 4 mars (ou le 11 novembre) 1872, à La Roche-Chalais, canton de Saint-Aulaye, une commune de 2300 habitants en Dordogne. Il est alors sans profession et son père, Louis, est mentionné, dans l'acte de mariage, comme maître d'hôtel à Montguyon (environ 1500 habitants à cette époque), alors que, dans tous les autres actes, il figure comme maître cordonnier. En 1874, il devient maître d'hôtel à Montguyon, à l'*Hôtel de l'Étoile et du Café du Centre* sur la place de la mairie, face aux halles. Ils auront dix enfants.

Puis vint Isidore (12), né le 3 avril 1845 et décédé le 27 avril de la même année

toujours à Montguyon.

Leur dernier enfant est Paulin (13), né le 30 mai 1849 et mort le 3 novembre 1862, encore à Montguyon.



L'hôtel de l'Étoile avant 1923.

Voici une anecdote concernant cet André, relatée dans les délibérations du Conseil municipal de Montguyon

Le maire fait part au conseil des difficultés que soulève M. Cholesky, au sujet de la construction de cabinets d'aisance dans le jardin de la maison Lafargue, appartenant à la commune de Montguyon.

M. Cholesky prétend qu'une partie de l'impasse qui est derrière son immeuble dont la façade principale est sur la place de la mairie, lui appartient.

Toutefois il reconnaît qu'il doit bien passage en tout temps et de toutes façons, mais que l'existence de cabinets publics que la commune va faire construire, aggravera le droit de passage, dès que l'entrepreneur viendrait faire les travaux à exécuter.

À cette occurrence le maire demande ce qu'il devra faire.



L'école fréquentée par Cholesky en 1880

Après examen de la question, le conseil émet l'avis que la commune, propriétaire de l'immeuble Lafargue, a le droit incontestable de construire le bâtiment qui lui conviendra d'y édifier, en faisant passer les ouvriers et véhicules par la voie ordinaire qui conduit aux écuries et bâtiments de servitude de la maison Lafargue, que de temps immémoriaux les possesseurs de cet immeuble ont pratiqué en tout temps et de toutes façons.

Si M. Cholesky venait à entraver les travaux d'une façon quelconque, le conseil décide que M. le maire devra lui intenter une action judiciaire, afin d'obtenir la voie qui conduit aux immeubles de la commune entièrement libres.

Le maire dit qu'à cette fin il ira contacter M. Filhol, avocat à Jonzac.

1 La fratrie

Qu'en est-il des dix enfants d'André Cholesky (11) et de Marie Garnier, tous nés à Montguyon ?

La famille d'André Louis Cholesky

Le premier enfant est Onésime (16) qui naît le 8 août 1873 à l'Hôtel de l'Étoile, qui venait d'être construit, et meurt le 7 septembre 1874, à La Roche-Chalais.

La fille aînée est Marie-Suzanne (17) qui voit le jour le 14 juin 1874 et décède à l'âge de sept mois, le 12 janvier 1875, à La Roche-Chalais.

Le troisième enfant est celui qui nous intéresse, André Louis (18), qui naît le vendredi 15 octobre 1875 à une heure du soir à l'Hôtel de l'Étoile. Il se maria avec Anne Henriette Brunet, le 10 mai 1907, à la mairie de la Roche-Chalais. Il sera tué au combat à Bagneux, dans l'Aisne, le samedi 31 août 1918. Voici le compte-rendu militaire de son décès tel qu'il parviendra à la mairie de Montguyon, le 22 janvier 1923

L'an 1918, le 31 août à cinq heures du matin, étant au nord de Bagneux (Aisne) l'acte de décès de André Louis Cholesky, chef d'escadron du 2ème groupe du 202ème régiment d'artillerie de campagne, né le 15 octobre 1875 à Montguyon (Charente Inférieure), domicilié en dernier lieu à La Roche-Chalais (Dordogne) "Mort pour la France", décédé au nord de Bagneux (Aisne) le 31 août 1918 à cinq heures du matin, sur le champ de bataille de suite de ses blessures.

Marié à Melle Anne Henriette Brunet (épouse Cholesky) domiciliée à La Roche-Chalais (Dordogne), fils d'André et de Marie Garnier domiciliée à Montguyon (Charente Inférieure).

Dressé par moi André Ducout, capitaine commandant provisoirement le 2ème groupe du 202ème régiment d'artillerie sur la déclaration de Charles Céas, 22 ans, sous lieutenant au 2ème groupe du 202ème régiment d'artillerie, témoins, qui ont signé avec moi.

Après lecture (Approuvé six mots rayés nuls), signature des témoins : Céas, Deschavannes. L'officier de l'état civil. Signé Ducout (je dis un mot rayé nul), vu par nous Hautière Pierre Malo, son intendant militaire. Signé : illisible. Vu pour légalisation de la signature de M. Hautière Pierre Malo : Paris le 7 avril 1919, le ministre de la guerre, par délégation le chef du bureau des archives administratives. Signé : illisible.

Mention rectificative : (loi du 18 avril 1918). Le chef d'escadron Cholesky était domicilié légalement à Montguyon (Charente Inférieure) et non en dernier lieu à La Roche-Chalais (Dordogne), le défunt était décoré de la Croix de guerre. Paris le 1er avril 1919. Le ministre de la guerre, par délégation le chef du bureau des archives administratives. Signé : illisible.

L'acte ci-dessus a été transcrit le 11 août 1919 par nous, Brault de Bournonville, maire.

Le lieutenant Marcel Desbrosses (né le 15 juillet 1895 à Héricourt en Haute-Saône) fut tué en même temps. André Louis Cholesky repose maintenant au cimetière de Cuts (dans l'Oise, à 10km au sud-est de Noyon), tombe 348, carré A.

La famille d'André Louis Cholesky

Le quatrième enfant du couple fut Sara Andrée (19), née le 26 août 1877 à l'Hôtel de l'Étoile. Elle se mariera avec le docteur Venceslas Handelsmann Bronislawski (né en 1863), le 27 décembre 1900. Ce docteur soutiendra en 1900 à Bordeaux, une thèse intitulée *Contribution à l'étude de l'amusie et de la localisation des centres musicaux*, publiée par G. Gounouilhou. Ils auront un fils, Vitold, et une fille, Yadia. Sara Andrée décède à Paris, dans le 16ème arrondissement, le 9 janvier 1959.

On trouve ensuite Marie Maurice (20), né le 5 janvier 1879. En 1903, il habite Paris où il exerce la profession d'ingénieur électricien. Le 25 avril 1923, à Paris, il se marie avec Lucienne Marguerite David, née à Paris dans le 4ème arrondissement, le 10 avril 1894. Elle sera infirmière pendant la guerre 1914–1918 et sera décorée de la légion d'honneur. Ils n'eurent pas d'enfants. À partir des années 1940, ils habitent jusqu'à leur décès respectifs à Saint-Martin-d'Ary, près de Montguyon, au lieu-dit La Billette. C'est dans cette commune que Marie Maurice décède, le 31 août 1959. Le couple est inhumé dans le cimetière de Montguyon.

Puis Onésime Louis (21) naît le 2 février 1881 à Montguyon. Marié à Pauline Blum, le 1er août 1905, il a une fille Arlette (36) qui épouse le commandant Jacques Peyron. ils ont eu trois enfants, Yveline, Jean Louis et Jean Marc (48). Il décède le 31 août 1913 à Leysin, dans le canton de Vaud en Suisse.

Le descendant suivant est Ernest Léon (22), né le 6 janvier 1883 à Montguyon. Destiné à rester à Montguyon pour gérer les biens familiaux, il ne fait pas d'études supérieures comme ses frères. Il se marie avec Yvonne Fernande Laure Bouchez, le 18 juillet 1907 à Paris où ils habitent, 2 Avenue Bugeaud. Ils auront deux filles, Christiane Maximilienne (37) et Yveline (38). Révolté, il s'était engagé dans l'artillerie où il avait servi trois ou quatre ans comme Maréchal des logis. Mais il avait été réformé à la veille de la Grande Guerre à cause d'une ombre au poumon. Entre les deux guerres, il fit fortune, d'abord dans l'industrie pharmaceutique, puis dans l'industrie alimentaire et les salaisons. Il fut l'un des fondateurs et gestionnaires de la fameuse entreprise GEO. En 1952, il partit en Iran avec sa femme rejoindre leurs deux filles. Il mourut à Téhéran le 14 mai 1957. D'abord enterré là-bas, ses cendres furent ensuite transportées au cimetière de Colombes, en région parisienne, où il repose dans le caveau familial de son épouse.

Ensuite, ce fut Jean Alfred (23) qui naquit le 3 avril 1884 à Montguyon et y décéda le 18 avril 1885.

Puis vint Henriette Suzanne (24), née le 12 juin 1885 à Montguyon. Elle s'y maria, le 20 août 1903, avec Jules Maurice Marcel Heldt, professeur, né le 24 janvier 1876 à Bordeaux. Ils ont deux fils, dont le cadet Frédéric, associé à Marcel Pagnol, épousa la baronne Brun de Saint Hippolyte. Ils ont un fils, Eric Heldt.

Le dernier fils, Élie Charles (25), naît le 8 septembre 1886 à Montguyon et y meurt le 14 mai 1889.

2 La génération suivante

André Louis Cholesky **(18)** s'était marié, le vendredi 10 mai 1907 à la mairie de La Roche-Chalais, avec sa cousine germaine Anne Henriette Brunet, née le 27 juin 1882. Elle était la fille de François Brunet, âgé de 52 ans, propriétaire agriculteur, et de Anne Garnier, sœur de Marie Garnier, la mère d'André Louis Cholesky **(18)**. Ils auront deux fils, dont un posthume, et deux filles : René **(32)** (Montguyon, 16 juin 1908 – Paris, 23 mai 2000), Françoise **(33)** (Montguyon, 30 novembre 1909 – Rabat, 17 mai 1974), Hélène **(34)** (Montguyon, 4 juin 1911 – Bordeaux, 6 juillet 2003) et André Louis **(35)** (La Roche-Chalais, 19 janvier 1919 – Toulon, 7 mai 1987).

René **(32)** servira dans les transmissions militaires. On trouve son nom dans la liste des anciens élèves, section pont, de la 10^e promotion 1928–1929 qui navigue sur le Jacques-Cartier, un navire école de la marine marchande. Il est également mentionné, en temps que lieutenant-colonel, parmi les officiers du SHAPE. Il épousera Annie Plazy et ils adopteront une fille, Catherine **(40)**, qui aura deux enfants d'un certain M. Daumain avant de divorcer.

Françoise **(33)** épousera Oleg Popoff. Ils adopteront deux enfants, Anne et Nicolas **(41)**. Anne, épouse Meley, aura trois fils, Nicolas, Serge et Daniel, et Nicolas Popoff, marié à Marie-France Geisser, trois filles, Katia, Alexia et Olga.

Hélène (épouse Gross) **(34)** aura six enfants et obtiendra la médaille de bronze de la Famille française qui lui sera remise par Jacques Chaban-Delmas. Ce sont : Michel **(42)**, né le 25 juin 1932 à Bordeaux, François **(43)**, né le 3 janvier 1935 à Casablanca, Jacqueline **(44)**, née le 14 novembre 1937 à Casablanca, Philippe **(45)**, né le 23 août 1940 à Casablanca et qui a dix petits-fils, Françoise **(46)**, née le 12 juin 1948 à Bordeaux et Christian **(47)**, né le 1^{er} janvier 1952 à Bordeaux.

André Louis **(35)**, fils posthume qui porte les prénoms de son père, est né à La Roche-Chalais. Il est adopté par la nation suivant un jugement du tribunal civil de Ribérac (Dordogne) en date du 14 octobre 1920. Comme son frère, il embrasse la carrière militaire, mais dans la marine, et devient officier. Il fait partie de la dernière promotion de l'École navale qui quitte précipitamment Brest sur le cuirassé Jean-Bart pour se réfugier à Casablanca où il arrive le 22 juin 1940. Lieutenant de vaisseau, il commande le sous-marin “La Créole”, surnommé “La Locomotive” du 18 janvier 1954 au 18 juillet 1955. André Louis est fait chevalier de la légion d'honneur, le 28 décembre 1954. À 49 ans, il se marie le 28 décembre 1968 à Revest-les-Eaux (Var) avec Anna Browislawa Romanowicz (53 ans), née en Allemagne, fille de Valentin Romanowicz, mineur, et de Antonia Romanowicz, née Pollednick. Elle est divorcée de Georges Jean Baptiste Secher. Par son mariage, Madame Antonia Cholesky prend la nationalité française. André Louis Cholesky décède à Toulon le 4 (ou le 7 ?) mai 1987. Ce décès est enregistré à La Roche-Chalais le 11 mai 1987.

Actuellement plus aucun descendant ne porte le patronyme de Cholesky.

Des deux filles d'Ernest Léon **(22)**, Yveline **(38)**, sans doute née à Paris, y épouse

en 1937, un éminent ophtalmologue iranien, le Professeur Farahmand. Elle le suivra en Iran où ils s'installeront. Ils auront huit enfants (51) : une fille, Christiane (dite Riri), née le 5 décembre 1937 à Paris, puis Philippe, né le 7 octobre 1941 à Paris, Jean Yves, né le 12 septembre 1943 à Paris, Jacques, né le 10 septembre 1945 à Paris, Laure-Lovely, née en 1950 à Téhéran et décédée en 1952 à Téhéran, Patricia, née en 1951 à Téhéran, et enfin, des jumeaux, Jean-Marie et Marie-Christine, nés en octobre 1954 toujours à Téhéran. Jean-Marie est décédé à Grenoble en 1998.

Le destin de l'autre fille d'Ernest Léon, Christiane Maximilienne (37), est plus étonnant. Elle était née à Paris en 1914. Reza Khan Mir Panj (Alasht, 16 mars 1878 – Johannesburg, 26 juillet 1944), connu sous le nom de Reza Shah Pahlavi, régna comme Shah en Iran de 1925 à 1941, date à laquelle, accusé de germanophilie, il dut céder le trône à son fils aîné, Mohammed Reza Pahlavi (Téhéran, 26 octobre 1919 – Le Caire, 27 juillet 1980) qui régnera jusqu'à la révolution islamique de 1979. Ce dernier, pour symboliser l'entrée en guerre de son pays contre les puissances de l'axe, envoya son frère puîné Ali Reza Pahlavi (Téhéran, 1er mars 1922 – 17 octobre 1954) rejoindre, comme capitaine, l'état-major du Général de Lattre de Tassigny. Lors d'une réception à l'ambassade d'Iran à Paris, Christiane Maximilienne, qui avait accompagné sa sœur et son mari, le Professeur Farahmand, fait la rencontre du prince Ali Reza Pahlavi. Ils se marient le 20 novembre 1946 à la mairie du XVI^e arrondissement de Paris alors que le Shah s'oppose au mariage de son frère, mais la jeune femme est enceinte. Elle est déjà mère d'un fils (né en 1941) qu'Ali Réza adopte et auquel il donne le nom de Joachim Christian Philippe Pahlavan Nassan Pahlavi-Pahlavi. Sa condition d'épouse du prince Ali Réza et de mère de l'héritier du trône d'Iran valent à Christiane Maximilienne une vie très agitée. En Iran, elle est appelée “Princesse Pahlavi”. Deux ans après son mariage avec le prince, elle sera obligée de divorcer. Elle décèdera en 1995.

Leur fils, Patrick (50), naîtra le 1er septembre 1947. Cependant, malgré l'hostilité de sa famille pour son mariage, Ali Reza fait venir sa jeune femme en Iran. Ses parents, Ernest Léon Cholesky (22) et sa femme, quittent leur appartement de la place Victor Hugo pour suivre leur fille. Ali Reza mourra dans un accident d'avion, le 17 octobre 1954 dans les Monts Alborz. Le Shah, qui avait épousé Soraya, pensa, un temps, désigner Patrick Ali (il l'avait obligé à avoir Ali comme second prénom) comme héritier. On peut trouver son autobiographie sur internet [11]. En voici des extraits

Mon nom est Patrick Ali Pahlavi. Je suis venu au monde à Paris le 1er septembre 1947, à une heure et quart du matin. Mais mon histoire commence avant ça.

En 1941, Mon grand père, Réza Shah, est envoyé en exil par les anglais et les américains, sous prétexte d'avoir flirté avec Hitler. Son fils Mohammad-Réza Pahlavi lui succède comme Shah d'Iran. Ce dernier, en acte d'allégeance envers les alliés, envoie son jeune frère et prince héritier, le prince Ali-Réza qui deviendra mon père, combattre les nazis, incorporé dans l'état major du

général de Lattre de Tassigny. En 1945, il entre avec ce dernier dans Paris libéré.

L'ambassade d'Iran donne alors une réception en son honneur. Le prince Ali Réza Pahlavi apparaît en uniforme d'officier de l'armée française. "Il avait un charme fou" me dira ma mère, qui était invitée à cette réception. Quelques jours plus tard il la contacte. Ils se revoient et s'éprennent l'un de l'autre. Leur amour semble avoir été très fort. Il y a des signes qui ne trompent pas. Par exemple, elle a un fils d'une première union et il le reconnaît, lui donnant son nom avant même d'épouser ma mère...

Le vingt novembre 1946, Christiane Maximilienne Cholesky épouse Ali-Réza Pahlavi, à la Mairie du 16ième arrondissement à Paris.

Le Shah apprenant l'union de son prince héritier de frère, avec... cette française, menace de lui couper les fonds s'il ne rentre pas à Téhéran. Qu'à cela ne tienne, le prince Ali Réza qui a une très belle voix, se prépare pour une carrière de chanteur à l'Opéra. Le Shah qui a peur des scandales fait marche arrière.

— Très bien, tu l'as épousée sans mon autorisation, tu m'as fait très mal, mais je te pardonne. Je te demande au moins de ne pas avoir d'enfant.

Pas de chance, je suis déjà en formation dans l'utérus de ma mère. Le fait qu'elle soit enceinte s'ébruite et finit par revenir aux oreilles du souverain. C'est alors une pluie d'émissaires qui s'abat sur l'appartement de mes grands parents français, Léon Cholesky et Yvonne Bouchez, au no. 2 de l'avenue Bugeaud à Paris. Ma mère me racontera plus tard l'état de stress et d'angoisse qu'elle a connu durant toute sa grossesse et comment la peur de voir partir celui qu'elle aimait, la tenaillait...

Finalement le Shah l'emporte. Quelque semaines après ma naissance, mon père, prétextant d'aller acheter le journal, part en Iran pour ne plus revenir. Quatre ans plus tard pourtant et n'y tenant plus, il écrit à ma mère. Il lui demande de venir le rejoindre incognito en Iran. Chose dite chose faite, ma mère prend le passeport d'une cousine qui lui ressemble, y ajoute les photos de mon frère et moi et nous voilà partis pour le lointain Orient.

L'Iran ça dépayse, surtout à l'époque. Nous vivons au fond d'un grand parc ombragé, le parc Amine Dowlé, et les soirs, ma mère va retrouver son époux, en cachette au palais.

Mes grands parents français nous ont accompagnés et leur autre fille, tante Yveline, qui a elle aussi épousé un iranien et a déjà une ribambelle d'enfants, vit avec nous...

Nous vivions tous dans cette immense maison de l'époque Ghadjar. Colonnade, petites fenêtres, toit en tôle de fer. Dès le matin, tous les enfants jouaient au parc. Il y avait mon frère, Christian, et moi, plus tous les enfants de ma tante : Riri (à l'époque elle était presque adulte et ne jouait pas), Philippe, Jean-Yves, Jacquot et Patricia. Les jumeaux, Jean-Marie et Marie-Christine, n'étaient pas encore nés...

Notre vie s'écoulait heureuse et paisible dans un Iran en paix, où la religion n'était pas encore un problème. Tout semblait vouloir nous sourire, jusqu'à ce qu'à l'automne 1953, le destin en décide autrement.

Un matin je découvrais tout un tas de gens dans la chambre de ma grand-mère, Yvonne, où nous prenions généralement le petit déjeuner. Des hommes et des femmes que je ne prenait pas le temps d'identifier. Je reconnaissais le père Toulemonde, il tenait dans ses bras ma mère qui pleurait. Ma tante, Maman Yveline, comme on l'appelait, vint alors vers moi. Elle me prit dans ses bras comme pour me réconforter, elle aussi pleurait. Mon père venait de se tuer en avion et j'avais sept ans...

De plus, si chez nous c'était le drame, le Shah dans son palais ne semblait pas non plus à la fête. Il venait en effet de perdre en la personne de son jeune frère, son prince héritier. Or, la constitution iranienne lui imposait d'avoir en permanence un héritier désigné, afin que s'il lui arrivait malheur, la dynastie des Pahlavi demeure. Le problème qui se posait au souverain était que ses demi-frères ayant du sang Ghadjar (dynastie précédente), ne pouvaient constitutionnellement pas régner. Le Shah devait donc soit répudier Soraya qui ne pouvait lui donner d'enfant, soit abdiquer. Or, le Shah était très amoureux de Soraya et il comptait sur les progrès de la médecine pour la voir un jour enfanter. Que faire ?

C'est le ministre de la Cour, monsieur Alâ, qui lui souffla la solution.

– Majesté, ne vous tourmentez pas, il existe un recours. Le fils de votre défunt frère peut régner.

– Quoi ? Le petit français ? Mais on ne sait même pas où il est, ni si sa mère sera d'accord !

– Majesté, la Constitution n'interdit que le sang Ghadjar, souvenez-vous, votre première épouse, Fowziah, n'était pas non plus iranienne. Quand à l'enfant, il est ici à Téhéran. Sa mère se cache avec lui, mais nous les avons repérés, elle sera bien obligée de nous obéir.

On s'arrêtera ici quelque instants pour déguster l'ironie du destin. Cet enfant, né d'une française et que le Shah avait interdit à son frère de procréer sept ans plus tôt, aujourd'hui il l'arrachait à sa mère pour sauver à la fois son trône et son amour...

Le problème de la succession fut finalement soumis à un conseil de sages qui proposa au Shah de prendre une seconde épouse, ce que permettait la loi musulmane. Mais Soraya refusa cette idée et le couple divorça en 1958 pour raison d'État. L'année suivante le Shah épousa Farah Diba qui lui donna quatre enfants dont un fils aîné, Reza Pahlavi, né le 31 octobre 1960 à Téhéran, prince impérial, naissance qui éloigna Patrick Ali du trône. Un descendant de la famille Cholesky ne régna donc pas sur l'Iran. Cependant, Reza Pahlavi s'étant suicidé à Boston le 4 janvier 2011 et n'ayant eu que des filles, Patrick Ali est redevenu, cinquante ans après l'avoir été, l'héritier du trône d'Iran.

Patrick Ali a épousé Sonja Laumann en 1972 et ils ont eu 3 fils (53), leurs Altesses les princes impériaux Davoud Pahlavi, né le 7 juillet (ou octobre) 1972, Houd Pahlavi, né le 26 novembre 1973, et Mohamed Younes Pahlavi, né le 19 mai 1976 (voir http://fr.wikipedia.org/wiki/Ali_Patrick_Pahlavi).

Joakim Christian Philippe Pahlavi (49), demi-frère de Patrick Ali, est né en 1941 d'une première union de sa mère Christianne Maximilienne (37). Il fut baptisé sous le nom de famille de Cholesky. Il sera reconnu par le prince Ali Réza alors même qu'il n'avait pas encore épousé sa mère. Il suivra sa mère en Iran. Il a épousé Jana Broz et ils ont eu 4 fils (52).

Remarque : Dans l'arbre généalogique qui se trouve à la fin de cet article, chaque fratrie est ordonnée de l'aîné au cadet en allant de gauche à droite.

Remerciements : nous tenons à remercier Monsieur Frédéric de Ligt, ainsi que Michela Redivo-Zaglia, Professeur à l'Université de Padoue (Italie).

Références

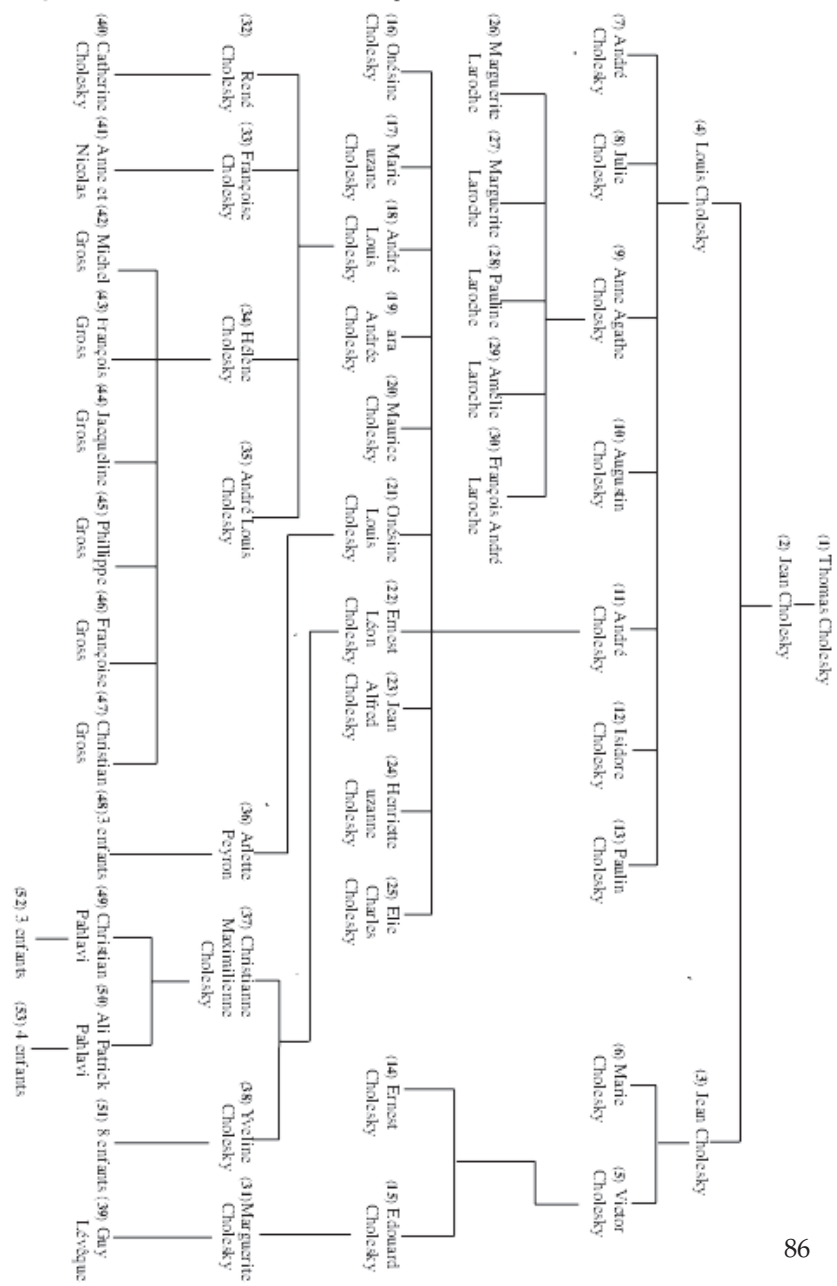
- [1] Cdt. Benoît, Note sur une méthode de résolution des équations normales provenant de l'application de la méthode des moindres carrés à un système d'équations linéaires en nombre inférieur à celui des inconnues, (Procédé du Commandant Cholesky), Bulletin Géodésique, 2 (1924) 67–77.
- [2] Lieutenant-colonel E. Benoît, Formules pratiques pour le calcul des coordonnées géodésiques ; application dans le cas de l'ellipsoïde de référence international, avec une Introduction par le colonel G. Perrier, des Exemples et des Tables, calculés par M. Périn dans le système de la division sexagésimale de la circonférence, Bulletin Géodésique, 12 (octobre–novembre–décembre 1926) p. 187.
- [3] Lieutenant-colonel E. Benoît, Formules pratiques pour le calcul des coordonnées géodésiques ; application dans le cas de l'ellipsoïde de référence international (suite). Exemples et tables calculés par M. Périn, dans le système de la division centésimale de la circonférence, Bulletin Géodésique, 16 (octobre–novembre–décembre 1927) p. 135.
- [4] C. Brezinski, André Louis Cholesky, dans *Numerical Analysis, A Numerical Analysis Conference in Honour of Jean Meinguet*, Bull. Soc. Math. Belg., 1996, pp. 45–50.
- [5] C. Brezinski, La méthode de Cholesky, Rev. Hist. Math., 11 (2005) 205–238.
- [6] C. Brezinski, *Les images de la Terre. Cosmographie, géodésie, topographie et cartographie à travers les siècles*, Éditions L'Harmattan, Paris, 2010.
- [7] C. Brezinski, André Louis Cholesky, topographe et mathématicien, XYZ, 129 (2011) 57–67.

La famille d'André Louis Cholesky

- [8] C. Brezinski, M. Gross-Cholesky, La vie et les travaux d'André Cholesky, Bull. Soc. Amis Bib. Éc. Polytech., 39 (2005) 7–32.
- [9] P. Goix, *Topographie*, CRDP de l'Académie de Grenoble, Grenoble, 2001.
- [10] R. Nuvet, *Montguyon, 200 ans d'histoire locale*, Tome 1, Auto-édition R. Nuvet, Montguyon, 2005.
- [11] P.A. Pahlavi, *Royale genèse, survol chronologique et autobiographique*,

http://www.paixdeshommes.org/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=69

La famille d'André Louis Cholesky



Modélisation et approche métapopulationnelle de la transmission du chikungunya

par Djamila Moulay¹

Résumé

Le but de cet article est de présenter les différentes étapes permettant de formuler un modèle en épidémiologie. Nous nous intéresserons en particulier au cas de la transmission du chikungunya. Ce type de modèles peut être formalisé à l’aide de système d’équations différentielles ordinaires. De plus, à ce modèle, on intègre la dimension spatiale *via* la formulation d’un modèle de type métapopulationnel. L’épidémie survenue sur l’île de la Réunion en 2005-2006 est ainsi décrite en prenant en compte la géographie de l’île.

1 Introduction

Nous nous intéressons au cas d’une maladie tropicale : le chikungunya. Cette maladie due à un arbovirus (*arthropode-borne virus*) est une maladie vectorielle transmise par les moustiques du genre *Aedes*. Depuis une cinquantaine d’années, plusieurs épidémies ont été recensées, notamment en Afrique, en Asie, et plus récemment, sur l’île de la Réunion (2005-2006) et en Italie (2007). On qualifie aujourd’hui le chikungunya de maladie ré-émergente. Le concept et l’étude de ces maladies (ré)-émergentes est relativement récent (S. Morse lors d’une conférence dans les années 1990). Plusieurs modèles ont été proposés pour décrire la dynamique de transmission de maladies vectorielles, voir [10, 13, 30, 36]. Par exemple, le cas de la Dengue, maladie vectorielle transmise par des moustiques, a fait l’objet de plusieurs études [6, 11, 12]. Des modèles décrivant le chikungunya ont été proposés récemment [4, 10]. Ces approches utilisent pour la plupart des modèles de bases en épidémiologie : SI et SIR. La population étudiée est compartimentée suivant son état épidémiologique : Susceptible, Infecté, Retiré. Dans cet article, nous présentons tout d’abord ces modèles classiques utilisés pour décrire la transmission des maladies infectieuses. Ensuite, nous présentons les grandes lignes de la modélisation métapopulationnelle. Celle-ci permet d’intégrer les déplacements des populations et de considérer des transmissions de maladies sur différents *patches* qui constituent le réseau. Enfin, ces modèles sont utilisés et adaptés afin de décrire la transmission du chikungunya, dont nous rappelons les principales caractéristiques biologiques ainsi que le mode de transmission à la population humaine.

¹LMAH, Université du Havre, France - djamila.moulay@univ-lehavre.fr

2 Modèles en épidémiologie

2.1 Modèle SI de Hamer

Le premier modèle dynamique apparaît en 1906 et est dû à W. H. Hamer [16]. C’est un modèle épidémique simple où l’on considère que la population étudiée de taille N peut être décomposée en deux catégories :

- les individus susceptibles d’être infectés S ;
- les individus infectés I .

L’infection se propage par contact direct d’un des S susceptibles avec un des I infectés (ou contagieux). Il y a d’autant plus de nouveaux cas qu’il y a plus de susceptibles S et plus d’infectés I pour les contaminer, avec un facteur α de proportionnalité (aussi appelé taux d’infection). Dans ce modèle, un individu, lorsqu’il est infecté, devient infectieux et le reste jusqu’à la fin de sa vie. Cette hypothèse est raisonnable pour beaucoup de maladies dans les premières étapes de l’infection. On suppose que la population est fermée, *i.e.*,

$$S(t) + I(t) = N, \quad \forall t \in \mathbf{R}_+$$

où N constant est la taille de la population. Le modèle de Hamer est alors décrit par le système différentiel suivant :

$$\begin{cases} S'(t) = -f(S(t), I(t)) \\ I'(t) = f(S(t), I(t)) \end{cases}$$

où $f(S, I)$ est l’*incidence* de la maladie, *i.e.* le taux avec lequel l’infection se produit. Il est clair que f est une fonction croissante de S et I , et le modèle le plus simple est donné par $f(S, I) = \beta SI$, dans lequel β exprime à la fois que tous les contacts possibles n’ont pas nécessairement lieu, et que ceux-ci ne sont pas toujours à l’origine d’un nouveau cas (un contact n’entraînant pas forcément une contamination). Dans ce cas, la figure 1 montre le diagramme de transmission de la maladie. On obtient ainsi le système :

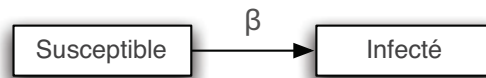


FIG. 1: Diagramme de transmission du modèle SI.

$$\begin{cases} S'(t) = -\beta S(t)I(t) \\ I'(t) = \beta S(t)I(t) \end{cases} \quad (1)$$

Partant de l’égalité $S + I = N$, le système s’écrit encore

$$\begin{cases} S' = -\beta S(N - S) \\ I' = \beta I(N - I) \end{cases}$$

où l'on reconnaît des équations différentielles de type logistique, initialement introduite par Verhulst pour décrire un modèle d'évolution de population. Par simple intégration on obtient :

$$I(t) = \frac{N}{1 + (N - 1)e^{-N\beta t}}, \text{ avec } I(0) = 1$$

qui correspond au nombre total de cas et est représenté par une sigmoïde appelée *courbe d'intensité* ou encore *courbe épidémique*.

2.2 Modèle SIR de Kermack & MC Kendrick

Au début du XX^e siècle, W.O. Kermack (médecin de santé publique) et A.G. Mc Kendrick (biochimiste) publient un modèle simple de la propagation des épidémies par contact direct [21]. Dans ce modèle, ils partagent la population en trois groupes : les S susceptibles, les I infectés et les R retirés. Leur modèle ne contient que deux paramètres : β le taux d'infection et γ le taux de retrait, dont les valeurs sont déterminées à partir de données observées. La taille N de la population totale est supposée constante et donnée par :

$$N = S(t) + I(t) + R(t), \quad \forall t \in \mathbf{R}_+.$$

La figure 2 représente cette situation. Le modèle de Kermack-Kendrick se formule

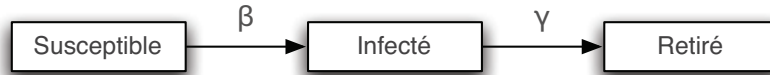


FIG. 2: Diagramme de transmission du modèle SIR.

alors par le système différentiel suivant :

$$\begin{cases} S'(t) = -\beta I(t)S(t) \\ I'(t) = \beta I(t)S(t) - \gamma I(t) \\ R'(t) = \gamma I(t) \end{cases} \quad (2)$$

La variation du nombre de sujets infectés I tient compte de deux termes. Le premier est identique à celui du modèle de Hamer (1) et le second pourrait faire

l’objet de plusieurs options. L’hypothèse généralement retenue est que, dans l’intervalle de temps dt , une proportion fixe de sujets cesse d’être considérée comme infectée. Cette proportion γ concerne en principe des sujets guéris et immunisés, ou bien isolés, ou encore décédés. En tout état de cause sortis du processus d’infection. Si celle-ci est nulle, on est ramené au cas du modèle 1. Dans le cas où γ vaut 1, tous les infectés sont sortis du processus durant l’intervalle de temps dt . Généralement, le taux de sortie γ prend une valeur intermédiaire.

Le système (2) est muni de la condition initiale $S(0) = S_0$, $I(0) = I_0$, $R(0) = 0$ et telle que $I_0 \approx 0$, ainsi $S_0 \approx N$. Cela revient à considérer une population de susceptibles dans laquelle on introduit un petit nombre d’infectieux. On montre que le cône positif $\mathbf{R}_+^3 = \{(S, I, R) \in \mathbf{R}^3 \mid S \geq 0, I \geq 0, R \geq 0\}$ est positivement invariant pour le système (2), *i.e.* pour tout t positif, les solutions du problème de Cauchy associé à (2) restent dans $\mathbf{R}_+^3$. Puisque $N = S(t) + I(t) + R(t)$ est constant, l’étude du système (2) se réduit donc à l’étude de

$$\begin{cases} S'(t) = -\beta I(t)S(t) \\ I'(t) = \beta I(t)S(t) - \gamma I(t) \end{cases} \quad (3)$$

considéré sur l’ensemble suivant $\Delta = \{0 \leq S \leq N, 0 \leq I \leq N \mid 0 \leq S + I \leq N\}$. En divisant la deuxième équation du système (3) par γI , on a

$$\frac{I'(t)}{\gamma I(t)} = \frac{\beta S(t)}{\gamma} - 1 \quad (4)$$

Alors, pour $\frac{\beta S(t)}{\gamma} > 1$, chaque individu infecté contaminera plus d’un individu susceptible, et la maladie se propagera à un nombre toujours grandissant d’individus. Il en sera ainsi jusqu’à ce que le nombre $S(t)$ de susceptibles soit tel que $\frac{\beta S(t)}{\gamma} < 1$. Le rapport $\frac{\beta}{\gamma}$ peut alors s’interpréter comme le nombre de contacts pouvant transmettre la maladie par les individus infectés tout au long de leur période de contagion. Ainsi, en multipliant par la fraction des individus susceptibles à chaque instant, on obtient le nombre de nouveaux infectés causés par un seul individu contagieux. L’équation (4) met donc en évidence l’importance des conditions initiales dans ce genre de modèles. En effet, si $\frac{\beta S_0}{\gamma} > 1$, il y aura forcément une épidémie, alors que dans le cas contraire, $\frac{\beta S_0}{\gamma} < 1$, seuls quelques individus seront infectés avant que la propagation de la maladie ne s’arrête d’elle-même.

On pose alors $\mathcal{R}_0 = \frac{\beta N}{\gamma}$, appelé *taux de reproduction de base*. Ce taux correspond au nombre de cas secondaires produits par un individu infectieux moyen au cours de sa période d’infectiosité, dans une population entièrement constituée de susceptibles.

Dans le cas où $\mathcal{R}_0 > 1$, bien que le système (2) ne puisse être résolu explicitement, on a les propriétés suivantes :

1. S , I et R admettent des limites en $+\infty$, S_∞ , I_∞ et R_∞ .
2. Si $S_0 > 0$ et $I_0 > 0$ alors $0 < S_\infty < S_0$ et $I_\infty = 0$.
3. La taille finale de l'épidémie est donnée par $R_\infty = N - S_\infty$ et la taille maximale I_{max} de l'épidémie vaut, $I_{max} = -\frac{\gamma}{\beta} + \frac{\gamma}{\beta} \ln \left(\frac{\gamma}{\beta} \right) = N - \frac{\gamma}{\beta} \ln N$.

Ces deux modèles SI et SIR ne prennent en compte que la dynamique temporelle. Pour compléter notre approche, on considère les modèles de métapopulation pour prendre en compte la dynamique spatiale.

2.3 Approche métapopulationnel

À l'heure actuelle, les principaux modèles de métapopulation de transmission de maladies vectorielles sont de type multi-agents [20] ou automates cellulaires [14, 24]. J. ARINO et ses co-auteurs [1, 2] proposent un modèle mathématique permettant de prendre en considération la mobilité des populations humaines dans un modèle de type métapopulation.

Dans tout ce qui suit, le terme "noeud" est utilisé pour désigner une parcelle qui est aussi un habitat ou un *patch*. On considère donc que la population humaine est répartie sur les noeuds du réseau qui représentent l'environnement.

On rappelle ici un des modèles généraux de mobilité, développé dans [2, 3] où chaque sous-population est identifiée par rapport à son lieu de résidence et son noeud de présence. Notons que cette identification est plus appropriée dans le cas de déplacements de courte durée. Considérons une population humaine de taille N . On définit les sous-populations suivantes :

$N_{ij}(t)$: les personnes résidentes du noeud i et présentes sur le noeud j à l'instant t ;

$N_i^r(t)$: l'ensemble des personnes résidentes du noeud i à l'instant t : $N_i^r(t) = \sum_{j=1}^n N_{ij}(t)$;

$N_i^p(t)$: l'ensemble des personnes présentes sur le noeud i à l'instant t : $N_i^p(t) = \sum_{j=1}^n N_{ji}(t)$.

Les hypothèses et notations considérées sur le modèle sont les suivantes :

- Les résidents du noeud i quittent leur noeud avec un taux $g_i \geq 0$.
- Une fraction $m_{ji} \geq 0$ de ces sortants se dirige vers le noeud j . Par convention, on pose $m_{ii} = 0$, de sorte que si $g_i \geq 0$ alors $\sum_{j=1}^n m_{ji} = 1$. Ainsi, $g_i m_{ji}$ désigne le taux de transfert par individu du noeud i vers le noeud j .
- Les personnes résidentes du noeud i , présentes sur le noeud j , reviennent à leur lieu de résidence i avec un taux r_{ij} . On a alors $r_{ii} = 0$.
- Les naissances, avec un taux b_N , ont lieu sur le noeud d'origine. Les décès, avec un taux d_N , ont lieu sur le noeud de présence. On suppose également que la population humaine est constante, donc $b_N = d_N$.

Les déplacements sont représentés sur la figure 3. Le modèle de mobilité est alors donné par :

Modélisation de la transmission du chikungunya

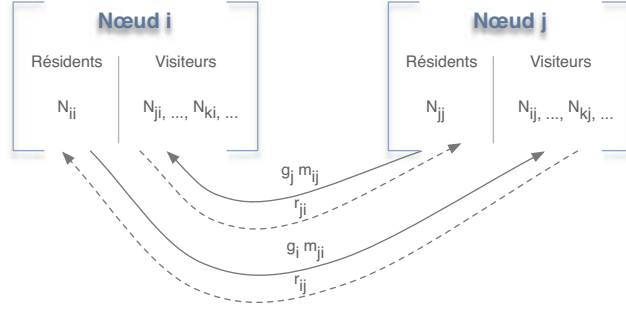


FIG. 3: Représentation des déplacements possibles entre les deux noeuds i et j .

1. La dynamique de croissance des résidents du noeud i et présents sur le noeud i est :

$$\frac{dN_{ii}}{dt} = b_N N_i^r - d_N N_{ii} - g_i N_{ii} + \sum_{j=1}^n r_{ij} N_{ij} = d_N (N_i^r - N_{ii}) - g_i N_{ii} + \sum_{j=1}^n r_{ij} N_{ij}. \quad (5)$$

2. La dynamique de croissance des résidents du noeud i présents sur le noeud j est :

$$\frac{dN_{ij}}{dt} = -d_N N_{ij} - r_{ij} N_{ij} + g_i m_{ji} N_{ii}. \quad (6)$$

On vérifie alors aisément que $\frac{dN_i^r}{dt} = 0$, donc que le nombre de personnes originaires du noeud i est constant. On vérifie également que le nombre de personnes présentes sur le noeud j est variable, $\frac{dN_i^p}{dt} \neq 0$.

Remark 2.1. La population totale que compte les n noeuds du réseau est donnée par :

$$N = \sum_{i=1}^n N_i^r = \sum_{i=1}^n N_i^p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N_{ij}$$

D'autres formalismes de type métapopulationnel, où l'on identifie les populations uniquement par rapport au noeud de présence peuvent être utilisées. Dans le cas de déplacements de longue durée, les humains résidents (originaires) d'un noeud i sont alors identifiés aux humains présents sur le noeud d'arrivée, comme décrit dans [39].

3 Le chikungunya

3.1 Maladie et transmission

Le virus du chikungunya a été isolé pour la première fois en 1953 suite à l'épidémie survenue sur le Plateau Makondé en Tanganyika (actuelle Tanzanie)[23, 32]. C'est une infection naturellement transmissible de l'animal à l'homme, et réciproquement. Le terme chikungunya se traduit en français par "maladie qui brise les os" ou "maladie de l'homme courbé" car elle occasionne de très fortes douleurs articulaires associées à une raideur, ce qui donne aux patients infectés une attitude courbée très caractéristique.

Le chikungunya (terme désignant aussi bien la maladie que l'agent pathogène) est due à un arbovirus (**arthropode-borne-virus**, *i.e.* virus porté par les arthropodes) dont les principaux vecteurs sont les moustiques *Aedes albopictus* (Figure 4) [17] et *Aedes aegypti* [5]. Les arboviroses (maladie d'origine virale transmise par des insectes) sont des affections surtout tropicales transmises par des arthropodes hématophages (ou sanguinivore). Elles regroupent des maladies différentes quant à leur symptomatologie et surtout leur épidémiologie. Contrairement aux zones tropicales, en Europe, en l'absence de virus pathogène transmissible, le moustique *Aedes albopictus* est inoffensif.

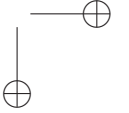
Notons que le qualificatif d'arbovirus concerne les virus capables de se multiplier chez les arthropodes. Cette propriété correspond à la notion de transmission biologique, par opposition à la transmission "mécanique" sans multiplication du virus [35].

3.2 Biologie du vecteur

Contrairement au moustique *Aedes aegypti*, l'*Aedes albopictus* est doté d'une très grande capacité d'adaptation aux conditions climatiques des zones non tropicales. En effet, il s'adapte en réalisant une diapause hivernale, *i.e.* période pendant laquelle sa croissance est ralentie afin de mieux supporter les saisons froides. Cette capacité lui a permis de s'implanter et de s'adapter à plusieurs pays d'Europe, tels que la France et l'Italie, où il fait aujourd'hui l'objet d'une vigilance importante de la part des autorités sanitaires (Entente Interdépartementale pour la Démoustication (EID) et InVS). C'est d'ailleurs ce dernier qui est responsable des récentes épidémies de l'île de La Réunion (2005-2006) et d'Italie (2007). Ce moustique *Aedes albopictus* (également appelé "moustique-tigre") est une espèce originaire d'Asie du Sud-Est et de l'Océan Indien.

Les moustiques sont des insectes holométaboles : la larve ne ressemble pas à l'adulte et il existe une étape intermédiaire que l'on appelle la "nympheose". Le cycle de vie du moustique comporte 4 étapes (Figure 4) : la phase embryonnaire, la phase larvaire, la phase nymphale et la phase adulte. Les trois premières phases nécessitent la présence d'eau pour se développer alors que la dernière est une phase aérienne.

La phase de développement des oeufs dure de 48 à 72h. Les larves, quant à elles, ont une croissance discontinue qui dure de 5 à 7 jours et subissent 4 mues. De la dernière mue sort une nymphe. La durée de ce stade est d'environ 6 à 8 jours. La femelle est fécondée par le mâle une seule fois dans sa vie. Lors d'une piqure,



elle peut absorber l'équivalent de son poids en sang. Elle pond, 3-4 jours après son repas de sang, entre 100 et 400 oeufs à la surface de l'eau accumulée dans des contenants naturels (trou dans la pierre, coquilles vides, flaques, trous d'arbre) ou créés par l'homme (pneus, boîtes, sacs plastiques, citernes, vases). Comme chez toutes les espèces de moustiques, uniquement la femelle est hématophage et donc capable de transmettre le chikungunya.

Nous proposons ici un modèle de transmission du virus chikungunya prenant en compte la dynamique de croissance des stades immatures du cycle de vie du vecteur. Le système sera ensuite intégré dans la dynamique de transmission de la maladie utilisant les modèles SI et SIR définis précédemment. Plusieurs modèles ont récemment été formulés pour décrire la transmission du chikungunya tels que dans [4], ou encore dans [10] où les auteurs prennent en compte la dynamique d'une phase aquatique générale.

Nous utilisons un modèle structuré par classes afin de décrire la dynamique des différents stades de développement du cycle de vie biologique du moustique. Il comprend les stades suivant :

- 94

Modélisation de la transmission du chikungunya

- le stade femelle adulte A .

Les hypothèses considérées sur le modèle sont les suivantes :

- Le nombre d'oeufs pondus est proportionnel au nombre de femelles présentes.
- La croissance des oeufs est régulée par l'effet d'une capacité d'accueil du gîte. En effet, il a été observé chez les femelles une capacité à détecter et choisir le meilleur gîte de ponte, assurant le développement des nouveaux oeufs. On observe alors deux types de comportements : les femelles vont pondre plus loin ou alors déposent moins d'oeufs. De plus, le gîte est naturellement limité en ressources permettant le développement d'une quantité finie d'oeufs. Pour traduire ce phénomène on fait apparaître, comme dans le modèle de VERHULST (fonction logistique) un terme non-linéaire de régulation de la population.
- La croissance des larves est aussi régulée par une capacité d'accueil du milieu. En effet, les larves ont besoin de s'alimenter (contrairement aux nymphes) et on observe ainsi certains comportements cannibales des larves présentes, envers les nouvelles arrivées, plus fragiles.

La variation de densité de chaque stade est régie par le modèle suivant :

$$\text{variation d'une classe} = \text{entrants} - \text{sortants} = \text{entrants} - (\text{transferts} + \text{morts})$$

Par exemple, la variation de densité de la quantité d'oeufs à un instant t est donnée par le nombre d'oeufs pondus $b(t)$ proportionnel au nombre de femelles $A(t)$ auquel on soustrait une quantité d'oeufs devenus matures $sE(t)$ et se transformant en larves, ainsi que les oeufs perdus dus à la mortalité naturelle $dE(t)$. Les dynamiques des autres classes sont obtenues de la même manière. Les transferts entre les différents stades considérés sont représentés dans la figure 5.

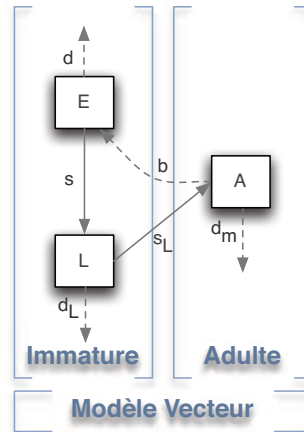


FIG. 5: Modèle structuré par classes décrivant la dynamique des stades oeufs E , larves L et femelles adulte A .

Nous proposons alors le modèle suivant :

$$\begin{cases} E'(t) &= b(t)A(t) - (s + d)E(t) \\ L'(t) &= s(t)E(t) - (s_L + d_L)L(t) \\ A'(t) &= s_L L(t) - d_m A(t) \end{cases} \quad (7)$$

où $b(t) = b \left(1 - \frac{E(t)}{K_E}\right)$ et $s(t) = s \left(1 - \frac{L(t)}{K_L}\right)$. Le système est muni de la condition initiale $(t_0, X_0 = (E(t_0), L(t_0), A(t_0))) \in \mathbf{R} \times \mathbf{R}_+^3$.

Les paramètres du système sont :

- b : le taux de ponte intrinsèque des femelles ;
- K_E, K_L : les capacités d'accueil du gîte en oeufs et en larves, respectivement ;
- s, s_L : les taux de transfert du stade oeuf au stade larve et du stade larve au stade femelle adulte respectivement ;
- d, d_L, d_m : les taux de mortalité des oeufs, larves et femelles adultes, respectivement.

L'existence et l'unicité des solutions du problème de Cauchy associé à (7) et relatif à une condition initiale $(t_0, X_0) \in \mathbf{R} \times \mathbf{R}^3$ est garantie puisque le champ de vecteurs associé au système (7) est de classe $\mathcal{C}^\infty$. On montre également que le problème est bien posé (positivité, bornage des solutions, bassin d'attraction...) (voir [26, 27] pour le détail des démonstrations).

On montre alors le résultat de stabilité suivant :

Proposition 4.1 ([26, 27]). *Posons*

$$r = \left(\frac{b}{s + d}\right) \left(\frac{s}{s_L + d_L}\right) \left(\frac{s_L}{d_m}\right). \quad (8)$$

Alors,

- le système (7) possède toujours le point d'équilibre trivial $X_0^* = (0, 0, 0)$ qui est globalement asymptotiquement stable (GAS) si $r \leq 1$ et instable sinon.
- si $r > 1$, alors il existe un unique équilibre endémique qui est GAS et est donné par :

$$X^* = \left(1 - \frac{1}{r}\right) \begin{pmatrix} \frac{K_E}{\gamma_E} \\ \frac{K_L}{\gamma_L} \\ \frac{s_L}{d_m} \frac{K_L}{\gamma_L} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E^* \\ L^* \\ A^* \end{pmatrix} \quad (9)$$

où

$$\gamma_E = 1 + \frac{(s + d)d_m K_E}{b s_L K_L} \quad \text{et} \quad \gamma_L = 1 + \frac{(s_L + d_L)K_L}{s K_E}.$$

Le seuil r régit la stabilité des équilibres. Il peut être obtenu rapidement grâce au calcul des points d'équilibres. De plus, on obtient la stabilité globale des équilibres en utilisant la théorie des fonctions de Lyapunov. On observe ici deux comportements. Dans le cas où $r \leq 1$, le point d'équilibre triviale est GAS signifie que toutes les trajectoires du système tendent vers cet équilibre et donc se traduit par une extinction des populations. A l'inverse, dans le cas $r > 1$, c'est le point d'équilibre endémique qui attire toutes les solutions, assurant ainsi la présence et la stabilisation de toutes les espèces.

Connaissant à présent la dynamique de croissance de l'*Aedes Albopictus* nous allons intégrer ce système à un modèle de transmission de la maladie à la population humaine

4.2 Transmission de la maladie

Dans tout ce qui suit, on se place dans le cas où la population de moustiques ne s'éteint pas, *i.e.* on suppose $r > 1$.

Le virus se transmet de la manière suivante : les moustiques contractent la maladie en piquant des animaux ou des hommes infectés par celle-ci. Ensuite, ils transmettent à leur tour le virus en piquant des hommes non infectés appelés "susceptibles".

On suppose que la dynamique de la population humaine est décrite par un modèle de MALTHUS. Cette hypothèse reste valable si on étudie la propagation du virus sur une courte période. En notant $N_H(t)$ la taille de la population humaine à l'instant t et b_H, d_H les taux de natalité et mortalité, on a :

$$N'_H(t) = (b_H - d_H)N_H(t)$$

Si $b_H - d_H < 0$ la population humaine s'éteint. Elle reste constante si $b_H = d_H$ et elle croît exponentiellement sinon. Dans la suite, on supposera toujours $b_H - d_H \geq 0$.

On suppose que la population de moustiques adultes est décrite par un modèle de type SI. En effet, une fois porteur du virus un moustique le reste jusqu'à la fin de sa vie. On subdivise donc la population de moustiques adultes A en deux stades épidémiologique : les susceptibles, $\bar{S}_m$, et ceux qui sont porteurs du virus, $\bar{I}_m$. On a donc

$$A = \bar{S}_m + \bar{I}_m$$

Les humains, après avoir contracté la maladie, acquièrent une immunité durable. On utilise donc un modèle de type SIR pour décrire cette dynamique. Ce modèle SIR fait apparaître trois catégories, les susceptibles $\bar{S}_H$, les infectés $\bar{I}_H$ et les personnes immunisées $\bar{R}_H$. On a donc

$$N_H = \bar{S}_H + \bar{I}_H + \bar{R}_H$$

Comme dans le cas de la dynamique du vecteur, nous allons ici décrire les interactions possibles entre ces deux populations. Les hypothèses du modèle sont les suivantes :

Modélisation de la transmission du chikungunya

- Il n'y a pas de transmission verticale chez l'homme et le moustique. Cela signifie que toutes les naissances chez l'homme, avec un taux b_H , sont susceptibles. Chez le moustique, cela signifie qu'il n'y pas de transmission de l'infection au stade oeuf.
- Les humains, après avoir été infectés, acquièrent une immunité durable. La période d'infection est d'environ 7 jours.
- Même si quelques cas de décès ont été observés (personnes âgées principalement), le chikungunya n'est pas une maladie mortelle, les décès dus à la maladie seront négligés.

Le diagramme de la figure 6, reprend la dynamique de croissance du vecteur définie précédemment et décrit le mécanisme de transmission entre les femelles moustiques adultes et la population humaine.

Dans un premier temps, nous allons décrire la dynamique des classes susceptibles $\bar{S}_m$ et infectés $\bar{I}_m$ chez le vecteur. Pour cela, reprenons l'équation décrivant la classe A . Nous avons supposé qu'il n'y avait pas de transmission verticale donc, en l'absence de virus et de maladie, nous avons $A = \bar{S}_m$ et $\bar{I}_m = 0$. Il ne reste plus qu'à décrire la transmission de la maladie lors d'un contact entre les moustiques susceptibles $\bar{S}_m$ et les humains infectés $\bar{I}_H$. Celle-ci est donnée par les équations suivantes

$$\begin{cases} \bar{S}'_m(t) &= s_L L(t) - d_m \bar{S}_m(t) - \beta_m \frac{\bar{I}_H(t)}{N_H(t)} \bar{S}_m(t) \\ \bar{I}'_m(t) &= \beta_m \frac{\bar{I}_H(t)}{N_H(t)} \bar{S}_m(t) - d_m \bar{I}_m(t) \end{cases} \quad (10)$$

Le terme $\beta_m \frac{\bar{I}_H(t)}{N_H(t)} \bar{S}_m(t)$ correspond à l'infection des moustiques susceptibles lorsque ceux-ci piquent les humains infectés. β_m est le taux de contacts infectieux entre moustiques susceptibles et humains. C'est le nombre moyen de contacts par jour qui transmettent le virus au vecteur. Il dépend du nombre moyen de piqûres par moustique, par jour et de la probabilité de transmettre le virus au moustique lors d'une piqûre.

Déterminons à présent la dynamique des populations humaines $\bar{S}_H$, $\bar{I}_H$ et $\bar{R}_H$. Nous détaillons ici la dynamique du stade $\bar{S}_H$, les autres s'obtiennent de la même manière. La variation des humains susceptibles est due, d'une part, à l'infection de ceux-ci, $-\beta_H \frac{\bar{I}_m(t)}{A} \bar{S}_H$, où β_H est le taux de contacts infectieux entre humains susceptibles et vecteurs. C'est le nombre moyen de contacts par jour desquels résultent une infection humaine lorsque le vecteur est infectieux. D'autre part, la population des susceptibles a une croissance de

$$b_H(\bar{S}_H + \bar{I}_H + \bar{R}_H) - d_H \bar{S}_H$$

où b_H est le taux de croissance de la population humaine et d_H le taux de mortalité de la population humaine. On obtient alors :

$$\bar{S}'_H(t) = -\beta_H \frac{\bar{I}_m(t)}{A(t)} \bar{S}_H(t) + b_H(\bar{S}_H(t) + \bar{I}_H(t) + \bar{R}_H(t)) - d_H \bar{S}_H(t)$$

Modélisation de la transmission du chikungunya

La dynamique des stades immatures du vecteur ainsi que les différents états épidémiologiques et les hypothèses considérées sont décrits dans le diagramme de transmission de la figure 6.

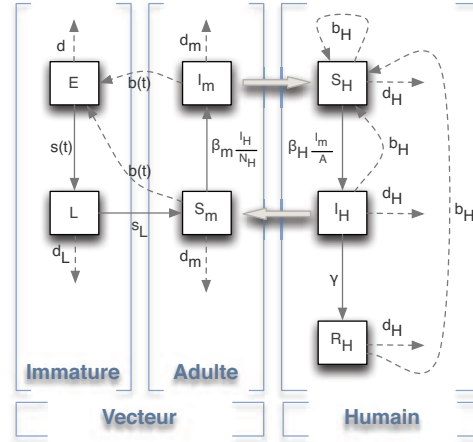


FIG. 6: Diagramme de transmission de la maladie couplé à la dynamique de transmission du virus à la population humaine.

Le modèle décrivant la dynamique de transmission de la maladie s'écrit donc :

$$\left\{ \begin{array}{l} E'(t) = bA(t) \left(1 - \frac{E(t)}{K_E} \right) - (s + d)E(t) \\ L'(t) = sE(t) \left(1 - \frac{L(t)}{K_L} \right) - (s_L + d_L)L(t) \\ A'(t) = s_L L(t) - d_m A(t) \\ \bar{S}_m'(t) = s_L L(t) - d_m \bar{S}_m(t) - \beta_m \frac{\bar{I}_H(t)}{N_H(t)} \bar{S}_m(t) \\ \bar{I}_m'(t) = \beta_m \frac{\bar{I}_H(t)}{N_H(t)} \bar{S}_m(t) - d_m \bar{I}_m(t) \\ \bar{S}_H'(t) = -\beta_H \frac{\bar{I}_m(t)}{A(t)} \bar{S}_H(t) + b_H (\bar{S}_H(t) + \bar{I}_H(t) + \bar{R}_H(t)) - d_H \bar{S}_H(t) \\ \bar{I}_H'(t) = \beta_H \frac{\bar{I}_m(t)}{A(t)} \bar{S}_H(t) - \gamma \bar{I}_H(t) - d_H \bar{I}_H(t) \\ \bar{R}_H'(t) = \gamma \bar{I}_H(t) - d_H \bar{R}_H(t) \end{array} \right. \quad (11)$$

où

- γ = taux de guérisons,
- β_{H_i} = taux de contacts infectieux entre humains susceptibles et vecteurs,
- β_{m_i} = taux de contacts infectieux entre moustiques susceptibles et humains,

Remark 4.1.

- Notons que le terme d’infection $\beta_H \frac{\bar{I}_m(t)}{A(t)} \bar{S}_H(t)$ a également été utilisé, par exemple, dans [12] et [25]. La force d’infection classique la plus souvent rencontrée est de la forme $\beta_H \frac{\bar{I}_m}{N_H} \bar{S}_H$, où N_H est souvent supposé constant. De nombreuses études ont déjà été proposées. Celle que nous considérons ici prend en compte la taille de la population de moustiques et permet de simplifier les calculs. L’étude des propriétés du système reste la même dans le cas des deux types d’infection lorsque la population humaine totale est supposée constante. Un simple changement de variable permet de passer de l’un à l’autre. Dans [27] l’étude des deux cas est développée. Nous reviendrons à une force d’infection classique dans la section suivante pour le modèle de métapopulation.
- Il y a une équation redondante puisque $A' = \bar{S}_m' + \bar{I}_m'$, nous simplifierons par la suite lors de l’étude.

Notons tout d’abord que le champ de vecteurs est de classe C^∞ , ce qui pour toute condition initiale dans $\mathbb{R}_+^8$ assure l’existence et l’unicité des solutions du problème de Cauchy associé. L’étude de ce système peut se faire en deux temps. En effet, nous sommes dans le cas où $r > 1$, d’après la proposition 4.1 le point d’équilibre endémique (E^*, L^*, A^*) est globalement asymptotiquement stable. Nous utilisons ici le théorème de Vidyasagar [38] qui nous permet de réduire l’étude de la stabilité des équilibres à celle du sous-système de transmission de la maladie dans (11).

Pour le modèle (11), considérons le changement de variables :

$$S_H = \frac{\bar{S}_H}{N_H}, \quad I_H = \frac{\bar{I}_H}{N_H}, \quad R_H = \frac{\bar{R}_H}{N_H}, \quad S_m = \frac{\bar{S}_m}{A}, \quad I_m = \frac{\bar{I}_m}{A}.$$

Dans ce cas $S_H + I_H + R_H = 1$ et $S_m + I_m = 1$, l’étude se ramène donc au système

$$\begin{cases} S_H'(t) &= -(b_H + \beta_H I_m(t)) S_H(t) + b_H \\ I_H'(t) &= \beta_H I_m(t) S_H(t) - (\gamma + b_H) I_H(t) \\ I_m'(t) &= -\left(s_L \frac{L^*}{A^*} + \beta_m I_H(t)\right) I_m(t) + \beta_m I_H(t) \end{cases} \quad (12)$$

On a alors le résultat suivant :

Proposition 4.2 ([26, 27]). *Posons*

$$\mathcal{R}_0 = \frac{\beta_m \beta_H}{d_m(\gamma + b_H)}$$

- Le système (12) possède toujours le point d’équilibre trivial $\mathcal{L}_0^* = (1, 0, 0)$ qui est globalement asymptotiquement stable (GAS) si $\mathcal{R}_0 \leq 1$ et instable sinon.

– Si $\mathcal{R}_0 > 1$, alors il existe un unique équilibre endémique qui est GAS et est donné par :

$$\begin{aligned} S_H^* &= \frac{b_H}{\beta_H + b_H} + \frac{\beta_H}{(\beta_H + b_H)\mathcal{R}_0}, \\ I_H^* &= \frac{d_m b_H}{\beta_m(\beta_H + b_H)}(\mathcal{R}_0 - 1), \\ I_m^* &= \frac{b_H}{\beta_H + b_H \mathcal{R}_0}(\mathcal{R}_0 - 1). \end{aligned} \quad (13)$$

Remark 4.2.

$\mathcal{R}_0$ est le taux de reproduction de base. Plusieurs techniques de calculs existent afin de déterminer $\mathcal{R}_0$. On peut, par exemple, utiliser celle introduite par Diekmann et Heesterbeek [8, 7], puis reprise par de P. van den Driessche et Watmough [37]. L'étude de la stabilité globale du point d'équilibre trivial s'obtient par la théorie des fonctions de Lyapunov. Celle de l'équilibre endémique utilise la théorie des systèmes monotones développée par M.W. Hirsch.[18] et H. L. Smith [33]. On montre en particulier que le système (12) est compétitif. On applique ensuite une généralisation du théorème de Poincaré-Bendixson en dimension 3 pour les systèmes compétitifs donnée par H. Thieme [34] permettant d'exclure l'existence d'orbites périodiques.

5 Prise en compte de l'environnement : approche de type métapopulation

Des changements brutaux dans l'habitat naturel, tels que les migrations des populations, ont tendance à accélérer la diffusion des maladies vectorielles. Cette évolution spatiotemporelle est un problème clé en épidémiologie. Dans cet esprit, les modèles prenant en compte la répartition spatiale des populations sont intéressants. La théorie des "métapopulations" introduite par R. Levins [22] en 1969 dans le domaine de l'écologie, permet une telle modélisation. Les phénomènes de mobilité des populations humaines et moustiques vont être intégrés aux modèles précédents. Chaque population humaine, susceptible, infectée et guérie est alors identifiée par rapport à son lieu de résidence et sa destination. à À cela s'ajoute un autre type de mobilité lié au fait que les moustiques se déplacent également selon un rayon d'action limité (environ 200 m, voir [31]).

5.1 Le modèle mathématique : prise en compte des déplacements humains et vecteurs

Reprenons les notations de la section 2.3 et désignons par $S_{Hij}(t)$, $I_{Hij}(t)$ et $R_{Hij}(t)$ les populations de susceptibles, infectées et guéries, originaires du noeud i et présentes sur le noeud j à l'instant t . La population humaine totale résidant sur le noeud i est alors

$$N_{H_i}^r = S_{H_i}^r + I_{H_i}^r + R_{H_i}^r.$$

Modélisation de la transmission du chikungunya

La population humaine présente sur le noeud i est donnée par

$$N_{H_i}^p = S_{H_i}^p + I_{H_i}^p + R_{H_i}^p.$$

Nous conservons les mêmes hypothèses que celles du modèle général, notamment le fait que la population humaine est supposée constante, *i.e.* $b_H = d_H$, et nous utiliserons également une force d’infection classique pour décrire l’infection des humains. Nous supposons que les taux de contacts infectieux β_{H_i} (humain $\rightarrow$ moustique) et β_{m_i} (moustique $\rightarrow$ humain) sont identiques sur tous les noeuds du réseau.

Contrairement aux déplacements humains, il est impossible d’identifier l’origine et la destination des moustiques. Par ailleurs, on sait que le déplacement des moustiques est limité [31]. Ceux-ci ont un rayon d’interaction centré autour de leur lieu de naissance. Nous considérons donc leur mobilité par une fonction de la distance à leur patch d’origine avec la fonction ψ suivante :

$$\psi(d_{ij}) = \begin{cases} \frac{d_{max} - d_{ij}}{d_{max}} & \text{si } d_{ij} < d_{max} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (14)$$

où d_{ij} est la distance entre les noeuds i et j et d_{max} le rayon d’action maximal. La dynamique de croissance des humains susceptibles résidents du noeud i et présents sur ce même noeud est alors donnée par :

$$\frac{dS_{H_{ii}}}{dt} = \underbrace{d_H(N_{H_i}^r - S_{H_{ii}})}_{\text{naissance/morts}} - \underbrace{g_i S_{H_{ii}} + \sum_{k=1}^n r_{ik} S_{H_{ik}}}_{\text{déplacements}} - \underbrace{\sum_{k=1}^n \beta_{H_i} \psi(d_{ik}) \frac{Im_k}{N_{H_i}^p} S_{H_{ii}}}_{\text{infection}}.$$

La dynamique des autres classes est obtenue de la même manière. Le modèle

s'écrit alors

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS_{Hii}}{dt} = d_H(N_{H_i}^r - S_{Hii}) - g_i S_{Hii} + \sum_{k=1}^n r_{ik} S_{Hik} - \sum_{k=1}^n \beta_{H_i} \psi(d_{ik}) \frac{Im_k}{N_{H_i}^p} S_{Hii} \\ \frac{dS_{Hij}}{dt} = g_i m_{ji} S_{Hii} - d_H S_{Hij} - r_{ij} S_{Hij} - \sum_{k=1}^n \beta_{H_j} \psi(d_{ik}) \frac{Im_k}{N_{H_j}^p} S_{Hij} \\ \frac{dI_{Hii}}{dt} = -d_H I_{Hii} - g_i I_{Hii} + \sum_{k=1}^n r_{ik} I_{Hik} + \sum_{k=1}^n \beta_{H_i} \psi(d_{ik}) \frac{Im_k}{N_{H_i}^p} S_{Hii} - \gamma_H I_{Hii} \\ \frac{dI_{Hij}}{dt} = g_i m_{ji} I_{Hii} - d_H I_{Hij} - r_{ij} I_{Hij} + \sum_{k=1}^n \beta_{H_j} \psi(d_{ik}) \frac{Im_k}{N_{H_j}^p} S_{Hij} - \gamma_H I_{Hij} \\ \frac{dR_{Hii}}{dt} = \gamma_H I_{Hii} - d_H R_{Hii} - g_i R_{Hii} + \sum_{k=1}^n r_{ik} R_{Hik} \\ \frac{dR_{Hij}}{dt} = g_i m_{ji} R_{Hii} + \gamma_H I_{Hij} - d_H R_{Hij} - r_{ij} R_{Hij} \\ \frac{dS_{mi}}{dt} = s_L L_i - d_m S_{mi} - \sum_{k=1}^n \beta_{m_i} \psi(d_{ik}) \frac{S_{mi}}{N_{H_k}^p} I_{H_k}^p \\ \frac{dI_{mi}}{dt} = \sum_{k=1}^n \beta_{m_i} \psi(d_{ik}) \frac{S_{mi}}{N_{H_k}^p} I_{H_k}^p - d_m I_{mi} \\ \frac{dE_i}{dt} = b(S_{mi}(t) + I_{mi}(t)) \left(1 - \frac{E_i(t)}{K_{E_i}} \right) - (s + d) E_i(t) \\ \frac{dL_i}{dt} = s E_i(t) \left(1 - \frac{L_i(t)}{K_{L_i}} \right) - (s_L + d_L) L_i(t) \end{array} \right.$$

muni de la condition initiale :

$$S_{Hii}(0) > 0, \quad S_{Hij}(0) \geq 0, \quad S_{mi}(0) > 0, \quad I_{Hij}(0), R_{Hij}(0), I_{mi}(0) \geq 0, \quad i, j = 1, \dots, n,$$

et

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n I_{Hij}(0) > 0 \text{ et/ou } \sum_{i=1}^n I_{mi}(0) > 0, \quad E_i(0) > 0 \text{ et } L_i(0) > 0.$$

Avec

- g_i = taux de sorties/départs du noeud i ,
- $g_i m_{ji}$ = proportion de sortants du noeud i qui se dirigent vers le noeud j ,
- β_{H_i} = taux de contacts infectieux entre humains susceptibles et vecteurs,
- β_{m_i} = taux de contacts infectieux entre moustiques susceptibles et humains,
- K_{E_i} = capacité d'accueil en oeufs du noeud i ,
- K_{L_i} = capacité d'accueil en larves du noeud i .

Remark 5.1. On vérifie aisément que la dynamique totale de l'ensemble des personnes susceptibles, originaires du noeud i , ne dépend que du phénomène naturel de naissance/mort,

ainsi que de la transmission du virus par le moustique. Mais elle n’est pas une conséquence du processus de mobilité. Cela reflète le fait qu’une personne originaire du noeud i ne change pas de résidence. Donc ce modèle ne prend pas en compte les migrations permanentes.

Nous proposons par la suite une étude numérique de ce modèle sur un graphe réaliste représentant l’île de la Réunion.

5.2 Modélisation de l’environnement et représentation de la mobilité

Nous nous intéressons ici à l’île de la Réunion, dans l’Océan Indien. Des mesures concernant l’évolution de l’épidémie sont disponibles et permettent les comparaisons avec le modèle formulé précédemment. En particulier, on s’intéresse à l’estimation des nouveaux cas cliniques, semaine par semaine, ainsi qu’à la séro-prévalence en fin d’épidémie.

La répartition de la densité de population humaine n’est bien sûr pas uniforme sur l’île de la Réunion. Le relief particulier de cette île volcanique pousse la population à occuper de préférence les zones basses de l’île, proches des rivages.

Afin d’observer les interactions locales entre les populations, nous modélisons leur répartition à partir des données réelles fournis par l’INSEE ([19]). Ces données de répartition sont très utiles mais leur résolution ($1km^2$) n’est pas suffisante. Pour obtenir une représentation à une échelle inférieure, nous nous aidons du réseau routier qui, selon nous, constitue une estimation assez fidèle de la répartition de la population. Les intersections routières constituent selon cette hypothèse une approximation de la densité. Ainsi, notre modèle repose sur une répartition de la population humaine selon les données INSEE sur un réseau de *patches* tous construits à partir du réseau routier (chaque *patch* est un carrefour du réseau routier).

Après avoir défini l’ensemble des noeuds de notre réseau, nous allons construire les liens qui correspondent aux mobilités des populations.

Mobilité humaine. Le modèle de mobilité humaine est généré à partir d’une analyse des déplacements humains dans [15]. Dans cette étude, les auteurs analysent des données indiquant la localisation d’un usager lorsqu’un appel téléphonique est émis ou reçu via son téléphone. Ils proposent alors plusieurs mesures, dont la longueur des déplacements et la probabilité de présence dans un lieu que nous utiliserons pour initialiser la matrice de déplacements $[g_{ij}m_{ji}]_{1 \leq i, j \leq n}$.

Mobilité vecteur. Les arêtes du réseau sont construites entre les noeuds voisins dans un rayon d_{max} et sont pondérées avec leur longueur en mètre, pour permettre le calcul de la fonction ψ donnée par (14).

La figure 7 montre une représentation schématique de notre modèle qui est constitué de 3 couches : le réseau routier permettant de définir les noeuds du réseau, puis un premier ensemble d’arêtes correspondant aux déplacements du vecteur, et enfin un second ensemble d’arcs correspondant à la mobilité humaine.

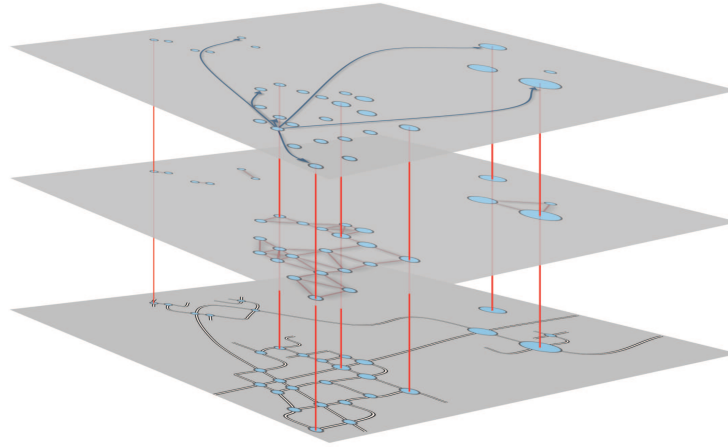


FIG. 7: Structure du modèle de métapopulation

5.3 Résultats et analyse

Nous présentons quelques résultats de simulations obtenus avec le modèle formulé précédemment pour l’île de la Réunion. Tout d’abord, notons que le réseau que nous considérons est constitué de 17 988 noeuds, le graphe de mobilité humaine est constitué de 151 772 arcs et celui des moustiques de 744 313 arêtes. Nous ne proposons pas d’affichage de tous les sommets et arêtes car cela ne donnerait que des figures surchargées et inexploitable.

Il est évident que la mobilité humaine a un impact important sur la diffusion de la maladie sur l’île (voir vidéo <http://djamila-moulay.org/recherche/>). Pour l’introduction d’un humain infecté au sein de toute la population, nous comparons la diffusion de la maladie sur l’île lorsque la mobilité humaine est prise en compte et lorsque celle-ci est absente (dans ce cas, la diffusion n’est due qu’au déplacement du moustique). On observe une diffusion de la maladie beaucoup plus rapide et beaucoup plus étalée sur tout l’environnement, générant des cas d’infections d’un bout à l’autre de l’île.

Nous avons cherché à valider notre modèle en le confrontant aux véritables données de l’épidémie de chikungunya survenue sur l’île de la Réunion entre 2005 et 2006. Les deux premiers cas de la maladie furent reportés au début du mois de mars 2005. La maladie s’est propagée dans les semaines qui ont suivi, pour atteindre un pic d’infection à la mi-mai. Le nombre de cas a ensuite lentement diminué et l’on a cru à une fin proche de cette épidémie, à la fin de l’année 2005, avec une séroprévalence atteignant environ 6000 personnes. Dans la seconde moitié du mois de décembre 2005, l’épidémie a repris avec une amplitude incomparable aux événements précédents, pour atteindre un pic hebdomadaire de plus de 47 000 cas, au début du mois de février 2006. Ce soudain revirement de l’évolution de la maladie s’est avéré être dû, entre autre, à une mutation génétique du virus, réduisant le délai entre sa contamination de l’hôte et sa propagation aux hu-

Modélisation de la transmission du chikungunya

mains, de 7 jours à 48 heures. Les semaines qui suivirent, en avril 2006, le nombre de cas a de nouveau baissé lentement jusqu’à ce que l’épidémie passe sous un seuil empêchant la prolifération. Au total l’Institut de veille Sanitaire (InVS) a recensé 265 733 cas pendant la période de l’épidémie, soit un peu plus de 35% de la population de l’île. Dans le but de cette comparaison, l’InVS nous a communiqué les chiffres de recensement des cas de chikungunya, semaine par semaine. Nous tentons de retrouver par simulations numériques, ces valeurs de séroprévalence réelle. Pour cela, nous représentons l’évènement de mutation génétique par un changement de valeur des paramètres d’infection β_H et β_m . De même, pour les valeurs de paramètres post-mutation, nous cherchons un jeu de valeurs pour lequel la séroprévalence se stabilise à 35% de la population. La Figure 8 montre l’évolution de la séroprévalence réelle ainsi que les résultats de simulations pour des valeurs de β_H et β_m avant et après la mutation. Nous nous sommes placé

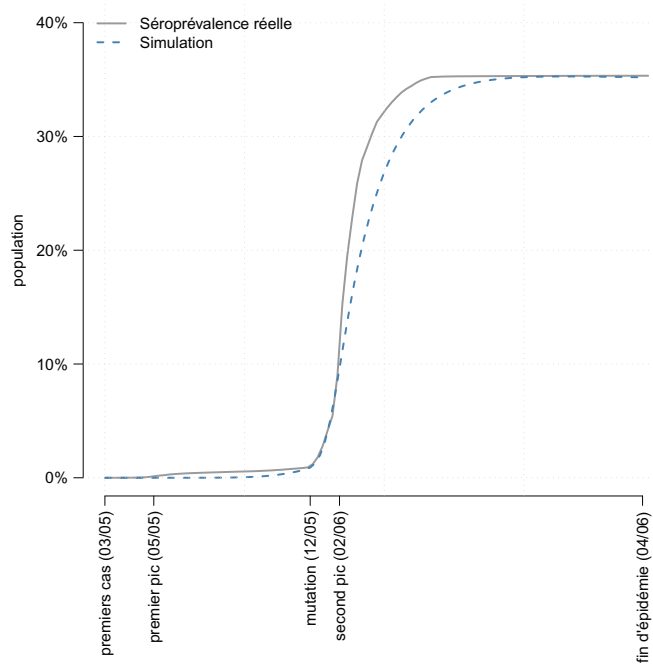


FIG. 8: Comparaison de la séroprévalence réelle de l’épidémie de chikungunya de 2005/2006 de l’île de la Réunion avec notre modèle.

dans des conditions idéales, il y a probablement d’autres paramètres qui jouent un rôle important dans ce modèle et le second pic d’infection ne peut être attribué uniquement à la mutation.

D’autres résultats de simulations et une validation de l’approche sont disponibles dans [26, 29].

6 Conclusion

Nous avons décrits les différentes étapes permettant la construction de modèles en systèmes dynamiques dans le cadre de l'épidémiologie. Il existe une multitude d'approches différentes. Par exemple, dans [9], les auteurs modélisent l'introduction de moustiques stériles pour réduire l'épidémie. Dans [28], nous intégrons aux modèles développés dans cet article différentes techniques de luttes par le biais de la formulation d'un problème de contrôle optimal pour réduire le nombre d'infections (grâce au contrôle de la prolifération du vecteur, le traitement des malades et les moyens de prévention). L'objectif principal est d'être capable de fournir un outil d'aide à la décision et de contrôle du nombre d'infections lors de telles épidémies. Même si les premiers résultats sont encourageants, il reste évidemment énormément d'amélioration à apporter à ce genre de modèle.

Références

- [1] J. Arino. Diseases in metapopulations. In Z. Ma, Y. Zhou, and J. Wu, editors, *Modeling and Dynamics of Infectious Diseases*, volume 11 of *Series in Contemporary Applied Mathematics*, pages 65–123. World Scientific, 2009. Also CDM Preprint Series report 2008-04.
- [2] J. Arino, J.R. Davis, D. Hartley, R. Jordan, J.M. Miller, and J.M. van den Driessche. A multi-species epidemic model with spatial dynamics. *Mathematical Medicine and Biology*, 22(2) :129–142, June 2005.
- [3] J. Arino and P. van den Driessche. A multi-city epidemic model. *Mathematical Population Studies*, 10 :175–193, 2003.
- [4] N. Bacaër. Approximation of the basic reproduction number r_0 for vector-borne diseases with a periodic vector population. *Bulletin of Mathematical Biology*, 69 :1067–1091, 2007.
- [5] S.R. Christopher. *The Yellow fever mosquito. Its Life History*. Bionomics and Structure, 1960.
- [6] M. Derouich and A. Boutayeb. Dengue fever : Mathematical modelling and computer simulation. *Applied Mathematics and Computation*, 177(2) :528 – 544, 2006.
- [7] O. Diekmann and J. A. P. Heesterbeek. *Mathematical Epidemiology of Infectious Diseases : Model Building, Analysis and Interpretation*. Wiley, 1 edition, March 2000.
- [8] O. Diekmann, J. A. P. Heesterbeek, and J. A. J. Metz. On the definition and the computation of the basic reproduction ratio r_0 in models for infectious diseases in heterogeneous populations. *Journal of Mathematical Biology*, 28(4) :365–382, June 1990.
- [9] Y. Dumont and F. Chiroleu. Vector control for the chikungunya disease. *Math Biosci Eng*, 7(2) :313–45, 2010.
- [10] Y. Dumont, F. Chiroleu, and C. Domerg. On a temporal model for the chikungunya disease : Modeling, theory and numerics. *Mathematical Biosciences*, 213(1) :80 – 91, 2008.

- [11] L. Esteva and C. Vargas. Analysis of a dengue disease transmission model. *Math Biosci*, 150(2) :131–151, June 1998.
- [12] L. Esteva and C. Vargas. A model for dengue disease with variable human population. *Journal of Mathematical Biology*, 38(3) :220–240, mars 1999.
- [13] Z. Feng and V. Hernandez. Competitive exclusion in a vector-host model for the dengue fever. *Journal of Mathematical Biology*, 35 :523–544, 1997.
- [14] H. Gagliardi, F. da Silva, and D. Alves. Automata network simulator applied to the epidemiology of urban dengue fever. *Lecture Notes in Computer Science*, 3993 :297–304, 2006.
- [15] M. C. González, C. A. Hidalgo, and A. Barabási. Understanding individual human mobility patterns. *Nature*, 453(7196) :779–782, 06 2008.
- [16] W. H. Hamer. Epidemic disease in england. *Lancet* 1, pages 733–739, 1906.
- [17] W. A. Hawley. The biology of aedes albopictus. *J Am Mosq Control Assoc Suppl*, 1 :1–39, Dec 1988.
- [18] M.W. Hirsch. System of differential equations that are competitive or cooperative. iv : structural stability in three-dimensional systems. *SIAM J. Math. Anal.*, 21(5) :1225–1234, 1990.
- [19] INSEE. Estimations carroyées de population en 2007. <http://www.insee.fr/fr/ppp/bases-de-donnees/donnees-detaillees/duicq/region.%asp?reg=04>.
- [20] L. F. O. Jacintho, A. F. M. Batista, T. L. Ruas, M. G. B. Marietto, and F. A. Silva. An agent-based model for the spread of the dengue fever : a swarm platform simulation approach. In *Proceedings of the 2010 Spring Simulation Multiconference*, SpringSim '10, pages 2 :1–2 :8, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [21] W. O. Kermack and A. G. McKendrick. A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society of London Series A* 115, pages 700–721, 1927.
- [22] R. Levins. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 15(3) :237–240, 1969.
- [23] W. H. R. Lumdsen. An epidemic of virus disease in southern province, tanganyika territory, in 1952-1953. ii general description and epidemiology. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 49(1) :23– 57, 1955.
- [24] L. C. C. Medeiros, C. A. R. Castilho, C. Braga, W. V. de Souza, L. Regis, and A. M. V. Monteiro. Modeling the dynamic transmission of dengue fever : Investigating disease persistence. *PLoS Negl Trop Dis*, 5(1) :e942, 01 2011.
- [25] H. Mo Yang and C. Pio Ferreira. Assessing the effects of vector control on dengue transmission. *Applied Mathematics and Computation*, 198(1) :401 – 413, 2008.
- [26] D. Moulay. *Modélisation et analyse mathématique de systèmes dynamiques en épidémiologie. Application au cas du Chikungunya*. PhD thesis, Université du Havre, 2011.

- [27] D. Moulay, M.A. Aziz-Alaoui, and M. Cadivel. The chikungunya disease : Modeling, vector and transmission global dynamics. *Mathematical Biosciences*, 229(1) :50 – 63, 2011.
- [28] D. Moulay, M.A. Aziz-Alaoui, and H.D. Kwon. Optimal control of chikungunya disease : Larvae reduction, treatment and prevention. *To appear in Mathematical Biosciences and Engineering*, 2012.
- [29] D. Moulay and Y. Pigné. A multi-patchy epidemic model including human and vector displacements : Application to the réunion island chikungunya epidemic in 2005-2006. *soumis*, 2012.
- [30] G.A. Ngwa and W.S. Shu. A mathematical model for endemic malaria with variable human and mosquito population. *Mathematical and Computer Modelling*, 32 :747–763, 2000.
- [31] G.M. Nishida and J.M. Tenorio. *What Bit Me ? Identifying Hawaii’s Stinging and Biting Insects and Their Kin*. University of Hawaii Press, 1993.
- [32] M. C. Robinson. An epidemic of virus disease in southern province, tanga-nyika territory, in 1952-53. i clinical features. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 49(1) :28 – 32, 1955.
- [33] H. L. Smith. *Monotone Dynamical Systems : An introduction to the theory of competitive and cooperative systems*. American Mathematical Society, 1995.
- [34] H.R. Thieme. Convergence results and a poincare – bendixson trichotomy for asymptotically autonomous differential equations. *Journal of mathematical biology*, 30(7) :755–763, 1992.
- [35] B. Toma, J. J. Bénet, B. Dufour, M. Eloit, F. Moutou, and M. Sanaa. *Glos-saire d’épidémiologie animale*. Editions du Point Vétérinaire, Maisons-Alfort, FRANCE (1991) (Monographie), 1991.
- [36] A. Tran and M. Raffy. On the dynamics of dengue epidemics from large-scale information. *Theoretical Population Biology*, 69 :3–12, 2006.
- [37] P. van den Driessche and James Watmough. Reproduction numbers and sub-threshold endemic equilibria for compartmental models of disease transmis-sion. *Math. Biosci.*, 180 :29–48, 2002. John A. Jacquez memorial volume.
- [38] M. Vidyasagar. Decomposition techniques for large-scale systems with nonadditive interactions stability and stabilizability. *IEEE Trans. Autom. Control*, 25(773), 1980.
- [39] P. Zongo. *Modélisation mathématique de la dynamique de transmission du palu-disme*. PhD thesis, Université de Ouagadougou, 2008.

Mathématiques & Applications
Collection de la SMAI éditée par Springer-Verlag
Directeurs de la collection : M. Benaïm et G. Allaire

- Vol 59 M. Elkadi, B. Mourrain, *Introduction à la résolution des systèmes polynomiaux*, 2007, 307 p., 59 €- tarif SMAI : 47,20 €
- Vol 60 N. Caspard, B. Monjardet, B. Leclerc, *Ensembles ordonnés finis : concepts, résultats et usages*, 2007, 340 p., 58 €- tarif SMAI : 46,60 €
- Vol 61 H. Pham, *Optimisation et contrôle stochastique appliqués à la finance*, 2007, 188 p., 35 €- tarif SMAI : 28 €
- Vol 62 H. Ammari, *An Introduction to Mathematics of Emerging Biomedical Imaging*, 2008, 205 p., 46 €- tarif SMAI : 36,80 €
- Vol 63 C. Gaetan, X. Guyon, *Modélisation et statistique spatiales*, 2008, 330 p., 64 €- tarif SMAI : 51.20 €
- Vol 64 J.-M. Rakotoson, *Réarrangement relatif*, 2008, 320 p., 64 €- tarif SMAI : 51.20 €
- Vol 65 M. Choulli, *Elementary Feedback Stabilization of the Linear Reaction-convection-diffusion Equation and the Wave Equation*, 2010, 300 p., 64 €- tarif SMAI : 51.20 €
- 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, 94,90 €

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 Carole Le Guyader

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.

RÉSUMÉS DE THÈSES

HABILITATIONS À DIRIGER DES RECHERCHES

Frédéric LEGOLL

Contributions à l'étude mathématique et numérique de quelques modèles en simulation multi-échelle des matériaux

Soutenue le 17 octobre 2011

Laboratoire NAVIER, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

La première partie du mémoire résume des travaux en simulation moléculaire. On s'intéresse à des systèmes de particules ponctuelles (représentant typiquement les noyaux des atomes d'un système moléculaire), qui interagissent *via* une énergie potentielle. Les degrés de liberté du système sont la position et l'impulsion de chaque particule. La complexité du problème vient du nombre de degrés de liberté en jeu, qui peut atteindre (et dépasser !) plusieurs centaines de milliers d'atomes pour les systèmes d'intérêt pratique.

Les questions étudiées portent sur l'échantillonnage de la mesure de Boltzmann-Gibbs (avec des résultats concernant la non-ergodicité de certains systèmes dynamiques proposés dans la littérature), et sur la construction de dynamiques effectives : supposant que le système suit une dynamique $t \mapsto X_t \in \mathbb{R}^N$ régie par l'équation de Langevin amortie, et se donnant une variable scalaire macroscopique $\xi(X)$, lente en un certain sens, nous proposons une dynamique monodimensionnelle fermée qui approche $\xi(X_t)$, et dont la précision est estimée à l'aide de méthodes d'entropie relative.

Une autre partie du travail consiste à développer de nouveaux schémas numériques pour des problèmes Hamiltoniens hautement oscillants (souvent rencontrés en simulation moléculaire), en suivant une démarche d'homogénéisation en temps. Nous avons aussi proposé une adaptation au contexte Hamiltonien de l'algorithme *pararéel*, permettant d'obtenir la solution d'un problème d'évolution par des méthodes de calcul parallèle.

La seconde partie du mémoire présente des travaux sur la dérivation de modèles à l'échelle du continuum à partir de modèles discrets (à l'échelle atomistique), pour les solides, et sur le couplage de ces deux modèles, discret et continu. Une

première approche consiste à poser le problème sous forme variationnelle (modélisation à température nulle). Nous nous sommes aussi intéressés au cas de systèmes à température finie, modélisés dans le cadre de la mécanique statistique. Dans certains cas, nous avons obtenu des modèles réduits, macroscopiques, où la température est un paramètre, en suivant des approches de type limite thermodynamique.

La troisième partie du mémoire s'intéresse à des questions d'homogénéisation stochastique, pour des équations aux dérivées partielles elliptiques linéaires. Les matériaux sont donc modélisés à l'échelle du continuum. Le constat qui motive notre travail est le fait que, même dans les cas les plus simples sur le plan théorique, les méthodes numériques à ce jour disponibles en homogénéisation stochastique conduisent à des calculs très lourds. Nous avons travaillé dans deux directions. La première consiste à réduire la variance des quantités aléatoires effectivement calculées, seules accessibles en pratique pour approcher la matrice homogénéisée. La seconde est d'étudier le cas de problèmes *faiblement* stochastiques, en partant du constat que les matériaux hétérogènes, rarement périodiques, ne sont pas pour autant systématiquement fortement aléatoires. Le cas d'un matériau aléatoire pour lequel cet aléa n'est qu'une *petite perturbation* autour d'un modèle périodique est donc intéressant, et peut se traiter avec un coût calcul beaucoup plus abordable.

Daniela CAPATINA

Analyse de méthodes mixtes d'éléments finis en mécanique

Soutenue le 2 novembre 2011

Université de Pau et des Pays de l'Adour

Les travaux de recherche de cette habilitation se situent dans le domaine de l'Analyse Numérique des Equations aux Dérivées Partielles et ont été réalisés au sein du Laboratoire de Mathématiques Appliquées de l'Université de Pau et, ces dernières années, au sein de l'équipe projet INRIA Concha. Ils portent sur la modélisation, la discrétisation, l'analyse *a priori* et *a posteriori* de schémas et la simulation numérique de différents problèmes issus de la mécanique. Un fil conducteur de ces travaux est l'utilisation et l'étude des méthodes d'éléments finis (conformes, non-conformes, mixtes, de Galerkin discontinus, stabilisés) et des formulations mixtes.

Les domaines d'application abordés sont la mécanique des solides élastiques, l'ingénierie pétrolière et la mécanique des fluides incompressibles, newtoniens et non-newtoniens. Ainsi, des problèmes d'élasticité linéaire, comme la discrétisation de deux modèles de plaque mince en flexion munie de conditions aux limites physiques, ont été considérés. Des écoulements anisothermes dans les milieux poreux, décrits par les équations de Darcy-Forchheimer avec un bilan d'énergie exhaustif dans les cas mono et multi-phasique, ainsi qu'un couplage thermomécanique puits - réservoir pétrolier ont aussi été étudiés, dans le cadre d'une collaboration avec Total. Enfin, plusieurs questions en mécanique des fluides ont été abordées, comme la discrétisation robuste des équations de Stokes par une

méthode de Galerkin discontinue en lien avec la méthode non-conforme, le traitement des conditions aux limites non-standard pour les équations de Navier-Stokes, la modélisation hiérarchique multi-dimensionnelle des écoulements fluviaux à surface libre, la simulation réaliste des écoulements de liquides polymères et la stabilité des schémas numériques par rapport aux paramètres physiques, en particulier pour le modèle de Giesekus.

Hermine BIERMÉ

Contributions à l'étude de champs aléatoires en vue d'applications en modélisation stochastique

Soutenue le 4 novembre 2011

MAP 5

Mes travaux de recherches sont consacrés à l'étude mathématique de champs aléatoires présentant un certain nombre de caractéristiques statistiques comme l'anisotropie, l'autosimilarité à certaines échelles ou la stationnarité, en vue de la modélisation stochastique de milieux irréguliers 3D ou 2D.

La plupart des modèles que je considère sont des champs aléatoires gaussiens, α -stables ou de type shot-noise qui peuvent se représenter sous la forme d'une intégrale stochastique par rapport à une mesure brownienne, α -stable ou de Poisson. J'étudie un certain nombre de propriétés théoriques telles que l'autosimilarité matricielle, la régularité höldérienne des trajectoires et les dimensions de Hausdorff des ensembles de niveaux.

Le principal domaine d'applications de mes travaux est l'imagerie médicale. Au sein du projet de recherche ANR multidisciplinaire MATAIM, je m'intéresse au problème du diagnostic précoce de l'ostéoporose à partir de radiographies osseuses ainsi qu'à la caractérisation de la densité des tissus mammaires à partir des mammographies, en utilisant des généralisations de l'analyse fractale.

Je travaille sur la validation des modèles aléatoires proposés à partir des données réelles. Cette étape nécessite de développer des outils numériques pour la simulation des modèles ainsi que des outils statistiques pour l'estimation des paramètres de ces modèles. La prise en compte de l'anisotropie soulève de nombreux problèmes théoriques et numériques qui sont au cœur de mes travaux.

David CHIRON

Sur la dynamique de (NLS) : régimes en onde longue et ondes progressives

Soutenue le 2 décembre 2011

Laboratoire J.-A. Dieudonné, Université de Nice-Sophia Antipolis

Ce mémoire est consacré à l'étude de certaines propriétés dynamiques de l'équation de Schrödinger Non Linéaire (NLS) avec le contexte physique d'une donnée

non nulle à l'infini. Lorsque l'on écrit la fonction d'onde Ψ sous forme polaire (transformation de Madelung), l'équation (NLS) se ramène à un système proche du système d'Euler pour les fluides compressibles, avec un terme supplémentaire appelé pression quantique. Cette forme hydrodynamique permet d'identifier trois régimes en onde longue. Le premier est le régime Euler, ou WKB. Le second correspond à la linéarisation des équations d'Euler autour d'un état à densité constante et vitesse nulle, donnant lieu à l'équation des ondes linéaires. Enfin, le troisième régime est l'asymptotique Korteweg-de Vries (KdV) en dimension 1 et sa généralisation en dimension supérieure qui est l'équation de Kadomtsev-Petviashvili (KP-I), que l'on obtient lorsque l'on cherche à décrire une onde de petite amplitude se propageant à la vitesse du son. La seconde partie de ce mémoire se concentre sur l'existence et les propriétés qualitatives des ondes progressives pour cette équation. Un résultat général d'existence d'ondes progressives par minimisation de l'énergie à moment fixé est donné, fournissant des ondes orbitalement stables en dimension au moins égale à deux. La limite transsonique est aussi envisagée. En dimension 1, dès lors que l'on tient compte d'une non linéarité relativement générale, la situation s'avère plus riche, et son étude a donné lieu à la découverte de comportements qualitatifs très variés. Une seconde partie de mon travail concerne l'étude du système d'interaction à trois ondes. Celui-ci apparaît naturellement lors de la justification de l'équation de Schrödinger pour les trains d'onde, dès lors que l'on a des résonances. Je me suis donc intéressé aux propriétés de stabilité de ce système linéarisé (approximation "pump wave").

Julien VOVELLE

Quelques problèmes d'équations aux dérivées partielles : approximation numérique, équations de courbure moyenne, perturbations stochastiques

Soutenue le 8 décembre 2011

Institut Camille Jordan, Université Claude Bernard Lyon 1

Dans ce mémoire, on aborde trois aspects de l'étude des équations aux dérivées partielles. Dans le premier chapitre, on étudie la vitesse de convergence de la méthode des Volumes Finis pour les lois de conservations scalaires du premier ordre. En dimension plus grande que deux, sur des maillages non-structurés, démontrer une vitesse de convergence optimale (soit en $h^{1/2}$ où h est le pas du maillage) est un problème ouvert. Ici on présente les résultats d'un travail effectué avec Benoît Merlet qui résout le cas des équations linéaires (équations de transport). Dans le deuxième chapitre, on présente les résultats d'un travail effectué avec Antoine Mellet, dans lequel on étudie une équation aux dérivées partielles de type courbure moyenne prescrite (qui intervient par exemple dans la description, sous forme non paramétrique, du profil d'une goutte d'eau pendante soumise à la gravité) : on étudie l'existence la multiplicité éventuelle de solutions, avec une analyse particulière de la régularité de la solution extrême. Dans les troisième et quatrième chapitres, on présente les résultats de travaux effectués avec Arnaud Debussche, au sujet de perturbations stochastiques d'équations aux dérivées partielles. Dans le chapitre trois, on résout le problème de Cauchy pour des perturbations stochastiques de lois de conservation scalaires non-linéaires d'ordre un. Dans le chapitre quatre, on étudie la limite de diffusion d'une équation cinétique aléatoire : on

montre la convergence en loi vers la solution d’une équation de la chaleur stochastique dont on identifie les coefficients.

Frédéric LAVANCIER

Contributions à l’étude statistique de la dépendance spatiale dans les champs à longue mémoire sur un réseau, les processus ponctuels et la géométrie aléatoire

Soutenue le 9 décembre 2011

Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, Université de Nantes

Ce travail d’habilitation porte sur deux thématiques de recherche : la longue mémoire dans les champs aléatoires et les processus ponctuels en interaction. Ces deux domaines ont pour point commun l’étude de la dépendance dans des processus spatiaux. Le premier concerne la forte dépendance dans des processus aléatoires portés par un réseau (comme des séries temporelles ou des images), le second s’intéresse à la dépendance dans la position de points dans l’espace, éventuellement au travers de marques associées, ce qui concerne notamment des objets géométriques en interaction. Ma contribution porte plus spécifiquement sur l’étude de certaines classes de modèles, et sur l’obtention de résultats asymptotiques qui valident ou motivent certaines procédures statistiques.

La première partie est consacrée à la longue mémoire. Des modèles de champs à longue mémoire sont tout d’abord présentés. Ils témoignent de la spécificité des champs par rapport aux séries temporelles : la longue mémoire peut émerger de façon isotrope mais aussi anisotrope (par exemple dans une seule direction). Le comportement asymptotique de certaines statistiques en présence de longue mémoire est ensuite étudié. Il s’agit des sommes partielles, du processus empirique, de certaines formes quadratiques. Ces objets sont au cœur de nombreuses procédures statistiques et leur étude est fondamentale. Quelques tests statistiques en présence de longue mémoire sont enfin présentés. Il s’agit de tester la présence de longue mémoire dans des séries temporelles ou des champs aléatoires, ou encore la persistance de cette dernière au cours du temps.

La seconde partie traite des processus ponctuels en lien avec la géométrie aléatoire. Les processus ponctuels en interaction peuvent se modéliser de différentes manières. La plus naturelle est sans doute au travers d’un potentiel qui explicite l’interaction précise entre points voisins, conduisant à la classe des modèles de Gibbs. Ce point de vue permet de construire des structures géométriques en interaction, comme des mosaïques de Voronoï dont les cellules interagissent au travers d’un Hamiltonien. Différents modèles de ce type sont présentés. Des méthodes d’inférence pour les processus de Gibbs sont ensuite abordées, principalement au travers de leurs propriétés asymptotiques. La méthode par pseudo-vraisemblance est ainsi étendue au cas d’interactions non-héréditaires, courantes en géométrie aléatoire. La méthode de Takacs-Fiksel est par ailleurs étudiée en détail. Enfin une étude fine des propriétés des résidus d’un processus de Gibbs nous permet de proposer des tests d’adéquations, ce qui est inédit dans ce contexte.

Antoine CHAMBAZ

Estimation et test de l'ordre de lois, de l'importance de variables et de paramètres causaux ; applications biomédicales

Soutenue le 13 décembre 2011

MAP 5

Mon activité de recherche relève de la statistique théorique et de ses applications biomédicales. Je me suis notamment intéressé au problème de l'estimation de l'ordre de lois, et à celui de l'estimation de l'importance de variables dans les cadres d'études expérimentales ou observationnelles, la distinction tenant à ce que les investigateurs interviennent ou pas, respectivement, sur le processus de production aléatoire des données. J'ai ainsi contribué, par exemple, (i) à l'étude de la consistance et des vitesses de convergence de divers estimateurs de l'ordre de lois relevant des paradigmes fréquentiste, bayésien et informationnel dans une variété de modèles (incluant des mélanges indépendants et des chaînes de Markov cachées), (ii) à la mise au point et à l'étude théorique de schémas adaptatifs pour des essais cliniques (cadre expérimental), (iii) à la définition d'une nouvelle mesure de l'effet d'une exposition continue sur une issue d'intérêt avec prise en compte de variables de confusion potentielles, à l'élaboration et à l'implémentation d'une procédure semi-paramétrique 'ciblée' d'estimation robuste et à son application afin de participer à l'étude de l'effet de la variation du nombre de copies d'ADN sur l'expression d'un gène en prenant la méthylation de l'ADN en compte (cadre observationnel).

THÈSES DE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ

Aurélien FISCHER

Directeur de thèse : Gérard Biau (Université Pierre et Marie Curie).

Apprentissage statistique non supervisé : grande dimension et courbes principales

Soutenue le 9 juin 2011

MAP5

Le contexte général de cette thèse est celui de l'apprentissage statistique non supervisé. Nous nous intéressons plus particulièrement aux problématiques de la quantification et des courbes principales, que nous étudions dans deux parties successives. La première partie, qui concerne la quantification, se divise en trois chapitres. Le premier chapitre présente quelques propriétés théoriques de la

quantification et du clustering dans un espace de Banach, en utilisant comme notion de distance les divergences de Bregman, classe englobant comme cas particuliers de nombreuses mesures de dissimilarité fréquemment employées en statistique et en théorie de l'information. Dans le deuxième chapitre, qui traite du clustering de courbes dans le cadre de l'industrie nucléaire, nous examinons une méthode de réduction de la dimension reposant sur la projection sur une base hilbertienne. Le troisième chapitre est dédié au choix du nombre de groupes en clustering. La deuxième partie de la thèse, consacrée aux courbes principales, comporte deux chapitres. Ces courbes paramétrées passant 'au milieu' d'un nuage de points peuvent être vues comme une généralisation non linéaire de l'Analyse en Composantes Principales. Comme il existe différents points de vue sur les courbes principales, le premier chapitre propose une synthèse bibliographique sur ce sujet. Selon la définition retenue, une courbe principale dépend de certains paramètres, comme la longueur ou la courbure, qui doivent être correctement déterminés pour obtenir une courbe reflétant précisément la forme des données sans pour autant relier tous les points. Dans le deuxième chapitre, adoptant une définition basée sur la minimisation d'un critère empirique de type moindres carrés, nous considérons le problème du choix de ces paramètres sous l'angle de la sélection de modèle par pénalisation.

Zhongwei TANG

Directeurs de thèse : Pascal Monasse (ENPC) et Jean-Michel Morel (CMLA, ENS Cachan).

Calibration de Caméra à Haute Précision

Soutenue le 1er juillet 2011

CMLA, ENS Cachan

Cette thèse se concentre sur les aspects de précision de reconstruction 3D avec un accent particulier sur la correction de distorsion. La cause de l'imprécision dans la stéréoscopie peut être trouvée à toute étape de la chaîne. L'imprécision due à une certaine étape rend inutile la précision acquise dans les étapes précédentes, puisqu'elle peut se propager, s'amplifier ou se mélanger avec les erreurs dans les étapes suivantes, conduisant finalement à une reconstruction 3D imprécise. Il semble impossible d'améliorer directement la précision globale d'une chaîne de reconstruction 3D qui conduit à des données 3D imprécises. L'approche plus appropriée pour obtenir un modèle 3D précis est d'étudier la précision de chaque composant.

Une attention maximale est portée à la calibration de l'appareil photo. Le problème de cette calibration est censé être résolu depuis des années. Dans nos expériences, nous avons régulièrement observé que les méthodes globales actuelles peuvent laisser une distorsion résiduelle de l'ordre d'un pixel, ce qui peut conduire à des distorsions dans les scènes reconstruites. Nous proposons deux méthodes pour corriger la distorsion, avec une précision beaucoup plus élevée. Avec un outil d'évaluation objective, nous montrons que la précision de correction finalement réalisable est d'environ 0,02 pixels. Cette valeur représente l'écart moyen d'une ligne droite observée traversant le domaine de l'image à sa ligne de régression parfaitement droite.

La haute précision est également nécessaire ou souhaitée pour d'autres tâches de traitement d'images cruciales en 3D, comme l'enregistrement des images. Nous analysons la méthode SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) et évaluons sa précision de matchings. On montre que grâce à quelques modifications simples dans l'espace d'échelle de SIFT, la précision de matchings peut être améliorée jusqu'à 0,05 pixels sur des tests synthétiques. Un algorithme plus réaliste est également proposé pour augmenter la précision de matchings pour deux images réelles quand la transformation entre elles est localement lisse.

Une méthode de débruitage avec une série d'images, appelée 'burst denoising', est proposée pour estimer et enlever le bruit en même temps. Cette méthode produit une courbe de bruit précise, qui peut être utilisée pour guider le débruitage par la simple moyenne et la méthode classique. 'Burst denoising' est particulièrement puissant pour restaurer la partie fine texturée non-périodique dans les images, même par rapport aux meilleures méthodes de débruitage.

Meisam SHARIFY

Directeur de thèse : Stéphane Gaubert (INRIA Saclay & CMAP, Ecole Polytechnique).

**Scaling Algorithms and Tropical Methods in Numerical Matrix Analysis :
Application to the Optimal Assignment Problem and to the Accurate
Computation of Eigenvalues**

Soutenue le 1er septembre 2011

Polytechnique/CMAP

Tropical algebra, which can be considered as a relatively new field in Mathematics, emerged in several branches of science such as optimization, discrete event systems, optimal control, operations research, etc. The first part of this manuscript is devoted to the study of the numerical applications of tropical algebra.

We start by considering the classical problem of estimating the roots of a univariate complex polynomial. We prove several new bounds for the modulus of the roots of a polynomial exploiting tropical methods. These results are specially useful when considering polynomials whose coefficients have different orders of magnitude.

We next consider the problem of computing the eigenvalues of a matrix polynomial. Here, we introduce a general scaling technique, based on tropical algebra, which applies in particular to the companion form. This scaling is based on the construction of an auxiliary tropical polynomial function, depending only on the norms of the matrices. The roots (non-differentiability points) of this tropical polynomial provide *a priori* estimates of the modulus of the eigenvalues. This is justified in particular by a new location result, showing that under assumption involving condition numbers, there is one group of "large" eigenvalues, which have a maximal order of magnitude, given by the largest root of the auxiliary tropical polynomial. A similar result holds for a group of small eigenvalues. We show experimentally that this scaling improves the backward stability of the computations, particularly in situations when the data have various orders of magnitude. We also study the problem of computing the tropical eigenvalues (non-differentiability points of the characteristic polynomial) of a tropical matrix polynomial. From the combinatorial perspective, this problem can be interpreted as finding

the maximum weighted matching function in a bipartite graph whose arcs are valued by convex piecewise linear functions of a variable, λ . We developed an algorithm which computes the tropical eigenvalues in polynomial time.

In the second part of this thesis, we consider the problem of solving very large instances of the optimal assignment problems (so that standard sequential algorithms cannot be used). We propose a new approach exploiting the connection between the optimal assignment problem and the entropy maximization problem. This approach leads to a preprocessing algorithm for the optimal assignment problem which is based on an iterative method that eliminates the entries not belonging to an optimal assignment. We consider two variants of the preprocessing algorithm, one by using the Sinkhorn iteration and the other by using Newton iteration. This algorithm can reduce the initial problem to a much smaller problem in terms of memory requirements. We also introduce a new iterative method based on a modification of the Sinkhorn scaling algorithm, in which a deformation parameter is slowly increased. We prove that this iterative method, converges to a matrix whose nonzero entries are exactly those belonging to the optimal permutations. An estimation of the rate of convergence is also presented.

Andreea MINCA

Directeur de thèse : Rama Cont (LPMA, Université Pierre et Marie Curie).

Modélisation mathématique de la contagion de défaut

Soutenue le 5 septembre 2011

LPMA, Université Pierre et Marie Curie

Cette thèse porte sur la modélisation mathématique de la contagion de défaut. Une première approche est donnée par les modèles à forme réduite, dans laquelle les occurrences de défaut sont modélisées par des instants d'arrivée d'un processus ponctuel marqué. On propose une approche rigoureuse de la calibration de ces modèles à partir de prix de produits dérivés de crédit, en utilisant des méthodes de projection Markovienne et de contrôle d'intensité. Une deuxième approche est celle des modèles structurels de risque de défaut : on modélise les liens économiques entre bilans des différentes entreprises comme un réseau de contreparties. Dans de tels réseaux, un choc macroéconomique, qui induit des pertes initiales et le défaut de quelques institutions, peut être amplifié par une contagion, *via* des cascades d'illiquidité ou d'insolvabilité, qui engendrent alors des défauts à grande échelle. Les principaux types de contagion sont l'illiquidité et l'insolvabilité. En modélisant le réseau financier par un graphe aléatoire pondéré et orienté, on obtient des résultats asymptotiques pour l'amplitude de la contagion dans un grand réseau financier. On aboutit en particulier à une expression analytique pour la fraction finale de défauts en fonction des caractéristiques du réseau. Ces résultats donnent un critère de robustesse d'un grand réseau financier et peuvent s'appliquer dans le cadre des stress tests effectués par les régulateurs. Enfin, on étudie la taille et la dynamique des cascades d'illiquidité dans les marchés de gré à gré et l'impact, en terme de risque systémique, dû à l'introduction d'une chambre de compensation pour les Credit default swaps (CDS).

Mots-clés : Risque systémique, contrôle d'intensité, réseaux financiers, graphes aléatoires, contagion de défaut, chambres de compensation.

Damiano LOMBARDI

Directeurs de thèse : Thierry Colin (Institut de Mathématiques de Bordeaux) et Angelo Iollo (Institut de Mathématiques de Bordeaux).

Problèmes Inverses pour les modèles de croissance tumorale

Soutenue le 9 septembre 2011

Institut de Mathématiques de Bordeaux

Cette thèse porte sur la thématique de la modélisation de la croissance tumorale. L'objectif est de comprendre si on peut calibrer les modèles existants de façon à reproduire l'évolution de la pathologie dans un patient spécifique. Les paramètres, ainsi que les conditions initiales et les conditions au bord qui interviennent dans les modèles ne sont pas connus *a priori* et on cherche à les identifier en utilisant des problèmes inverses, dont la source d'information est l'imagerie médicale. Dans la première partie de ce travail, on s'occupe de l'aspect numérique associé aux problèmes inverses. Une technique classique de sensibilité est étudiée. Afin de réduire le coût computationnel une technique réduite est décrite, basée sur la Proper Orthogonal Decomposition. Ces deux approches ont été validées par des cas test artificiels et ensuite appliquées à des cas cliniques, étudiés en collaboration avec l'Institut Bergonié. Des contraintes au niveau de l'imagerie médicale ont fait en sorte que l'on s'intéresse au transport optimal (Monge-Kantorovich L_2) et ce problème fait l'objet de la deuxième partie de la thèse. Une famille de méthodes lagrangiennes y est définie. Des applications et une perspective concernant la réduction de modèles concluent cette partie.

Djamila MOULAY

Directeur de thèse : M.A. Aziz-Alaoui (Université du Havre).

Modélisation et analyse mathématique de systèmes dynamiques en épidémiologie. Application au cas du Chikungunya

Soutenue le 26 septembre 2011

Université du Havre

Dans cette thèse, nous nous intéressons au cas d'une maladie tropicale : le Chikungunya. Cette maladie due à un arbovirus (arthropod-borne virus) est une maladie vectorielle transmise par les moustiques du genre *Aedes*. Depuis une cinquantaine d'années, plusieurs épidémies ont été recensées, notamment en Afrique, en Asie et plus récemment sur l'Île de la Réunion (2005-2006) et en Italie (2007). A l'heure actuelle, il n'est pas possible de prédire l'émergence de nouveaux événements. La modélisation mathématique de ces maladies se révèle donc être un atout considérable dans la tentative de compréhension de leur évolution. Ces modèles aident ainsi la prise de décisions et orientent les différentes actions. Dans un premier temps, nous rappelons les caractéristiques biologiques du vecteur et le mode de transmission de la maladie à la population humaine. Nous formulons et étudions plusieurs modèles (EDO, Contrôle, EDR) décrivant la dynamique de croissance des différents stades d'évolution du vecteur (œuf/larve/nym-

phe/adulte) en utilisant des modèles structurés par classes. Cette dynamique est alors couplée à un modèle de transmission de la maladie, décrit par des modèles de type SI-SIR. Différentes stratégies de contrôle, intégrant les techniques de lutttes contre la maladie et la prolifération de la population de moustique sont également étudiées.

La formulation d'un modèle de type métapopulationnel, décrivant les déplacements humains et vecteurs, ainsi qu'une modélisation de l'environnement de l'Ile de la Réunion, nous permettent de valider nos modèles grâce à une comparaison aux données de séroprévalence enregistrées et estimées par l'INVS (Institut de Veille Sanitaire).

Jean-Baptiste LAGAERT

Directeurs de thèse : Thierry Colin (Institut de Mathématiques de Bordeaux) et Olivier Saut (CNRS, Institut de Mathématiques de Bordeaux).

Modélisation de la croissance tumorale : Estimation de paramètres et introduction d'un modèle spécifique aux gliomes de tout grade

Soutenue le 28 septembre 2011

Institut de Mathématiques de Bordeaux

Les travaux présentés dans le cadre de cette thèse traitent de la modélisation mathématique de la croissance tumorale. La première partie de cette thèse traite de l'estimation de paramètres. Plus précisément, il s'agit de déterminer la vascularisation d'une tumeur à partir de sa dynamique. Pour cela, nous générons à partir d'un modèle d'EDP l'évolution en temps de la densité de cellules tumorales. Ensuite nous résolvons des problèmes inverses afin de retrouver la densité de vascularisation correspondante. Nous montrons que la vascularisation estimée permet de prédire efficacement la croissance future de la tumeur. Dans un second temps, nous introduisons une classe de modèles pour la croissance de gliomes qui sont adaptés à la fois aux gliomes de bas grade et aux glioblastomes multiformes. Afin de tenir compte des spécificités des gliomes, le modèle prend en considération le caractère infiltrant de ce type de tumeur ainsi que l'hétérogénéité, l'anisotropie et la géométrie du cerveau. Nos modèles permettent d'étudier l'efficacité des traitements anti-angiogéniques et de la comparer à celle d'un traitement qui inhiberait la capacité d'invasion des gliomes. Les modèles ont été implémentés en 2D et 3D dans des géométries réalistes obtenues grâce à un atlas.

Hermann COURTEILLE

Directrice de thèse : Anne Philippe (Université de Nantes).

Etude statistique de la dynamique des blackouts électriques

Soutenue le 3 octobre 2011

Université de Nantes

Dans cette thèse, nous cherchons à caractériser et modéliser la dynamique des grandes pannes (appelées 'blackouts') sur les réseaux électriques. Des travaux récents (Dobson *et al.*, par exemple) ont montré la présence de mémoire longue dans l'amplitude des pannes sans prendre en compte explicitement le fait que ces blackouts apparaissent à des temps irréguliers.

Nous développons dans ce manuscrit trois méthodes permettant d'estimer le paramètre de longue mémoire lorsque le processus est échantillonné irrégulièrement dans le temps. Ce travail a nécessité une étude numérique des propriétés à distance finie de différents estimateurs classiques du paramètre de longue mémoire sur des processus à valeurs positives. Nous appliquons ces méthodes aux données de pannes américaines sur un horizon de temps plus large (1984 à 2008) ainsi que sur des séries issues d'un modèle de réseau où l'on a intégré différentes stratégies de réparation et de maintenance. On montre ainsi que la dynamique des blackouts sur le réseau américain présente de la longue mémoire et que le délai d'amélioration du réseau peut être à l'origine de celle-ci.

Dans la seconde partie de la thèse, nous prenons en compte l'aspect non stationnaire de certaines séries qui présentent une alternance de périodes de fortes et de faibles activités. Nous développons une classe de processus ponctuels dont l'intensité est périodique ou log-périodique. Pour cette classe de processus, nous mettons en œuvre un algorithme de simulation et nous développons des méthodes d'estimation paramétrique et semi-paramétrique. L'application aux données du réseau électrique américain montre le caractère log-périodique des pannes.

Mots-clés : Mémoire longue, blackout, échantillonnage irrégulier, processus ponctuel inhomogène, log-périodicité.

Asven GARIAH

Directeurs de thèse : Dominique Chapelle (INRIA) et Jacques Sainte-Marie (INRIA).

Réduction de modèles complexes pour la simulation et l'estimation – Application à la modélisation cardiaque

Soutenue le 9 novembre 2011

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris 6

This report analyzes and validates possible applications of some model reduction methods for direct simulations, and the solving of inverse problems of parameter estimation on complex models. It focuses on the reduction by proper orthogonal decomposition (POD), and its extensions. We start by proving new *a priori* estimates for the reduction error on typical abstract problems (parabolic and hyperbolic, linear or with Lipschitz-continuous nonlinearities), also validated in various nonlinear cases. In particular, we avoid the issue of controlling the high-order terms by using a specific sequence of projector norms. Then, in order to tackle parameter-dependent systems, and using some interpolation results, we adapt the previous method in a multi-POD reduction strategy. We also extend the previous estimates for the maximum reduction error over a given parameter range, at the cost of an additive term. We illustrate the power of the method on the electrophysiology FitzHugh-Nagumo system, known to be highly parameter-sensitive. Finally, we numerically validate the reduced versions, still

with the multi-POD reduction, of some parameter estimation problems : of variational kind with the FitzHugh, Nagumo system, and of sequential kind (Kalmanian filtering) with a mechanical model of a heart (multi-scale, 3D, large displacements). In particular, we exhibit similar efficiency and robustness of the method as with direct problems.

Sébastien BENZEKRY

Directeurs de thèse : Dominique Barbolosi (Université Paul Cézanne), Assia Benabdallah (Université de Provence) et Florence Hubert (Université de Provence).

Modélisation et analyse mathématique de thérapies anti-cancéreuses pour les cancers métastatiques

Soutenue le 10 novembre 2011

Aix-Marseille Université

Nous introduisons un modèle mathématique d'évolution d'une maladie cancéreuse à l'échelle de l'organisme, prenant en compte les métastases ainsi que leur taille et permettant de simuler l'action de plusieurs thérapies tels que la chirurgie, la chimiothérapie ou les traitements anti-angiogéniques.

Le problème mathématique est une équation de renouvellement structurée en dimension deux. Son analyse mathématique ainsi que l'analyse fonctionnelle d'un espace de Sobolev sous-jacent sont effectuées. Existence, unicité, régularité et comportement asymptotique des solutions sont établis dans le cas autonome. Un schéma numérique lagrangien est introduit et analysé, permettant de prouver l'existence de solutions dans le cas non-autonome. L'effet de la concentration de la donnée au bord en une masse de Dirac est aussi envisagé.

Le potentiel du modèle est ensuite illustré pour des problématiques cliniques tels que l'échec des anti-angiogéniques, les protocoles temporels d'administration pour la combinaison d'une chimiothérapie et d'un anti-angiogénique et les chimiothérapies métronomiques. Pour tenter d'apporter des réponses mathématiques à ces problèmes cliniques, un problème de contrôle optimal est formulé, analysé et simulé.

Mots-clés : Métastases, Modélisation du cancer, Anti-angiogéniques, Dynamique de populations structurées, Contrôle optimal.

Paul PONCET

Directrice de thèse : Marianne Akian (INRIA et CMAP, École Polytechnique).

Analyse idempotente en dimension infinie – le rôle des ensembles ordonnés continus

Soutenue le 14 novembre 2011

Polytechnique/CMAP

L'analyse idempotente étudie les espaces linéaires de dimension infinie dans lesquels l'addition habituelle est remplacée par l'opération maximum.

Nous démontrons un ensemble de résultats dans ce cadre, en mettant en avant l'intérêt des outils d'approximation fournis par la théorie des domaines et des treillis continus.

Deux champs d'étude sont considérés : l'intégration d'une part, la convexité d'autre part.

En intégration idempotente, les propriétés des mesures maxitives à valeurs dans un domaine, telles que la régularité, sont revues et complétées dans un cadre topologique ; nous élaborons une réciproque au théorème de Radon–Nikodym idempotent ; avec la généralisation Z de la théorie des domaines nous rassemblons et dépassons différents travaux liés aux représentations de type Riesz des formes linéaires continues sur un module idempotent.

En convexité tropicale, nous obtenons un théorème de type Krein–Milman dans différentes structures algébriques ordonnées, dont les semitreillis et les modules idempotents topologiques localement convexes ; pour cette dernière structure nous prouvons un théorème de représentation intégrale de type Choquet : tout élément d'une partie compacte convexe K peut être représenté par une mesure de possibilité supportée par les points extrêmes de K .

Des réflexions sont finalement abordées sur l'unification de l'analyse classique et de l'analyse idempotente. La principale piste envisagée vient de la notion de semigroupe inverse, qui généralise de façon satisfaisante à la fois les groupes et les semitreillis. Dans cette perspective nous examinons les propriétés *miroir* entre semigroupes inverses et semitreillis, dont la continuité fait partie. Nous élargissons ce point de vue en conclusion.

William LAIR

Directeurs de thèse : Sophie Mercier (Université de Pau et des Pays de l'Adour) et Michel Roussignol (Université Paris-Est Marne-la-Vallée).

Modélisation dynamique de systèmes complexes pour le calcul de grandeurs fiabilistes et l'optimisation de la maintenance

Soutenue le 18 novembre 2011

Université de Pau et des Pays de l'Adour

L'objectif de cette thèse est de proposer une méthode permettant d'optimiser la stratégie de maintenance d'un système multi-composants. Cette nouvelle stratégie doit être adaptée aux conditions d'utilisation et aux contraintes budgétaires et sécuritaires. Le vieillissement des composants et la complexité des stratégies de maintenance étudiées nous obligent à avoir recours à de nouveaux modèles probabilistes afin de répondre à la problématique. Nous utilisons un processus stochastique issu de la Fiabilité Dynamique nommé processus markovien déterministe par morceaux (Piecewise Deterministic Markov Process ou PDMP). L'évaluation des quantités d'intérêt (fiabilité, nombre moyen de pannes...) est ici réalisée à l'aide d'un algorithme déterministe de type volumes finis. L'utilisation de ce type d'algorithme, dans ce cadre d'application, présente des difficultés informatiques dues à la place mémoire. Nous proposons plusieurs méthodes pour repousser ces difficultés. L'optimisation d'un plan de maintenance est ensuite ef-

fectuée à l'aide d'un algorithme de recuit simulé. Cette méthodologie a été adaptée à deux systèmes ferroviaires utilisés par la SNCF, l'un issu de l'infrastructure, l'autre du matériel roulant.

Bilal KANSO

Directeurs de thèse : Marc Aiguier (MAS, Ecole Centrale Paris) et Frédéric Boulanger (Département informatique, Supélec).

Modélisation et validation des systèmes informatiques complexes

Soutenue le 21 novembre 2011

Ecole Centrale Paris

In spite of several decades of research, assuring the quality of software systems still represents a major and serious problem nowadays for the industry with respect to both results and costs. This thesis comes within the scope of a proposal centered on a generic unified framework for both complex software systems modeling and testing.

The contribution of this paper is then twofold : first, it defines a unified framework for modeling generic components, as well as a formalization of integration rules to combine their behaviour. This is based on a coalgebraic definition of components, which is a categorical representation allowing the unification of a large family of formalisms for specifying state-based systems. Second, it studies compositional conformance testing *i.e.* checking whether an implementation made from correct interacting components combined with integration operators conforms to its specification.

André DE LAIRE

Directeur de thèse : Fabrice Bethuel (Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris 6).

Quelques problèmes liés à la dynamique des équations de Gross–Pitaevskii et de Landau–Lifshitz

Soutenue le 21 novembre 2011

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris 6

Cette thèse est consacrée à l'étude des équations de Gross–Pitaevskii et de Landau–Lifshitz, qui présentent d'importantes applications en physique. L'équation de Gross–Pitaevskii modélise des phénomènes de l'optique non linéaire, de la superfluidité et de la condensation de Bose–Einstein, tandis que l'équation de Landau–Lifshitz décrit la dynamique de l'aimantation dans des matériaux ferromagnétiques.

Lorsqu'on modélise la matière à très basse température, on fait l'hypothèse que l'interaction des particules est ponctuelle. L'équation de Gross–Pitaevskii classique s'en déduit alors en prenant comme interaction une masse de Dirac. Ce-

pendant, différents types de potentiels non locaux probablement plus réalistes ont aussi été proposés par des physiciens pour modéliser des interactions plus générales. Dans un premier temps, on s'intéressera à donner des conditions suffisantes couvrant une variété assez large d'interactions non locales et telles que le problème de Cauchy associé soit globalement bien posé avec des conditions non nulles à l'infini. Par la suite, on étudiera les ondes progressives de ce modèle non local et on donnera des conditions telles que l'on puisse déterminer les vitesses pour lesquelles il n'existe pas de solution non constante d'énergie finie.

Concernant l'équation de Landau–Lifshitz, on s'intéressera aussi aux ondes progressives d'énergie finie. On montrera la non existence d'ondes progressives non constantes d'énergie petite en dimensions deux, trois et quatre, sous l'hypothèse que l'énergie soit inférieure au moment dans le cas de la dimension deux. En outre, on donnera aussi dans le cas bidimensionnel la description d'une courbe minimisante qui pourrait donner une approche variationnelle pour construire des solutions de l'équation de Landau–Lifshitz. Finalement, on décrira le comportement à l'infini des ondes progressives d'énergie finie.

Qidi PENG

Directeur de thèse : Antoine Ayache (Laboratoire Paul Painlevé, Université Lille 1).

Inférence statistique pour des processus multifractionnaires cachés dans un cadre de modèles à volatilité stochastique

Soutenue le 21 novembre 2011

Laboratoire Paul Painlevé, Université Lille 1

L'exemple paradigmatique d'un processus stochastique multifractionnaire est le mouvement brownien multifractionnaire (mbm). Ce processus gaussien de nature fractale admet des trajectoires continues nulle part dérivables et étend de façon naturelle le célèbre mouvement brownien fractionnaire (mbf). Le mbf a été introduit depuis longtemps par Kolmogorov et il a ensuite été 'popularisé' par Mandelbrot; dans plusieurs travaux remarquables, ce dernier auteur a notamment insisté sur la grande importance de ce modèle dans divers domaines applicatifs. Le mbm, quant à lui, a été introduit, depuis plus de quinze ans, par Benassi, Jaffard, Lévy Véhel, Peltier et Roux. Grossièrement parlant, il est obtenu en remplaçant le paramètre constant de Hurst du mbf, par une fonction $H(t)$ qui dépend de façon régulière du temps t . Ainsi, contrairement au mbf, les accroissements du mbm sont non stationnaires et la rugosité locale de ses trajectoires (mesurée habituellement par l'exposant de Hölder ponctuel) peut évoluer significativement au cours du temps; en fait, à chaque instant t , l'exposant de Hölder ponctuel du mbm vaut $H(t)$. Notons que cette dernière propriété rend ce processus plus flexible que le mbf; grâce à elle, le mbm est maintenant devenu un modèle utile en traitement du signal et de l'image ainsi que dans d'autres domaines tels que la finance. Depuis plus d'une décennie, plusieurs auteurs se sont intéressés à des problèmes d'inférence statistique liés au mbm et à d'autres processus/champs multifractionnaires; leurs motivations comportent à la fois des aspects applicatifs et théoriques. Parmi les plus importants, figure le problème de l'estimation de $H(t)$, l'exposant de Hölder ponctuel en un instant arbitraire t . Dans ce type de problématique, la méthode des variations quadratiques géné-

ralisées, initialement introduite par Ista et Lang dans un cadre de processus à accroissements stationnaires, joue souvent un rôle crucial. Cette méthode permet de construire des estimateurs asymptotiquement normaux à partir de moyennes quadratiques d'accroissements généralisés d'un processus observé sur une grille. À notre connaissance, dans la littérature statistique qui concerne le mbm, jusqu'à présent, il a été supposé que, l'observation sur une grille des valeurs exactes de ce processus est disponible ; cependant une telle hypothèse ne semble pas toujours réaliste. L'objectif principal de la thèse est d'étudier des problèmes d'inférence statistique liés au mbm, lorsque seulement une version corrompue de ce dernier est observable sur une grille régulière. Cette version corrompue est donnée par une classe de modèles à volatilité stochastique dont la définition s'inspire de certains travaux antérieurs de Gloter et Hoffmann ; signalons enfin que la formule d'Itô permet de ramener ce cadre statistique au cadre classique : 'signal+bruit'.

Michaël BALAN

Directeurs de thèse : Aziz El Kacimi Alaoui (LAMAV Université de Valenciennes) et Christian Ohn (LAMAV Université de Valenciennes).

Variétés de Richardson : multiplicités et désingularisation

Soutenue le 24 novembre 2011

Université de Valenciennes

Une variété de Richardson est l'intersection d'une variété de Schubert directe avec une variété de Schubert opposée dans une variété de drapeaux. Dans cette thèse, on s'intéresse aux singularités des variétés de Richardson. Un résultat de Kreiman et Lakshmibai donne la multiplicité d'un point T -fixe sur une variété de Richardson. Dans le chapitre I, on prouve qu'en caractéristique nulle, leur formule est valable en un point quelconque, pourvu que la variété de drapeaux soit cominusculaire.

On considère ensuite une désingularisation d'une variété de Richardson de la variété des drapeaux complets de type A_n , obtenue comme sous-variété d'une variété de Bott-Samelson. On dispose d'une famille naturelle de fibrés en droite sur les variétés de Bott-Samelson, et leurs espaces de sections ont été étudiés par Lakshmibai et Magyar, qui en donnent une base indexée par des objets combinatoires, appelés tableaux standard. On prouve dans le chapitre II que cette base est compatible avec la désingularisation de la variété de Richardson lorsque le fibré en droites est très ample. On obtient de cette façon une base indexée par des tableaux particuliers, appelés w_0 -standard.

Daniel BONNERY

Directeurs de thèse : François Coquet (ENSAI) et F. Jay Breidt (Colorado State University).

Propriétés asymptotiques de la distribution d'un échantillon dans le cas d'un plan de sondage informatif

Soutenue le 24 novembre 2011

ENSAI

Étant donné un modèle de super-population (des variables aléatoires sont générées indépendamment et selon une même loi initiale sur une population) et un plan de sondage informatif, une loi de probabilité limite et une densité de probabilité limite (correspondant à des tailles de population et d'échantillon tendant vers l'infini) des observations sur l'échantillon sont définies. Le processus aléatoire de sélection peut induire une dépendance entre les observations sélectionnées. Un cadre asymptotique et des conditions faibles sur le processus de sélection sont donnés, sous lesquels les propriétés asymptotiques classiques sont conservées malgré la dépendance des données : la convergence uniforme de la fonction de répartition empirique. Par ailleurs, nous donnons la vitesse de convergence de l'estimateur à noyau de la densité vers la densité limite de l'échantillon. Ces résultats constituent des indications selon lesquelles il est parfois possible de considérer que les réalisations sur l'échantillon sont iid et suivent approximativement la densité limite définie, notamment dans une perspective d'inférence sur le modèle de super-population. Par exemple, étant donné un modèle paramétrique on peut définir la vraisemblance approchée de l'échantillon comme produit de densités limites et un estimateur de maximum de vraisemblance approchée, dont on établit la normalité asymptotique. La dernière partie traite de tirage équilibré : des algorithmes de calcul de probabilités d'inclusion minimisant une approximation de la variance de l'estimateur de Horvitz-Thompson d'un total sont proposés.

Déborah FERRÉ

Directeurs de thèse : Loïc Hervé (INSA Rennes) et James Ledoux (INSA Rennes).

Développement d'Edgeworth en statistiques des modèles markoviens

Soutenue le 25 novembre 2011

INSA Rennes

Les théorèmes standards précisant la vitesse de convergence dans l'approximation gaussienne des M -estimateurs ont été établis (en particulier par J. Pfanzagl) pour des données indépendantes et identiquement distribuées :

- théorème de Berry-Esseen
- développement d'Edgeworth d'ordre 1 (i.e. théorème d'Esseen)
- développements d'Edgeworth d'ordre supérieur.

On s'intéresse ici à l'établissement de ces résultats dans le cas où les données ne sont plus nécessairement indépendantes, et plus précisément lorsque cette

dépendance des données est markovienne. Grâce à la méthode spectrale généralisée *via* le théorème de Keller-Liverani, nous donnons des conditions dans le cadre général des chaînes de Markov fortement ergodiques assurant la validité des théorèmes limites classiques mentionnés ci-dessus. En particulier, de même que dans le cas de données indépendantes et identiquement distribuées, les développements d'Edgeworth font appel à la condition de non-arithméticité. Cette condition peut être remplacée par une condition de type non-lattice. Nous portons une attention particulière aux trois modèles markoviens suivants :

- les chaînes de Markov ρ -mélangeantes
- les chaînes de Markov V -géométriquement ergodiques
- les modèles itératifs Lipschitziens.

Les conditions assurant la validité du théorème de Berry-Esseen sont précisées pour chacun de ces trois modèles, celles assurant la validité du développement d'Edgeworth d'ordre 1 sont précisées pour les deux derniers modèles. Les conditions proposées sont quasi-optimales dans le sens où elles sont très proches de celles du cas indépendant et identiquement distribué. En particulier, les conditions de domination ou de moment sont celles attendues à ε près. On illustre les résultats obtenus pour des estimateurs du maximum de vraisemblance dans le cadre de modèles autorégressifs.

Georges SADAKA

Directeur de thèse : Jean-Paul Chehab (Université de Picardie).

Etude mathématique et numérique d'équations d'ondes aquatiques amorties

Soutenue le 25 novembre 2011

Université de Picardie

Cette thèse porte sur l'étude d'ondes hydrodynamiques amorties et s'articule plus précisément autour de deux modèles : Tout d'abord, l'équation de KdV forcée et amortie sur le tore

$$u_t + \mathcal{L}u + u_{xxx} + uu_x = f(x) \in \mathbb{T}(0, L)$$

avec un amortissement $\mathcal{L}$ exprimé en Fourier par

$$\mathcal{L}u = \sum_{k \in \mathbb{Z}} \gamma_k \hat{u}_k e^{2i\pi x/L}.$$

Ici $\gamma_k > 0, \forall k \in \mathbb{Z}$, de sorte que la norme L^2 diminue au cours du temps. Nous nous concentrons sur le cas $\lim_{|k| \rightarrow +\infty} \gamma_k = 0$ qui constitue un amortissement très faible. Nous établissons des estimations de l'amortissement dans le cas homogène et, dans le cas non homogène, nous mettons en évidence numériquement des phénomènes de régularisation Sobolev au cours du temps, calculons des solutions stationnaires mais aussi périodiques en temps. Ce type de résultats avait été obtenu dans le cas $\gamma_k = ctse = \gamma$ d'une part numériquement, par Ghidaglia puis Goubet, pour la régularisation en temps et, d'autre part, pour les solutions périodiques par Rosa et Cabral. Nous montrons donc que ces phénomènes perdurent avec un amortissement encore plus faible et qui constitue un cas limite puisque si les γ_k s'annulent sur une bande de fréquence la solution ne

peut être toujours amortie. Cette partie est complétée par une étude comparative des amortissements dans différents cas : amortissement local en espace, non-local en espace et en temps. On utilise une fonction de rapports d'énergies particulière pour y parvenir.

Le deuxième axe de la thèse porte sur les systèmes de Boussinesq 2D. Ici l'amortissement peut être produit par le fond. On effectue la dérivation du modèle complet des systèmes de Boussinesq 2D, avec fond variable. Pour la simulation, nous avons développé un code Freefem que nous avons validé avec des résultats existants dans le cas du fond plat. On considère ensuite le cas du fond variable (en espace seulement ou bien en espace et en temps), ce qui constitue la situation de génération des Tsunamis. L'avantage ici est de pouvoir incorporer la bathymétrie et on regarde l'influence de la géométrie du fond sur l'énergie de l'écoulement. Les résultats numériques présentés portent sur des géométries simple mais aussi sur des situations incorporant des données réelles (simulation de Tsunamis en Méditerranée avec importation de la géographie et de la bathymétrie).

Une troisième partie rassemble un travail effectué au CEMRACS 2010, qui porte sur un autre thème que celui de la thèse : les équations Grad-Shafranov et de Current Hole en MHD.

Mots-clés : Equations de KdV amorties, estimations d'énergie, comportement pour les grands temps, méthode de collocation-Fourier, systèmes de Boussinesq 2D, Freefem, simulations de Tsunami, méthodes des éléments finis.

Chang YANG

Directeur de thèse : Christophe Besse (Laboratoire Paul Painlevé, Université Lille 1).

Analyse et mise en œuvre de schémas numériques pour la physique des plasmas ionosphériques et de tokamaks

Soutenue le 28 novembre 2011

Laboratoire Paul Painlevé, Université Lille 1

Ce travail de thèse porte sur la modélisation et la simulation numérique des plasmas ionosphérique et Tokamak.

La première partie de ce travail concerne la modélisation et la simulation numérique des effets de perturbations ionosphériques sur les communications terre-satellite. Le point de départ de cette partie est l'analyse asymptotique du modèle d'Euler-Maxwell conduisant ainsi au modèle Dynamo, qui se traduit en un couplage en 3D entre une équation elliptique pour le potentiel électrique et une équation de conservation de masse pour la densité du plasma. Du fait de la forte anisotropie de la matrice de diffusion associée à l'équation elliptique, on a développé un schéma numérique préservant l'asymptotique permettant ainsi le bon conditionnement du système linéaire. La simulation de l'équation de conservation de masse est faite à l'aide de schémas de lois de conservation d'ordre élevé. La validation de ce modèle Dynamo s'obtient par une étude comparative avec le modèle Striation en 2D.

Dans la deuxième partie, on s'intéresse au plasma Tokamak. On extrait du modèle TOKAM3D, une équation de balance d'énergie de type non-linéaire en dimension 2 contenant toutes les difficultés numériques. Les méthodes numériques standard étant très coûteuses en temps CPU, on développe un schéma implicite-explicite prouvé efficace et stable pour ce type de problème. Enfin, ce schéma est combiné à une méthode de splitting dimensionnelle pour la discrétisation et des expériences numériques sont alors présentées.

Mots-clés : Modèle Dynamo ionosphérique, schéma préservant l'asymptotique, schémas de lois de conservation, plasma Tokamak, équation de chaleur non-linéaire, schéma implicite-explicite.

Mourad NACHAOUI

Directeur de thèse : François Jauberteau (Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, Université de Nantes).

Étude théorique et approximation numérique d'un problème inverse de transfert de la chaleur

Soutenue le 1er décembre 2011

Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, Université de Nantes

Nous nous intéressons à l'étude d'un problème d'analyse des transferts de chaleur qui modélise une opération de soudage. L'approche que nous considérons ne s'occupe que de la partie solide de la plaque. Elle consiste à résoudre un problème à frontière libre. Pour cela, nous proposons une formulation en optimisation de forme. Le problème d'état est gouverné par un opérateur qui, pour certaines données, n'est pas coercif. Cela complique l'étude de la continuité du problème d'état. Nous surmontons cette difficulté en utilisant le degré topologique de Leray-Schauder, ainsi nous montrons l'existence d'un domaine optimal. Ensuite, nous considérons une discrétisation de ce problème basée sur les éléments finis linéaires. Nous prouvons alors que le problème discret admet une solution et nous montrons qu'une sous-suite des solutions de ce problème convergence vers la solution du problème continu. Enfin, nous présentons des résultats numériques réalisés par deux méthodes : la méthode déterministe basée sur le calcul du gradient de forme, et les algorithmes génétiques combinés avec la logique floue et le calcul parallèle. Ainsi une étude comparative de ces deux méthodes aux niveaux qualitatif et quantitatif a été présentée.

Laurent MERTZ

Directeur de thèse : Alain Bensoussan (Université du Texas, Dallas) et Olivier Pironneau (Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris 6).

Inéquations variationnelles stochastiques et applications aux vibrations de structures mécaniques

Soutenue le 2 décembre 2011

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris 6

Cette thèse traite des inéquations variationnelles stochastiques et de leurs applications aux vibrations de structures mécaniques. On considère d’abord un algorithme numérique déterministe pour obtenir le régime stationnaire d’une inéquation variationnelle stochastique modélisant un oscillateur élasto-plastique excité par un bruit blanc. Une famille de solutions d’équations aux dérivées partielles définissant la mesure invariante par dualité est étudiée comme alternative à la simulation probabiliste. Puis, nous présentons une nouvelle caractérisation de l’unique mesure invariante. Dans ce contexte, nous montrons une relation liant des problèmes non-locaux et des problèmes locaux en introduisant la définition des cycles courts. Dans un cadre orienté vers les applications, nous démontrons que la variance de la déformation plastique croît linéairement avec le temps et nous caractérisons rigoureusement le coefficient de dérive en introduisant la définition des cycles longs. Dans la suite, nous étudions un processus approché de la solution de l’inéquation comportant des sauts aux instants de transition de l’état plastique vers l’état élastique. Nous prouvons que la solution approchée converge sur tout intervalle de temps fini vers la solution de l’inéquation, lorsque la taille du saut tend vers 0. Ensuite, nous définissons une inéquation variationnelle stochastique pour modéliser un oscillateur élasto-plastique excité par un bruit blanc filtré. Nous prouvons la propriété ergodique du processus sous-jacent et nous caractérisons sa mesure invariante. Nous étendons la méthode de A. Bensoussan et J. Turi avec une difficulté supplémentaire due à l’accroissement de la dimension. Finalement, dans un chapitre orienté vers l’expérimentation numérique, nous mettons en évidence par les simulations probabilistes le phénomène de phases micro-élastiques. Leur impact concerne des grandeurs utiles à l’ingénieur comme la fréquence des déformations plastiques. Un critère empirique qui peut être utile à l’ingénieur est fourni afin ne pas prendre en compte les phases micro-élastiques et ainsi évaluer d’une façon réaliste, à partir de la mesure invariante, les statistiques de la déformation plastique d’un oscillateur elasto-plastique excité par un bruit blanc.

Mots-clés : Inéquations variationnelles stochastiques, équations aux dérivées partielles avec des conditions non-locales, vibrations aléatoires, diffusion ergodique.

Bilal SAAD

Directeurs de thèse : Mazen Saad (Laboratoire de Mathématiques Jean Leray, Ecole Centrale de Nantes) et Florian Caro (LSET, CEA-Saclay, Laboratoire de Simulation de Ecoulement et du transport).

Modélisation et simulation numérique d'écoulements multi-composants en milieu poreux

Soutenue le 2 décembre 2011

Ecole Centrale de Nantes

Cette thèse concerne la modélisation, l'étude mathématique et la simulation numérique des problèmes d'écoulements diphasiques (liquide et gaz) multi-composants (principalement eau et hydrogène) en milieu poreux. Le domaine d'application typique concerne le stockage des déchets radioactifs de moyenne et haute activité à vie longue. Ce type d'étude est motivé, entre autre, par une augmentation de la pression au sein du stockage due à un dégagement d'hydrogène au niveau des colis, pouvant ainsi fracturer la roche environnante et donc faciliter la migration des radionucléides.

En supposant que le transfert de masse entre l'hydrogène gazeux et l'hydrogène dissous est donné par la loi de Henry un premier modèle (dit HELMOD car basé sur la loi de Henry) est étudié. Une preuve d'existence de solutions faibles pour ce modèle a été réalisée sans hypothèse de petites données et en traitant le modèle complet en considérant que la densité de chaque composant dépend de sa propre pression. Ensuite, nous avons fait évoluer le modèle vers un modèle à transfert de masse dynamique (nous appellerons ce deuxième modèle DYNMOD). On établit l'existence de solutions faibles pour le modèle DYNMOD avec un principe du maximum sur la saturation liquide et sur la fraction massique d'hydrogène dissous. Parallèlement, j'ai écrit et développé un schéma numérique 1D pour le modèle DYNMOD. Des accords probants ont été obtenus sur différents cas tests dont un issu des cas tests MOMAS. Les solutions numériques obtenues à l'aide du modèle DYNMOD sont très semblables à celles obtenues par sept autres équipes (EDF, CEA, IRSN,...) utilisant le modèle classique HELMOD (où la loi d'Henry a été considérée).

Enfin, un schéma numérique de type volumes finis avec un décentrage phase par phase pour la simulation des écoulements diphasiques eau-gaz sous l'hypothèse que la densité de chaque phase dépend de sa propre pression a été proposé. On établit la convergence de ce schéma numérique. Ce schéma a été validé sur un maillage 2D non structuré.

Yohann de CASTRO

Directeurs de thèse : Jean-Marc Azaïs (Institut de Mathématiques de Toulouse) et Franck Barthe (Institut de Mathématiques de Toulouse).

Constructions déterministes pour la régression parcimonieuse

Soutenue le 3 décembre 2011

Institut de Mathématiques de Toulouse

Cette thèse porte sur la construction de designs déterministes pour la régression parcimonieuse. La problématique est largement inspirée du "*Compressed Sensing*" où l'on cherche à acquérir et compresser simultanément une cible de grande taille à partir d'un petit nombre d'observations. On démontre trois résultats qui font le lien entre des constructions déterministes de designs et les erreurs de prédiction et d'estimation de certains estimateurs classiques (lasso, sélecteur Dantzig et bases poursuit).

Le premier résultat étend un résultat de Kashin et Temlyakov qui lie la distorsion (écart entre la norme l_1 et la norme Euclidienne) du noyau du design aux erreurs de prédiction et d'estimation. On montre que toute construction de sous-espaces de faibles distorsions (appelés sous-espaces "presque"-Euclidiens) est pertinente dans l'estimation de vecteurs de grandes dimensions.

Dans un second temps, on étudie les designs construits à partir des matrices d'adjacence de graphes expanseurs déséquilibrés. Ces derniers sont au cœur des techniques classiques de "derandomization". On établit un lien entre les erreurs de prédiction et d'estimation, et la constante d'expansion de ces graphes.

En collaboration avec Fabrice Gamboa, nous traitons la reconstruction exacte de mesures signées sur la droite réelle. On a montré que parmi toutes les mesures signées dont quelques moments "généralisés" sont fixés, la mesure discrète dont le cardinal du support est le plus petit est la mesure de variation totale la plus faible. Notre étude montre que tout système de Vandermonde généralisé permet la reconstruction fidèle de n'importe quel vecteur parcimonieux à partir d'un très faible nombre d'observations. Ce résultat étend un précédent résultat de D. Donoho et J. Tanner à une classe de matrices plus grande.

De manière indépendante, on étudie la stabilité de l'inégalité isopérimétrique sur la droite réelle pour des mesures log-concaves.

Mots-clés : Problèmes inverses en grandes dimensions, régression parcimonieuse, Compressed Sensing, Lasso, Reconstruction de mesures signées.

Hani ALI

Directeur de thèse : Roger Lewandowski (Université Rennes 1).

Étude Mathématique de quelques modèles de turbulence

Soutenue le 5 décembre 2011

Université Rennes 1

Cette thèse porte sur l'étude mathématique de quelques modèles de turbulence qui dérivent des équations de Navier-Stokes. Nous étudions principalement les solutions faibles adéquates pour les équations de type Leray- α dans un domaine périodique, le modèle de Leray- α dans un domaine borné ainsi que le modèle de type TKE (Turbulent Kinetic Energy) avec une viscosité non bornée et des conditions aux bords de type Navier non linéaires. L'étude des solutions faibles adéquates pour le modèle Leray- α nous permet de construire des solutions faibles adéquates pour les équations de Navier-Stokes. Dans une première partie, nous présentons les valeurs optimales des régularisations pour les équations de type Leray α . Nous étudions aussi l'existence et l'unicité des solutions pour ces modèles dans le cas périodique ainsi que la mesure de Hausdorff pour l'ensemble des points singuliers lorsque les régularisations sont inférieures aux réguli-

sations optimales. Dans la deuxième partie, nous présentons quelques résultats pour le modèle de Leray- α introduit précédemment dans un domaine borné. En outre, nous étudions l'existence et l'unicité de la solution faible adéquate pour ces équations avec des conditions aux limites de types Navier. La dernière partie est consacrée à l'étude du modèle TKE de turbulence. Dans cette étude, la viscosité est non bornée et les conditions aux bords sont de type Navier non linéaires. Pour ce modèle, nous démontrons l'existence des solutions faibles adéquates.

Mots-clés : Navier-Stokes, Turbulence, Simulation des grandes échelles, Singularités.

Julien LEQUEURRE

Directeur de thèse : Jean-Pierre Raymond (IMT, Université Paul Sabatier).

Quelques résultats d'existence, de contrôlabilité et de stabilisation pour des systèmes couplés fluide-structure

Soutenue le 5 décembre 2011

Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier

Dans cette thèse nous étudions des systèmes couplés fluide-structure. Ces systèmes peuvent modéliser un écoulement sanguin dans un vaisseau large ou un problème d'aéroélasticité. La vitesse et la pression du fluide sont décrites par les équations de Navier-Stokes incompressibles et le déplacement de la structure frontière est régi par une équation de poutre/plaque/membrane (selon la dimension du modèle et la nature de la structure). Dans la première partie, nous montrons l'existence de solutions fortes pour de tels systèmes en deux ou trois dimensions, soit pour des conditions initiales petites (existence globale en temps), soit pour des conditions initiales quelconques (existence locale en temps). Dans une seconde partie, nous étudions d'abord la contrôlabilité à zéro d'un système couplant les équations de Navier-Stokes à une équation de structure correspondant à une approximation de dimension finie des modèles de poutres ou de plaques. Nous étudions ensuite la stabilisation (pour tout taux de décroissance), locale au voisinage de la solution nulle, d'un système couplant les équations de Navier-Stokes à deux équations de poutres, par deux contrôles de dimension finie agissant dans l'équation de la structure et dans la deuxième condition au bord pour la vitesse. Le second contrôle ne dépend que du temps.

Nabil RACHDI

Directeurs de thèse : Jean-Paul Fort (Paris V) et Thierry Klein (Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier).

Apprentissage Statistique et Computer Experiments - Approche quantitative du risque et des incertitudes en modélisation

Soutenue le 5 décembre 2011

Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier

Cette thèse s'inscrit dans le domaine de l'apprentissage statistique et dans celui des expériences simulées (computer experiments). Son objet est de proposer un cadre général permettant d'estimer les paramètres d'un code de simulation numérique de façon à reproduire au mieux certaines caractéristiques d'intérêt extraites de données observées. Ce travail recouvre le cadre classique de l'estimation paramétrique dans un modèle de régression et également la calibration de la densité de probabilité des variables d'entrée d'un code numérique afin de reproduire une loi de probabilité donnée en sortie. Une partie importante de ce travail consiste dans l'estimation paramétrique d'un code numérique à partir d'observations. Nous proposons une classe de méthode originale nécessitant une simulation intensive du code numérique, que l'on remplacera par un méta-modèle s'il est trop coûteux. Nous validons théoriquement les algorithmes proposés du point de vue non-asymptotique, en prouvant des bornes sur l'excès de risque. Ces résultats reposent entre autres sur des inégalités de concentration. Un second problème que nous abordons est celui de l'étude d'une dualité entre procédure d'estimation et nature de la prédiction recherchée. Il s'agit ici de mieux comprendre l'effet d'une procédure d'estimation des paramètres d'un code numérique sur une caractéristique d'intérêt donnée. Enfin, en pratique la détermination des paramètres optimaux au sens du critère donné par le risque empirique nécessite la recherche du minimum d'une fonction généralement non convexe et possédant plusieurs minima locaux. Nous proposons un algorithme stochastique consistant à combiner une régularisation du critère par convolution avec un noyau gaussien, de variance décroissante au fil des itérations, avec une méthode d'approximation stochastique du type Kiefer-Wolfowitz.

Amélie RAMBAUD

Directeurs de thèse : Francis Filbet (Institut Camille Jordan, Université Claude Bernard Lyon 1) et Pascal Noble (Institut Camille Jordan, Université Claude Bernard Lyon 1).

Modélisation, analyse mathématique et simulations numériques de quelques problèmes aux dérivées partielles multi-échelles

Soutenue le 5 décembre 2011

Institut Camille Jordan, Université Claude Bernard Lyon 1

Nous étudions plusieurs aspects d'équations aux dérivées partielles multi-échelles. Pour trois exemples distincts, la présence de multiples échelles, spatiales ou temporelles, motive un travail de modélisation mathématique ou constitue un enjeu de discrétisation.

La première partie est consacrée à la construction et l'étude d'un système multicouche de type Saint-Venant pour décrire un fluide à surface libre (océan). Son obtention s'appuie sur une analyse des échelles spatiales mises en jeu, en particulier sur l'hypothèse dite "eau peu profonde", classiquement utilisée dans le cas des fluides géophysiques. Nous justifions donc nos équations, et montrons un résultat d'existence locale de solution. Puis nous proposons un schéma volumes finis et des simulations numériques.

Dans la deuxième partie, nous étudions un problème hyperbolique de relaxation, inspiré de la théorie cinétique des gaz. La différence entre l'échelle temporelle du mécanisme de transport et celui de la relaxation constitue un enjeu numérique crucial. Nous construisons donc un schéma numérique *via* une stratégie "préservant l'asymptotique" : nous montrons sa convergence pour toute valeur du paramètre de relaxation, ainsi que sa consistance avec le problème à l'équilibre local. Des estimations d'erreurs sont établies et des simulations numériques sont présentées.

La dernière partie traite un problème d'écoulement sanguin dans une artère avec stent, modélisé par un système de Stokes dans un domaine contenant une petite rugosité périodique, *i.e.* une géométrie double échelle. Pour éviter une discrétisation coûteuse du domaine rugueux (l'artère stentée), nous formulons un ansatz de développement de la solution type Chapman-Enskog, et obtenons une loi de paroi implicite sur le bord du domaine lisse (artère seule). Nous montrons alors des estimations d'erreurs et des simulations numériques.

Maria Alessandra BOSCHIROLI

Directrices de thèse : Gudrun Albrecht (LAMAV Université de Valenciennes) et Lucia Romani (Département de Mathématiques Univ Milan-Bicocca).

Interpolants paramétriques locaux sous forme Bézier pour des maillages triangulaires : du cas polynomial au cas rationnel

Soutenue le 6 décembre 2011

Université de Valenciennes

Un problème récurrent en C(G)AO, Conception (Géométrie) Assistée par Ordinateur, et en informatique graphique est celui du Reverse Engineering, c'est-à-dire de la reconstruction d'objets à partir de nuages de points.

En informatique graphique, par exemple dans le cas de la visualisation, les solutions existantes consistent à interpoler les données, après triangulation, par des triangles plans. Les maillages triangulaires sont utilisés surtout parce qu'ils permettent de reproduire des surfaces complètement arbitraires sans aucune contrainte topologique.

Toutes les méthodes qui cherchent à interpoler des données arbitrairement distribuées doivent aborder les problèmes de continuité de la surface construite, en raison de la difficulté à obtenir des formes lisses et sans ondulation. Après l'introduction, le deuxième chapitre de la thèse a été dédié à un état de l'art des méthodes qui utilisent des facettes non-planes C0-continues. Ces schémas produisant des surfaces interpolantes continues, basés sur des facettes triangulaires non-planes, sont apparus récemment afin de répondre aux conditions spécifiques d'environnements de hardware limités en ressources.

L'étude bibliographique nous a ensuite permis d'analyser en profondeur le problème de continuité connu sous le nom de "vertex consistency problem". Le troisième chapitre de la thèse a été consacré à la description de ce problème, des techniques de résolution ou de contournement proposées jusqu'à aujourd'hui.

Dans le chapitre 4, nous nous sommes concentrées sur l'étude d'une technique particulière fondée sur les "blends" rationnels pour la définition de la surface. La comparaison des schémas existants qui utilise cette technique nous a permis de définir un nouveau patch polynomial cubique de Gregory. Sa généralisation

à un patch rationnel est un travail en cours dont les premiers résultats ont été montrés dans le chapitre 5. Cette généralisation, en fait, permet d'améliorer et contrôler la forme de la surface grâce à l'introduction des poids.

Mots-clés : Maillages triangulaires, triangles de Bézier, interpolants paramétriques locaux C^0 et G^1 , blend rationnel, patch de Gregory, "surface interrogation".

Paul ROCHET

Directeurs de thèse : Jean-Michel Loubes (Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier) et Jean-Pierre Florens (Membre associé Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier).

Régularisation de problèmes inverses linéaires avec opérateur inconnu

Soutenue le 6 décembre 2011

Institut de Mathématiques de Toulouse, Université Paul Sabatier

L'objectif de cette thèse est d'estimer un paramètre à partir de l'observation bruitée de son image par un opérateur linéaire. On s'intéresse plus précisément à des problèmes inverses dits discrets, pour lesquels l'opérateur est à valeurs dans un espace de dimension finie. Pour ce genre de problème, la non-injectivité de l'opérateur rend impossible l'identification du paramètre à partir de l'observation. Un aspect de la régularisation consiste alors à déterminer un critère de sélection d'une solution parmi un ensemble de valeurs possibles. On étudie en particulier des applications de la méthode du maximum d'entropie sur la moyenne, qui est une méthode Bayésienne de régularisation permettant de définir un critère de sélection à partir d'information *a priori*. On traite également des questions de stabilité de la solution sous des conditions de compacité de l'opérateur.

Sibt UI HUSSAIN

Directeur de thèse : Bill Triggs (CNRS, Grenoble).

Apprentissage machine pour la détection des objets

Soutenue le 7 décembre 2011

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université de Grenoble

Le but de cette thèse est de développer des méthodes pratiques plus performantes pour la détection d'instances de classes d'objets de la vie quotidienne dans les images. Nous présentons une famille de détecteurs qui incorporent trois types d'indices visuels performants : histogrammes de gradients orientés (Histograms of Oriented Gradients, HOG), motifs locaux binaires (Local Binary Patterns, LBP) et motifs locaux ternaires (Local Ternary Patterns, LTP) – dans des méthodes de discrimination efficaces de type machine à vecteur de support latent (Latent

SVM). Sur plusieurs jeux de données importants, nous démontrons que nos méthodes améliorent l'état de l'art du domaine.

- Nous étudions l'indice visuel LTP pour la détection d'objets. Sa performance est globalement meilleure que celle des indices bien établis HOG et LBP (qui sont complémentaires) parce qu'elle permet d'encoder à la fois la texture locale de l'objet et sa forme globale, tout en étant résistante aux variations d'éclairage. Grâce à ces atouts, LTP fonctionne aussi bien pour les classes caractérisées principalement par leurs structures que pour celles caractérisées par leurs textures.
- Les jeux d'indices visuels performants étant de dimension assez élevée, nous proposons deux méthodes de réduction de dimension afin d'améliorer leur vitesse et réduire leur utilisation de mémoire. La première, basée sur la projection moindres carrés partielles, diminue significativement le temps de formation des détecteurs linéaires, sans réduction de précision ni perte de vitesse d'exécution. La seconde, fondée sur la sélection de variables par l'élagage des poids du SVM, nous permet de réduire le nombre d'indices actifs d'un ordre de grandeur avec une réduction minime, voire même une petite augmentation, de la précision du détecteur. Cette méthode de sélection de variables surpasse toutes les approches que nous avons essayées.
- Enfin, nous décrivons notre travail sur une nouvelle variété d'indices visuels – les "motifs locaux quantifiés" (Local Quantized Patterns, LQP) qui généralisent les indices existants en introduisant une étape de quantification vectorielle – permettant une souplesse et une puissance analogue à la reconnaissance visuelle "sac de mots", basée sur la quantification des régions locales d'image considérablement plus grandes. LQP permet une augmentation considérable de la taille du support local de l'indice, et donc de sa puissance discriminatoire. Nos expériences indiquent qu'elle a la meilleure performance de tous les indices visuels testés.

Anne COSSONNIERE

Directeurs de thèse : Anne-Sophie Bonnet-Ben Dhia (ENSTA ParisTech) et Houssem Haddar (CMAP, Ecole Polytechnique).

Valeurs propres de transmission et leur utilisation dans l'identification d'inclusions à partir de mesures électromagnétiques

Soutenue le 8 décembre 2011

CERFACS

La théorie des problèmes de diffraction inverses pour les ondes acoustiques et électromagnétiques est un domaine de recherche très actif qui a connu des avancées significatives ces dernières années. La Linear Sampling Method (LSM), permettant de reconstituer la forme d'un objet à partir de sa réponse acoustique ou électromagnétique, avec peu d'information *a priori* sur les propriétés physiques de l'objet, a révélé l'existence de fréquences de résonance appelées valeurs propres de transmission, pour lesquelles cette méthode échoue dans le cas d'objets diffractants pénétrables. Ces fréquences particulières peuvent être étudiées à partir d'un nouveau type de problème appelé problème de transmission intérieur. Ces valeurs propres s'avèrent utiles dans le problème d'identification puisqu'elles peuvent aussi être calculées à partir des mesures à l'infini et qu'elles apportent des informations qualitatives sur les propriétés physiques de l'objet.

Dans cette thèse, nous prouvons l’existence et le caractère discret de l’ensemble des valeurs propres de transmission pour deux nouvelles configurations, correspondant aux cas où l’objet diffractant pénétrable contient une cavité ou un conducteur parfait. De plus, nous proposons une nouvelle approche utilisant les équations intégrales permettant de calculer numériquement les valeurs propres de transmission.

Dimitri BETTEBGHOR

Directeurs de thèse : Manuel Samuelides (ISAE), Joseph Morlier (ISAE) et Stéphane Grihon (AIRBUS).

Optimisation biniveau de structures aéronautiques composites

Soutenue le 9 décembre 2011

ONERA

Les travaux de cette thèse s’inscrivent dans l’optimisation paramétrique de grandes structures aéronautiques primaires composites, typiquement structures de fuselage. Une méthodologie originale d’optimisation est développée pour prendre en compte à la fois la grande taille de ces problèmes d’optimisation et les très nombreux appels de calcul de stabilité (flambage). Cette stratégie originale s’appuie en premier lieu sur la décomposition du problème d’optimisation initial en une multitude de problèmes d’optimisation de taille modeste pouvant être résolus indépendamment et coordonnés entre eux par un problème d’optimisation au niveau de la structure globale. La stratégie développée s’appuie sur des schémas issus de l’optimisation multidisciplinaire. Cette décomposition conduit à la résolution de problèmes d’optimisation en parallèle. En particulier l’équivalence des problèmes d’optimisation est prouvée. Cette stratégie utilise une représentation classique des matériaux composites stratifiés : les paramètres de stratification ainsi que la notion de sensibilité post-optimale. On étudie en particulier certaines propriétés théoriques de cette représentation en lien avec l’optimisation (convexité, homogénéité). Dans un deuxième temps, une stratégie originale de construction de modèles d’approximation des calculs de stabilité est développée. Cette stratégie fait appel à la notion de mélange d’experts et s’appuie sur des outils des probabilités (estimation de densité d’un mélange gaussien) de manière en prendre en compte le caractère discontinu et de dérivée discontinue des réponses de stabilité (flambage, post-flambage). Ces stratégies sont mises en œuvre sur différents cas test académiques et un cas test aéronautique réaliste (panneau de fuselage MAAXIMUS) est présenté.

Max DUARTE GONZALEZ

Directeurs de thèse : Marc Massot (EM2C, Ecole Centrale Paris) et Stéphane Descombes (Laboratoire J. A. Dieudonné, Université de Nice).

Méthodes numériques adaptatives pour la simulation de la dynamique de fronts de réaction multi-échelles en temps et en espace

Soutenue le 9 décembre 2011

Ecole Centrale Paris

Nous abordons le développement d'une nouvelle génération de méthodes numériques pour la résolution des EDP évolutives qui modélisent des phénomènes multi-échelles en temps et en espace issus de divers domaines applicatifs. La raideur associée à ce type de problème, que ce soit *via* le terme source chimique qui présente un large spectre d'échelles de temps caractéristiques ou encore *via* la présence de forts gradients très localisés associés aux fronts de réaction, implique en général de sévères difficultés numériques. En conséquence, il s'agit de développer des méthodes qui garantissent la précision des résultats en présence de forte raideur en s'appuyant sur des outils théoriques solides, tout en permettant une implémentation aussi efficace. Même si nous étendons ces idées à des systèmes plus généraux par la suite, ce travail se focalise sur les systèmes de réaction-diffusion raides. La base de la stratégie numérique s'appuie sur une décomposition d'opérateur spécifique, dont le pas de temps est choisi de manière à respecter un niveau de précision donné par la physique du problème, et pour laquelle chaque sous-pas utilise un intégrateur temporel d'ordre élevé dédié. Ce schéma numérique est ensuite couplé à une approche de multirésolution spatiale adaptative permettant une représentation de la solution sur un maillage dynamique adapté. L'ensemble de cette stratégie a conduit au développement du code de simulation générique 1D/2D/3D académique MBARETE de manière à évaluer les développements théoriques et numériques dans le contexte de configurations pratiques raides issue de plusieurs domaines d'application. L'efficacité algorithmique de la méthode est démontrée par la simulation d'ondes de réaction raides dans le domaine de la dynamique chimique non-linéaire et dans celui de l'ingénierie biomédicale pour la simulation des accidents vasculaires cérébraux caractérisée par un terme source "chimique complexe". Pour étendre l'approche à des applications plus complexes et plus fortement instationnaires, nous introduisons pour la première fois une technique de séparation d'opérateur avec pas de temps adaptatif qui permet d'atteindre une précision donnée garantie malgré la raideur des EDP. La méthode de résolution adaptative en temps et en espace qui en résulte, étendue au cas convectif, permet une description consistante de problèmes impliquant une très large palette d'échelles de temps et d'espace et des scénarios physiques très différents, que ce soit la propagation des décharges répétitives pulsées nanoseconde dans le domaine des plasmas ou bien l'allumage et la propagation de flammes dans celui de la combustion. L'objectif de la thèse est l'obtention d'un solveur numérique qui permet la résolution des EDP raides avec contrôle de la précision du calcul en se basant sur des outils d'analyse numérique rigoureux, et en utilisant des moyens de calculs standard. Quelques études complémentaires sont aussi présentées comme la parallélisation temporelle, des techniques de parallélisation à mémoire partagée et des outils de caractérisation mathématique des schémas de type séparation d'opérateur.

Vincent PERROLLAZ

Directeur de thèse : Olivier Glass (CEREMADE, Université Paris-Dauphine).

Problèmes de contrôle et équations hyperboliques non-linéaires

Soutenue le 9 décembre 2011

Laboratoire Jacques-Louis Lions

Dans cette thèse nous étudierons plusieurs problèmes de la théorie du contrôle portant sur des modèles non-linéaires issus de la mécanique des fluides.

Dans le premier, nous étudions l'équation de Camassa-Holm sur un intervalle compact. Après avoir introduit de bonnes conditions aux bords et une notion de solution faible, nous montrons un théorème d'existence et un théorème d'unicité fort-faible pour le problème mixte. Dans une seconde partie nous fournissons une loi de retour pour les données aux bords qui nous permet de stabiliser asymptotiquement l'état stationnaire naturel de l'équation.

Dans le chapitre 2, nous étudions le problème de la contrôlabilité exacte d'une loi de conservation scalaire à flux convexe, posée sur un intervalle compact et dans le cadre des solutions entropiques. On fournit des conditions suffisantes sur des fonctions de BV pour qu'elles soient atteignables en temps arbitraire depuis n'importe quelle donnée initiale. On contrôle l'équation *via* les données aux bords et aussi grâce à un terme source agissant uniformément en espace.

Enfin le dernier chapitre est consacré au problème de la stabilisation asymptotique des états stationnaires constants d'une loi de conservation scalaire à flux convexe, posée sur un intervalle compact et dans le cadre des solutions entropiques. On contrôle à nouveau l'équation *via* les données aux bords et un terme source agissant uniformément en espace. Nous fournissons deux lois de retour stationnaires (suivant que l'état à stabiliser est de vitesse critique ou non) qui nous permettent de montrer la stabilisation asymptotique globale.

Léon Matar TINE

Directeurs de thèse : Thierry Goudon (INRIA, Université Lille 1), Frédéric Lagoutière (Université Paris-Sud 11) et Mamadou Sy (Université Gaston Berger).

**Analyse mathématique et numérique de modèles de
coagulation-fragmentation**

Soutenue le 9 décembre 2011

*Laboratoire Paul Painlevé, Université Lille 1 et Université Gaston Berger
(Sénégal)*

Ce mémoire de thèse concerne l'analyse mathématique et numérique du comportement asymptotique de certains modèles de type coagulation-fragmentation intervenant en physique ou en biologie. Dans la première partie on considère le système d'équations de Lifshitz-Slyozov qui modélise l'immersion d'une population de macro-particules en interaction avec un bain de monomères. Ce modèle

développe en temps long un comportement dépendant d'une manière très particulière de l'état initial et ses spécificités techniques en font un véritable challenge pour la simulation numérique. On introduit un nouveau schéma numérique de type volumes finis basé sur une stratégie anti-dissipative ; ce schéma parvient à capturer les profils asymptotiques attendus par la théorie et dépasse en performances les méthodes utilisées jusqu'alors. L'investigation numérique est poursuivie en prenant en compte dans le modèle des phénomènes de coalescence entre macro-particules à travers l'opérateur de Smoluchowski. La question est de déterminer par l'expérimentation numérique comment ces phénomènes influencent le comportement asymptotique. On envisage aussi une extension du modèle classique de Lifshitz-Slyozov qui prend en compte des effets spatiaux *via* la diffusion des monomères. On établit l'existence et l'unicité des solutions du système couplé hyperbolique-parabolique correspondant. La seconde partie de ce mémoire aborde des modèles d'agrégation-fragmentation issus de la biologie. On s'intéresse en effet à des équations décrivant les phénomènes de croissance et de division pour une population de cellules caractérisée par sa densité de répartition en taille. Le comportement asymptotique de cette densité de répartition est accessible à l'expérience et peut être établi théoriquement. L'enjeu biologique consiste, à partir de données mesurées de la densité cellulaire, à estimer le taux de division cellulaire qui, lui, n'est pas expérimentalement mesurable. Ainsi, retrouver ce taux de division cellulaire fait appel à l'étude d'un problème inverse que nous abordons théoriquement et numériquement par des techniques de régularisations par quasi-réversibilité et par filtrage.

La troisième partie de ce travail de thèse est consacrée à des systèmes couplés décrivant des interactions fluide-particules, avec des termes de coagulation-fragmentation, de type Becker-Döring. On étudie les propriétés de stabilité du modèle et on présente des résultats d'asymptotiques correspondant à des régimes de forte friction.

Giacomo NARDI

Directeur de thèse : Simon Masnou (Institut Camille Jordan, Université Lyon 1).

Caractérisation de la relaxée d'une fonctionnelle de Willmore généralisée

Soutenue le 12 décembre 2011

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris 6

Dans cette thèse, on étudie le problème de relaxation pour une fonctionnelle dépendant de la courbure moyenne des ensembles de niveau de la fonction. La relaxation est définie par rapport à la topologie forte de L^1 dans l'espace BV .

En dimension deux, on peut exprimer la relaxée comme l'intégrale, sur l'ensemble des niveaux pris par la fonction, d'une énergie calculée sur un recouvrement des frontières essentielles des ensembles de niveau par une famille limite de courbes.

En dimension supérieure, on propose une nouvelle formulation pour le problème en définissant des varifolds associés aux mesures de Young-gradients, appelés Young varifolds. On se ramène ainsi à un problème de minimisation pour une fonctionnelle définie sur une certaine classe de Young varifolds. Grâce aux résultats précédents, on peut montrer que cette formulation est appropriée en dimension deux. Toutefois, une caractérisation complète de la relaxée à l'aide des Young

varifolds reste un problème ouvert.

Mots-clés : Relaxation, BV, fonctionnelle de Willmore, varifolds, courbure moyenne, mesures de Young.

Dylan POSSAMAI

Directeur de thèse : Nizar Touzi (Polytechnique/CMAP).

**Voyage au cœur des EDSRs du second ordre et autres problèmes
contemporains de mathématiques financières**

Soutenue le 12 décembre 2011

Polytechnique/CMAP

Dans toute la première partie de la thèse, nous nous intéressons à la notion d'équations différentielles stochastiques rétrogrades du second ordre (dans la suite 2EDSR), introduite tout d'abord par Cheredito, Soner, Touzi et Victoir puis reformulée récemment par Soner, Touzi et Zhang. Nous prouvons dans un premier temps une extension de leurs résultats d'existence et d'unicité lorsque le générateur considéré est seulement continu et à croissance linéaire.

Puis, nous poursuivons notre étude par une nouvelle extension au cas d'un générateur quadratique. Ces résultats théoriques nous permettent de résoudre un problème de maximisation d'utilité pour un investisseur dans un marché incomplet à volatilité incertaine. Nous prouvons dans notre cadre l'existence de stratégies optimales, caractérisons la fonction valeur du problème grâce à une EDSR du second ordre et résolvons explicitement certains exemples.

Nous terminons cette partie en introduisant la notion d'EDSR du second ordre avec réflexion sur un obstacle. Nous prouvons l'existence et l'unicité des solutions de telles équations, et fournissons une application possible au problème de couverture d'options Américaines dans un marché à volatilité incertaine.

Le premier chapitre de la seconde partie de cette thèse traite d'un problème de pricing d'options dans un modèle où la liquidité du marché est prise en compte. Nous fournissons des développements asymptotiques de ces prix au voisinage de liquidité infinie en fonction de la régularité des payoffs considérés. Quelques résultats numériques sont également proposés.

Enfin, nous étudions un problème Principal/Agent dans un cadre d'aléa moral. Une banque possède des prêts dont elle est prête à échanger les intérêts contre des flux de capitaux. La banque peut influencer les probabilités de défaut de ces emprunts en exerçant ou non une activité de surveillance coûteuse. Des investisseurs souhaitent mettre en place des contrats qui maximisent leur utilité tout en incitant implicitement la banque à exercer une activité de surveillance constante. Nous résolvons ce problème de contrôle optimal explicitement et fournissons quelques simulations numériques.

Xiaolu TAN

Directeurs de thèse : Nizar Touzi (Polytechnique/CMAP) et J. Frédéric Bonnans (INRIA/CMAP).

Méthodes de contrôle stochastique pour le problème de transport optimal et schémas numériques de type Monte-Carlo pour les EDP

Soutenue le 12 décembre 2011

Polytechnique/CMAP

Cette thèse porte sur les méthodes numériques pour les équations aux dérivées partielles (EDP) non-linéaires dégénérées, ainsi que pour des problèmes de contrôle d'EDP non-linéaires résultant d'un nouveau problème de transport optimal. Toutes ces questions sont motivées par des applications en mathématiques financières.

Nous considérons une EDP parabolique non-linéaire dégénérée et proposons un schéma de type "splitting" pour la résoudre. Ce schéma réunit un schéma probabiliste et un schéma semi-lagrangien. Au final, il peut être considéré comme un schéma Monte-Carlo.

Ensuite, nous étudions un problème de transport optimal, où la masse est transportée par un processus d'état type "drift-diffusion" contrôlé. Le coût associé est dépendant des trajectoires de processus d'état, de son drift et de son coefficient de diffusion. Le problème de transport consiste à minimiser le coût parmi toutes les dynamiques vérifiant les contraintes initiales et terminales sur les distributions marginales. Nous prouvons une formule de dualité pour ce problème de transport, étendant ainsi la dualité de Kantorovich à notre contexte. La formulation duale maximise une fonction valeur sur l'espace des fonctions continues bornées, et la fonction valeur correspondante à chaque fonction continue bornée est la solution d'un problème de contrôle stochastique optimal. Dans le cas markovien, nous prouvons un principe de programmation dynamique pour ces problèmes de contrôle optimal, proposons un algorithme de gradient projeté pour la résolution numérique du problème dual, et en démontrons la convergence.

Cyril AGUT

Directeurs de thèse : Hélène Barucq et Julien Diaz (Inria Bordeaux Sud-Ouest & Université de Pau et des Pays de l'Adour).

Schémas numériques d'ordre élevé en espace et en temps pour l'équation des ondes

Soutenue le 13 décembre 2011

Université de Pau et des Pays de l'Adour

L'équation des ondes intervient dans de très nombreux domaines comme par exemple l'imagerie médicale, la prospection pétrolière, les radars-sonars ou encore la téléphonie. Il y a donc un fort besoin de simuler la propagation de ces ondes afin de comprendre au mieux leur comportement. Ce genre de problèmes

nécessite la résolution de l'équation des ondes dans des milieux complexes 3D et cela, un très grand nombre de fois ce qui engendre des coûts de calcul importants et souvent prohibitifs.

Des méthodes numériques d'ordre élevé peuvent être utilisées pour obtenir des solutions précises, en considérant de plus grands pas d'espace et de temps, comme la Technique de l'équation Modifiée (MET) pour l'équation des ondes mais celle-ci reste coûteuse à cause du nombre élevé de multiplications matricielles à prendre en compte. C'est pour cela que l'on s'est demandé s'il est possible d'optimiser cette méthode en réduisant le nombre de multiplications matricielles et en conservant, voire en améliorant, la condition CFL.

On se propose ici d'inverser le processus de discrétisation en appliquant d'abord la discrétisation en temps *via* la MET puis en procédant à la discrétisation en espace. La discrétisation en temps fait apparaître des opérateurs d'ordre élevé et nous devons donc considérer des méthodes appropriées pour les discrétiser, notre choix s'étant porté sur une méthode de Galerkin Discontinue avec pénalité intérieure (IPDG). Cette nouvelle approche permet de ne plus prendre en compte un grand nombre de multiplications matricielles et d'avoir recours simplement à une somme matricielle, ce qui ne représente quasiment aucun surcoût numérique. Avant d'étudier les propriétés numériques de ce nouveau schéma, nous avons préalablement dû procéder à l'analyse de la méthode IPDG. Il est bien connu que cette méthode présente deux difficultés principales : le choix du coefficient de pénalisation ainsi que son influence sur la condition CFL.

Dans ce travail, nous proposons un résultat sur la valeur minimale du paramètre de pénalisation dans le cas de maillages 1D, 2D et 3D composés respectivement de segments, carrés et de cubes ainsi qu'une formule analytique liant la condition CFL au coefficient de pénalisation. Après avoir étendu notre analyse aux cas de mailles rectangulaires et parallélépipédiques, nous avons également proposé une expression du paramètre de pénalisation sur des maillages plus complexes. Une étude numérique sur des maillages triangulaires réguliers confirme que le rayon du cercle inscrit est le plus adapté des choix présentés dans la littérature. Finalement, par une étude sur des maillages triangulaires et tétraédriques quelconques nous montrons comment les différentes expressions influent sur la condition CFL.

Nous avons étendu cette étude à la stabilité du schéma avec opérateur biharmonique mais en se limitant à certains jeux de coefficients de pénalisation. Enfin nous nous sommes intéressés aux propriétés d'adaptativité de nos nouveaux schémas *via* des expériences numériques 1D et 2D.

Lamiaie AZIZI

Directrices de thèse : Florence Forbes (INRIA Rhône-Alpes) et Myriam Charras-Garrido (INRA - Clermont-Ferrand-Theix).

Champs aléatoires de Markov cachés pour la cartographie du risque en épidémiologie

Soutenue le 13 décembre 2011

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université de Grenoble

La cartographie du risque en épidémiologie permet de mettre en évidence des régions homogènes en terme du risque afin de mieux comprendre l'étiologie des maladies. Nous abordons la cartographie automatique d'unités géographiques en classes de risque comme un problème de clustering à l'aide de modèles de Markov cachés discrets et de modèles de mélange de Poisson. Le modèle de Markov caché proposé est une variante du modèle de Potts, où le paramètre d'interaction dépend des classes de risque. Afin d'estimer les paramètres du modèle, nous utilisons l'algorithme EM combiné à une approche variationnelle champ-moyen. Cette approche nous permet d'appliquer l'algorithme EM dans un cadre spatial et présente une alternative efficace aux méthodes d'estimation de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCMC). Nous abordons également les problèmes d'initialisation, spécialement quand les taux de risque sont petits (cas des maladies animales). Nous proposons une nouvelle stratégie d'initialisation appropriée aux modèles de mélange de Poisson quand les classes sont mal séparées. Pour illustrer ces solutions proposées, nous présenterons des résultats d'application sur des jeux de données épidémiologiques animales fournis par l'INRA.

Mots-clés : Classification, champs aléatoires de Markov cachés discrets, cartographie du risque, mélanges de Poisson, modèle de Potts, EM champ-moyen.

Nicolas RAILLARD

Directeurs de thèse : Jian-feng Yao (IRMAR, Université Rennes 1) et Bertrand Chapron (Laboratoire d'Océanographie Spatiale, IFREMER, Brest).

**Modélisation du comportement extrême de processus spatio-temporels.
Applications en océanographie et météorologie**

Soutenue le 13 décembre 2011

Université Rennes 1

Ce travail de thèse porte sur l'étude des extrêmes d'une variable océanique importante dans le cadre des applications : la hauteur significative des vagues. Cette quantité est observée fidèlement par des satellites, mais cette source de donnée produit des données complexes du fait d'une répartition des observations irrégulière, en temps et en espace. Ce problème est primordial dans le cadre de l'étude des extrêmes, car peu de modèles statistiques sont adaptés à de telles données. Deux modèles sont présentés dans ce document. Nous commençons par décrire un modèle d'interpolation basé sur l'estimation des vitesses de déplacement des structures d'états de mer à l'aide de méthodes de filtrage particulière. Ensuite nous avons mis en place une procédure d'estimation de la structure d'ordre deux du champ déplacé, dans le but d'appliquer une interpolation. Cette procédure a montré une amélioration par rapport aux techniques usuelles, mais une insuffisance pour modéliser les extrêmes. Dans un second temps, nous mettons en œuvre une procédure pour modéliser les dépassements de seuils d'un processus observé à temps irrégulier ou avec des valeurs manquantes. Nous proposons un modèle basé sur les méthodes de dépassement de seuils multi-variés et les extrêmes de processus, ainsi qu'une méthode d'estimation des paramètres par des techniques de vraisemblance composite. Enfin, nous montrons la convergence de l'estimateur et, à l'aide de simulations ainsi que par une application à des données de hauteurs significatives, nous concluons que la prise en compte de tous les

dépassements permet d'améliorer l'estimation des niveaux de retour de même que de la description de la durée des extrêmes.

María Soledad ARONNA

Directeurs de thèse : J. Frédéric Bonnans (INRIA Saclay et Centre de Mathématiques Appliquées, Ecole Polytechnique) et Pablo Andrés Lotito (Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires et PLADEMA CONICET, Argentine).

Analyse du second ordre des problèmes de commande optimale avec des arcs singuliers

Soutenue le 15 décembre 2011

*INRIA Saclay, Centre de Mathématiques Appliquées - Ecole Polytechnique et
CIFASIS CONICET, Argentine*

Dans cette thèse on s'intéresse aux problèmes de commande optimale pour des systèmes affines dans une partie de la commande. Premièrement, on donne une condition nécessaire du second ordre pour le cas où le système est affine dans toutes les commandes. On a des bornes sur les contrôles et une solution bang-singulière. Une condition suffisante est donnée pour le cas d'une commande scalaire. On propose après un algorithme de tir et une condition suffisante pour sa convergence quadratique locale. Cette condition garantit la stabilité de la solution optimale et implique que l'algorithme converge quadratiquement localement pour le problème perturbé, dans certains cas.

On présente des essais numériques qui valident notre méthode. Ensuite, on étudie un système affine dans une partie des commandes. On obtient des conditions nécessaires et suffisantes du second ordre.

On propose un algorithme de tir et on montre que la condition suffisante mentionnée garantit que cet algorithme converge quadratiquement localement.

Enfin, on étudie un problème de planification d'une centrale hydrothermique. On analyse au moyen des conditions nécessaires obtenues par Goh, la possible apparition d'arcs singuliers.

Zakaria HABIBI

Directeur de thèse : Grégoire Allaire (Polytechnique/CMAP).

Homogénéisation et convergence à deux échelles lors d'échanges thermiques stationnaires et transitoires. Application aux cœurs des réacteurs nucléaires à caloporteur gaz

Soutenue le 16 décembre 2011

Polytechnique/CMAP & CEA-Saclay

Nos travaux concernent l’homogénéisation du transfert de chaleur dans un milieu poreux périodique qui modélise la géométrie d’un cœur de réacteur nucléaire à caloporteur gaz. Cette géométrie est constituée d’un milieu solide traversé par plusieurs longs et minces cylindres parallèles dont le diamètre est du même ordre que la période. La chaleur est transportée par conduction dans la partie solide du domaine et par conduction, convection et rayonnement dans la partie fluide (les cylindres). Le rayonnement est modélisé par une condition non-locale sur les parois des cylindres. C’est une analyse stationnaire qui correspond à un fonctionnement nominal du cœur, et aussi non-stationnaire qui correspond à un arrêt normal du cœur.

Pour obtenir le problème homogénéisé nous utilisons d’abord une analyse formelle par développement asymptotique à deux échelles. La justification mathématique de nos résultats est basée sur la méthode de convergence à deux échelles. Une caractéristique de ce travail en dimension 3 est qu’il combine l’analyse asymptotique par homogénéisation avec une analyse asymptotique par réduction de la dimension de l’espace 3D en 2D pour remédier à la non-périodicité de la condition de rayonnement suivant la direction axiale des cylindres.

Une deuxième caractéristique de ce travail est l’étude de ce transfert de chaleur lorsqu’il contient une source thermique oscillante au niveau microscopique et un échange thermique entre les parties fluide et solide du cœur, dans un tel contexte, notre analyse numérique montre une contribution non-négligeable du correcteur dit d’ordre 2 qui nous aide à reproduire les gradients qui apparaissent entre la zone de la source thermique et la partie fluide (les cylindres).

Mots-clés : Analyse asymptotique, homogénéisation, transfert thermique, transfert radiatif, convergence à deux échelles, périodique, correcteurs, domaines perforés, milieux poreux.

Rim GUETAT

Directeurs de thèse : Yvon Maday (Laboratoire Jacques-Louis Lions) et Saloua Aouadi (Laboratoire Jacques-Louis Lions).

Méthode de parallélisation en temps : Application aux méthodes de décomposition de domaine

Soutenue le 16 décembre 2011

Laboratoire Jacques-Louis Lions

L’objectif de ce travail est d’analyser les approches où un concept de parallélisation en temps est combiné avec des algorithmes de décomposition de domaine (en espace). La méthode de parallélisation en temps envisagée est la méthode pararéelle qui, pour un système différentiel, est une méthode de type prédicteur correcteur ou encore de tir multiple particulière basée sur deux niveaux de solveurs (un solveur fin et un solveur grossier). Le cadre de cette thèse est celui des équations aux dérivées partielles ; pour la mise en œuvre des solveurs fins et grossiers, nous avons recours à une méthode de décomposition de domaine. Dans ce cadre, ces deux solveurs sont vus comme limite, quand les itérations en sous domaine tendent vers l’infini, de solveurs locaux. Dans le couplage entre l’algorithme pararéel et celui de décomposition de domaine, les itérations en sous domaine ne

sont pas poussées à convergence, celles ci étant en quelque sorte reprises lors des itérations pararéelles suivantes. On a analysé le comportement de ce couplage dans différentes configurations : tout d'abord il n'affecte que le solveur grossier, ensuite il n'affecte que le solveur fin et enfin il affecte les deux solveurs, fin et grossier. Il en résulte un taux de parallélisation dont nous démontrons l'intérêt. Dans le cas de couplage du pararéel avec les algorithmes de décomposition de domaine sans recouvrement on a résolu le problème condensé à l'interface par des méthodes itératives adaptées de type Krylov telles que la méthode du gradient conjugué ou GMRES. On a appliqué la méthode du complément de Schur au niveau du solveur fin. Pour le propagateur grossier, on a appliqué le préconditionneur de Neumann-Neumann pour les problèmes à diffusion dominante, et le préconditionneur de Robin-Robin pour les problèmes non-symétriques. L'utilisation du préconditionneur au niveau du propagateur grossier est nécessaire et avait pour effet d'accélérer la convergence. On a démontré ici à travers des expériences numériques qu'on se limite à chaque itération k du pararéel à un nombre réduit P d'itérations par sous-domaine spatial et d'obtenir après convergence une solution aussi précise que la solution fine pure séquentielle monodomaine. On a constaté l'importance de l'initialisation en espace de la condition à l'interface à l'itération du pararéel courante k par la condition à l'interface à l'itération précédente du pararéel $k - 1$ après un nombre réduit d'itérations par sous-domaine spatial sur l'accélération de la convergence. Cette valeur doit être rendue compatible avec la valeur initiale au début de l'intervalle de temps. Finalement, on a approfondi la compréhension de la méthode couplée par une analyse de convergence.

Mots-clés : Algorithme pararéel, méthode de tir multiple, méthode de décomposition de domaine, méthode de relaxation d'ondes, complément de Schur, préconditionneur, GMRES, calcul parallèle.

Benjamin MAHIOU

Directeurs de thèse : Lalaonirina Rakotomanana-Ravelonarivo (IRMAR, Université Rennes 1) et Fulgence Razafimahery (IRMAR, Université Rennes 1).

Modélisation de la palme de nage : influence de l'interaction fluide-structure

Soutenue le 21 décembre 2011

Université Rennes 1

Joseph DONGHO

Directeur de thèse : Volodya Roubtsov (Université d'Angers).

Structures de Poisson logarithmiques : invariants cohomologiques et préquantification

Soutenue le 5 janvier 2012

Université d'Angers

L'objectif de cette thèse est de proposer des critères de préquantification des structures de Poisson à singularités portées par un diviseur libre d'une variété complexe de dimension finie.

Pour cela, nous partons d'une construction algébrique des différentielles formelles logarithmiques le long d'un idéal finiment engendré et propre d'une algèbre commutative, pour introduire la notion d'algèbre de Poisson logarithmique. Puis, nous montrons que de telles structures de Poisson induisent un nouvel invariant cohomologique ; ceci par le biais d'une structure d'algèbre de Lie-Rinehart qu'elles induisent sur le module des différentielles formelles logarithmiques. Grâce à ce dernier, nous étudions les conditions d'intégralité des telles structures de Poisson.

Tout d'abord, nous montrons que l'application hamiltonienne de toute structure de Poisson logarithmique se prolonge sur le module des différentielles formelles logarithmiques et induit une structure d'algèbre de Lie-Rinehart sur ce dernier. De plus l'image de cette application est contenue dans le module des dérivations logarithmiques. Nous appelons cohomologie de Poisson logarithmique la cohomologie induite par cette représentation.

Par la suite, nous montrons sur quelques exemples que les groupes de cohomologies de Poisson et ceux de Poisson logarithmique sont en générale différents ; bien qu'ils coïncident dans le cas des structures de Poisson logsymplectiques.

Nous terminons par une étude des conditions d'intégralité de telles structures au moyen de cette cohomologie.

Ali ABBAS

Directeur de thèse : Jean-Pierre Croisille.

Schémas boîte hermitiens, Algorithms rapides pour la discrétisation des EDP

Soutenue le 14 janvier 2012

Université Paul Verlaine-Metz

Cette thèse est un travail de calcul scientifique classique consacré à la conception de schémas aux différences d'ordre élevé pour des problèmes elliptiques en géométrie cartésienne en dimension deux et trois. Ce type de question reste au cœur de nombreux problèmes physiques : calcul des champs dans les modèles PIC, problèmes de gravitation, problèmes en fluides incompressibles.

La famille de schémas développés est de type "hermitien compact". Un cadre général de dérivation de schémas compacts à trois points qui sont de plus conservatifs. Un solveur rapide reposant sur la formule de Sherman-Morrison ainsi que sur la FFT a été introduit. À titre d'exemple, il permet de résoudre des problèmes de taille $128 \times 128 \times 128$ en une dizaine de secondes sur un portable. L'inconnue principale et son gradient sont calculées à l'ordre 4 en tous les points de la grille. L'extension de l'approche proposée à des grilles multiéchelle ou à des problèmes elliptiques non séparables est ensuite discutée.

Une bibliothèque FORTRAN90 est disponible auprès de l'auteur.

Annonces de Colloques

par Thomas Haberkorn

Février 2012

PREMIÈRE RENCONTRE SMAI GAMNI-MAIRCI : PRÉCISION ET INCERTITUDES
le 1er Février 2012, à Paris

<http://smai.emath.fr/spip.php?article392>

MATHEMATICS FOR INNOVATION : LARGE AND COMPLEX SYSTEMS
du 28 Février au 4 Mars 2012, à Tokyo (Japon)

<http://www.esf.org/activities/esf-conferences/details/2012/confdetail397/397-preliminary-programme.html>

Mars 2012

10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON OPERATIONS RESEARCH
du 6 au 9 Mars 2012, à La Havane (Cuba)

<http://samm.univ-paris1.fr/10th-INTERNATIONAL-CONFERENCE-ON>

ECOLE DE PRINTEMPS "STOCHASTIC ANALYSIS IN FINANCE"
du 6 au 15 Mars 2012, à Roscoff

[http://www.math.univ-brest.fr/perso/rainer.buckdahn/March 2012/Spring School mars 2012.html](http://www.math.univ-brest.fr/perso/rainer.buckdahn/March%202012/Spring%20School%20mars%202012.html)

COLLOQUE "PRESENT CHALLENGES OF MATHEMATICS IN ONCOLOGY AND BIOLOGY OF CANCER : MODELING AND MATHEMATICAL ANALYSIS"
du 19 au 23 Mars 2012, à Marseille

<http://www.latp.univ-mrs.fr/mcc/>

JOURNÉES "EXPLORATION DE MODÈLES ET INCERTITUDES EN SIMULATION NUMÉRIQUE"

du 21 au 23 Mars 2012, à Bruyère-le-Châtel

<http://www.gdr-mascotnum.fr/2012/>

JOURNÉES "PIECEWISE DETERMINISTIC MARKOV PROCESSES 2012"
du 26 au 28 Mars 2012, à Marne-la-Vallée

<http://wiki-math.univ-mlv.fr/pdmp/doku.php/pdmp2012>

Annonces de colloques

ECOLE DE PRINTEMPS "SUR LA THÉORIE CINÉTIQUE ET LA MÉCANIQUE DES FLUIDES"

du 26 au 30 Mars 2012, à Lyon

<http://math.univ-lyon1.fr/~filbet/nusikimo/Spring2012/>

EUROMECH 514 "NEW TRENDS IN CONTACT MECHANICS"

du 27 au 31 Mars 2012, à Cargese

<http://euromech514.cnrs-mrs.fr/>

JOURNÉES DU GROUPE SMAI-MODE 2012

du 28 au 30 Mars 2012, à Dijon

<http://math.u-bourgogne.fr/mode2012/>

Avril 2012

PICOF'12 - 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INVERSE PROBLEMS,
CONTROL AND SHAPE OPTIMIZATION

du 2 au 4 Avril 2012, à Palaiseau

<http://www.cmap.polytechnique.fr/picof/conferences.html>

L'OPTIMISATION D'AUJOURD'HUI À DEMAIN : ENJEUX ET PERSPECTIVES POUR
L'AUTOMOBILE

le 3 Avril 2012, à la Défense

www.sia.fr/evenement_detail_appel_communication_1121.htm

SECOND SPRING SCHOOL ON NUMERICAL METHODS FOR PARTIAL DIFFERENTIAL
EQUATIONS

du 16 au 20 Avril 2012, à Tetouan (Maroc)

<http://www.urjc.es/hmams/SpringSchool2012/>

Mai 2012

PREMIÈRES JOURNÉES "POPULARISATION DES MATHÉMATIQUES"

les 15 au 16 Mai 2012, à Orléans

<http://www.animath.fr/spip.php?rubrique328>

41ÈME CONGRÈS D'ANALYSE NUMÉRIQUE

du 21 au 25 Mai 2012, à Superbesse

<http://smi.emath.fr/canum2012/>

Juin 2012

ECOLE D'ÉTÉ "GEOMETRIC AND ANALYTIC TECHNIQUES IN CALCULUS OF VA-
RIATIONS AND PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS"

du 1er Juin au 31 Juillet 2012, à Pise (Italie)

<http://crm.sns.it/event/233/>

Annonces de colloques

39ÈMES JOURNÉES EDP 2012

du 4 au 8 Juin 2012, à Biarritz

<http://gdredp.math.cnrs.fr/spip/spip.php?rubrique34>

3ÈME COLLOQUE "MATHÉMATIQUES POUR L'IMAGE"

du 11 au 14 Juin 2012, à Orléans

<http://www.fdpoisson.fr/?q=agenda/index&type=65>

23RD INTERNATIONAL MEETING ON PROBABILISTIC, COMBINATORIAL AND ASYMPTOTIC METHODS FOR THE ANALYSIS OF ALGORITHMS

du 17 au 22 Juin 2012, à Montreal (Canada)

<http://cg.scs.carleton.ca/~luc/AofA2012.html>

21TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON DOMAIN DECOMPOSITION METHODS

du 25 au 29 Juin 2012, à Rennes

<http://dd21.inria.fr>

HYPERBOLIC CONFERENCE HYP2012

du 25 au 29 Juin 2012, à Padoue (Italie)

<http://www.hyp2012.eu>

Juillet 2012

PREMIÈRES RENCONTRES R

les 2 et 3 Juillet 2012, à Bordeaux

<http://r2012.bordeaux.inria.fr/>

Septembre 2012

ECOLE D'ÉTÉ EDP-PROBA : MODÉLISATION EN DYNAMIQUE DES POPULATIONS ET ÉVOLUTION

du 6 au 14 Septembre 2012, à La Londe les Maures

<http://www.cmap.polytechnique.fr/~ecolemathbio2012/>

Revue de presse

par Paul Sablonnière

WEIJIU LIU : *Elementary feedback stabilization of the linear reaction-convection-diffusion equation and the wave equation*, *Mathématiques et Applications*, Vol. 66, Springer, 2010.

REVUE DE PRESSE

Ce livre est destiné à des étudiants de master, des chercheurs ou des ingénieurs souhaitant apprendre des notions de contrôle feedback d'équations aux dérivées partielles d'évolution. Dans ce livre, l'auteur a choisi d'introduire les notions de manière aussi pédagogique que possible en se concentrant sur deux modèles d'EDP linéaires contrôlés : l'équation de réaction-convection-diffusion et l'équation des ondes. Pour chacun des modèles l'objectif est de montrer comment concevoir un contrôle feedback (i.e., en boucle fermée) stabilisant, le contrôle pouvant être intérieur ou frontière.

Le chapitre 1 présente des exemples concrets afin de motiver l'étude à suivre. Le chapitre 2 rassemble des résultats standards d'analyse fonctionnelle et notamment de théorie des semi-groupes. Le chapitre 3 est consacré à de brefs rappels sur la théorie des feedbacks et du contrôle optimal pour des systèmes linéaires de dimension finie : contrôlabilité, observabilité, stabilisation, contrôle optimal linéaire-quadratique. Les chapitres 4, 5 et 6 constituent ensuite le cœur de l'ouvrage. Dans le chapitre 4, l'auteur se concentre sur les équations linéaires de réaction-convection-diffusion, et, aussi bien pour des contrôles intérieurs que frontières, montre comment on peut concevoir un contrôle feedback stabilisant, soit par une méthode de backstepping soit par la méthode classique du contrôle optimal linéaire-quadratique. Le chapitre 5, assez court, est consacré à l'équation des ondes unidimensionnelle. L'auteur montre comment on peut stabiliser cette équation à l'aide d'un contrôle intérieur ou frontière. Dans le chapitre 6 l'accent est mis sur l'équation des ondes en dimension quelconque. Dans ces trois chapitres, les méthodes employées pour la stabilisation sont le développement en série de fonctions propres, les transformations intégrales et la méthode de backstepping, les méthodes d'énergie, et le contrôle optimal linéaire-quadratique.

L'auteur a fait des efforts pédagogiques remarquables pour présenter un panel de méthodes classiques. L'équation du noyau est par exemple introduite de manière naturelle dans le chapitre 4 et conduit aux méthodes dites de backstepping. Le côté technique de ces méthodes a été considérablement simplifié de façon à ce que le lecteur en comprenne immédiatement l'idée principale. L'auteur n'a pas cherché à écrire un ouvrage général dans un contexte abstrait ou à obtenir les résultats les plus généraux possibles. Il a cherché à éviter au maximum l'usage de théorèmes difficiles d'analyse fonctionnelle. Son choix a été de présenter un certain nombre de techniques de stabilisation des EDP sur des exemples précis qui sont toutefois généralisables. Cela rend la lecture de ce livre assez aisée et on peut tout à fait conseiller ce livre comme première lecture pour la stabilisation par feedback d'équations aux dérivées partielles.

Communiqué par Emmanuel Trélat.

CORRESPONDANTS LOCAUX

Amiens *Serge Dumont*
LAMFA
Univ. de Picardie Jules Verne
33 rue Saint Leu
80039 Amiens CEDEX
☎ 03 22 82 75 16
Serge.Dumont@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 *Marc Lassonde*
Lab. de Mathématiques Informatique
et Applications
Univ. des Antilles et de la Guyane
97159 Pointe à Pitre
Marc.Lassonde@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-
Montbéliard
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 *Olivier Saut*
Institut de Mathématiques
Univ. Bordeaux I
351 cours de la Libération
33405 Talence CEDEX
☎ 05 40 00 61 47 – 📠 05 40 00 26 26
olivier.saut@math.u-bordeaux1.fr

Brest *Marc Quincampoix*
Dépt. de Mathématiques
Faculté des Sciences
Univ. de Bretagne Occidentale
BP 809
29285 Brest CEDEX
☎ 02 98 01 61 99 – 📠 02 98 01 67 90
Marc.Quincampoix@univ-brest.fr

Cachan ENS *Frédéric Pascal*
CMLA
ENS Cachan
61 av. du Président Wilson
94235 Cachan CEDEX
☎ 01 47 40 59 46 – 📠 01 47 40 59 01
frederic.pascal@cmla.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 *Mathieu Lewin*
Dép. de Mathématiques,
Univ. de Cergy-Pontoise / Saint-Martin
2 av. Adolphe Chauvin
95302 Cergy-Pontoise CEDEX
☎ 01 34 25 66 15 – 📠 01 34 25 66 45
mathieu.lewin@math.cnrs.fr

Correspondants locaux

Clermont-Ferrand *Olivier Bodart*

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

Compiègne

Véronique Hédou-Rouillier

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

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

Dijon

Christian Michelot

UFR Sciences et Techniques
Univ. de Bourgogne
BP 400
21004 Dijon CEDEX
☎ 03 80 39 58 73 – 📠 03 80 39 58 90
michelot@u-bourgogne.fr

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

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

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

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

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

Evry la Génomole

Laurent Denis

Dépt de Mathématiques
Univ. d'Évry Val d'Essonne
B^d des Coquibus
91025 Évry CEDEX
☎ 01 69 47 02 03 – 📠 01 69 47 02 18
laurent.denis@univ-evry.fr

Liban

Hyam Abboud

Fac. des Sciences et de Génie Informa-
tique
Univ. Saint-Esprit de Kaslik
BP 446 Jounieh
Liban
☎ + 961 9 600 914
hyamabboud@usek.edu.lb

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 *Thierry Dumont*
Institut Camille Jordan,
Univ. Claude Bernard Lyon 1
43 b^d du 11 novembre 1918
69622 Villeurbanne CEDEX
tdumont@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

Mauritanie *Zeine Ould Mohamed*
Équipe de Recherche en Informatique
et Mathématiques Appliquées
Faculté des Sciences et Techniques
Univ. de Nouakchott
BP 5026
Nouakchott – Mauritanie
☎ + 222 25 04 31 – 📠 + 222 25 39 97
zeine@univ-nkc.mr

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 *Matthieu 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 Vandœuvre-lès-Nancy
☎ 03 83 68 45 95 – 📠 03 83 68 45 61
takahashi@iecn.u-nancy.fr

Nantes *Francoise Foucher*
École Centrale de Nantes
BP 92101
44321 Nantes CEDEX 3
☎ 02 40 37 25 19
francoise.foucher@ec-nantes.fr

Correspondants locaux

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

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 *Jean-Marc Bonnisseau*
UFR 27 – Math. et Informatique
Univ. de Paris I, CERMSEM
90 rue de Tolbiac
75634 Paris CEDEX 13
☎ 01 40 77 19 40 – 📠 01 40 77 19 80
jean-marc.bonnisseau@univ-paris1.fr

Paris V *Ellen Saada*
Lab. de statistique médicale
Univ. Paris 5
45 rue des Saints Pères
75006 Paris
☎ 01 42 86 21 14 – 📠 01 42 86 41 44
ellen.saada@mi.parisdescartes.fr

Paris VI *Nicolas Vauchelet*
Lab. d'Analyse Numérique
Boîte courrier 187
Univ. Pierre et Marie Curie
4 place Jussieu
75252 Paris CEDEX 05
☎ 01 44 27 37 72 – 📠 01 44 27 72 00
vauchelet@ann.jussieu.fr

Paris VI *Stéphane Menozzi*
Lab. Probabilités et Modèles Aléatoires
Univ. Pierre et Marie Curie
4 place Jussieu
75252 Paris CEDEX 05
☎ 01 44 27 70 45 – 📠 01 44 27 72 23
menozzi@ccr.jussieu.fr

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.Graillle@math.u-psud.fr

Paris XII *Yuxin Ge*
UFR de Sciences et Technologie
Univ. Paris 12 - Val de Marne
61 av. du Général de Gaulle
94010 Créteil CEDEX
☎ 01 45 17 16 52
ge@univ-paris12.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

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

Correspondants locaux

Rennes *Virginie Bonnaillie-Noël*
IRMAR et ENS Cachan Bretagne
Av. Robert Schumann
35170 Bruz
☎ 02 99 05 93 45 – 📠 02 99 05 93 28
Virginie.Bonnaillie

@Bretagne.ens-cachan.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 *Violaine Roussier-Michon*
INSA, Département GMM
135 av. de Rangueil
31077 Toulouse CEDEX 4
☎ 05 61 55 93 29
roussier@insa-toulouse.fr

Tours *Christine Georgelin*
Lab. Math. et Physique Théorique
Fac. Sciences et Technique de Tours
7 parc Grandmont
37200 Tours
☎ 02 47 36 72 61 – 📠 02 47 36 70 68
georgelin@univ-tours.fr

Tunisie *Fahmi Ben Hassen*
ENIT-LAMSIN
BP 37
1002 Tunis Belvédère
Tunisie
☎ +216 71 874 700 (poste 556) – 📠 +216 71 871 022
fahmi.benhassen@enit.rnu.tn

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