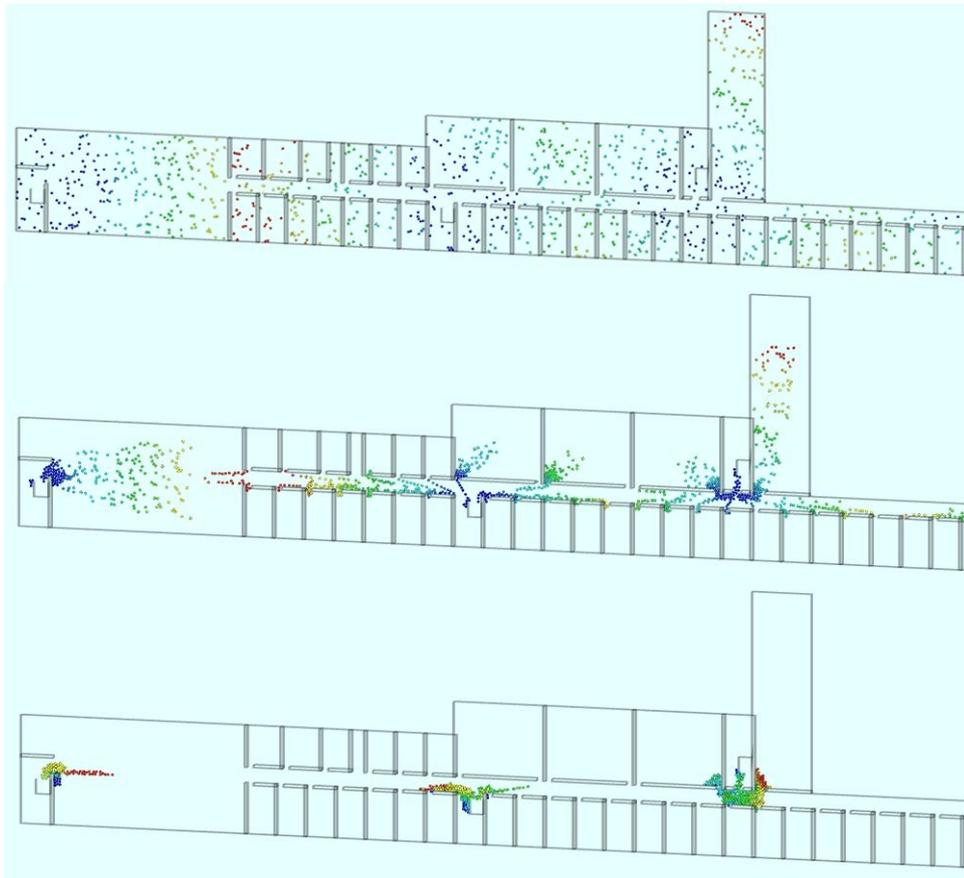


SMAI' **MATAPLI**

SOCIÉTÉ DE MATHÉMATIQUES
APPLIQUÉES ET INDUSTRIELLES



N° 91 • Février 2010

COMITÉ DE RÉDACTION

Rédacteur en chef

Laboratoire LAMAV - FR CNRS 5142
Mont Houy ISTV2 - 59313 Valenciennes cedex 9
Tél. : 03 27 51 19 02 - Fax : 03 27 51 19 00
Tél. (Secrétariat) : 03 27 51 19 01

Christian Gout

christian.gout@univ-valenciennes.fr

Rédacteurs

Nouvelles des universités

UVHC - Laboratoire LAMAV/ISTV2 - Mont Houy - 59313 Valenciennes cedex 9
Tél. : 03 27 51 19 02 - Fax : 03 27 51 19 00

Christian Gout

christian.gout@univ-valenciennes.fr

Nouvelles du CNRS

ENS Cachan, Antenne de Bretagne
Avenue Robert Schumann - 35170 Bruz
Tél. : 02 99 05 93 45 - Fax : 02 99 05 93 28

Virginie Bonnaille-Noël

Virginie.Bonnaille@Bretagne.ens-cachan.fr

Résumés de livres

INSA, 20 av. des Buttes de Cosmes, 35043 Rennes Cedex
Tél. : 02. 23. 23. 82. 00 - Fax : 02. 23. 23. 83. 96

Paul Sablonnière

Paul.Sablonniere@insa-rennes.fr

Résumés de thèses

INSA Rouen, LMI/GM, BP08, Av. de l'Université 76801 Saint-Etienne-du-Rouvray
Tél. : 02. 32. 95. 99. 14

Carole Le Guyader

carole.le-guyader@insa-rouen.fr

Du côté des industriels

INRIA Bordeaux Sud Ouest - MAGIQUE 3D
Université de Pau et des Pays de l'Adour
IPRA-AV. de l'Université, BP 1155, 64018 Pau cedex
Tél. : 05 59 40 75 40

Hélène Barucq

helene.barucq@inria.fr

Du côté des écoles d'ingénieurs

École centrale de Nantes - BP 92101 - 44321 Nantes cedex 3
Tél. : 02 40 37 25 17 - Fax : 02 40 74 74 065

Catherine Bolley

Catherine.Bolley@ec-nantes.fr

Info-chronique

GIP Renater, ENSAM
151 boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris
Tél. : 01 53 94 20 30 - Fax : 01 53 94 20 31

Philippe d'Anfray

Philippe.d-Anfray@renater.fr

Math. appli. et applications des maths

Université Joseph Fourier - BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9
Tél. : 04 76 51 49 94 - Fax : 04 76 63 12 635

Patrick Chenin

Patrick.Chenin@imag.fr

Congrès et colloques

Laboratoire MAPMO - UMR 6628 BP 6759 - 45067 Orléans cedex 2
Fax : 02 38 41 72 05

Thomas Haberkorn

thomas.haberkorn@univ-orleans.fr

Vie de la communauté

Laboratoire J.A. Dieudonné, Université de Nice-Sophia Antipolis
Parc Valrose, 06108 Nice Cedex 2
Tél. : 04 92 07 60 23 - Fax : 04 93 51 79 74

Stéphane Descombes

Stephane.DESCOMBES@unice.fr

Un modèle de mouvements de foule
Voir l'article dans ce numéro de Matapli, page 65
Juliette Venel, Univ. Valenciennes

MATAPLI - Bulletin n 91- Février 2010- Édité par la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles.

Directeur de la publication

Maria J. Esteban, Présidente de la Smai, Institut Henri Poincaré, Paris.

Publicité et relations extérieures

G. Tronel - 175, rue du Chevaleret - 75013 Paris
Tél. : 01 44 27 72 01 - Fax : 01 44 27 72 00

Composition et mise en page

Christian Gout

Impression

STEDI - 1 boulevard Ney - 75018 Paris- Dépôt légal imprimeur

MathS in A.

Mathematics In Action

Un nouveau journal dont l'objectif est de promouvoir les interactions entre les Mathématiques et les autres sciences, en publiant des articles écrits par au moins deux auteurs : un mathématicien et un spécialiste d'une autre communauté scientifique (biologie, économie, informatique, physique, etc.).

Electronique et libre d'accès

Editeurs en chef
Yvon Maday
Denis Talay

Comité éditorial
Francois Baccelli
John Ball
Guy Bouchitte
Alexandre Chorin
Stéphane Cordier
Felipe Cucker
Ivar Ekeland
Claude Le Bris
Pierre-Louis Lions
Sylvie Méléard
George Papanicolaou
Olivier Pironneau
Alfio Quarteroni
Simon Tavaré
Thaleia Zariphopoulou

site web : <http://msia.cedram.org/>

Publié par la SMAI avec le concours du CEDRAM (Centre de Diffusion de Revues Académiques Mathématiques (<http://www.cedram.org/>); service de la Cellule MathDoc UMS 5638 CNRS/Université Joseph Fourier)



40ème Congrès National d'Analyse Numérique



Relaisoleil (VVF) Les Bruyères
Carcans-Maubuisson, Gironde

31 Mai - 4 Juin 2010

<http://smi.math.fr/canum2010>

Conférenciers invités :

Davide Ambrosi
Virginie Bonnaillie-Noël
Eric Cancès
Serguey Gavriluyuk
Yvon Maday
Fabio Nobile
Françoise Tisseur
Tim Warburton



Organisé par l'Institut de Mathématiques de Bordeaux et la SMAI

Sommaire

SOMMAIRE

Éditorial	3
Compte-rendus des CA et bureaux	5
Nouvelles du CNRS	13
PES : Prime d'excellence scientifique	25
Comité scientifique des IREM : Avis sur la réforme des lycées	27
La réforme du lycée et ses implications sur la formation scientifique	31
La formation des enseignants, un problème de qualité dans un contexte européen	37
En ce qui concerne les concours de recrutement, Capes et agrégation	43
Compte-rendu et conclusions du Colloque <i>Maths à Venir 2009</i>	45
Vie de la communauté	55
En direct des Universités	57
Comptes Rendus de manifestations	61
Un modèle de mouvements de foule	65
Du rêve à la réalité	93
Annonces de thèses	105
Annonces de colloques	129
Revue de presse	133
Liste des correspondants locaux	140

Date limite de soumission des textes pour le Matapli 92 : 15 mai 2010

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 2010

- 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
- 150 € pour une demi-page
- 300 € pour envoyer avec Matapli une affiche format A4
(1500 exemplaires)

(nous consulter pour des demandes et prix spéciaux)

Envoyer un bon de commande au secrétariat de la Smai

Site internet de la SMAI :

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

Editorial

par Maria J. Esteban

ÉDITORIAL

Chers membres de la SMAI,

une bonne partie de ce numéro de Matapli est consacrée à des questions qui préoccupent la communauté universitaire depuis quelque temps : les questions relatives aux réformes de l’enseignement. Vous y trouverez des articles traitant de la réforme du lycée, de la formation et du recrutement des enseignants et aussi, en ce qui concerne l’enseignement supérieur, un article sur la prime d’excellence scientifique (PES). Sans pouvoir être exhaustif, nous avons essayé de faire le point sur ces sujets qui vont modifier en profondeur notre système d’enseignement, et qui auront à court terme des répercussions sur toutes les formations universitaires où les mathématiques sont impliquées.

Un article est également consacré à certains points de la réforme du concours de l’agrégation. Il est probable que ce sujet continuera à agiter la communauté dans les mois à venir, car la réforme du concours, en ce qui concerne les mathématiques, présente des défauts majeurs pour lesquels il faut proposer des modifications.

Ce numéro de Matapli traite aussi d’autres sujets, et en particulier du Colloque “Maths à Venir”, évènement important pour les mathématiques françaises. Pendant quelques jours, les mathématiques ont été au centre de l’actualité, et l’exercice a été intéressant car il a fait réfléchir ensemble nombre de personnes sur les mathématiques, et notamment leurs interactions avec les autres sciences, leurs applications et les relations avec l’industrie, la façon de les enseigner et leurs débouchés.

Concernant la SMAI elle-même, cette année étant paire, elle verra se dérouler les uns après les autres les congrès et journées des groupes thématiques ainsi que le Canum. Il s’agit de belles occasions pour les communautés concernées

ÉDITORIAL

de montrer leur dynamisme, de faire connaître les jeunes, de présenter de belles maths et de belles applications dans des contextes universitaires ou industriels.

La SMAI vivra 2010 au rythme de ces évènements scientifiques et de quelques autres qu'elle organise ou auxquels elle contribue, comme les journées Maths & Industrie (au moins deux cette année : "Maths et Géosciences" le 4 février à Orléans, et "Maths et industrie pharmaceutique" à l'ENSAI de Rennes en mai), l'école franco-espagnole J.-L. Lions qui a lieu tous les deux ans en Espagne et qui est organisée conjointement par la SEMA et la SMAI (cette année elle aura lieu à La Corogne en septembre), ou encore le CANUM, qui aura lieu à partir du 31 mai à Carcans-Maubuisson, en Gironde, co-organisé par la SMAI et l'Institut de Mathématiques de Bordeaux. Mais la SMAI devra aussi faire face à des difficultés, parmi lesquelles celle qui est apparue à l'automne concernant son siège à l'Institut Henri Poincaré lorsque le CA de l'IHP a voté une forte augmentation de l'indemnité d'occupation de ses locaux. Le bureau et le CA mèneront les négociations nécessaires pour régler ces problèmes, mais surtout chercheront à dynamiser la société, en la rendant toujours plus proche de ses membres, plus active dans les activités qui sont les siennes, et créatrice de nouvelles activités et synergies.

Bonne année à la SMAI et à tous ses membres !

Maria J. Esteban, Présidente de la SMAI .

Comptes-rendus de la SMAI

par Serge PIPERNO

Compte-rendu – CA SMAI – 30 septembre 2009

Présents. G. Allaire, F. Bonnans, J.-M. Bonnisseau, A. de Bouard, S. Cordier, M. J. Esteban, R. Eymard, E. Godlewski, T. Goudon, C. Gout, J.-B. Hiriart-Urruty, P. Lafitte, B. Lucquin, P. Maréchal, F. Murat, S. Piperno, B. Prum, D. Talay.

Excusés et/ou représentés. D. Aussel, M. Bouhtou, D. Chapelle, J. Droniou, P. Lascaux, M. Lavielle, M. Théra.

Absents. A. Cohen, J. Mairesse.

Invités. R. Abgrall (SMAI-GAMNI, absent), G. Carlier (SMAI-MODE, absent), L. Decreusefond (SMAI-MAIRCI), J.-F. Delmas (SMAI-MAS), B. Garel (représentant de la SFdS, excusé), M.-L. Mazure (SMAI-AFA, absente), V. Rivoirard (représentant de la SMAI au CA de la SFdS).

1. Rappel des décisions électroniques prises depuis le dernier CA

- approbation du compte-rendu du CA du 7 juillet 2009.

2. Nouvelles des Groupes Thématiques

De manière générale, il est demandé aux Groupes Thématiques d'alimenter assez régulièrement leurs pages web sur le site de la SMAI.

- nouvelles du GT AFA : montage en cours de la journée SMAI-AFA le 13 novembre prochain à Chevaleret et de "Curves and Surfaces" en 2010 ;
- nouvelles du GT GAMNI : suite à un contact de l'AFM (association française de mécanique), le SMAI-GAMNI a participé à un mini-symposium "mathématiques et mécanique" lors de la conférence organisée par l'AFM fin août à Marseille ; réciproquement, un mini-symposium similaire sera organisé lors de Canum'2010 ; pour cela, un comité de liaison informel s'est établi entre les deux sociétés.
- nouvelles du GT MAS : à venir, Journées MAS à Bordeaux (1-3 septembre 2010), précédées par une journée en hommage à Jacques Neveu (31/8/2010) ;

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

et Journées des jeunes probabilistes et statisticiens (au Mont-Dore près de Clermont-Ferrand, 3-7 mai 2010).

- nouvelles du GT MODE : organisation des journées MODE en mars 2010 à Limoges ; le comité de liaison a été renouvelé en septembre (la liste sera soumise pour approbation au CA) ;
- nouvelles du GT MAIRCI : une réunion du futur comité de liaison, aidé de J.-F. Delmas, a permis de jeter les bases d’un règlement intérieur. La composition du comité de liaison (liste ci-dessous) et le règlement intérieur sont approuvés.
 - M. Aiguier (Ecole Centrale de Paris)
 - C. Baehr (Météo France/CNRS GAME)
 - C. Berthelot (BULL)
 - M. Bouhtou (Orange Labs, représentant de MODE)
 - S. Bouthemy (GDF Suez)
 - P. Chassaing (IECN)
 - F. Chazal (INRIA)
 - S. Cordier (Orléans)
 - L. Decreusefond (Telecom ParisTech, responsable)
 - E. Goubault (CEA)
 - C. Graham (CMAP, responsable financier)
 - M. Kern (INRIA, représentant du GAMNI)
 - S. Lanteri (INRIA)
 - B. Lapeyre (CERMICS)
 - V. Louvet (Lyon),
 - F. Magoules (Ecole Centrale de Paris)
 - C. Paroissin (Pau, représentant de MAS)
 - A. Pasanisi (EDF)
 - P. Zimmermann (INRIA/LORIA).

Par ailleurs, une journée est prévue en mars 2010 (à Orange Labs) avec invitations d’exposés plutôt d’industriels. Enfin, une réunion avec le GDR CNRS “Informatique Mathématique” est à programmer.

3. Vie de la SMAI

- secrétariat : notre secrétaire a deux sortes de tâches, les unes relevant de la vie de l’association et les autres de l’activité éditoriale, les secondes laissant peu de temps aux premières ; il est proposé que la SMAI emploie une main d’œuvre occasionnelle, dans une limite de quelques heures par mois pour les activités non éditoriales. Il est également proposé de revaloriser le salaire de notre secrétaire, conformément à une grille de salaire standard pour ce type d’emploi (en incluant la possibilité de primes annuelles modulables). Les deux

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

dispositions sont approuvées.

- informations diverses sur les prises de contact avec des représentants institutionnels :
 - notre présidente a pris différents contacts avec des responsables de la communauté (INSMI, Ministère, AERES, etc...) Il se dégage un véritable intérêt pour les relations avec l'industrie, qui pourraient trouver des soutiens financiers. A ce sujet, le CNRS a nommé un chargé de mission pour les relations industrielles (F. Coquel).
 - la subvention du CNRS à la SMAI pour le soutien aux publications a été évoquée ;
 - Ch. Graffigne (une des trois personnes chargées des mathématiques à l'AERES) s'est déclarée preneuse de toute information ou message remontant de notre communauté.
 - une discussion a eu lieu entre le CNU Section 26 et les présidents de la SFdS, de la SMAI et de la SMF : divers sujets d'actualité ont été évoqués et le souhait est partagé de renouveler régulièrement ce genre de discussion.
- cérémonie des prix de l'Académie : l'essai d'organiser en 2009 de faire une manifestation commune avec la SMF sera infructueux, vu les contraintes de dates et de lieu. En attendant de mieux se coordonner avec la SMF l'année prochaine, il a été convenu qu'il y aura un fléchage croisé des deux manifestations ;
- collection "Mathématiques et applications" : deux nouveaux éditeurs ont été nommés en remplacement : Felix Otto et Arnaud Debussche. Par ailleurs, M. Benaïm, co-directeur de la collection, souhaite arrêter fin 2009. Il est proposé que J. Garnier le remplace comme co-éditeur en chef pour une durée de mandat standard de quatre ans. La proposition est approuvée par le CA.
- point sur Maths à Venir : l'organisation avance très concrètement (début décembre à la Mutualité, 5 conférences plénières, 5 tables rondes, expositions et démonstrations de logiciels) : le congrès est dirigé vers le grand public et vers les décideurs ; parrainages de V. Péresse, F. Fillion et de nombreux industriels ;
- table ronde avec Ministère autour du "Livre Blanc sur la valorisation du diplôme de docteur dans l'industrie" : elle aura lieu début novembre sous le parrainage de V. Péresse et avec la présence d'industriels de haut niveau (appel à d'autres suggestions, notamment en lien avec la biologie) ;
- il a été décidé de maintenir le tarif d'inscription pour Canum'2010 ;
- SMAI 2011 : le choix doit être fait entre un format VVF (format plutôt fermé) et une solution locale (plus chère sauf subvention Région Centre, dans format moins fermé) ; le bureau préfère la première solution. Pour la date, les deux

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

semaines envisagées (23 au 27 mai et du 6 au 10 juin) entraînent des collisions avec d'autres événements. La date du 23 au 27 mai est définitivement arrêtée. La composition du comité scientifique est à discuter lors le prochain CA.

4. Actualités

- relations internationales :
 - proposition avec la SIMAI d'un mini-symposium lors de l'European Science Open Forum (Turin, début juillet 2010) sur la modélisation et simulation numérique du Cancer ; le projet a été accepté (4 exposés et une table ronde) ;
 - appel à projet "infrastructures" de l'UE sur le thème "Mathématiques et Applications" : l'EMS est porteur d'un projet qui est en cours de préparation ;
- évolution du site emath (document envoyé par email avec l'ordre du jour) : le domaine emath est copropriété SMAI-SMF, maintenu par un groupe commun webmaths, en veille depuis 2005. La situation a changé récemment, avec la volonté partagée de faire évoluer le site ; il est proposé et décidé de co-gérer le site avec la SFdS et de clarifier la page d'accueil www.emath.fr. Il est envisagé de relancer le partage de l'Agenda des Conférences Mathématiques. Il est aussi envisagé de constituer une carte de France des masters. Le CA de la SMAI est d'accord pour que la société participe à ce projet commun.
- observatoire des PES : P. Lafitte a construit un prototype de site qui sera mis en place sur le site d'Après (<http://postes.smai.emath.fr/apres/>) ; il permettra de servir de première version améliorable, notamment sur le contenu et la manière de l'alimenter. Le CA donne son accord pour avancer dans cette direction, en essayant de ne pas s'isoler. Il est aussi important que l'investissement déjà réalisé par la SMAI (Pauline Lafitte en est remerciée) soit reconnu à sa juste valeur ;
- conventions avec la SFDS et la SMF : un projet de convention est proposé où les participations croisées au conseils d'administration des sociétés sont précisées. Le rôle d'invité doit être précisé : retour au mode précédent où les représentants participent à tous les CA ; pour les votes, seuls les membres élus votent. Enfin, tous les envois au CA sont faits à tous les membres élus et invités. Quelques corrections sont proposées sur le texte. Le CA donne son accord.

5. Idées diverses de chantiers à lancer

- adhésions pluriannuelles : bien que techniquement complexe avec notre base d'adhérents, une solution est à l'étude ;
- relance du réseau des correspondants régionaux ;
- renouvellement du format de Matapli ;

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

- organisation d'un colloque franco-américain sur un thème bien déterminé avec SIAM (on pourrait profiter de la nomination de SIAM Fellows) ;
- mettre à l'honneur les laboratoires adhérents "personnes morales" de la SMAI sur le site www ;
- idée d'organiser des journées d'exposé pour les jeunes candidats aux postes académiques avant qu'ils passent leurs auditions (généraliser dans les GT les journées du type "Jeunes Probabilistes et Statisticiens")
- mise en place (en cours) d'une cellule "communication vers le grand public" : pour collecter des idées ou des exemples de manifestations ou d'opérations ;
- projet ICMI et ICIAM d'interfaces éducatives entre mathématiques et industrie : appel à idée toujours en cours (les personnes intéressées peuvent contacter la Déléguée Enseignement, E. Godlewski) ;
- l'ECMI (european consortium for mathematics in industry, [http :www.ecmi.dk/](http://www.ecmi.dk/)) réfléchit à l'enseignement en maths : les Français en sont étonnamment absents, le CA donne son accord pour que la SMAI encourage à y participer.

6. Rôle de la SMAI vis-à-vis des réformes en cours

Les questions que l'on se pose sont "quel est le bon niveau de vigilance et de réactivité du CA sur les actions envisagées ?", "comment réagir rapidement aux demandes extérieures ?"

De façon générale, il est clair que la SMAI n'est peut-être pas assez organisée pour anticiper certains débats et proposer des solutions avant d'avoir à réagir. Comme déjà annoncé, en cas de besoin de réaction immédiate, l'avis du bureau sera sollicité très vite ; en cas d'engagement important dans un temps raisonnable, un vote sera sollicité avec explicitation claire des décisions à prendre suite au résultat.

Sur le cas particulier de la mastérisation des enseignants, le problème n'est absolument pas réglé et reviendra vite sur le devant de la scène : la SMAI aura besoin de prendre position, mais a opté pour soutenir pleinement les initiatives de la CFEM dont elle est adhérente.

Compte-rendu – Bureau SMAI – 28/10/2009

A. de Bouard, J. Droniou, M. J. Esteban, R. Eymard, P. Lascaux, F. Murat S. Piperno. Invité : A. Prignet.

1. Affaires en cours

réunion “forum des sociétés savantes” : E. Godlewski et M. J. Esteban ont participé le 17 octobre à une réunion ouverte regroupant des sociétés savantes de toutes disciplines sur une journée, conclue par l'accord à la quasi-unanimité sur un texte minimal concernant la mastérisation des enseignants. table ronde au Ministère : une quinzaine de responsables de grandes entreprises seront présents dans cette réunion organisée le 3 novembre par D. Talay au Ministère (représenté par T. Coulhon et F. Pacard) ; le bilan de la réunion constituera la dernière contribution au Livre Blanc du doctorat en mathématiques appliquées. cérémonie remise des prix : elle aura lieu le 18 novembre à l'IHP, 4 prix en mathématiques et 3 en informatique (dont un seul pourra être présent). relations SMAI et INSMI : des contacts sont pris avec G. Métivier et F. Coquel, pour des réunions à venir. relations industrie - journées “Mathématiques et Géosciences” : prévue le 4 février 2010, des contacts ont été pris pour cinq exposés envisagés. La page web d'accueil doit mentionner davantage dans quel cadre la journée se déroule. relations industrie - journées en mars à Rennes sur les recherches cliniques : cet autre projet prévu en mars 2010 est à relancer.

2. Organisation SMAI

discussion sur le secrétariat : nous avons commencé à utiliser de la main d'oeuvre occasionnelle pour des tâches répétitives de secrétariat, ce qui ne permet pas nécessairement de répondre à tous les besoins urgents. Des solutions impliquant de la formation (standard ou ad hoc) ou l'utilisation de vacances pour ces besoins urgents sont envisagées. Le bureau demande un rappel des procédures pour déposer des documents sur le wiki du bureau. constitution de fichiers d'adresses : un fichier remis à jour annuellement avec des personnalités de différents types (correspondants régionaux, anciens présidents de la SMAI, personnalités, etc...) serait un investissement très utile ; le fichier pourrait être disponible au secrétariat et sur le wiki de la SMAI. politique des adhésions (discussion en présence d'Alain Prignet) : il est proposé de préciser le timing de la campagne d'adhésions : concentrer la campagne entre décembre $N - 1$ et avril N pour les adhésions de l'année N ; repenser les informations donner aux correspondants régionaux ; organiser une relance en septembre ; continuer à envoyer un Matapli par défaut l'année suivante ; changer la lettre smai-info en la simplifiant dans un format unique, envoyé aux adhérents et aux personnes inscrites (dans une base à unifier) ; organiser un retour des gens qui ne veulent plus adhérer ;

3. Publications

texte prospective : un devis est arrivé ; la question de la diffusion se pose (CA, correspondants régionaux, journalistes scientifiques, directions des universités, instituts du CNRS, EPST, journaux mathématiques grands publics, etc...) ; Collection Maths Applis pour le M : deux ouvrages vont sortir en février ; le mandat des directeurs de collection semble bientôt arriver à échéance et il faut penser à l’avenir. Mise en ligne de l’historique des éditeurs en chefs et directeurs de collection de la SMAI : proposition acceptée. discussion sur les possibilités de publier en français dans les revues smai : cela mérite d’être discuté en CA. questions liées à l’imprimeur : notre contact chez notre imprimeur va changer, donc l’avenir est à redéfinir.

4. Enseignement

séminaire de l’Adirem “Les mathématiciens et l’enseignement de leur discipline en France” : celui-ci aura lieu en mars 2010 au CIRM. La SMAI y sera représentée par E. Godlewski et J. Droniou. Le séminaire concerne en grande partie l’enseignement secondaire, mais pas exclusivement. La SMAI pourrait participer activement à la préparation d’une table ronde sur les mathématiques appliquées. Diverses contributions sont envisagées (faire un début d’inventaire sur ce qui existe déjà, éventuellement sans être repéré comme mathématiques appliquées, etc.).

5. Divers

affiches : nous avons besoin de retirages d’affiches. objets publicitaires : A. de Bouard a obtenu des devis pour différents objets/cadeaux avec logo SMAI.

Compte-rendu – Bureau SMAI – 30/11/2009

Au téléphone : A. de Bouard, J. Droniou, M. J. Esteban, R. Eymard, P. Lascaux, F. Murat, S. Piperno.

1. Organisation SMAI

- *téléconférence* : notre dispositif de téléconférence pour les réunions du bureau coûte trop cher. A revoir.
- *IHP* : Questions locaux à l’IHP : à l’ordre du jour du prochain CA de l’IHP, une augmentation significative de la location de nos bureaux sera discutée.
- *Infos sur journées math-industrie* : tout semble bien en place pour la journée sur maths et Geosciences qui aura lieu en février à Orléans ;

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

- *SMAI 2011* : Mise en place du Comité Scientifique de SMAI 2011 et lieu du congrès : quelques réponses reçues des groupes thématiques et des organisateurs locaux. On essaie de boucler au CA du 16 décembre ;
- *infos diverses* : La CFEM est en train de préparer un texte, sur lequel le bureau de la SMAI sera sollicité ; une autre réunion est prévue en janvier. Proposition de Christian Gout : consacrer une partie du prochain numéro de Matapli aux “Réformes en cours” (par exemple avec trois historiques des débats sur la mastérisation, les réformes des lycées, le statut des enseignants-chercheurs) ; nous pouvons aussi solliciter des enseignants-chercheurs pour des prises de position sur ces thèmes ;
- *Actions en direction des lycées et classes préparatoires* : suite aux contacts pris lors de la cérémonie des prix, des actions vers les classes préparatoires seront discutées par la cellule “grand public”.

2. Relations autres sociétés/institutions

- *Liban* : Demande de collaboration de la Société Libanaise des Sciences Mathématiques : on va prendre des contacts pour mieux préciser la réponse à donner à la demande.
- *écoles INRIA-SMAI-ZZZ* : la SMAI pourrait s’associer à l’INRIA si celui-ci offre aux entreprises de la formation permanente sur certains sujets spécifiques, par exemple liés à des résultats de recherche récents.

3. Publications

- *Présence des revues d’EDP Sciences / SMAI au congrès ICM 2010* : les organisateurs indiens n’offrent pas de soutien particulier pour la présence des sociétés savantes : un possible accord avec un autre éditeur a été proposé à EDP Sciences ;
- Une affaire récente de plagiat dans la revue RAIRO-RO a été réglée par les éditeurs en chef (retrait des archives électroniques et correctif) ;
- *Publicités croisées SIAM News / MATAPLI* : proposition d’éléments faite par J. Droniou et proposition de Ch. Gout.

4. Divers

- Juliette Venel est la nouvelle correspondante régionale à Valenciennes ;

Nouvelles du CNRS, section 01

par Virginie Bonnaillie-Noël et Yann Brenier

Session d'automne 2009

Les informations relatives au comité national sont régulièrement mises en ligne sur le site du comité national

<http://cn.math.cnrs.fr>

Intervention de Guy Métivier

Le CNRS a signé son contrat d'objectifs avec le ministère début octobre. Le décret organique a été signé début novembre et redéfinit les missions du CNRS de manière précise : le CNRS est organisé en instituts. Les directeurs des instituts sont nommés par le président du CNRS. Le président est aussi directeur général. C. Bréchnignac et A. Migus termineront leur mandat mi-janvier. Il y aura ensuite un changement de direction. Le secrétaire général est également prolongé dans ses fonctions jusqu'à la fin de son mandat. La situation semble plus stable que l'an dernier.

La mission d'évaluation des laboratoires a été supprimée du décret. Cette mission est désormais confiée exclusivement et légalement à l'AERES. Le CNRS demande au comité national d'émettre un avis de pertinence et d'adéquation du laboratoire avec la politique de l'INSMI. Un certain nombre de textes sont en cours de rédaction sur la politique de l'INSMI : politique de réseau (interaction entre les laboratoires, essaimage, recrutement externe, activités internationales des laboratoires). Plusieurs points seront étudiés de près lors des évaluations d'unité :

- adéquation du bilan avec le projet présenté précédemment,
- prise en compte des recommandations des précédentes évaluations,
- rayonnement international,
- insertion de l'unité dans le réseau national (participation à des GDR, ...),
- qualité des interactions pluridisciplinaires et avec les entreprises,
- fonctionnement des services communs dans l'unité.

G. Métivier a demandé à ce qu'il y ait un représentant ITA dans les comités de visites des gros laboratoires afin d'observer la gestion des services et l'intégration

des ingénieurs de recherche dans les équipes. L'avis de pertinence du soutien du CNRS aux unités n'est pas transmis au directeur d'unité. L'AERES transmet le rapport d'évaluation.

Intervention de Christian Le Merdy

À l'AERES, il y a 3 délégués scientifiques en mathématiques : C. Le Merdy, C. Graffigne, G. Levitt qui sont chargés de l'évaluation des laboratoires, des formations et des fédérations. Le rapport d'évaluation de l'AERES comporte des données quantitatives sur les effectifs et producteurs sans préciser de nom. Chaque laboratoire sera évalué par une note (A+, A, B et C) pour chacun des points suivants :

- Qualité scientifique et production,
- Rayonnement et attractivité,
- Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire,
- Appréciation du projet,
- Note finale.

Ces notes sont attribuées lors d'une réunion regroupant tous les présidents des comités de visite de la vague courante. Dans les rapports apparaîtront cette année le nombre de producteurs et le taux de producteurs. Ce dernier indicateur n'est pas fiable car il dépend du contour du laboratoire et peut amener à un comportement de sélectivité (certains directeurs de laboratoire préféreront retirer certains membres du laboratoire afin d'améliorer ce taux).

Pour les unités de grande taille, une personne ITA fera partie du comité de visite afin d'évaluer la gestion globale, la bibliothèque ou le fonctionnement informatique du laboratoire.

Motions

Motion 1 :

La section 01 a fait sienne la motion de la CPCN :

«La CPCN est hostile à la logique des primes d'excellence scientifique. Elle en dénonce les effets pervers : promotion d'une minorité d'individus au détriment des équipes, montant disproportionné par rapport aux salaires et pour une durée parfois indéterminée. Elle dénonce non moins vigoureusement les modalités d'attribution qui en sont proposées dans l'urgence : arbitraire des critères, suivisme de prix déjà attribués et pourvus, délégitimant l'organisme et ne tenant aucun compte des disparités disciplinaires. À défaut d'une réelle revalorisation de la carrière des chercheurs, la CPCN propose d'attribuer cette prime à tous les nou-

NOUVELLES DU CNRS

veaux entrants à l'occasion de leur titularisation, pour saluer l'excellence des recrutements au CNRS et palier le niveau scandaleux des salaires d'embauche.»

La section 01 estime qu'en associant l'attribution des médailles à la prime d'excellence scientifique (PES), le CNRS détourne l'esprit de cette distinction en y ajoutant une rémunération individualisée.

Dans le contexte actuel, confus et manquant clairement d'une concertation préalable, la section 01 décide d'ajourner la proposition de noms pour ces médailles.

Destinataires : Mme Catherine Bréchnignac, M. Arnold Migus, Mme Nicole Le Gal

Motion 2 :

La section 01 rappelle deux principes fondamentaux de l'action du CNRS, à savoir le caractère national du recrutement et la priorité donnée à l'élaboration d'une politique scientifique nationale, décidée par des instances nationales. Elle regrette que le manque de transparence dans la mise en place des chaires bafoue ces deux principes.

La section décide que la participation aux comités de sélection pour les chaires ne se fera qu'à titre individuel sans mandat de la section.

Destinataire : M. Guy Métivier

Chercheurs

Tous les chercheurs recrutés en 2008 ont été titularisés. Hormis un chargé de recherche mis en disponibilité, tous les chargés de recherche deuxième classe ayant demandé leur promotion ont été promus.

Voici les résultats relatifs aux promotions des directeurs de recherche :

Promotion DR1 : 1. GABORIAU Damien, 2. BENOIST Yves, 3. BALADI Viviane, 4. RAUGEL Geneviève 5. DELON Françoise, 6. HAMDACHE Kamel, 7. MICHEL Jean

Promotion DRCE1 : 1. COLLIOT-THELENE Jean-Louis, 2. DEGOND Pierre, 3. VOISIN-CORON Claire

Promotion DRCE2 : 1. LODAY Jean-Louis, 2. TALAGRAND Michel

Concours CNRS 2010

Il y aurait une augmentation extrêmement forte dans la promotion des carrières pour 2010. En 2009, il y a eu 132 promotions DR1, 27 DRCE1, 12 DRCE2. Pour 2010, il devrait y avoir 210 promotions DR1, 70 DRCE1 et 15 DRCE2.

Au niveau de l'INSMI, il pourrait y avoir au concours un poste de DR1, 9 DR2, 2 CR1, 3 postes CR2 d'échange avec les sections 2 (physique théorique), 7 (informatique) et 10 (mécanique), 1 poste en CID 45, 12 postes CR2 dont au moins 4 avec coloriage.

En 2010, il devrait y avoir 5 chaires CNRS / enseignement supérieur. Les négociations sont en cours avec les universités.

Compte-rendu de la réunion des directeurs des unités INSMI

Cette réunion a eu lieu le 8 décembre 2009 à Paris.

Présentation de l'INSMI - Guy Métivier

L'INSMI se met en place dans le contexte de loi LRU. Les écoles et universités sont à même de mener leur propre politique et l'INSMI n'ira pas contre les volontés des universités ni ne se mettra en opposition. Les universités ont une politique locale. L'INSMI peut apporter un complément en menant une politique nationale. Le but est d'animer le réseau des laboratoires en favorisant la mobilité entre les laboratoires. Pour cela, on peut s'appuyer sur les GDR et les centres nationaux (IHP, GDS, ...).

L'INSMI a plusieurs missions nationales :

- développer et coordonner les recherches dans le domaine des mathématiques, en partenariat avec les universités, grandes écoles et organismes de recherche,
- explorer et développer les différents aspects du champ des mathématiques allant des aspects fondamentaux aux interactions et applications,
- animer le réseau national des laboratoires de mathématiques, programmes et structures transverses, outils nationaux, relations internationales.

L'INSMI a pour objectif d'animer et renforcer le réseau des laboratoires, d'augmenter l'impact des moyens mutualisés et de favoriser les échanges internationaux.

La dotation annuelle des UMR provient de trois sources essentiellement : les universités avec 11M€, le CNRS avec 1.8M€ (donné directement aux laboratoires) et l'ANR avec 7M€ (montant difficile à estimer). En 2009, le CNRS a attribué aux mathématiques 3M€ pour le budget propre de l'INSMI, 1.25M€ pour la masse salariale et 0.25M€ pour l'international. Ces montants ne prennent pas en compte les salaires des permanents. Il y aura une augmentation de 1M€ de la dotation annuelle en 2010. En conséquence, le budget versé aux universités sera de l'ordre de 2.3M€. Le système de calcul des dotations aux universités a été mis à plat pour le rendre plus équitable et explicable à l'extérieur. Par ailleurs, G. Métivier veut augmenter significativement le budget des GDR qui était de 300M€.

Gestion et contractualisation des unités - Patrick Dehornoy

Les UMR. Les demandes Labintel doivent être argumentées (pas désinvoltes), brèves (pas de débordement), complètes (pas de document joint, éventuellement

faire référence à un site).

Dans le rapport quadriennal, il est conseillé de rendre immédiatement visibles, à l'aide de tableaux récapitulatifs, différentes informations comme les recrutements (origine des recrutés), l'essaimage (devenir des doctorants et des habilités), la pyramide des âges, les interactions (internationales, interdisciplinaires, industrielles).

Les GDR. Ce sont des structures assez légères et non négligeables financièrement, souples aussi bien par leur nature que leur taille (éviter toutefois le gigantisme), semi-stables (modulo un changement de directeur et un renouvellement des thèmes). Il reste des GDR à créer ou à renouveler dans différents domaines. Le calendrier est le suivant : contacter l'INSMI entre janvier et mars pour discuter du projet, préparer le dossier et recueillir les signatures entre avril et juin, déposer le dossier en juillet. Le dossier est examiné par le comité national à la session d'automne. Au niveau international, il y a des possibilités de former des équipes étrangères (ceci n'est pas institutionnalisé), de créer des GDRE et GDRI (cf P. Chossat pour les actions internationales).

Le périmètre des unités. Il ne concerne pas l'AERES qui n'évalue pas des personnes (elle détermine le poids d'une unité : un nombre) mais concerne le CNRS qui, comme tutelle, doit connaître ses unités (des personnes). Lors des évaluations, quatre catégories peuvent se distinguer : producteurs, non-producteurs, contributeurs, ceux qui n'ont pas rempli de fiche. Il est incontestable d'inclure dans le laboratoire les publiants et les contributeurs et de ne pas inclure ceux qui n'ont pas rendu de fiche. Il faut éclaircir la définition de "contributeur". On pourrait considérer les personnes qui contribuent de façon effective à la vie scientifique de l'unité (encadrement doctoral, participation aux séminaires, organisation de colloques, activités de vulgarisation et de communication, charges d'enseignement, ...).

La position des non-contributeurs est plus floue et des arguments pour les inclure ou exclure du laboratoire peuvent être mis en avant. Pour sortir les non-contributeurs des laboratoires, on peut faire pression pour le ressaisissement, se désolidariser de collègues qui abusent. Ceci a un impact financier nul car la base de calcul vient du nombre de publiants. Il faut afficher une position de laboratoire inattaquable pour revendiquer des moyens.

Les arguments pour maintenir les non-contributeurs dans les laboratoires peuvent être d'éviter le sentiment d'exclusion, rendre le redémarrage possible, préserver l'ambiance interne, éviter que des exclus se constituent en opposition nuisible,

éviter une disparité EC et chercheurs, éviter de diminuer le poids numérique du laboratoire, éviter un effet différentiel pénalisant face à d'autres disciplines, éviter de fragiliser des postes. Quelles stratégie adoptée ? Si on sort les non-contribuants des laboratoires, faut-il incomber la décision au DU ou à l'INSMI ? Si on maintient les non-contribuants dans les laboratoires, comment argumenter face au CNRS et aux universités ? Formellement, tout le monde est plus ou moins contribuant. Concrètement, il faut expliquer la spécificité de la culture de publication des mathématiciens. Dans les faits, il y a eu une discussion avec chaque DU de la vague A. Pour la vague B, il serait souhaitable d'anticiper en ajustant la liste et en développant l'argumentaire.

La politique de ressources humaines au CNRS - Emmanuel Ridant

Les ressources humaines ont une organisation partagée entre différents acteurs (DRH, DS-CN, laboratoires, SRH-DR). Il n'y a pas de lien direct entre la direction des ressources humaines et les laboratoires. La direction des ressources humaines assure une fonction de pilotage, définit et déploie les politiques RH du CNRS, assure l'expertise sur tous les grands domaines RH... La politique RH du CNRS a une dynamique forte engagée ces 3 dernières années et on peut distinguer six grands domaines d'intervention : prévoir, recruter, rémunérer, accompagner, évoluer, partager :

- prévoir en anticipant l'évolution de l'emploi et des compétences. Ceci comporte donc une prospective emploi (développer les études quantitatives et qualitatives et les plans de carrière, améliorer les fiches CRAC), une vision pluriannuelle des effectifs, une possibilité de formation.
- recruter en assurant un recrutement de qualité, signe de l'attractivité du CNRS. L'admissibilité sur dossier sera mise en place pour le concours chercheur dès 2011. Le nouveau contrat doctoral sera mise en œuvre et le dispositif de chaires CNRS-enseignement supérieur pérennisé. L'accueil et l'intégration seront assurés en renforçant le suivi des stagiaires ITA et chercheurs, en favorisant l'accueil et l'insertion de personnes en situation de handicap et en proposant une politique sociale (famille, parité).
- rémunérer en donnant une priorité aux carrières : une dynamique de revalorisation et d'accélération des carrières a été engagée en 2007. De gros efforts en terme de promotions pour les chercheurs et les ITA sont envisagés et l'objectif affiché par la ministre est de promouvoir 15% des promouvables.
- accompagner en offrant des parcours diversifiés : formation, mobilité, accompagnement des parcours, prévention et traitement des différences profession-

nelles.

- évoluer en intégrant l'évolution du paysage de la recherche : unités en délégation globale de gestion (mettre en place un comité de suivi pour veiller à l'égalité de traitement des ITA dans les unités en DGG), accompagnement des restructurations d'unités.
- partager en accompagnant la mise en œuvre des processus RH : animation de la filière RH, information des agents, dialogue social.

La documentation mathématique - Franck Pacard

C'est un problème extrêmement compliqué à résoudre. En mathématique, la documentation joue un rôle fondamental et il y a des spécificités (durée de vie des publications, besoin de livres, problème des revues académiques qui ne font pas partie des accords des éditeurs). Les mathématiciens et les laboratoires sont impliqués dans le fonctionnement des bibliothèques. Plusieurs problèmes apparaissent suite à la disparition des PPF et à la répartition du budget faite par l'université. Le consortium entre les libraires provoque une augmentation chaque année. Les comportements des utilisateurs des bibliothèques changent également grâce aux prépublications et aux serveurs gratuits notamment.

F. Pacard avait rédigé une note à ce sujet à l'automne 2008 et une note a été diffusée aux DU au printemps dernier. De là s'est instauré un dialogue avec les personnes au ministère qui s'occupent du réseau documentaire. En mathématique, on a encore une grosse longueur d'avance par rapport aux autres disciplines grâce à le RNBM, à la cellule MathDoc ou au réseau Mathrice. Une politique nationale est en train de se mettre en place en prenant conscience d'un certain nombre de problèmes : mise en place d'accords nationaux pour l'abonnement électronique, repenser la définition des cadist car il n'y en a qu'un à Orsay alors qu'il faudrait essayer de répartir sur le territoire. Les outils qui seront mis en place au niveau national ne répondront pas aux besoins de tous les chercheurs. Les problèmes de pertes de financement au niveau local ne sont pas résolus. Il faut élargir certains accords établis par le RNBM. Il y a aussi tout un travail concernant l'archivage papier et électronique pour lequel il faut faire des propositions. Pour l'instant, il y a un grand désaccord entre la vision ministérielle d'une bibliothèque et celle des mathématiciens pour lesquels la proximité des livres est essentielle. Pour les mathématiciens, le livre est un outil de travail qui doit être à proximité et on ne veut pas avoir recours à un prêt inter-bibliothèque et attendre 48h pour consulter un ouvrage. Par ailleurs, il faut réfléchir à la mise en place possible d'un abonnement national électronique pour éviter la multiplication des licences (CNRS, INRIA, universités. . .).

La communication de l'INSMI - Élise Janvresse

La communication fait partie de nos missions. Elle peut avoir différents objectifs : faire le lien entre sciences et citoyens, modifier les idées reçues, trouver de nouveaux partenaires scientifiques ou industriels, se faire reconnaître auprès des décideurs, se faire plaisir,...

À l'INSMI, il y a de nombreuses initiatives vers les enseignants, les lycéens ou le public intéressé par le biais de conférences, rencontres. On peut citer des actions telles que Math en Jeans, promenades mathématiques, JPO, Fête de la Science, les articles dans la presse spécialisée (La recherche, Pour la science,...), Images des mathématiques.

Toutefois, il faudrait renforcer le lien avec le public via la presse généraliste. Différents outils sont à notre disposition pour cela : bureau de presse, lettre bimensuelle, journal du CNRS (il y aura un numéro spécial dédié aux mathématiques d'ici juin). Il serait également bénéfique de mettre en place un réseau de correspondants communication avec un représentant dans chaque laboratoire. Enfin, il faudrait enrichir le site de l'INSMI avec quelques exemples d'interaction en proposant quelques images et un court texte “grand public”.

Concernant la visibilité du CNRS, il ne faut pas oublier de mentionner tous les organismes dont relève votre laboratoire dans les articles, de prévenir le correspondant communication (direction de l'unité), les chargés de communication délégation, l'université, l'équipe communication de l'INSMI (V. Bertrand, K. Pernalba, E. Janvresse) lors de grandes manifestations grand public ou d'événements remarquables en ce sens.

La politique internationale de l'INSMI - Pascal Chossat

Voici les programmes structurant de coopération internationale du CNRS :

- PICS : collaboration entre 2 équipes, 3 ans non renouvelables,
- GDRE/GDRI (Groupement de Recherche Européen/International) : réseau prolongeant un GDR à des équipes étrangères,
- LIA/LEA (Laboratoire International/Européen Associé) : laboratoire sans mur, souvent un réseau de laboratoires. Cette structure est plus facile à mettre en œuvre, moins coûteuse et plus souple que la création d'UMI. Il faut en créer avec les pays émergents (Chine, Vietnam, Inde).
- UMI (Unité Mixte Internationale) : cette structure permet d'affecter des chercheurs en longue durée. Il n'est pas évident qu'il soit nécessaire de développer cette structure en mathématiques. qui comptent 6 UMI pour l'instant (Autriche, Pays-Bas, Canada, Brésil, Chili, Russie).

NOUVELLES DU CNRS

Nous avons d'autres modes de coopération grâce aux deux centres de conférences internationaux que sont le CIRM et l'IHP, aux programmes européens, aux réseaux MAEE et MESR : Math-Amsud, France-Brésil, SARIMA, ou CIMPA (association 1901 soutenue par le CNRS).

Certains points faibles ont été soulignés :

- Inadéquation de certaines structures,
- Centres de conférences (CIRM et IHP) insuffisamment exploités pour développer notre politique internationale
- Fragilité des programmes pilotés hors CNRS,
- Manque de moyens pour la consolidation de nos activités internationales, notamment en bourses pour jeunes mathématiciens étrangers en France et français à l'étranger,
- Manque de suivi des opérations effectuées en direction des pays en voie de développement.

L'INSMI souhaite consolider sa présence sur des points d'entrée stratégiques dans les grandes régions de développement en mathématiques (Amérique, . . .).

Intervention du directeur général du CNRS - Arnold Migus

L'ANR a beaucoup changé les choses. C'est un outil de plus et ça a rapporté des crédits dans les laboratoires.

En mathématique, il n'y a pas à s'inquiéter avec la création de l'AERES car on s'évaluait déjà.

La LRU change beaucoup de choses pour un organisme par rapport aux partenariats. Avant, il y avait un pilotage très fin du ministère. Il n'y a plus les moyens de suivis au ministère. Ceci est confié aux universités et aux organismes de recherche pour traduire les grandes lignes de la politique de recherche en faits et priorités scientifiques et dotations dans tel ou tel laboratoire et/ou discipline.

Il y a une volonté politique et de certaines grandes universités de simplifier le dispositif pour qu'un des partenaires ait l'ensemble de la gestion. On est très concerné en mathématiques car tous les laboratoires sont dans des bâtiments de l'université. Le ratio chercheur/EC est de 1 pour 6. La délégation globale de gestion peut arriver rapidement dans certaines unités qui ont fait l'effort de revoir leur structure et qui y ont mis les moyens.

Concernant le recrutement, le turn-over est très rapide en mathématiques. La plupart des postes de CR sont en fait temporaires car beaucoup partent dans l'enseignement supérieur. Ça a été l'un des arguments pour la création des chaires qui ne sont pas vraiment utiles en mathématiques. A. Migus aurait préféré avoir ces personnes en délégation mais le ministère n'a pas voulu.

Les interactions avec l'industrie - Frédéric Coquel

Ceci s'inscrit dans un contexte international et national. En mathématiques, les interactions avec l'industrie sont identifiées comme facteur clé (plusieurs comités, rapports OCDE, ...). Il y a des initiatives à l'échelle mondiale (Groupe de travail commun ICMI, mise en place d'une action suivie à l'initiative des USA, ...), d'autres à l'échelle européenne (actions pilotées par M. Esteban et Y. Maday). En ce qui concerne les programmes nationaux, on peut consulter le rapport ARP 2008.

L'interface Mathématiques-Industrie en France est une force grâce notamment à la forte progression des connaissances mathématiques depuis 20 ans, à la position des mathématiques françaises au niveau mondial, à la répartition homogène du spectre, au dynamisme des sociétés savantes, au soutien de l'INSMI.

Elle présente toutefois quelques faiblesses : la communauté mathématique n'est pas suffisamment structurée, les critères d'évaluation des travaux en Mathématiques-Industrie ne sont pas clairement identifiés, il reste une crainte d'un manque de reconnaissance dans l'évolution de la carrière universitaire.

Plusieurs actions peuvent se mettre en place :

- Création d'un GDR math-industrie : identifier les acteurs des mondes universitaire et industriel, structurer les acteurs en réseau, organiser des workshops communs pour éclairer le potentiel des dernières méthodologies mathématiques et identifier les problèmes industriels génériques, expérimenter le programme Study groups in industry,
- Projet Exploratoire PluridisciplinaireS (PEPS).

Structuration du calcul - Marc Massot

Pour plus d'informations, consulter le site <http://calcul.math.cnrs.fr/>.

La motivation de la structuration du calcul vient du besoin de faire le lien entre le calcul, l'informatique dans les laboratoires et les métiers de la BAP E. Il y a bien sûr des aspects scientifiques associés au calcul au sein de la communauté mathématique et le groupe calcul a donc des missions d'interface à remplir. Ce groupe a émergé au sein du réseau Mathrice et a permis de rendre visible l'activité de développement de code. Allant dans ce sens, le projet PLUME vise à "Promouvoir les Logiciels Utiles, Maîtrisés et Économiques" dans la communauté de l'enseignement supérieur et de la recherche (cf <http://www.projet-plume.org/fr/>). La structuration du groupe calcul présente trois aspects : scientifique avec la création du GDR, technologique avec la création d'un réseau MRCT, structurel grâce aux partenariats avec CPU, GENCI, ...

HAL - Laurent Guillopé

L'environnement HAL (Hyper Articles en Ligne) de l'INSMI (hal.archives-ouvertes.fr/INSMI) est une collection contenant l'ensemble des documents répertoriés dans le domaine mathématique de HAL. HAL est une archive ouverte développée par le CCSD (Centre pour la Communication Scientifique Directe), destinée à recueillir les publications scientifiques des chercheurs. Il coopère activement avec l'archive internationale arXiv : à ce titre, la plupart des articles de mathématiques déposés sur HAL sont automatiquement déposés dans arXiv.

La collection INSMI de la plate-forme d'archives ouvertes HAL a été ouverte en octobre 2009 : elle reprend tous les documents du domaine Mathématiques de HAL, soit plus de 10000 documents provenant des 12 collections de laboratoires et des 2 collections de Fédération agrégeant les documents de ses membres. Une collection de laboratoire peut à son tour être éclatée en diverses sections : équipes de recherche, thèses, cours, conférences, ... Les données des collections peuvent également être exploitées via les fils RSS pour afficher par exemple les dernières publications du laboratoire sur son site web.

Incluant diverses archives numériques majeures de journaux et le contenu mathématique déposé dans HAL et dans arXiv, la mini-DML donne un accès aisé et direct à près de 3000000 articles de mathématiques en libre accès.

HAL est une base de données unique contenant de nombreux portails et collections, résultant des coopérations avec les universités et les grands organismes. Les URL sont stables et l'archivage est assuré à long terme. Il y a une cohérence scientifique et un contrôle de la qualité. Les dépôts sont datés avec des preuves d'antériorité et respectent les droits d'éditeur et d'auteur. Ils contiennent les affiliations auteur, laboratoire, institution.

Le serveur TEL (thèses-en-lignes, tel.archives-ouvertes.fr) a pour objectif de promouvoir l'auto-archivage en ligne des thèses de doctorat et habilitations à diriger des recherches. TEL est un environnement particulier de HAL et permet donc, comme HAL, de rendre rapidement et gratuitement disponibles les thèses et HDR. TEL a été lancé par le CCSD en collaboration avec la cellule MathDoc.

PES : Prime d'excellence scientifique

Communiqué par Stéphane Cordier

Le fonctionnement de la Prime d'Encadrement Doctoral et de Recherche (PEDR) était basé sur une évaluation disciplinaire nationale, relativement transparente au moins dans ses critères puisque les dernières éditions ont publié un bilan notamment dans Matapli (voir la présentation dans Matapli n°82, avril 2007, p. 35).

La transformation de la PEDR en Prime d'Excellence Scientifique (PES), actée dans le décret n°2009-851 du 8 juillet 2009 pose de nombreuses questions et suscite quelques inquiétudes.

On peut déjà citer quelques différences factuelles entre les deux primes. Si la PES est toujours attribuée pour une période de quatre ans renouvelable, elle l'est maintenant par les établissements, et son montant en est librement fixé par les instances décisionnaires dans des limites déterminées par un arrêté du 30 novembre 2009 (NOR : ESRH0912881A), indépendamment des grades du primé. Les taux annuels, plancher et plafond, de la prime d'excellence scientifique sont fixés respectivement à 3 500 euros et 15 000 euros (arrêté du 30 novembre 2009). Les chercheurs des EPST (CNRS, INRIA, etc.) peuvent dorénavant candidater à la PES, s'ils 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 (ou 64 heures de travaux dirigés) alors que la PEDR était réservée aux seuls enseignants-chercheurs. Enfin, on peut aussi signaler que la PES est attribuée de plein droit aux enseignants-chercheurs placés en délégation auprès de l'Institut universitaire de France.

La procédure pour la session 2009, retenue tardivement, consiste d'une part en une évaluation très similaire à celle de la PEDR mais qui, au lieu d'être décisionnaire, est transmise aux universités qui sont désormais autonomes.

Cette commission s'est réunie en octobre et a publié une note d'information, diffusée par les sociétés savantes, qui détaille son fonctionnement et auquel nous

PES : Prime d'excellence scientifique

vous renvoyons pour plus de détails (cf. <http://smai.emath.fr/spip.php?article215> daté du 22 octobre 2009). Notons qu'avec le système précédent (PEDR) et compte tenu des taux de satisfaction retenus depuis quelques années, tous les collègues ayant été classés A (20% des candidats) ou B (les 30% suivants) auraient obtenu la prime.

Avec la PES, les établissements peuvent, ou non, s'appuyer sur cette évaluation. D'ailleurs, certains d'entre eux n'ont pas souhaité passer par cette procédure (Aix-Marseille 2, Clermont-Ferrand 1, UPMC-Paris 6, Toulouse 1).

Comme suite à un certain nombre de discussions sur le sujet en juin 2009, notamment sur la liste mathdebat, une collecte des données statistiques sur la PEDR a été mise en place sur le site d'APRES, avec un fonctionnement très similaire à celui pour les statistiques sur le recrutement local, l'AMI (indicateur de mobilité académique URL : <http://postes.smai.emath.fr/apres/ami/>) dont la collecte des données 2010 est en cours¹.

Cette photographie de la situation actuelle (et terminée) des PEDR est indispensable si on souhaite mesurer l'impact de la mise en place de la PES. Il sera naturellement indispensable de collecter dans les mois qui viennent les informations sur le nombre de PES accordées aux mathématiciens (sections CNU 25 et 26 mais également dans les EPST) et d'analyser les critères et les pratiques retenus par chaque établissement.

Si vous voulez contribuer à cette analyse, n'hésitez pas à écrire à apres@emath.fr

Ont contribué à ce texte : Aline Bonami, Laurent Boudin, Stéphane Cordier, Jean-Marc Delort, Edwige Godlewski

¹Le ministère diffuse, depuis 2009, des informations sur le recrutement local, l'IMA (indice de mobilité académique) par établissement et par section CNU, que l'on peut trouver sur la page <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid22708/bilans-et-statistiques.html>

Comité scientifique des IREM : Avis sur la réforme des Lycées

le 18 décembre 2009

Le comité scientifique des IREM (Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) a débattu, à sa séance du 11 décembre 2009, du projet de réforme des lycées généraux rendu public par le ministre de l'Education Nationale. Il a notamment examiné les informations communiquées par le ministère à ce sujet ainsi que les prises de position émanant de la SMF (Société Mathématique de France) et de l'APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public) : communiqué commun du 20 novembre, puis communiqué de l'APMEP du 9 décembre. Plusieurs membres du comité scientifique ont exprimé leur accord avec ces prises de position.

Le comité scientifique a décidé la rédaction d'un AVIS (ci-dessous) exprimant ses inquiétudes propres face à ce projet, à la lumière des travaux menés dans les IREM. Cet avis a fait l'objet d'un vote électronique parmi les membres du comité, les 16 et 17 décembre ; 17 membres (sur 23) ont pris part à ce vote et cet avis a été adopté par eux à l'unanimité.

L'expérience résultant des travaux des IREM conduit le comité scientifique à rappeler certaines exigences, sur les buts et les modalités d'un enseignement de qualité des mathématiques, qui ne lui paraissent pas satisfaites dans le projet actuel de réforme des lycées généraux.

Les activités des IREM ont toujours porté tant sur les mathématiques en tant que composante de la formation du citoyen, au sein de la culture scientifique, que sur les conditions de constitution d'un savoir utilisable aux différents niveaux de spécialisation faisant intervenir les mathématiques ou portant directement sur celles-ci. Les structures proposées, en particulier en classe de première, impliquent une réduction de l'enseignement scientifique, quel que soit le choix de filière des élèves, et ne permettent pas d'assurer le nécessaire équilibre entre les deux objectifs de l'enseignement mathématique que nous venons d'évoquer. Ceci se révélerait tout particulièrement préjudiciable, ultérieurement, lors de la formation des futurs professeurs des écoles, formation qui fait l'objet, au sein du réseau des IREM, d'études de la COPIRELEM (Commission permanente des

Comité scientifique des IREM : AVIS SUR LA REFORME DES LYCEES

IREM sur l'enseignement élémentaire) et aggraverait une situation déjà fort inquiétante et maintes fois déplorée : l'insuffisance de la formation scientifique de la grande majorité des professeurs des écoles. Un grand nombre d'étudiants pourraient ainsi se diriger, au niveau du master, vers une formation à ce métier en ayant perdu tout contact avec les enseignements scientifiques depuis la fin de la classe de seconde.

Une culture scientifique de base nous paraît indispensable pour toutes les filières. Elle doit être vue comme une composante naturelle de la culture générale indispensable quelle que soit l'orientation choisie, y compris dans les voies technologique ou professionnelle. L'apport essentiel des recherches en didactique, en épistémologie et en histoire des sciences aux travaux menés dans les IREM nous rend particulièrement sensibles à la nécessité de donner à tous les élèves une formation où sciences exactes et sciences humaines aient une place significative. Cela n'est nullement contradictoire avec la nécessité de proposer une authentique filière scientifique. Cette nécessité, proclamée à juste titre par la plupart des spécialistes, en particulier au sein des IREM, l'est aussi, bien au-delà, par nombre d'observateurs de notre système éducatif. Mais le projet de réforme actuel ne la prend malheureusement pas en compte. Pour les élèves effectuant un cursus à forte composante mathématique, de multiples analyses ont mis en évidence le besoin d'une progression régulière des contenus et des apprentissages. La diminution de l'horaire de mathématiques en classe de première s'accompagnerait, pour cette classe, d'une réduction des programmes, ou d'un amenuisement des exigences sur leur acquisition, et créerait, au passage en terminale, une rupture qui nuirait à l'indispensable maturation progressive des connaissances des élèves, en mathématiques, au fil du cycle terminal.

La formation à l'activité mathématique, en particulier par la recherche guidée d'exercices, par l'étude de situations conduisant à des modélisations mathématiques et par une pratique des TICE bien intégrée au cours de mathématiques, a fait, et continue à faire prioritairement, l'objet de très nombreux travaux dans les IREM, sous-tendant des propositions de stages de formation continue offerts aux professeurs. Cette formation des élèves exige qu'une part significative du temps d'enseignement soit dispensée en groupes d'effectifs restreints ; à cet égard, la mise sous la responsabilité des chefs d'établissement des choix de dédoublements de classes ne nous paraît pas être une mesure pertinente : elle ouvrirait la voie à des inégalités inacceptables entre établissements.

Pour ces motifs, le comité scientifique des IREM exprime sa vive inquiétude quant aux conséquences d'une mise en oeuvre de la réforme des lycées généraux telle

Comité scientifique des IREM : AVIS SUR LA REFORME DES LYCEES

qu'elle est actuellement présentée par le ministère de l'Education Nationale.

Par ailleurs, le comité scientifique des IREM tient à rappeler, comme il l'a fait à plusieurs reprises durant l'année scolaire 2008-2009, que, quelle que soit l'organisation retenue pour les lycées, comme pour les collèges, il considère qu'il est essentiel que la conception des programmes scolaires, leur rédaction, le suivi et le bilan de leur mise en oeuvre soient confiés à une instance permanente, réunissant toutes les compétences nécessaires (scientifiques, pédagogiques et administratives), pouvant travailler dans la sérénité, dans la transparence et dans la durée, recueillir les avis de l'ensemble des intéressés, mener des expérimentations sérieuses et en faire le bilan, rendre publics ses travaux et motiver ses propositions. Les conditions dans lesquelles ont été élaborées d'une part les programmes destinés à la réforme avortée de l'automne 2008 et d'autre part les programmes de seconde entrés en vigueur en septembre 2009 furent en tout point contraires à ces exigences, quoique la consultation menée au printemps 2009, sous l'égide de l'Inspection Générale de Mathématiques, ait permis la prise en compte d'avis exprimés par les enseignants (le réseau des IREM avait pris part à cette consultation par le travail d'une commission ad hoc). Il est souhaitable que des méthodes de travail plus raisonnables soient adoptées par l'administration centrale à l'occasion de la future réforme. Avis adopté à l'unanimité des 17 membres du comité scientifique des IREM (sur un effectif total de 23 membres) ayant pris part à ce vote.



Annnonce d'ouvertures de postes d'enseignants-chercheurs

Département de Mathématiques Appliquées

En 2010 le Département de Mathématiques Appliquées de l'Ecole Polytechnique est susceptible de recruter :

1 Professeur Chargé de Cours « Hadamard » en Analyse Numérique et Optimisation

(CDD à temps complet de deux fois trois ans)

dans le cadre de la Chaire MMSN créée par la Fondation d'entreprise EADS, l'Ecole Polytechnique et l'INRIA ; il s'agit d'un poste d'excellence pour de jeunes mathématiciens appliqués désireux de préparer une habilitation à diriger des recherches dans des conditions idéales

3 Professeurs Chargés de Cours d'exercice incomplet en Analyse Numérique et Optimisation

(en cumul d'un emploi permanent, niveau HDR)

1 Professeur résident d'exercice incomplet en Analyse Numérique et Optimisation

(en cumul d'un emploi permanent, avec résidence au Centre de Mathématiques Appliquées de l'Ecole Polytechnique pour y développer son programme de recherches au meilleur niveau mondial)

Les candidats doivent postuler sur le site internet:

<http://de.polytechnique.fr/candidatures/Index.cfm?Type=Professeur&Language=FR>

La date limite de candidature est le 15 mars 2010.

Pour tout renseignement complémentaire les candidats peuvent s'adresser à :
Grégoire Allaire, Professeur et Président du Département de Mathématiques Appliquées
(gregoire.allaire@polytechnique.fr)

www.polytechnique.fr/
www.cmap.polytechnique.fr/



La réforme du lycée et ses implications sur la formation scientifique

par Jean-Marc Bonnisseau

La nouvelle réforme du lycée, dont les projets de décrets et d'arrêtés ont été approuvés le 10 décembre dernier par le Conseil supérieur de l'éducation, porte uniquement sur la voie générale, séries ES, L et S, et ne concerne pas la voie technologique ni la voie professionnelle. Le ministre de l'éducation nationale, Luc Chatel, a annoncé la réforme du lycée technologique pour mars 2010. L'objet de cet article est donc centré sur la voie générale au lycée et plus particulièrement sur la formation scientifique.

1 Péripéties autour d'une réforme

Pour mettre en perspective cette réforme, il faut revenir sur les étapes de sa mise en place. Le 2 juin 2008, alors que Xavier Darcos vient de nommer Jean-Paul Gaudemar, Recteur de l'académie d'Aix-Marseille, pour conduire une mission sur la réforme du lycée général et technologique, le président de la République, Nicolas Sarkozy, présente le nouveau lycée devant les cadres de l'Education nationale et de l'enseignement supérieur. Mettant en avant la réforme des filières, l'individualisation des parcours, il annonce sa mise en place dès la rentrée 2009 pour la classe de seconde et un nouveau baccalauréat pour 2012. Au même moment, il annonce la réforme de la formation des enseignants maintenant plus connue sous l'appellation de “mastérisation”. Le constat sur l'état du lycée est sévère : le système des filières, écrasé par la section scientifique, est déséquilibré et ne remplit pleinement aucun des objectifs recherchés. Le but de la réforme est donc de créer un lycée plus souple avec la possibilité de construire des parcours plus cohérents pour mieux préparer le passage dans l'enseignement supérieur.

Par parenthèse, on peut noter l'absence d'évaluation officielle de la réforme de 1994 portant sur la rénovation pédagogique des lycées et de celle de 2002 décidée par Claude Allègre. Par exemple, la suppression de la série A1 en 1994 avec un enseignement conséquent de 5 h de mathématiques en terminale et qui représentait 40% de l'effectif de la série A a certainement contribué à la chute du nombre de bacheliers de la série L.

Après le discours du chef de l'Etat et différentes annonces ministérielles, durant l'été et l'automne 2008, un grand nombre de contributions sont faites de la part de

La réforme du lycée et ses implications sur la formation scientifique

tous les acteurs concernés par le lycée sur les questions de modularisation des enseignements, de tronc commun, de spécialisation, d'orientation, de préparation à l'enseignement supérieur et de valorisation de la formation littéraire.

On constate cependant, dès octobre 2008, avec une présentation plus précise par le ministre Xavier Darcos des projets pour la seconde, une approche beaucoup moins ambitieuse avec le retour à l'horaire initial, le recul sur la suppression des sciences expérimentales et l'abandon de la réforme du baccalauréat.

Le 15 décembre 2008, après des manifestations lycéennes et l'expression de nombreuses oppositions au projet, le ministre Darcos annonce de façon surprenante le report pour un an de la mise en œuvre de la réforme. Le premier semestre 2009 va être occupé par la mission de médiateur confiée à Richard Descoings, directeur de Sciences Po et par la mission d'information de l'Assemblée nationale sur le lycée présidée par le député socialiste Yves Durand et dont le rapporteur est le député UMP Benoist Apparu. Cette dernière n'arrivera pas à un rapport commun et un document unique, compilation de deux projets différents, sera rendu public en mai. La contribution du député Benoist Apparu propose une nouvelle structure où le lycée est intégré avec la licence pour permettre d'arriver à l'objectif de 50% d'une classe d'âge au niveau licence. Le député Yves Durand pose lui la question des moyens et en particulier insiste sur la nécessité d'un audit des moyens nécessaires et d'un plan pluriannuel pour accompagner toute réforme.

Remis le 2 juin 2009, après un vaste travail de consultation et de concertation avec l'ensemble des acteurs de la communauté de l'enseignement secondaire, lycéens, enseignants et parents, le rapport Descoings “Préconisations pour la réforme du lycée”, fait apparaître que le milieu de l'éducation n'est pas prêt pour une refondation du lycée et que la concertation doit se poursuivre. Notons à ce propos que la Smai a participé à la consultation sur le lycée organisée par le rectorat de Paris en avril 2009. Le rapport préconise de faire progresser le lycée vers plus de justice sociale et plus d'efficacité en améliorant l'orientation et rééquilibrant les filières.

Après sa nomination en juin, le ministre Luc Chatel reprend la réforme et présente le 19 novembre l'architecture générale du nouveau lycée. Celle-ci est approuvée par le Conseil supérieur de l'éducation en décembre 2009 essentiellement grâce au soutien du SGEN-CFDT, du SE-UNSA et de la FCPE. Cela faisait très longtemps qu'un projet ministériel n'avait obtenu un vote favorable du CSE.

2 Mais, que fait la SMAI ?

La SMAI a vocation à s'intéresser aux réformes du système d'éducation qui ont une influence directe sur le niveau et la qualité des filières de formations initiales en mathématiques appliquées ou d'ingénieurs mathématiciens. À ce titre, la SMAI est membre d'ActionSciences. Le collectif ActionSciences regroupe 14 sociétés savantes et associations de spécialistes en mathématiques, physique, chimie et sciences de la vie et de la Terre. Il s'est constitué en avril 2003, quand la chute des effectifs dans certaines filières scientifiques a commencé à se faire sentir sérieusement (voir la présentation du collectif dans Matapli 87).

Depuis les premières annonces de réforme, ActionSciences a systématiquement pris contact avec les instances gouvernementales pour obtenir des entretiens afin d'exposer son point de vue. Ceci a conduit à plusieurs rencontres : avec Jean-Paul de Gaudemar, chargé de mission pour le lycée, le 24 septembre 2008 (Denis Talay, président de la SMAI, participait à la délégation) ; rencontre à l'Élysée, le 4 juin 2009 avec Jean-Baptiste de Froment conseiller à l'Éducation de la présidence de la république, entretien avec Erick Roser, conseiller du Ministre de l'éducation nationale pour la pédagogie, le 30 septembre 2009.

Dans la lettre adressée le 10 septembre dernier au Ministre de l'éducation nationale, la position sur la réforme du lycée était résumée ainsi : la structure de la seconde ne permet pas une orientation efficace et la filière S est trop généraliste. Cette position était accompagnée de deux propositions : créer en classe de seconde un enseignement scientifique de détermination de 3 heures par semaine en demi-groupes pour une initiation à la démarche scientifique et une meilleure répartition de la charge de travail dans le cycle terminal pour la section S.

Par ailleurs, le collectif n'avait pas attendu l'annonce officielle de la réforme pour organiser un colloque sur "Quel avenir pour l'enseignement scientifique au lycée et dans l'enseignement supérieur" le 4 avril 2008, à l'École normale supérieure.

Lors de sa réunion du 13 novembre dernier, le collectif réagissait aux informations encore parcellaires sur la réforme en réaffirmant les positions suivantes sur la voie générale au lycée. Il demandait la possibilité d'un enseignement d'exploration pour la découverte de la démarche scientifique en classe de seconde, et pour le cycle terminal, un enseignement scientifique dans toutes les séries, pas de diminution des horaires en sciences dans la série S et une augmentation en mathématiques, un maintien du niveau et de l'ambition en mathématiques dans la série ES, un enseignement de spécialité, non obligatoire, en première et terminale pour la série L et, enfin, que les heures d'accompagnement puissent être l'objet d'une activité scientifique d'approfondissement, de découverte ou de recherche pour des élèves volontaires. La dernière réunion de janvier doit donner

La réforme du lycée et ses implications sur la formation scientifique

lieu à un communiqué s'inquiétant du déséquilibre encore accru entre les filières que la réforme de la Première S risque de provoquer, alors même qu'elle s'accompagne d'une diminution importante des enseignements scientifiques dans leur ensemble.

La SMAI suit aussi l'aspect plus spécifique aux mathématiques de la réforme du lycée en participant à la CFEM ; la commission française pour l'enseignement des mathématiques regroupe les institutions, sociétés savantes, association de professeurs, concernés par la formation en mathématiques des élèves et étudiants de tous les niveaux d'enseignement¹. Enfin, elle a un représentant au Comité scientifique des IREM qui a décidé de la rédaction d'un "avis sur la réforme des lycées" (décembre 2009) que vous pouvez lire dans ce même numéro de Matapli.

3 Un aperçu du contenu de la réforme de décembre 2009

Tout d'abord, il faut noter que l'architecture de la voie générale au lycée n'est pas bouleversée. La seconde est une classe indifférenciée avec options pour une détermination vers une série générale ou technologique, les séries générales ES, L et S sont conservées et le baccalauréat n'est pas touché. Cependant, on peut souligner les éléments nouveaux suivants.

Dans chaque lycée, un conseil pédagogique est créé et il est consulté sur la coordination des enseignements, l'organisation de l'accompagnement personnalisé, les modalités de changement d'orientation, l'utilisation des heures globalisées dans le cadre des contraintes fixées nationalement ou par le rectorat. Ce dernier point est important pour les sciences car les heures en groupe réduit sont prises sur le quota des heures globalisées et en particulier, toutes les heures de TP en sciences.

Chaque élève aura deux heures par semaine d'accompagnement personnalisé organisé par l'équipe pédagogique sur les trois années. Le tutorat sera également proposé aux élèves volontaires. Les horaires de langue sont globalisés pour permettre un enseignement par groupe de niveau.

Pour la série scientifique, l'épreuve d'histoire et de géographie du baccalauréat est organisée en fin de première, ce qui décharge l'année de terminale et répond

¹ADIREM, Assemblée des Directeurs d'IREM, APMEP, Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public, ARDM, Association pour la Recherche en Didactique des Mathématiques, CNFM, Comité National Français des Mathématiciens, SMF, Société Mathématique de France, SMAI, UPS, Union des Professeurs de Spéciales ainsi qu'un représentant de l'Inspection Générale de Mathématiques.

La réforme du lycée et ses implications sur la formation scientifique

à la demande d'ActionSciences d'un meilleur équilibre dans la charge de travail des élèves. L'horaire est renforcé en première mais devient optionnel en terminale.

En seconde, deux enseignements de spécialité doivent être pris dont un au moins en science économique et sociale ou en économie et gestion. La création d'un enseignement de méthodes et pratiques scientifiques répond à une demande d'ActionSciences pour tous les élèves mais plus particulièrement pour ceux souhaitant s'orienter dans la série S.

La réorientation en première est rendue possible par un tronc commun représentant 60% de l'horaire et par l'organisation de stages passerelles. Le tronc commun regroupe les enseignements de français, histoire et géographie, langues vivantes, éducation physique et sportive et éducation civique, juridique et sociale. Pour les sciences, on peut noter que les mathématiques ne sont plus obligatoires dans la série L en première et que pour la série S, l'enseignement scientifique est de 10h alors qu'il est actuellement de 13h30. En terminale S, l'enseignement de mathématiques est de 6h au lieu des 5h30 actuelles.

4 Quelques éléments d'analyse sur la formation scientifique

En seconde, la formation scientifique de tous les élèves est réduite du fait de la réduction de l'horaire global des sciences. En classe de première S, la part de l'enseignement scientifique est en net recul (de 13h30 à 10h) et l'horaire de mathématiques de seulement 4h par semaine risque de renforcer les difficultés des élèves à l'entrée en classe de terminale où ils auront plus de 6h de mathématiques par semaine. En série ES, l'enseignement de spécialité de mathématiques disparaît sans justification. En série L, l'enseignement de mathématiques est seulement optionnel et mis en parallèle avec des enseignements importants pour cette série littéraire.

Nous pouvons donc noter une diminution globale pour tous les élèves et pour toutes les sections de la formation scientifique et plus particulièrement en mathématiques. Ceci contredit l'ambition de renforcer l'orientation scientifique dans la série S. En effet en première S, les enseignements de français, histoire et géographie, langues vivantes et éducation civique, juridique et sociale ont un volume horaire de 13h30 alors que les enseignements scientifiques ont seulement 10h. Pour la série L, la suppression de l'enseignement de mathématiques obligatoire en première soulève de graves problèmes pour ceux qui, par exemple, se destinent au professorat des écoles.

La réforme du lycée et ses implications sur la formation scientifique

Ces remarques et objections rejoignent celles émises dans un communiqué de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public et de la Société Mathématiques de France, mais aussi, pour partie, celles de l'avis du comité scientifique des Instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques et du Haut Conseil de l'Education.

Pour l'avenir, il reste à travailler sur les programmes qui sont un élément fondamental de la formation à côté des volumes horaires. De ce point de vue, il faut rappeler que, pour l'élaboration des programmes de mathématiques de la classe de seconde, la démarche suivie par l'Inspection Générale a été constructive et des critiques et suggestions ont effectivement été prises en compte (voir l'article de Daniel Duverney dans la Gazette des mathématiciens de juillet 2009). La communauté mathématique peut donc avoir une réelle influence sur les choix à venir.

Pour ce qui concerne l'enseignement supérieur, il apparaît clairement qu'au niveau des licences en sciences, des adaptations importantes seront nécessaires pour s'ajuster aux futurs étudiants qui auront suivi ce nouveau cursus dans la série S. Par ailleurs, notre communauté a un rôle à jouer dans l'orientation post-secondaire des lycéens et dans leur connaissance de l'enseignement supérieur. Le rapport remis le 29 avril dernier par Sophie Fouace, inspectrice de l'académie de Paris, et Caroline Maes, déléguée académique à la vie lycéenne, au recteur de l'académie de Paris comme “Synthèse de la consultation sur le lycée de demain” propose par exemple l'instauration de «modules de préparation aux études universitaires», de semaines d'immersion à l'Université, en classes préparatoires, en BTS et en IUT pendant la Terminale,...La formation des enseignants de mathématiques ne leur donne qu'une faible connaissance des mathématiques appliquées et des métiers qu'elles offrent en dehors de l'enseignement. En participant à des actions de cette nature, nous pouvons aider dans la mesure de nos moyens à attirer les lycéens vers ces formations scientifiques post baccalauréat qui participent au développement technologique et qui, jusqu'à preuve du contraire, offrent des débouchés réels.

Quelques sites pour avoir accès aux documents et à diverses analyses

<http://smai.emath.fr/spip.php?article215>

<http://smf.emath.fr/Enseignement/ReformeLycee2009/index.html>

<http://www.education.gouv.fr/pid23519/la-reforme-lycee.html>

<http://www.assemblee-nationale.fr/13/rap-info/i1694.asp> (pour le rapport Apparu)

<http://www.univ-irem.fr/spip.php?article321>

<http://www.cafepedagogique.net>

La formation des enseignants, un problème de qualité dans un contexte européen

par Nicolas SABY, Directeur IREM¹ de Montpellier,
Président de l'ADIREM²

Résumé

Cet article tente une analyse de quelques conditions et conséquences d'une réforme encore incertaine de la formation des enseignants. Elle s'appuie sur des études effectuées à différents niveaux.

Nous proposons dans cet article une perspective sur la formation des enseignants en France telle qu'elle se dessine depuis juin 2008 en prenant en compte les éléments connus à ce jour que sont les décrets de juillet 2009, ceux de décembre 2009, ainsi que les différentes circulaires des ministères concernés. Le ministère de l'Éducation Nationale affiche pour cette réforme plusieurs ambitions et objectifs : <http://www.education.gouv.fr/cid25081/les-nouvelles-conditions-de-recrutement-des-personnels-enseignants-et-d-education.html>

”Les principes de la réforme

La réforme vise plusieurs objectifs :

- élever le niveau de qualification des personnels enseignants, au moment du recrutement
- intégrer la formation des maîtres dans le dispositif L.M.D. : à terme les enseignants qui seront recrutés disposeront d'un master
- préserver les possibilités de réorientation pour les étudiants qui ne seront pas recrutés
- préparer progressivement au métier avant les concours. Les étudiants pourront suivre des stages d'observation et de pratique accompagnée et des stages en responsabilité dans des classes
- offrir des mécanismes d'encouragement et de promotion sociale pour ceux qui se destinent à l'enseignement”

Le consensus est grand et non discuté que la profession d'enseignant est une profession hautement qualifiée et que le métier est de plus en plus complexe, exigeant, avec des conditions d'exercice souvent difficiles. Ces exigences imposent

¹Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques

²Assemblée des Directeurs d'IREM

La formation des enseignants, un problème de qualité dans un contexte européen

aussi une reconnaissance de la formation dans le cadre de la construction de l'Espace européen de l'enseignement supérieur, dit "processus de Bologne". La commission européenne [1] recommande ainsi que des programmes de formation des enseignants soient créés aux niveaux master et doctorat (aussi bien qu'au niveau licence). Elle reconnaît aussi que dans beaucoup d'états membres cette formation est déjà de type universitaire d'une durée de 5 ans. C'était le cas en France depuis la création des IUFM en 1990. On peut donc s'interroger sur ce que va changer la réforme.

Comme cela est rappelé dans le livre vert [2] "il existe en Europe deux modèles de formation des enseignants ; la formation "simultanée", quand les formations disciplinaires et professionnelles ont lieu dans le même temps, et la formation "consécutive" quand la formation professionnelle succède à la formation disciplinaire" La formation actuelle était essentiellement "consécutive" et la réforme suggère de passer à un modèle simultané, ce qui était identifié par le livre vert (rapport Pochard) comme l'une des voies les plus difficiles et dépendant de l'intégration des IUFM dans les universités (Cf [2] p.182).

Nous allons maintenant discuter cette réforme autour de quatre axes majeurs que sont le recrutement, en nous concentrant essentiellement sur le concours du CAPES, la formation dans quels masters et quelles universités, la formation professionnelle et continue et la qualité attendue et nécessaire.

1 Le recrutement

Le principe d'égalité devant la loi imposait au législateur de ne pas spécifier dans le décret le type de master exigible pour présenter le concours. Ainsi, peuvent se présenter aux concours les candidats détenteurs d'un master, titre ou diplôme jugé équivalent ou inscrit en dernière année de master. De ce fait, la place des concours pendant la deuxième année de master biaisera toute tentative de formation simultanée. D'une part, il sera difficile, voire impossible, d'apprécier dans une épreuve de recrutement quelle formation professionnelle aura suivie le candidat, et cela d'autant moins que le concours restera fortement disciplinaire [12]. D'autre part, l'orientation des étudiants au sein d'un master dans une spécialité ou un parcours d'enseignement sera difficile. Les stratégies suivies par les étudiants seront multiples et très probablement assez éloignées d'un choix vers un parcours préparant au métier d'enseignant. En effet, s'il est avéré que les taux de réussite aux différents concours sont de l'ordre de 5 à 20%, il n'est pas raisonnable de penser que les candidats ayant échoué trouveront des métiers dans le champ de

La formation des enseignants, un problème de qualité dans un contexte européen

la formation au sens large, vu les flux concernés (environ 120000 candidats aux concours de l'enseignement pour 20000 postes en 2007 [7]). L'attractivité d'une formation au débouché incertain sera alors faible. La voie du prérecrutement aurait très sûrement permis de réguler les flux de manière honnête et juste.

2 Quels masters, dans quelles universités ?

La question se pose alors de quels masters seront proposés pour la formation aux métiers de l'enseignement et par quelles universités. La circulaire du 23 décembre 2009 [11], pour la mise en place des diplômes nationaux de master ouverts aux étudiants se destinant aux métiers de l'enseignement, fixe un certain nombre d'objectifs aux universités qui proposeront des parcours de formation aux métiers de l'enseignement. Elle propose notamment que les formations proposées soient des parcours de master ouvrant sur différents choix professionnels dont les métiers de l'enseignement. Bien sur, les universités étant les lieux privilégiés de rencontre des savoirs et de la recherche, elles ont toutes les qualités pour construire et proposer des formations pertinentes dans le cadre des masters, notamment lorsqu'elles ont intégré un IUFM. Cependant, l'orientation des étudiants se faisant préférentiellement vers des masters offrant des débouchés probables sinon certains, l'attrait de ces parcours, avec un concours en fin de cursus, devient incertain et le modèle de formation simultanée risque de perdre tout son sens. On craint que cet attrait soit faible dans des disciplines comme les mathématiques ou les autres sciences, tant la concurrence avec d'autres cursus est importante. La baisse constatée du nombre de candidats aux différents concours de l'enseignement ces dernières années est d'ailleurs un facteur inquiétant des chances de réussite du processus en cours. Ainsi, les concours restant fortement disciplinaires, les étudiants les mieux formés "professionnellement" ne seront pas les mieux formés pour réussir des concours aussi exigeants que ceux de l'enseignement. Un étudiant déterminé dans son choix de devenir enseignant aura alors tout intérêt à se préparer au concours au détriment de sa formation de master et de sa formation professionnelle, mais au bénéfice de sa réussite, quitte à reculer d'un an son entrée dans la vie active et dans la profession. On voit ainsi comment l'objectif de formation simultanée est fortement lié à la question de l'entrée dans le cursus et du recrutement. Le mode de recrutement influe sur la formation, mais le contraire est peu probable.

La formation des enseignants, un problème de qualité dans un contexte européen

3 La formation professionnelle et continue

L'ambition affichée et louable d'élever le niveau de qualification des personnels enseignants ne peut se limiter à la formation initiale et à la formation disciplinaire. Le corps enseignant étant renouvelé d'un trentième chaque année, cette ambition devra être accompagnée d'un effort important sur la formation continue. Or, celle-ci est sinistrée depuis de nombreuses années comme cela a déjà été signalé et reconnu en de multiples occasions. On retiendra sur ce sujet, les propositions faites par l'académie des sciences [5] en 2007 ou par la CREM [3] en 2000, ainsi que le budget dérisoire accordé à la formation continue (40M euros sur un budget de 120G euros [4]) accompagné d'une offre dispersée et d'un nombre restreint d'enseignants formés. La commission européenne [1] ainsi que l'inspection générale de l'administration de l'éducation nationale [8] montre d'ailleurs les carences de la France pour la formation continue des enseignants. La formation simultanée, dont on a vu qu'elle sera incertaine, ne dispense donc pas de la formation consécutive. Celle-ci devrait prendre la forme d'une entrée progressive dans le métier. La commission européenne recommande ainsi que cette entrée soit progressive sur trois ans, avec des programmes de formation adaptées et un retour vers l'université formatrice. La formation consécutive devrait aussi prendre la forme d'une formation continue structurée et importante avec des programmes de formation diplômants pour les enseignants, leur permettant de poursuivre éventuellement dans des études doctorales. Ces programmes de formation devront s'appuyer sur les expériences acquises, notamment dans les IREMAvec une collaboration forte des enseignants de terrain, des formateurs qui auront acquis eux-mêmes une solide pratique de la classe et des chercheurs dans les disciplines concernées ou en didactique.

4 La recherche de la qualité

De nombreuses études ont montré, ainsi que le rappelle la commission européenne [1], que les résultats des élèves dépendent fortement de la qualité des enseignants : " De la qualité de l'enseignement - parmi d'autres facteurs primordiaux - dépend l'aptitude de l'Union européenne à devenir plus compétitive, face à la mondialisation. Les travaux réalisés à ce sujet démontrent que la qualité des enseignants est significativement et positivement liée aux résultats des élèves et qu'elle est le déterminant intrascolaire le plus important de ces résultats (son influence dépasse de loin celle de l'organisation, de la direction ou de la situation financière des établissements scolaires). D'autres travaux ont mis en évidence

La formation des enseignants, un problème de qualité dans un contexte européen

l'existence de relations positives entre la formation continue des enseignants et les résultats des élèves ; ils donnent à penser ” qu'un programme de formation continue (...) améliore les performances des enfants (...) [et que] la formation des enseignants pourrait être un moyen moins coûteux d'obtenir de meilleurs résultats aux épreuves d'évaluation que la réduction de la taille des classes ou l'allongement des horaires des cours ” (Cf [1], p.3) ”.

L'enseignement ne gagnera pas en qualité tant que l'on n'acceptera pas qu'il s'agit de former de véritables professionnels et ceci depuis la formation initiale jusqu' à la fin de la carrière de l'enseignant en passant par son entrée dans le métier. Or, accepter qu'il s'agit de véritables professionnels demande aussi d'accepter que la formation, si elle doit répondre aux exigences de qualité de cette profession, ne peut pas être décontextualisée, comme cela risque d' être le cas dans les modèles de master demandés par les différentes circulaires. Si des besoins budgétaires peuvent justifier que les parcours d'enseignants soient pensés comme intégrés dans des masters plus larges, avec un cœur disciplinaire commun, il ne sera pas possible d'intégrer pleinement la formation professionnelle attendue, tant celle-ci doit être un continuum entre la formation théorique disciplinaire et les compétences proprement pédagogiques. Cette formation devra s'appuyer sur des travaux de recherche en amont pratiqués par des spécialistes de la discipline et de la didactique de cette discipline, ainsi que par des enseignants de terrain et des formateurs.

Il ne suffira donc pas de déplacer un concours à un niveau M, pour augmenter et assurer la qualité du corps enseignant et de l'enseignement. Un programme ambitieux complet et continu de la formation des enseignants est nécessaire. L'université étant le lieu privilégié de rencontre des savoirs et de la recherche, elle devra jouer naturellement son rôle dans cette recherche de la qualité de la formation professionnelle des enseignants en proposant des programmes de formation diplômants dans le cadre du LMD, au niveau M et D. Il est à craindre qu'une réforme incomplète, mal pensée et n'étant pas le fruit d'un consensus, aura un avenir comparable à celui d'un logiciel mal conçu et nécessitera une quantité de ”patches”, comme cela a déjà commencé, vu que la place de certains concours est déjà en contradiction avec les décrets de juillet 2009 : les écrits du concours de professeur des écoles seront en septembre, alors que la plupart des étudiants ne seront pas encore inscrits dans un M2.

Toute la communauté mathématique est concernée par les conséquences à court ou moyen terme de cette réforme.

Références

- [1] Commission des communautés européennes, *Améliorer la qualité des études et de la formation des enseignants*, http://ec.europa.eu/education/com392_fr.pdf, août 2007.
- [2] Pochard et al., *Livre vert sur l'évolution du métier d'enseignant*, http://media.education.gouv.fr/file/Commission_Pochard/18/8/Rapport+_couverture_-_12-02-08_23188.pdf, février 2008.
- [3] Commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques, *L'enseignement des sciences mathématiques*, Odile Jacob, Paris, 2002.
- [4] *Repères et références statistiques sur les enseignements, la formation et la recherche*, DEPP, http://media.education.gouv.fr/file/2008/13/0/RERS-2008_34130.pdf, 2008.
- [5] Académie des sciences, *La formation des professeurs à l'enseignement des sciences*, Recommandations de l'académie des sciences, http://www.academie-sciences.fr/actualites/textes/formation_13_11_07.pdf, novembre 2007.
- [6] Jean-Richard Cytermann, *Les choix budgétaires en matière d'éducation*, Pouvoirs, Le Seuil, 2007.
- [7] Fonction publique : chiffres-clés 2009, http://www.fonction-publique.gouv.fr/IMG/pdf/Chiffres_cles_francais.pdf, 2009.
- [8] Rapport conjoint IGEN et IGAENR *La formation initiale et continue des maîtres* <http://media.education.gouv.fr/file/01/4/6014.pdf>, février 2003.
- [9] The 15th ICMI Study, *The Professional Education and Development of Teachers of Mathematics*, éditeurs : Ruhama Even and Deborah Loewenberg Ball, Springer, 2009.
- [10] The 7th ICMI Study, *The Teaching and Learning of Mathematics at University Level*, éditeurs : Derek Holton, Springer, 2001.
- [11] *Circulaire n 2009-1037 du 23 décembre 2009*, http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid20536/rubrique-bo.html?cid_bo=50134.
- [12] *Arrêté du 28 décembre 2009 fixant les sections et les modalités d'organisation des concours*, JORF n. 0004 du 6 janvier 2010.

En ce qui concerne les concours de recrutement, Capes et agrégation

Communiqué par Edwige Godlewski

La circulaire de mise en place des “diplômes nationaux de master ouverts aux étudiants se destinant aux métiers de l’enseignement - rentrée universitaire 2010”, a été adressée par la ministère de l’enseignement supérieur et de la recherche aux divers responsables (recteurs, présidents d’université, et directeurs d’écoles normales supérieures) le 23 décembre 2009. Elle est disponible sur le site du ministère :

<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid20536/rubrique-bo.html?cidbo=50134>

Parallèlement, les arrêtés concernant les concours de recrutement des enseignants, en particulier le Capes et l’agrégation, figurent au Journal Officiel du 6 janvier 2010. Pour ces deux concours, est instituée dans l’épreuve d’admission, une interrogation “portant sur la compétence “Agir en fonctionnaire de l’Etat et de façon éthique et responsable” (présentation : dix minutes ; entretien avec le jury : dix minutes)”. Il est écrit que “Le candidat répond pendant dix minutes à une question, à partir d’un document qui lui a été remis au début de l’épreuve, question pour laquelle il a préparé les éléments de réponse durant le temps de préparation de l’épreuve. La question et le document portent sur les thématiques regroupées autour des connaissances, des capacités et des attitudes définies, pour la compétence désignée ci-dessus, dans le point 3 “les compétences professionnelles des maîtres” de l’annexe de l’arrêté du 19 décembre 2006. L’exposé se poursuit par un entretien avec le jury pendant dix minutes.”*

Cette interrogation se trouve en deuxième partie d’une épreuve dont la première partie, plus importante, est disciplinaire. Pour le concours du capes, le poids dans l’épreuve est de 6/20 (contre 14 points /20 à la partie disciplinaire) et cette épreuve compte pour 1/2 de l’oral et 1/4 de la note finale, ce qui lui donne un poids final de 6/80(=9/120). Pour l’agrégation de mathématiques, le poids est de 5/20 (contre 15/20 à l’épreuve disciplinaire d’algèbre et géométrie), et cette épreuve totale a un coefficient double de celui de chaque épreuve écrite et des deux autres épreuves orales ce qui fait que le poids final de cette interrogation est 5/60 (= 10/120) pour l’agrégation.

Sans vouloir discuter sur le fond de cette nouvelle ‘interrogation’, on peut s’étonner qu’elle ait été associée de cette façon à une épreuve disciplinaire qui existait

En ce qui concerne les concours de recrutement, Capes et agrégation

dans la version actuelle des concours (en doublant son coefficient pour l'épreuve d'agrégation) ; on peut penser qu'elle pourrait être séparée, déplacée dans le temps, voire même mutualisée.

Par ailleurs, concernant toujours l'agrégation, rappelons que l'article 3 du Décret no 2009-914 du 28 juillet 2009 publié au JORF no 0173 du 29 juillet 2009 stipule "Peuvent se présenter au concours externe les candidats justifiant de la détention d'un master ou d'un titre ou diplôme reconnu équivalent par le ministère chargé de l'éducation."

Plusieurs voix se font entendre dans la communauté s'inquiétant des conséquences sur le flux des candidats en 2011 et à plus long terme sur la séparation entre enseignement secondaire et enseignement supérieur en mathématiques qui pourrait en résulter. Demander, au moins pour une période de transition, qui pourrait dépasser le concours 2011, que le master soit validé au moment de la titularisation du futur agrégé et non au moment de l'inscription au concours, est une première proposition qui s'impose naturellement.

Compte-rendu du Colloque *Maths à Venir 2009*

par **François Murat**

Le colloque *Maths à Venir 2009* a eu lieu les 1er et 2 décembre 2009 à la Maison de la Mutualité à Paris. Ce fut un évènement exceptionnel.

Exceptionnel par la taille (plus de 700 participants) et le lieu (un lieu “grand public” et non universitaire), mais surtout par son but et sa structure : il ne s’agissait pas comme d’habitude d’un colloque de mathématiques, destiné à présenter des résultats de mathématiques à la pointe de la recherche à un public de mathématiciens professionnels, mais d’un colloque à propos des mathématiques, destiné au grand public, aux médias et aux décideurs, d’un colloque de prospective.

L’initiative du colloque *Maths à Venir 2009* avait été prise en 2008 par les trois sociétés savantes de mathématiques (SFdS, SMAI et SMF) avec le soutien de Femmes et Mathématiques (f&m). Pour organiser le colloque, ces quatre sociétés s’étaient associées avec quatre institutions de poids : la Fondation Sciences Mathématiques de Paris (FSMP), l’Institut des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions du CNRS (INSMI-CNRS), l’Institut des Hautes Etudes Scientifiques (IHES) et l’Institut National de Recherche en Informatique et Automatique (INRIA). Un comité d’organisation et un comité de programme, dans lequel Nalini Anantharaman et Josselin Garnier étaient plus particulièrement chargés des contacts avec les médias et de la réflexion sur les conclusions du colloque, avaient été formés.

Jusque là, rien de très original. L’originalité est venue avec la création d’un comité de parrainage, composé de neuf grandes entreprises (Alcatel-Lucent, Areva, Caisse des Dépôts, Crédit Agricole, EADS, EDF, Faurecia, Schlumberger, SFR), qui s’étaient engagées à soutenir le colloque, en particulier financièrement, mais pas seulement financièrement. Ce comité de parrainage était présidé par Philippe Camus, président d’Alcatel-Lucent et co-gérant du groupe Lagardère (et aussi ancien normalien et agrégé de physique), qui a consacré nombre d’heures à la préparation du colloque, qui a prononcé, après les présidents de la SFdS, de la SMAI et de la SMF, un discours d’ouverture, et qui a participé très activement à la table ronde finale.

Compte-rendu et conclusions du Colloque *Maths à Venir 2009*

Un premier colloque *Mathématiques à Venir* avait eu lieu en 1987. Il avait eu un grand retentissement auprès des décideurs et de l'opinion, et bien des conséquences positives. L'idée du colloque *Maths à Venir 2009* était d'en réaliser une nouvelle édition, en espérant des résultats aussi positifs. Cette édition 2009 avait été précédée au printemps 2008 par des ateliers préparatoires, ébauche des futures tables rondes du colloque.

Le colloque *Maths à Venir 2009* était placé sous le patronage du Premier ministre, François Fillon, et de la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Valérie Pécresse. Il convient de remercier l'ensemble des sponsors du colloque, dont la grande générosité a permis qu'il se déroule dans les meilleures conditions.

Outre une séance d'ouverture, le programme comprenait cinq conférences plénières, données par Corinna Cortes (Google Research New York), Olivier Faugeras (INRIA Sophia Antipolis), Etienne Ghys (ENS Lyon), Pierre-Louis Lions (Collège de France) et Wendelin Werner (Orsay et ENS), ainsi que cinq tables rondes, animées par des journalistes professionnels : *Maths et Industrie*, *Maths et science contemporaine*, *Maths et société*, *Formation par les maths et métiers des maths*, et *Les mathématiques, ressource stratégique pour l'avenir*. Ces conférences et tables rondes ont connu un grand succès, en raison bien sûr de la qualité des intervenants, mais en raison aussi de la participation et de l'implication du public. Il est impossible de les résumer ici, mais on peut les visionner en ligne sur le site

<http://www.maths-a-venir.org/>

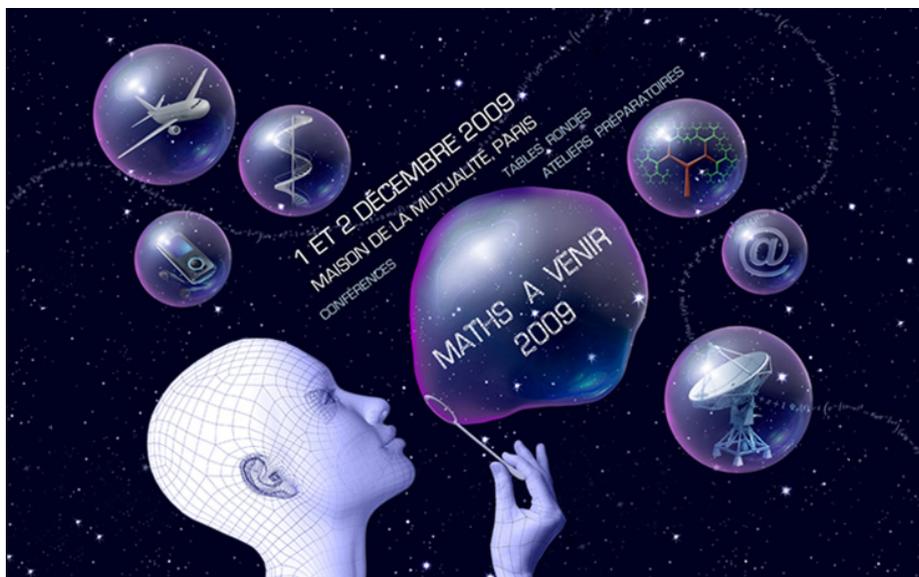
On peut donc facilement se repasser les meilleurs moments des conférences ou des tables rondes qu'on a aimées, ou les voir pour la première fois confortablement installé dans son fauteuil, au bureau ou chez soi. Pour ceux qui préfèrent les documents papier à la vidéo, des actes seront publiés avant la fin de l'année 2010.

A côté des conférences et des tables rondes, le programme du colloque comprenait un débat entre lycéens et mathématiciens sur le thème *Bonheur et frustration des lycéens et lycéennes en cours de mathématiques*, débat que l'on peut aussi visionner en ligne à l'adresse mentionnée ci-dessus, et des présentations de logiciels sur de magnifiques écrans. Il comprenait aussi un grand cocktail, qui a eu lieu le jeudi soir à l'Atrium de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), toute proche de la maison de la Mutualité.

Compte-rendu et conclusions du Colloque *Maths à Venir 2009*

Au cours du colloque a eu lieu une conférence de presse, évènement standard dans ce genre de manifestations, mais qui cette fois-ci a rassemblé une quinzaine de journalistes (au lieu des un ou deux journalistes en général présents à ce genre de réunion). Cela a eu pour conséquence une bonne présence médiatique dans la presse quotidienne et à la radio (notamment avec un article en première page du *Monde* daté du 5 décembre et une émission *Le téléphone sonne* sur *France Inter* le 4 décembre), même si rien n'est passé à la télévision (mais des contacts, dont on peut espérer qu'ils seront fructueux, ont été établis avec *Arte*).

Le colloque s'est terminé par une adresse du Premier ministre, François Fillon, que l'on peut lire en ligne sur le site. Puis a eu lieu une séance de présentation des conclusions du colloque, conclusions que l'on peut également lire en ligne, et qui sont reproduites ci-après. Souhaitons que ces conclusions soient reprises et mises en pratique, et en particulier leur dernier paragraphe : *Les mathématiques sont devenues un enjeu stratégique pour l'avenir, et c'est en donnant du temps de recherche à la communauté des mathématiciens qu'on la mobilisera de la façon la plus efficace pour qu'elle puisse relever les défis formidables proposés par la société d'aujourd'hui et de demain.*



Conclusions du Colloque *Maths à Venir 2009*

Ces conclusions ont été rédigées par le comité de programme du colloque MATHS A VENIR 2009, comprenant des représentants des sociétés savantes, Société Française de Statistique (SFdS), Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI), Société Mathématique de France (SMF) et des représentants de l'association Femmes & Mathématiques (f&m), du Centre National de la Recherche Scientifique (Institut des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions) (INSMI du CNRS), de la Fondation Sciences Mathématiques de Paris (FSMP), de l'Institut des Hautes Etudes Scientifiques (IHES), et de l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA).

Elles sont soutenues par le comité de parrainage du colloque, en la personne de son président, Philippe Camus (Président d'Alcatel-Lucent, co-gérant du groupe Lagardère).

L'intervention des sciences mathématiques dans le développement des sociétés modernes a crû considérablement dans les vingt dernières années. Elles interviennent de manière cruciale dans de nombreuses sciences naturelles, humaines ou sociales, dans la technologie moderne, et dans la vie de tous les jours, même si on n'en a pas toujours conscience. Elles sont utilisées pour l'imagerie médicale, les jeux vidéo, les moteurs de recherche sur internet, la téléphonie mobile, dans les modèles climatiques, dans la finance, pour ne citer que quelques applications. La vitalité et la santé de l'école mathématique française sont donc devenues un enjeu stratégique.

Tous les indicateurs qualitatifs et quantitatifs mettent en évidence que l'école mathématique française est une des toutes meilleures du monde et que les mathématiques sont le domaine scientifique d'excellence de la France. Pourtant, l'évolution de la place des mathématiques y est préoccupante. Beaucoup de personnes en France en ont une image plutôt négative. Elles gardent un mauvais souvenir de leur enseignement à l'école. Elles leur reprochent souvent un rôle exagéré lors de l'orientation au lycée et au collège. Elles ignorent que les mathématiques sont vivantes et utiles. Faute d'une vision claire des enjeux, ces critiques peuvent ouvrir la voie à une diminution de la place qu'occupe l'enseignement des mathématiques au lycée, avec pour conséquence un niveau de compétence trop faible pour tous, et une formation insuffisante pour les fu-

Compte-rendu et conclusions du Colloque *Maths à Venir 2009*

turs scientifiques. De plus, depuis plusieurs années, les effectifs d'étudiants en mathématiques diminuent dans les universités, alors que l'essentiel du potentiel de recherche y est concentré. Enfin, une diminution du nombre des postes universitaires à l'occasion des nombreux départs à la retraite prévus dans les prochaines années est à craindre, suivie d'une baisse brutale du nombre de postes offerts aux jeunes pendant la période suivante où les départs à la retraite se seront taris. Tout ceci risque d'affecter gravement le potentiel futur de la recherche française.

Si le niveau de sa recherche est globalement excellent, la France est loin d'être exemplaire en ce qui concerne les liens entre les mathématiciens et le monde des entreprises. La formation initiale des ingénieurs français en mathématiques est reconnue internationalement comme un de leurs points forts, mais le fossé entre grandes écoles et universités a pour conséquence que beaucoup d'ingénieurs n'ont pas de contact avec le monde de la recherche mathématique pendant leurs études. Une formation solide en mathématiques incluant les modes d'applications de celles-ci leur est pourtant indispensable. Par ailleurs, la reconnaissance professionnelle des étudiants mathématiciens titulaires d'un master ou d'une thèse reste insuffisante, même si la situation a récemment évolué du fait de la prise de conscience que le doctorat ou PhD est le diplôme de référence au niveau international.

Le colloque MATHS A VENIR 2009 a mis en évidence la nécessité d'une évolution pour la communauté mathématique, avec un renforcement du dialogue avec d'autres communautés techniques et scientifiques, et plus généralement avec l'ensemble de la société. Ces évolutions doivent s'inscrire dans un contexte européen. L'accompagnement des pouvoirs publics est indispensable pour réussir cette mutation.

A la fin du colloque, nous souhaitons que soient ouverts les chantiers suivants.

1) Mieux faire connaître le rôle des mathématiques dans les sociétés modernes et leurs débouchés

Vu le rôle croissant des mathématiques dans la vie économique et sociale, un effort important en matière de diffusion de la culture mathématique, et de formation de mathématiciennes et de mathématiciens doit être fait. La place des femmes dans la communauté mathématique, notamment, est trop réduite. Nous

Compte-rendu et conclusions du Colloque *Maths à Venir 2009*

en sommes conscients et, quand nous parlons de mathématiciens dans la suite de ce texte, il s’agit toujours, évidemment, de femmes et d’hommes.

D’une part, un plus grand nombre de mathématiciens doivent se montrer capables de dialoguer avec les spécialistes d’autres domaines. D’autre part, plus de personnes doivent mieux saisir les enjeux des sciences mathématiques et de leurs applications, tant dans leur vie professionnelle que dans l’exercice de leur citoyenneté.

Une campagne d’information sur l’importance et la vitalité des mathématiques, et sur la variété de leurs débouchés, doit être organisée, visant notamment à faire mieux connaître les métiers des mathématiques.

La communauté mathématique elle-même a besoin d’acquérir une meilleure vision de ces enjeux. Elle doit travailler à rénover l’enseignement des mathématiques à tous les niveaux, collèges, lycées, grandes écoles et universités, en partenariat avec les autres disciplines et en tenant compte notamment de la variété et du niveau des publics vers lesquels elle doit se tourner et des débouchés possibles, présents et à venir.

2) Renforcer l’attractivité de l’école mathématique française

La France doit se donner les moyens de maintenir l’excellence actuelle de son école mathématique. Il faut pour cela continuer à attirer les meilleurs étudiants et les meilleurs chercheurs et enseignants-chercheurs, au niveau mondial. La position atteinte par l’école mathématique française s’appuie sur un tissu de laboratoires de très bon niveau répartis sur le territoire national. Il est nécessaire de veiller au maintien de ces forces en gardant un juste équilibre entre ceux-ci et des centres d’excellence ciblés.

Dans le domaine de l’attractivité, on a pu mettre en évidence lors des tables rondes des constantes et des évolutions notables : d’une part des pays comme les Etats-Unis continuent à être attractifs, d’autre part certains pays émergents ont maintenant les moyens et la volonté à la fois de retenir leurs propres étudiants et chercheurs et d’attirer des chercheurs du plus haut niveau venus de l’extérieur. Nous sommes à un tournant, et il est impératif de pouvoir proposer des conditions de travail et de recherche à la hauteur des meilleures institutions équivalentes à l’étranger.

Compte-rendu et conclusions du Colloque *Maths à Venir 2009*

L'attractivité scientifique d'un pays passe également par la qualité des outils mis à la disposition des scientifiques : des centres de rencontres permettant l'organisation de colloques internationaux, des instituts permettant à des visiteurs étrangers de faire des séjours de recherche par exemple. La communauté mathématique française a su se doter de structures efficaces et reconnues comme telles dans le monde entier. Les moyens dont disposent ces institutions sont cependant très inférieurs à ceux que reçoivent les institutions équivalentes à l'étranger, et doivent être renforcés.

Maintenir l'excellence de la recherche mathématique en France nécessite enfin de respecter l'autonomie intellectuelle des chercheurs : on ne peut pas prévoir dans la recherche fondamentale ce qui donnera lieu à une application, comme on a pu le comprendre lors des tables rondes en écoutant les exemples présentés, en particulier celui décrivant l'application de la théorie des nombres à la cryptographie. L'équilibre entre la recherche laissée à la libre initiative des chercheurs et la recherche sur projets ciblés doit être préservé.

3) Développer les interactions entre les entreprises et les mathématiciens

Les interactions entre laboratoires académiques et industriels doivent être développées. Il s'agit de relations bénéfiques pour les deux parties : les entreprises y gagneront en compétitivité en élargissant leur panoplie d'outils, les mathématiciens y trouveront leur compte en sources de nouveaux problèmes, en accès à de nouveaux moyens, et en reconnaissance de leur utilité pour la société.

Ceci réclame une évolution de l'état d'esprit de chacun, dans le respect des objectifs et des compétences de tous, et une réflexion sur les moyens nécessaires pour donner une impulsion à ces initiatives.

Au niveau de l'enseignement, des départements de sciences mathématiques devraient être créés dans les écoles d'ingénieurs en collaboration avec les universités.

Au niveau de la recherche, différents types d'actions doivent être envisagés, en particulier l'organisation de forums de discussion et de semaines de modélisation pendant lesquelles des acteurs du monde de l'entreprise présentent des problèmes à des groupes de mathématiciens, ou encore la mise en place de structures nationales qui seraient des lieux privilégiés pour lancer des collaborations et former des ingénieurs mathématiciens à double culture. De telles structures ont été

Compte-rendu et conclusions du Colloque *Maths à Venir 2009*

mises en place avec succès dans des pays voisins, comme par exemple l'Institut Fraunhofer en Allemagne. Enfin, les activités de conseil doivent être développées comme un moyen souple d'initier des collaborations entre le monde académique et le monde de l'entreprise.

4) Renforcer les interactions entre les mathématiques et les autres sciences

La communauté mathématique doit s'organiser pour donner une réponse adéquate aux importants besoins en mathématiques venant des autres domaines scientifiques. Lors des conférences et des tables rondes, on a pu constater l'explosion des champs d'applications des mathématiques, y compris vers les sciences humaines et sociales. Il s'agit de favoriser les contacts entre les mathématiciens et les scientifiques d'autres disciplines pour créer des réseaux d'équipes pluridisciplinaires. Pour donner un exemple, il faudrait faire émerger rapidement une dynamique de collaborations autour des applications en biologie, interface cruciale qu'il est urgent de développer et de densifier.

5) Approfondir la réflexion sur la responsabilité et l'éthique des mathématiciens

Le temps est venu pour les mathématiciens de s'interroger sur leurs responsabilités vis-à-vis de l'utilisation qui est faite des outils et des techniques qu'ils développent. La question est d'autant plus importante que le décalage temporel entre le développement des outils conceptuels et leur utilisation s'est considérablement réduit.

Les mathématiciens doivent reconnaître qu'ils sont aujourd'hui dans une situation similaire à celle qu'ont connue d'autres scientifiques avant eux, les physiciens avec l'arme atomique et l'énergie nucléaire, les chimistes avec les questions de pollution, ou les biologistes avec les manipulations génétiques. Les mathématiciens actifs dans les applications ont une responsabilité particulière dans ce processus, mais celle-ci doit toutefois être assumée par l'ensemble de la communauté. Etablir des relations nouvelles entre mathématiques et société impose à la communauté mathématique de s'interroger sur son éthique.

Les moyens à mettre en œuvre

Pour conclure, on doit se poser la question des moyens à mettre en œuvre pour réussir ces évolutions. Le défi majeur est d'organiser une recherche et un enseignement beaucoup plus collaboratifs, où seront mobilisées et interagiront des

Compte-rendu et conclusions du Colloque *Maths à Venir 2009*

compétences multiples, qu'elles soient internes aux mathématiques ou qu'elles soient partagées comme on l'a discuté précédemment.

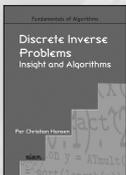
D'une part, la question des moyens matériels mis à la disposition de la recherche est évidemment très importante, alors qu'on a souvent tendance à la sous-estimer pour les mathématiques. On ne peut pas soutenir le développement des calculs sur ordinateur, ni le développement nécessaire des interactions et des échanges internationaux sans moyens substantiels. On ne pourra pas lancer de structure nationale de type Fraunhofer sans un engagement initial important de l'Etat.

D'autre part, il est clair que, dans le contexte actuel, le facteur primordial est le facteur humain : la mise en place de nouvelles orientations et de nouveaux comportements demande que plus de chercheurs aient plus de temps à leur consacrer. Il est significatif que les conférences données lors du colloque se terminaient toutes par des appels d'offres à chercheurs. Le colloque a souligné les dangers de la situation actuelle : départs en retraite importants, diminution des effectifs étudiants scientifiques, manque d'attractivité des carrières académiques. Le défi à relever est donc considérable et demande qu'une attitude extrêmement volontariste soit adoptée. Il est impératif qu'il y ait plus de chercheurs qui puissent se consacrer à temps plein, ou au moins de façon significative, à la réalisation des projets novateurs et interactifs. Cela peut vouloir dire plus d'emplois permanents consacrés à la recherche, mais aussi plus de facilité donnée aux chercheurs et enseignants-chercheurs pour se consacrer au montage de projets d'interactions. Parallèlement il faut encourager par des mesures statutaires et fiscales toutes les mobilités, qui sont reconnues comme l'outil le plus efficace pour susciter des interactions : mobilité entre laboratoires de différentes disciplines, mobilité entre organismes de recherche et universités, mobilité entre monde académique et monde de l'entreprise.

Les mathématiques sont devenues un enjeu stratégique pour l'avenir, et c'est en donnant du temps de recherche à la communauté des mathématiciens qu'on la mobilisera de la façon la plus efficace pour qu'elle puisse relever les défis formidables proposés par la société d'aujourd'hui et de demain.

New Titles in Applied Math from **siam**[®]

www.siam.org/catalog



Discrete Inverse Problems: *Insight and Algorithms* Per Christian Hansen

This book gives an introduction to the practical treatment of inverse problems by means of numerical methods, with a focus on basic mathematical and computational aspects. It includes a number of tutorial exercises.

February 2010 · xii + 213 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-96-2
List Price \$65.00 · SIAM Members \$45.50 · Code FA07

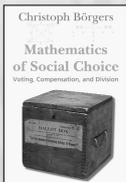
Insight Through Computing: A MATLAB Introduction to Computational Science and Engineering

Charles F. Van Loan and K.-Y. Daisy Fan

This introduction to computer-based problem-solving using the MATLAB[®] environment is highly recommended for students wishing to learn the concepts and skills fundamental to computational science and engineering. A "teaching by examples" approach is used.

2010 · xviii + 434 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-91-7
List Price \$59.00 · SIAM Member Price \$41.30 · Code OT117

Mathematics of Social Choice: *Voting, Compensation, and Division* Christoph Börgers



How do you select a winner from a field of candidates? Rank a field of candidates? Share a divisible resource like a cake, or an indivisible one like a pet or a house? These questions are addressed in this fun and accessible book that takes an entertaining look at the choices made by groups of people with different preferences, needs, and interests.

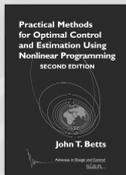
2010 · xii + 245 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-95-5
List Price \$35.00 · SIAM Members \$24.50 · Code OT119

Probabilistic Boolean Networks: *The Modeling and Control of Gene Regulatory Networks*

Ilya Shmulevich and Edward R. Dougherty

This is the first comprehensive treatment of probabilistic Boolean networks, an important model class for studying genetic regulatory networks. It covers basic model properties, including the relationships between network structure and dynamics, steady-state analysis, and relationships to other model classes.

2010 · xiv + 267 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-92-4
List Price \$59.00 · SIAM Member Price \$41.30 · Code OT118



Practical Methods for Optimal Control and Estimation Using Nonlinear Programming, *Second Edition*

John T. Betts

This second edition incorporates much new material while maintaining the concise and focused presentation of the original. The book describes how sparse optimization methods can be combined with discretization techniques for differential-algebraic equations and used to solve optimal control and estimation problems. The interaction between optimization and integration is emphasized throughout the book.

2009 · xiv + 434 pages · Hardcover · ISBN 978-0-898716-88-7
List Price \$89.00 · SIAM Member Price \$62.30 · Code DC19

The Geometry of Random Fields

Robert J. Adler

Originally published in 1981, this remains an important text for its coverage and exposition of the theory of both smooth and nonsmooth random fields; closed form expressions for various geometric characteristics of the excursion sets of smooth, stationary, Gaussian random fields over N-dimensional rectangles; descriptions of the local behavior of random fields in the neighborhoods of high maxima; and a treatment of the Markov property for Gaussian fields.

2010 · xxii + 280 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-93-1
List Price \$89.00 · SIAM Member Price \$59.50 · Code CL62



SIAM Journal on FINANCIAL MATHEMATICS

René Carmona and Ronnie Sircar,
Editors-in-Chief

SIAM Journal on Financial Mathematics addresses theoretical developments in financial mathematics as well as

breakthroughs in the computational challenges they encompass. The journal provides a common platform for scholars interested in the mathematical theory of finance as well as practitioners interested in rigorous treatments of the scientific computational issues related to implementation.

Volume 1 to begin publishing January 2010 · electronic only, continuous publication · free to institutions and individuals through 2010

For more information, go to www.siam.org/journals/sifin.php.

ORDER ONLINE: www.siam.org/catalog

Or use your credit card (AMEX, MasterCard, and VISA): Call SIAM Customer Service at +1-215-382-9800 worldwide · Fax: +1-215-386-7999
E-mail: service@siam.org. Send check or money order in US dollars to: SIAM, Dept. BKMA10, 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.

All prices are in US dollars.

Vie de la communauté

PIERRE-ARNAUD RAVIART DISTINGUÉ PAR L'EUROPEAN ACADEMY OF SCIENCES

Communiqué par Yvon Maday

Pierre-Arnaud Raviart vient d'être distingué par l'une des 7 prestigieuses Médailles Blaise Pascal décernées en 2009 par l'European Academy of Sciences. Créée en 1999, cette Académie s'est donné pour but de rassembler les universitaires et ingénieurs à la pointe de la recherche en Europe.

Pierre-Arnaud Raviart est Directeur de Recherche CNRS émérite au laboratoire Jacques-Louis Lions, laboratoire à la direction duquel il a succédé à Jacques-Louis Lions après le départ de celui-ci pour le Collège de France. Il est l'un des mathématiciens appliqués français les plus connus et les plus inventifs. C'est un spécialiste de la modélisation mathématique des problèmes issus de la physique, ainsi que de la définition et de l'analyse des méthodes d'approximation de ces problèmes, et cette médaille vient récompenser l'impact que ses recherches ont eu dans ces domaines. On peut en effet dire de Pierre-Arnaud Raviart qu'il est le père de plusieurs écoles mathématiques, puisqu'il a défriché au cours de sa carrière plusieurs directions de recherches qui ont ensuite été développées par ses élèves et ses collègues et lui ont acquis une renommée internationale. Parmi ces directions de recherche, nées des problèmes qu'il a étudiés avec des physiciens du CEA et d'EDF, figurent

- la discrétisation des problèmes instationnaires, et en particulier celle des problèmes non-linéaires dégénérés ;
- l'analyse de la méthode des éléments finis en mécanique des fluides et en neutronique, avec l'introduction de nouveaux éléments finis auxquels son nom est associé ;
- l'analyse des méthodes particulières pour la physique des plasmas ;
- l'analyse des systèmes hyperboliques de lois de conservation ;
- l'analyse des systèmes couplés conservatifs / non conservatifs.

Dans la plupart de ces directions de recherche, Pierre-Arnaud Raviart est l'auteur de livres qui sont des succès par le nombre d'exemplaires vendus, mais surtout qui se sont imposés comme les références dans ces domaines : qu'il suffise de citer ses deux livres sur l'approximation par éléments finis en mécanique des

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

fluides avec Vivette Girault, son introduction à l'analyse numérique des EDP avec Jean-Marie Thomas, et ses deux livres sur les lois de conservation hyperboliques avec Edwige Godlewski. Ces livres sont tous le reflet de cours qu'il a donnés, avec le talent que ses étudiants ont apprécié, dans le cadre du DEA d'Analyse Numérique de l'Université Pierre et Marie Curie qu'il a longtemps dirigé.

Pierre-Arnaud Raviart a aussi été à l'initiative de nombre de réalisations au service de la communauté, par exemple en se penchant sur le berceau de la SMAI lors de la naissance de celle-ci et en favorisant les discussions et les interactions entre mathématiciens appliqués universitaires, chercheurs de centres industriels, et spécialistes d'autres disciplines, en particulier au travers de nombreux groupes de travail.

Son départ à la retraite, après quelques années passées à l'Ecole Polytechnique, lui a permis d'élargir son spectre de compétences vers les arts, et en particulier vers la peinture dont il est maintenant (également) devenu un expert ; ce qui ne l'empêche pas de continuer à travailler activement au sein du groupe de travail sur la modélisation des fluides multiphasiques du Laboratoire qu'il avait quitté comme Laboratoire d'Analyse Numérique et qui, entre temps, est devenu le Laboratoire Jacques-Louis Lions.



Hélène de Rode, Présidente de l'European Academy of Sciences, et Pierre-Arnaud Raviart, récipiendaire de la Médaille Blaise Pascal 2009 de l'EAS. (Photo :M. Vohralik)

CHERCHEURS INVITÉS

Université Joseph Fourier Grenoble 1, Laboratoire Jean Kuntzmann

Opsomer, Jean et Meyer, Mary, Colorado State University, du 17 mai 2010 au 15 juin 2010. *Spécialité* : Régression non paramétrique, polynômes locaux, modèles additifs, contraintes de forme *Contact* : Anestis Antoniadis Anestis.Antoniadis@imag.fr

En direct des universités

par Christian Gout

Avancement de grade

*Avancement de grade au choix
des enseignants-chercheurs au titre de l'année 2010*

EN DIRECT DES UNIVERSITÉS

Suite à l'information ministérielle relative à la NOUVELLE PROCEDURE D'AVANCEMENT des enseignants chercheurs, les modalités de constitution viennent d'être mises en ligne sur le portail galaxie à l'adresse suivante :

https://www.galaxie.enseignementsup-recherche.gouv.fr/ensup/candidats_electra.htm

- L'article 7-1 du décret numéro 84-431 du 6 juin 1984 modifié précise que l'enseignant-chercheur promouvable, candidat à une promotion de grade, établit un dossier de candidature à un avancement de grade comportant un rapport mentionnant l'ensemble de ses activités et leurs évolutions éventuelles. Ce rapport est remis au président de l'université qui en assure la transmission au CNU, revêtu de l'avis du conseil d'administration sur les activités pédagogiques et les tâches d'intérêt général qui figurent dans le rapport de l'intéressé.

- Désormais, Le dossier de candidature est dématérialisé. Il faudra vous connecter à l'application ELECTRA, au sein du portail GALAXIE, qui vous permettra de saisir votre dossier dans : "accès ELECTRA/avancement de grade"

ATTENTION : Le lien permettant l'accès à ELECTRA sera activé à partir du **1er février 2010**

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES POUR LE MASTER/SMAI

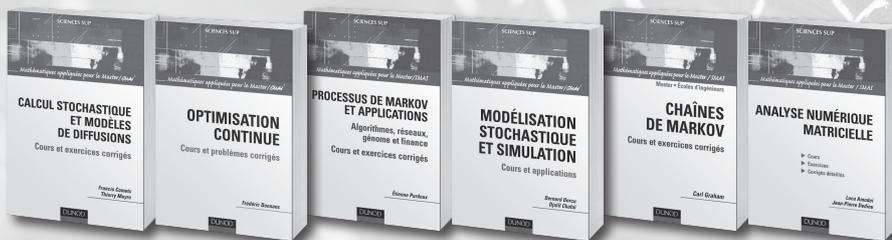
Les ouvrages de la série « Mathématiques appliquées pour le Master/SMAI » s'adressent aux étudiants en Master ou en écoles d'ingénieurs.

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.

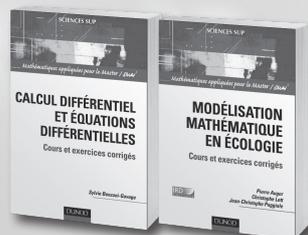
Déjà parus :

- **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, Djallil 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



Mathématiques & Applications

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

- Vol. 55 P. Lopez, A. S. Nouri, *Théorie Élémentaire et Pratique de la Commande par les Régimes Glissants*, 2006, 336 p., 64,95€- tarif SMAI : 51,96€
- Vol. 56 J. Cousteix, J. Mauss, *Analyse Asymptotique et Couche Limite*, 2006, 396 p., 79 €- tarif SMAI : 63,20 €
- Vol 57 J. F. Delmas, B. Jourdain, *Modèles aléatoires. Applications aux sciences de l'ingénieur et du vivant*, 2006, 433 p., 84 €- tarif SMAI : 67,20 €
- Vol 58 G. Allaire, *Conception optimale de structures*, 2006 - 2007, 280 p., 58 €- tarif SMAI : 46,40 €
- Vol 59 M. Elkadi, B. Mourrain, *Introduction 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., 95 €- tarif SMAI : 76 €
- Vol 66 W. Liu, *Une introduction aux problèmes inverses elliptiques et paraboliques*, 2009, 270p., 64 €- tarif SMAI : 51.20 €
- Vol 67 W. Tinsson *Plans d'expérience : constructions et analyses statistiques*, 2010, 530p., 100 €- tarif SMAI : 80 €

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 €(+ 1,50 €par ouvrage supplémentaire).

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

Comptes Rendus de Manifestations

UN COMPTE-RENDU DES JOURNÉES 40 ANS DU LJLL

Laboratoire Jacques-Louis Lions
Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)
17–18 décembre 2009

Communiqué par François Murat

Le laboratoire d’analyse numérique a été fondé en 1969 par Jacques-Louis Lions. Après le décès de son fondateur en 2001, il a pris en 2002 le nom de laboratoire Jacques-Louis Lions.

Pour fêter son 40ème anniversaire, le Laboratoire Jacques-Louis-Lions avait décidé d’organiser les 17 et 18 décembre 2009, juste avant les vacances de Noël, les Journées 40 ans du LJLL

(quelle originalité dans le choix du titre !).

La première partie, le jeudi 17 décembre après-midi, a eu lieu à Jussieu, sur le campus de l’Université Pierre et Marie Curie et plus précisément dans l’un des amphis (rénové) des barres de Cassan situées le long de la Seine. C’était un clin d’œil au prochain retour du laboratoire à Jussieu, prévu pour l’été 2010, dans le secteur 26–16–15–26 (et non plus dans le couloir historique du 5ème étage de 55–65), après 11 ans d’exil (sic) à Chevaleret.

L’après-midi a été essentiellement consacré à des discours : après une introduction par J.-C. Pomerol, Président de l’UPMC, F. Murat a dit quelques mots sur Jacques-Louis Lions. Les anciens directeurs du laboratoire (P.-A. Raviart, P.G. Ciarlet –qui n’avait pu se déplacer mais avait envoyé une lettre, lue par Y. Maday– et O. Pironneau) ont ensuite évoqué la vie du laboratoire et leurs actions. Sont ensuite intervenus des anciens du laboratoire : C. Bardos, D. Cioranescu, M. Crouzeix, G. Dinca et R. Glowinski. Après une pause-café, l’après-midi s’est conclue par une conférence de P.-L. Lions “(Toujours) sur les jeux à champ moyen”.

Puis la fête a continué dans le hall de l’Atrium, nouveau bâtiment du campus Jussieu, avec un grand (et délicieux) cocktail précédé d’interventions de représentants des deux tutelles du laboratoire : L. Buisson, Directeur général délégué à la recherche de l’UPMC, et G. Métivier, Directeur de l’INSMI-CNRS. Ces interventions ont été suivies par la remise à P.-A. Raviart de la médaille Blaise Pascal par H. de Rode, Présidente de l’European Academy of Sciences (voir à ce sujet

COMPTE RENDUS DE MANIFESTATIONS

l'article d'Yvon Maday dans la rubrique "Vie de la Communauté" de ce numéro de Matapli (page 55)). Le cocktail s'est terminé par un concert de très haute qualité donné dans une atmosphère décontractée par des membres et des anciens du laboratoire.

La journée du vendredi 18 décembre, elle, a eu lieu à Chevaleret, le matin dans les deux plus grandes salles de cours, avec une retransmission vidéo de l'une vers l'autre (mais pas réciproquement), et l'après-midi dans quatre salles plus petites.

La matinée a été consacrée à de brefs exposés (20 minutes) des derniers chercheurs et enseignants-chercheurs arrivés au laboratoire : J.-F. Babadjian, C. Cancès, B. Després, V. Millot, Pause-Café (un ancien, mais qui est toujours aussi bon), G. Nadin, S. Serfaty et N. Vauchelet. Le repas de midi avait été organisé dans la grande tradition des pots du laboratoire : tous les plats avaient été préparés par les participants, sous l'impulsion des doctorants du labo. Cela a été un succès comme autrefois.

L'après-midi, 8 sessions en parallèle (2 blocs de 4 sessions séparés par une pause-café, encore lui) ont permis à des membres du labo et à des anciens d'illustrer par de brefs exposés les thèmes historiques et les thèmes prioritaires du laboratoire : équations aux dérivées partielles, analyse numérique, contrôle, traitement du signal et de l'information, biomaths, ITER, calcul haute performance et gestion des aléas, et collaborations scientifiques université-industrie.

Pour les plus courageux, la journée s'est terminée par un (très bon) dîner au restaurant du Louvre précédé d'une visite guidée (d'une partie) du musée, le tout dans une ambiance exceptionnelle.

Cet énoncé du programme ne rend pas compte de l'ambiance, très chaleureuse, avec le plaisir de retrouver des anciens amis et collègues et des souvenirs des années passées, ni des échanges entre les générations, ni de la qualité des exposés scientifiques, intéressants et percutants, qui ont dressé un beau portrait d'un laboratoire en pleine activité. Beaucoup d'anciens étaient venus, et certains de très loin (Algérie, Arabie Saoudite, Brésil, Espagne, Italie, Roumanie, Tunisie, USA, entre autres) malgré la neige qui avait retardé l'atterrissage de certains avions. Chacune des demi-journées a réuni plus de 200 personnes, et le dîner au Louvre plus de 170 !

Les participants se sont vus remettre un sac (comme toujours) (mais cette fois-ci il était en coton et il peut être réutilisé pour faire ses courses), et une magnifique tasse bleue marquée "LJLL 1969-2009". On peut retrouver des photos des participants et des vidéos des discours et conférences sur

[http://www.ann.jussieu.fr/40 ans](http://www.ann.jussieu.fr/40%20ans)

COMPTE RENDUS DE MANIFESTATIONS

qui donne aussi l'accès à l'annuaire des anciens mis en place à cette occasion. Il convient enfin de remercier les sponsors dont les logos figurent sur le site et qui ont permis la réalisation de ces belles Journées.

En conclusion : rendez-vous dans dix ans pour les 50 ans !

Et aussi (petite page de publicité) : rendez-vous bientôt pour un autre évènement : les journées organisées au Laboratoire Jacques-Louis Lions à Chevaleret les 25 et 26 mars 2010 à l'occasion de la remise à John Ball du Doctorat Honoris Causa de l'UPMC...

RÉSUMÉ DE LA CONFÉRENCE MIA'09

Mathematics and Image Analysis 2009

14-16 Décembre 2009, Institut Henri Poincaré, Paris

Communiqué par **Gabriel Peyré**

La conférence *Mathematics and Image Analysis 2009* s'est déroulée les 14, 15 et 16 Décembre 2009 à l'Institut Henri Poincaré, Paris. Cette conférence fait suite aux éditions précédentes qui ont eu lieu en 2004 et 2006. MIA'09 a été organisée par le GDR *Mathématiques des systèmes perceptifs et cognitifs* (GDR CNRS 2286) avec le soutien de Thales. Le comité d'organisation est composé de Gabriel Peyré, Laurent Cohen (Univ. Paris-Dauphine) et Frédéric Barbaresco (Thales).



Albert Cohen

Caroline Chaux

Frédo Durand

Une sélection parcimonieuse de quelques orateurs en action lors de MIA'09.

La conférence a été un grand succès, avec plus de 220 participants sur l'ensemble des trois jours, et 27 exposés donnés par des experts des domaines du traitement mathématique des images et de ses applications. Les exposés ont été très variés, à l'interface entre la recherche en mathématiques appliquées

COMPTES RENDUS DE MANIFESTATIONS

(EDP, méthodes statistiques, parcimonie, méthodes variationnelles, etc.) et les nouveaux développements en vision biologique et par ordinateur. Les fronts de recherche récents tels les représentations parcimonieuses et les neurosciences ont été au coeur de cette édition de MIA.

Pierre Vandergheynst (EPFL) a présenté un tour d'horizon des représentations parcimonieuses et de leurs applications en traitement d'images. D'autres exposés ont permis d'explorer l'optimisation du dictionnaire (Rémi Gribonval, INRIA), l'utilisation de triangulations et diffusions adaptées (Albert Cohen, Univ. Paris 6 ; Joachim Weickert, Univ. Saarland) ainsi que des applications en informatique graphique (Fredo Durand, MIT).

David Field (Univ. Cornell) est l'un des pionniers des représentations parcimonieuses en neurosciences. Son exposé a fait le pont entre les méthodes mathématiques et les modèles biologiques. L'exposé de Simon Thorpe (Univ. Toulouse) a montré l'importance du codage temporel dans le cortex visuel et son implication pour la reconnaissance ultra rapide des visages. Plusieurs orateurs ont proposé des architectures mathématiques et numériques pour la reconnaissance des objets, faisant ainsi écho à l'exposé de Thorpe. Par exemple Alan Yuille (UCLA) et James Elder (Univ. York) proposent des méthodes d'inférence statistique pour la compréhension d'une scène complexe.

Il m'est impossible de décrire convenablement l'ensemble des contributions à MIA'09. Pour obtenir une vision plus complète des domaines de recherche récents en traitement d'images, je recommande la lecture des transparents des exposés disponibles sur la page web de la conférence

<http://www.ceremade.dauphine.fr/~peyre/mia09/>

Je vous donne rendez-vous en 2011 pour la prochaine édition de *Mathematics and Image Analysis* !

RETOUR SUR LA CONFÉRENCE CDPS 2009

Communiqué par C. Prieur

La sixième édition de la conférence CDPS (IFAC Workshop on Control of Distributed Parameter Systems), organisée par différentes institutions toulousaines (dont le LAAS et l'ISAE), s'est déroulée du 20 au 24 juillet 2009 à Toulouse. Environ 150 chercheurs en mathématiques appliquées (de 14 nationalités différentes), se sont retrouvés pour assister aux 80 exposés sur les récents progrès en théorie du contrôle sur les systèmes à paramètres répartis et ses applications. Une partie de la journée du mardi 21 juillet a donné lieu à des échanges entre industriels et universitaires, la matinée étant plus particulièrement consacrée aux méthodes numériques et aux applications présentées par des universitaires, tandis que des industriels (en aéronautique essentiellement) ont présenté des travaux l'après-midi. Les présentations et les actes peuvent être consultées sur la page de la conférence :

<http://www.laas.fr/CDPS09/>

Un modèle de mouvements de foule

par *Juliette Venel*¹

Le but de cet article est de présenter l'étude d'un modèle de mouvements de foule que j'ai effectuée dans le cadre de ma thèse sous la direction de Bertrand Maury à l'université Paris XI.

1 Introduction

Depuis plusieurs décennies, de nombreuses études portant sur le comportement des piétons ont été menées. Dans un premier temps, des travaux d'observation ([18, 38, 44]) ont été effectués dans le but de réunir des données qualitatives (préférences, tendances des marcheurs) mais aussi quantitatives comme pour préciser par exemple, la vitesse des individus en fonction de la densité de la foule. Ensuite, de nombreux modèles de mouvements de foule ont été proposés. Ces derniers affichent un but commun, prédire les chemins les plus empruntés mais diffèrent sur plusieurs points : leur mode de représentation de la foule (microscopique en se plaçant à l'échelle de l'individu ou macroscopique en décrivant la foule par sa densité), leur façon d'appréhender les zones de déplacement (discretisation spatiale ou non) et leur caractère déterministe ou stochastique. Ces modèles peuvent être classés en quatre catégories : les modèles basés sur des automates cellulaires [5, 9, 37, 40], les modèles utilisant des graphes orientés [6, 7, 31, 45], le modèle de forces sociales [21, 20] et les modèles macroscopiques [19, 23, 25, 26, 27, 10, 1, 33]. Beaucoup de ces modèles ont abouti à la création de logiciels de simulation du trafic piétonnier, comme par exemple PedGo [24], SimPed [13], Legion [41] ou encore Mipsim [25].

Cette modélisation a de nombreux enjeux et ses simulations numériques sont de plus en plus demandées par les constructeurs de bâtiments, tunnels, navires et avions. L'un des buts est d'améliorer le confort des piétons. Déterminer leurs trajectoires permet en effet de proposer des directives de construction (largeur satisfaisante des couloirs, des portes) mais aussi de positionner stratégiquement des

¹Univ Lille Nord de France, F-59000 Lille, France
UVHC, LAMAV, F-59313 Valenciennes, France Cedex
juliette.venel@univ-valenciennes.fr

panneaux d'information. Cependant, il existe un tout autre enjeu à la modélisation des mouvements de foule : la sécurité des individus.

Depuis plusieurs années, la demande de simulations d'évacuation en cas d'urgence n'a cessé d'augmenter. L'objectif est d'estimer la durée de l'évacuation (à comparer par exemple au temps de propagation d'un feu) mais aussi de prédire les zones où les individus seront fortement concentrés. Les résultats permettraient d'éviter dans la mesure du possible, les situations dites d'écrasement, responsables de nombreux accidents pouvant s'avérer mortels.

Selon [20], de telles situations sortent véritablement du cadre classique des déplacements piétonniers. Lorsque les gens se promènent sans précipitation, ils ont tendance à garder leurs distances avec les autres individus et les obstacles (murs, tables, ...). Dans le cas d'une situation d'urgence, les personnes pressées voire même en proie à la panique, n'hésitent pas à pousser les autres et de fortes pressions s'exercent alors entre les individus. Les piétons peuvent aussi être entraînés vers des obstacles qu'ils souhaitaient pourtant contourner, ce qui parfois, à cause de la trop forte pression exercée, provoque l'effondrement dramatique de ces derniers. De telles situations sont donc caractérisées par une densité élevée et de nombreux contacts qu'il est essentiel de bien gérer pour mieux rendre compte de la dynamique globale du trafic piétonnier.

Pour simuler des évacuations d'urgence, les modèles généralement utilisés sont ceux qui reposent sur une discrétisation spatiale, représentant le sol par un damier ou par un graphe. Ils sont en effet peu coûteux en temps de calcul puisque les contacts y sont gérés intrinsèquement : chaque case ou noeud est soit vide, soit occupé par une seule personne et le déplacement des individus s'effectue toujours suivant cette règle. Dans [20], un autre modèle propose de gérer ces contacts avec des forces de répulsion entre les piétons. Cependant, ces méthodes (principe d'exclusion ou force de répulsion) ne prennent pas en compte le conflit direct entre les individus, et ne peuvent donc pas fournir d'informations sur les interactions locales entre les piétons.

Dans la suite, nous proposons un modèle de mouvements de foule traitant directement les contacts entre les individus et pouvant déterminer les zones susceptibles d'afficher de fortes pressions.

2 Présentation du modèle

Le modèle microscopique de mouvements de foule proposé repose sur deux principes. D'une part, chaque personne a une vitesse souhaitée, celle qu'elle aurait en l'absence des autres. D'autre part, la vitesse réelle des individus prend en compte une certaine contrainte d'encombrement maximal. Plus précisément, dans ce modèle, la vitesse réelle est la projection de la vitesse souhaitée sur un ensemble dit de vitesses admissibles (qui respectent une contrainte de non-chevauchement des disques représentant les individus).

Dans le premier point du modèle réside sa souplesse puisque tout modèle de prédiction des mouvements piétonniers peut être ici intégré. Dans le second point du modèle, s'opère la gestion directe des contacts.

2.1 Une première écriture du modèle

Nous proposons un modèle de mouvements de foule dans lequel les personnes sont assimilées à des disques rigides, évoluant dans un espace bidimensionnel susceptible de contenir des obstacles. Ces disques ont pour rayons r_1, r_2, \dots, r_n et sont repérés par les coordonnées de leurs centres (voir figure 1). Ainsi la disposition des différentes personnes est donnée par le vecteur $\mathbf{q} = (q_1, q_2, \dots, q_N) \in \mathbb{R}^{2N}$, espace qui sera muni de la norme euclidienne.

On définit pour $i < j$ sur \mathbb{R}^{2N} , la fonction D_{ij} , distance relative entre les personnes i et j , de la manière suivante,

$$D_{ij}(\mathbf{q}) = |q_i - q_j| - (r_i + r_j).$$

Une configuration est dite admissible si les distances relatives entre toute paire d'individus sont positives. L'ensemble de ces configurations s'écrit donc de la manière suivante :

Définition 2.1 (Ensemble de configurations admissibles).

$$Q = \{\mathbf{q} \in \mathbb{R}^{2N}, \forall i < j, D_{ij}(\mathbf{q}) \geq 0\}.$$

Le gradient de la fonction D_{ij} au point \mathbf{q} est :

$$\mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}) = \nabla D_{ij}(\mathbf{q}) = (0, \dots, 0, \underset{i}{-e_{ij}(\mathbf{q})}, 0, \dots, 0, \underset{j}{e_{ij}(\mathbf{q})}, 0, \dots, 0) \in \mathbb{R}^{2N},$$

avec

$$e_{ij}(\mathbf{q}) = \frac{q_j - q_i}{|q_j - q_i|}.$$

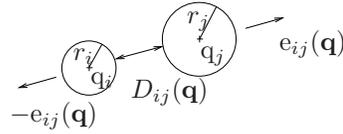


FIG. 1: Notations.

Vitesse souhaitée

Le premier point du modèle consiste à choisir une vitesse souhaitée pour les individus. Ce choix est important puisque cette vitesse renferme toutes les informations sur le comportement des piétons. Elle doit traduire dans quelle mesure la géométrie des lieux et la présence d'autres personnes influencent les déplacements d'un individu. La vitesse souhaitée d'un individu est dépendante de sa propre position dans la pièce. En effet, il est essentiel de prendre en compte les obstacles présents dans une pièce et de préciser comment les piétons vont vouloir les contourner. Bien évidemment, il existe de nombreuses possibilités. Nous faisons ici le choix qui peut être considéré comme le plus simple. Nous supposons que tous les individus ont le même comportement : ils veulent atteindre la sortie en parcourant le plus court chemin évitant les obstacles. En notant $\mathcal{D}(\mathbf{x})$ la distance géodésique entre la position \mathbf{x} et la sortie la plus proche, la vitesse souhaitée des N personnes peut maintenant être précisée,

$$\mathbf{U}(\mathbf{q}) = (\mathbf{U}_0(\mathbf{q}_1), \dots, \mathbf{U}_0(\mathbf{q}_N)) \text{ avec } \mathbf{U}_0(\mathbf{x}) = -s \nabla \mathcal{D}(\mathbf{x}),$$

où le réel positif s représente la norme du vecteur $\mathbf{U}_0(\mathbf{x})$, i.e. l'allure souhaitée.

Remarque 1. *La vitesse souhaitée d'un individu peut aussi être rendue dépendante de la position des autres piétons. Lorsque plusieurs chemins sont possibles, les personnes pressées ont parfois tendance à emprunter le chemin le moins embouteillé. Il est tout à fait envisageable de distinguer les piétons en les munissant de différentes stratégies en cas de situation engorgée (cf.[42]). Toutefois, on prendra garde au fait que lors d'une évacuation d'urgence, les personnes en proie à la panique ne développent pas en général de stratégies individuelles.*

Vitesse réelle

Passons maintenant au second point du modèle qui permet de gérer les contacts entre les individus. Dans une situation d'évacuation, mettant en jeu un grand nombre d'individus, les personnes finissent par se gêner mutuellement et ne peuvent avancer avec leur vitesse souhaitée. Pour empêcher le chevauchement

des disques qui représentent les individus, on impose à la vitesse réelle d'appartenir à un ensemble de vitesses dites admissibles, défini comme suit :

Définition 2.2 (Ensemble de vitesses admissibles).

$$\mathcal{C}_{\mathbf{q}} = \{ \mathbf{v} \in \mathbb{R}^{2N}, \forall i < j, D_{ij}(\mathbf{q}) = 0 \Rightarrow \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}) \cdot \mathbf{v} \geq 0 \}.$$

Dans le modèle, la vitesse réelle \mathbf{u} des N individus est la projection euclidienne de la vitesse souhaitée \mathbf{U} sur l'ensemble des vitesses admissibles $\mathcal{C}_{\mathbf{q}}$. Le modèle s'écrit donc finalement :

$$\begin{cases} \mathbf{q} = \mathbf{q}_0 + \int \mathbf{u}, \\ \mathbf{u} = \mathbf{P}_{\mathcal{C}_{\mathbf{q}}} \mathbf{U}. \end{cases} \quad (1)$$

Remarque 2. Cette écriture assez simple sous la forme d'une équation différentielle du premier ordre masque certaines difficultés. L'ensemble $\mathcal{C}_{\mathbf{q}}$ ne dépend pas continûment de \mathbf{q} . En effet, lorsque la configuration \mathbf{q} ne présente aucun contact, l'ensemble $\mathcal{C}_{\mathbf{q}}$ est l'espace \mathbb{R}^{2N} (il n'y a aucune contrainte sur la vitesse). Mais dès qu'apparaît un contact, cet ensemble se transforme en un demi-espace.

Pour préciser le cadre mathématique dans lequel ce problème se situe, une reformulation de (1) est nécessaire.

2.2 Réécriture du modèle

On introduit pour $\mathbf{q} \in Q$, le cône $\mathcal{N}_{\mathbf{q}}$, cône polaire de $\mathcal{C}_{\mathbf{q}}$ qu'on appelle cône normal sortant au point \mathbf{q} .

Définition 2.3 (Cône normal sortant).

$$\mathcal{N}_{\mathbf{q}} = \{ \mathbf{w} \in \mathbb{R}^{2N}, \forall \mathbf{v} \in \mathcal{C}_{\mathbf{q}}, \mathbf{v} \cdot \mathbf{w} \leq 0 \}.$$

La figure 2 illustre cette définition. On a schématisé l'ensemble $Q \subset \mathbb{R}^{2N}$ qui par définition est une intersection de complémentaires de convexes. Sur cette figure, sont représentées deux configurations admissibles \mathbf{q}_1 et \mathbf{q}_2 de Q , affichant respectivement un et deux contacts. On remarque que dans le cas d'un unique contact, le cône $\mathcal{N}_{\mathbf{q}_1}$ est engendré par la normale sortante au domaine d'équation $D_{34} \geq 0$, qui est le vecteur $-\mathbf{G}_{34}(\mathbf{q}_1)$ renormalisé. Dans le cas de deux contacts (ou plus), la configuration \mathbf{q}_2 est un point où la surface est non lisse et le cône

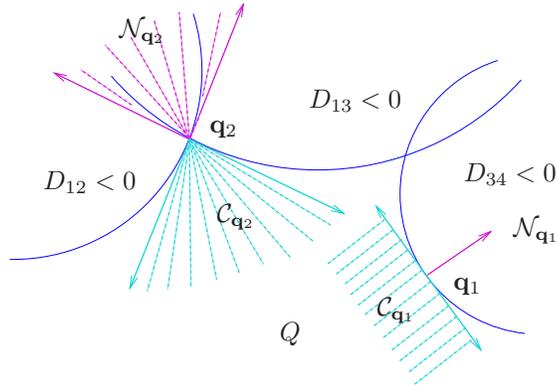


FIG. 2: Cônes \mathcal{C}_q et \mathcal{N}_q .

\mathcal{N}_{q_2} (engendré par $-\mathbf{G}_{12}(q_2)$ et $-\mathbf{G}_{13}(q_2)$) étend en quelque sorte la notion de direction normale sortante.

Grâce au lemme de Farkas, l'expression du cône \mathcal{N}_q peut être précisée en toute généralité.

Propriété 1.

$$\mathcal{N}_q = \left\{ - \sum_{i < j} \mu_{ij} \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}), \mu_{ij} \geq 0, \mu_{ij} = 0 \text{ si } D_{ij}(\mathbf{q}) > 0 \right\}.$$

D'après le résultat classique de la décomposition d'un espace de Hilbert comme somme de deux cônes mutuellement polaires (cf. par ex. [36]), on a $\mathbf{P}_{\mathcal{C}_q} + \mathbf{P}_{\mathcal{N}_q} = \text{Id}$. Le système (1) se réécrit ainsi

$$\begin{cases} \frac{d\mathbf{q}}{dt} + \mathbf{P}_{\mathcal{N}_q} \mathbf{U}(\mathbf{q}) = \mathbf{U}(\mathbf{q}) \\ \mathbf{q}(0) = \mathbf{q}_0. \end{cases} \quad (\text{E}_1)$$

En écrivant que $\mathbf{P}_{\mathcal{N}_q} \mathbf{U} \in \mathcal{N}_q$, on obtient la relation suivante entre vitesse réelle et vitesse souhaitée :

$$\begin{cases} \frac{d\mathbf{q}}{dt} + \mathcal{N}_q \ni \mathbf{U}(\mathbf{q}), \\ \mathbf{q}(0) = \mathbf{q}_0. \end{cases} \quad (\text{E}_2)$$

On aboutit donc à une inclusion différentielle du premier ordre faisant intervenir l'opérateur multivalué (ou multivoque) \mathcal{N} , qui à un point $\mathbf{q} \in \mathbb{R}^{2N}$ associe le cône $\mathcal{N}_q \subset \mathbb{R}^{2N}$ (en posant pour tout point $\mathbf{q} \notin Q$, $\mathcal{N}_q = \emptyset$).

Remarque 3 (Interprétation de l'inclusion différentielle).

Si une configuration \mathbf{q} ne présente aucun contact, alors l'ensemble des vitesses admissibles $\mathcal{C}_{\mathbf{q}}$ est l'espace \mathbb{R}^{2N} , et par conséquent le cône normal sortant $\mathcal{N}_{\mathbf{q}}$ est égal à $\{0\}$. Dans ce cas, la première relation de (E_2) affirme juste

$$\frac{d\mathbf{q}}{dt} = \mathbf{U}(\mathbf{q}).$$

Quand il n'y a pas de contact, il n'existe pas de contraintes et la vitesse réelle est égale à la vitesse souhaitée. Lorsque des contacts existent, l'inclusion différentielle traduit juste le fait suivant : la configuration \mathbf{q} qui est soumise au champ $\mathbf{U}(\mathbf{q})$, doit évoluer tout en restant dans Q .

Cette nouvelle écriture nous permet tout d'abord dans un cas particulier, d'utiliser des résultats classiques pour justifier le caractère bien posé du problème.

2.3 Cas particulier : déplacement dans un couloir

On considère la situation particulière où des personnes évoluent dans un couloir si étroit qu'elles ne peuvent se dépasser. Dans ce cas, on peut imposer un ordre sur la position des personnes, ordre qui sera toujours respecté, grâce à la contrainte de non-chevauchement. L'ensemble des configurations admissibles peut alors s'écrire de la façon suivante

$$Q_c = \{\mathbf{q} = (q_1, \dots, q_N) \in \mathbb{R}^N, q_{i+1} - q_i \geq r_i + r_{i+1}\}. \quad (2)$$

C'est un ensemble convexe et on peut vérifier que dans ce cas, pour tout $\mathbf{q} \in \mathbb{R}^{2N}$,

$$\mathcal{N}_{\mathbf{q}} = \partial I_{Q_c}(\mathbf{q}).$$

En tant que sous-différentiel de l'indicatrice d'un convexe, l'opérateur \mathcal{N} est maximal monotone. Dès lors, on peut appliquer les résultats de la théorie de ces opérateurs (cf. par ex. [8]) pour en déduire que le problème (E_2) est bien posé si on suppose \mathbf{U} Lipschitz.

Malheureusement, ces résultats ne s'appliquent plus dans le cas général d'un déplacement bidimensionnel puisque l'ensemble Q n'est pas convexe (cf. fig. 3) et l'opérateur \mathcal{N} n'est pas monotone.

3 Etude théorique générale

3.1 Notion de prox-régularité

L'ensemble des configurations admissibles Q n'est pas convexe mais présente une propriété plus faible, celle d'uniforme prox-régularité que nous allons intro-

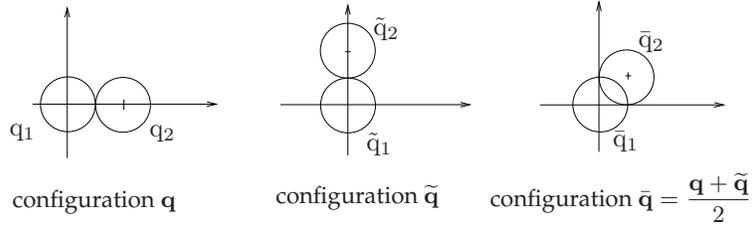


FIG. 3: Défaut de convexité.

duire maintenant.

Pour cela, on se place dans un espace de Hilbert H muni de sa structure hilbertienne et on considère S un sous-ensemble fermé non vide de H . On note $d_S(y)$ la distance du point y à l'ensemble S , définie par

$$d_S(y) = \inf_{x \in S} \{|y - x|\}.$$

De plus, pour $y \in H$ on définit l'ensemble des points de S , les plus proches de y par,

$$P_S(y) = \{x \in S, d_S(y) = |y - x|\}.$$

Si $P_S(y)$ est réduit au singleton x , on notera plus simplement $x = P_S(y)$.

Définition 3.1. On appelle cône proximal normal à S en x l'ensemble

$$N(S, x) = \left\{ v \in H, \exists \alpha > 0, x \in P_S(x + \alpha v) \right\}.$$

Cette notion a été introduite par F.H. Clarke, R.J. Stern et P.R. Wolenski dans [12].

Définition 3.2. Soit $\eta > 0$, S est η -prox-régulier (ou uniformément prox-régulier de constante η) si et seulement si, pour tout $x \in S$ et tout $v \in N(S, x) \setminus \{0\}$,

$$B\left(x + \eta \frac{v}{|v|}, \eta\right) \cap S = \emptyset,$$

autrement dit, si et seulement si, pour tout $x \in S$ et tout $v \in N(S, x)$,

$$v \cdot (y - x) \leq \frac{|v|}{2\eta} |y - x|^2, \forall y \in S.$$

Remarque 4. Le concept de prox-régularité uniforme a été introduit en 1959 par H. Federer dans [17] en dimension finie sous le nom d'ensembles "positively reached". Cependant la dénomination de prox-régularité est plus récente et date des travaux de R.A.

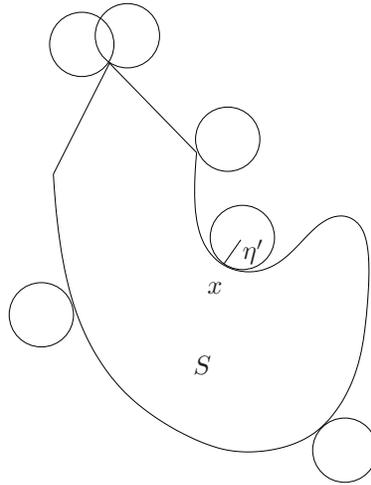


FIG. 4: Ensemble η -prox-régulier.

Poliquin, R.T. Rockafellar et L.Thibault dans [39]. Cette notion de prox-régularité a été étendue à des sous-ensembles d'un espace de Hilbert mais aussi d'un espace de Banach dans [2, 3].

Il est à noter qu'un ensemble $C \subset H$ est convexe si et seulement si C est ∞ -prox-régulier. La bonne propriété d'un convexe fermé C inclus dans un espace de Hilbert est que la projection sur C de tout point de l'espace est bien définie, autrement dit, il existe un unique point de C qui réalise le minimum de la distance à C . Un ensemble S uniformément prox-régulier vérifie une propriété plus faible : la projection sur S est bien définie pour tous les points situés à une distance suffisamment petite de S (inférieure à sa constante de prox-régularité).

Propriété 3.3. *Si S est η -prox-régulier, alors pour tout $y \in H$, tel que $d_S(y) < \eta$, la projection de y sur S est bien définie, au sens où l'ensemble $P_S(y)$ est un singleton.*

La figure 4 illustre cette propriété : un ensemble est η -prox-régulier si une boule de rayon $\eta' < \eta$ peut se déplacer sur sa frontière en ayant qu'un seul point de contact.

Ainsi la notion d'uniforme prox-régularité étend celle de convexité. De plus, on peut noter que le cône proximal normal généralise la notion de sous-différentiel d'une indicatrice au sens suivant : pour un ensemble $C \subset H$ convexe fermé, $N(C, \cdot) = \partial I_C$.

3.2 Résultats théoriques

Premièrement, le cône proximal normal de Q est en fait le cône normal sortant défini précédemment.

Propriété 2 ([35]). *Pour tout $\mathbf{q} \in Q$, $N(Q, \mathbf{q}) = \mathcal{N}_{\mathbf{q}}$.*

Ensuite, l'ensemble des configurations admissibles Q est bien uniformément prox-régulier avec une constante dépendant des données du problème à savoir N le nombre d'individus et les rayons r_i des disques qui les représentent.

Propriété 3 ([35, 43]). *Il existe $\eta := \eta(N, r_i) > 0$ tel que Q soit η -prox-régulier.*

Ici nous ne souhaitons pas détailler la preuve de ce résultat mais expliquer comment la géométrie intervient dans ce problème. Tout d'abord, on peut facilement démontrer un résultat analogue pour un ensemble

$$Q_{ij} = \{\mathbf{q} = (q_1, q_2, \dots, q_N) \in \mathbb{R}^{2N}, D_{ij}(\mathbf{q}) = |q_j - q_i| - (r_i + r_j) \geq 0\}.$$

défini par une seule contrainte. On a alors pour tout $\mathbf{q} \in \partial Q_{ij}$, $N(Q_{ij}, \mathbf{q}) = -\mathbb{R}^+ \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q})$. De plus comme la fonction D_{ij} est convexe et régulière, on peut utiliser des outils de géométrie différentielle pour déterminer la constante de prox-régularité de Q_{ij} . Plus précisément on applique le théorème suivant à l'ensemble $C_{ij} = \{\mathbf{q} \in \mathbb{R}^{2N}, D_{ij}(\mathbf{q}) \leq 0\}$.

Théorème 3.4. *Soit C un sous-ensemble convexe fermé de \mathbb{R}^n telle que ∂C soit une hypersurface de \mathbb{R}^n , de classe C^2 et orientable. On note $\mu_1(\mathbf{x}), \dots, \mu_{n-1}(\mathbf{x}) \geq 0$ les courbures principales de C en \mathbf{x} . On suppose que*

$$\mu = \sup_{\mathbf{x} \in \partial C} \sup_{1 \leq i \leq n-1} \mu_i(\mathbf{x}) < \infty.$$

Alors $S = \mathbb{R}^n \setminus \overset{\circ}{C}$ est un ensemble η -prox-régulier avec $\eta = \frac{1}{\mu}$.

À l'aide de ce théorème démontré dans [14] et après quelques calculs, on obtient la proposition suivante :

Propriété 4. *L'ensemble Q_{ij} est η_{ij} -prox-régulier avec $\eta_{ij} = \frac{r_i + r_j}{\sqrt{2}}$.*

Sachant maintenant que les complémentaires de convexes lisses sont uniformément prox-réguliers, on peut se demander si l'intersection de tels ensembles (cas de $Q = \bigcap_{i < j} Q_{ij}$) n'est pas uniformément prox-régulière avec une constante de prox-régularité qui dépendrait des constantes de prox-régularité de ces ensembles. En général, ceci est faux comme l'illustre la figure 5. Sur celle-ci, on a tracé en trait

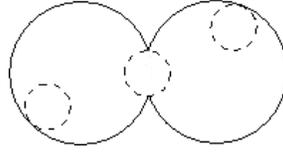


FIG. 5: Dégénérescence de la constante de prox-régularité.

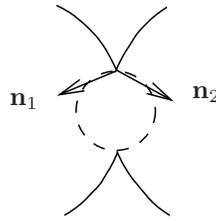


FIG. 6: Évolution de l'angle entre les vecteurs normaux \mathbf{n}_1 et \mathbf{n}_2 .

plein les frontières d'un ensemble S qui est l'intersection des complémentaires de deux disques de même rayon. Cet ensemble est uniformément prox-régulier mais sa constante de prox-régularité (rayon du disque en pointillé) tend vers zéro quand les centres des disques s'éloignent. Cette dégénérescence est liée au fait que le produit scalaire des vecteurs normaux aux disques \mathbf{n}_1 et \mathbf{n}_2 en leurs points d'intersection (cf. fig 6) tend vers -1 . Ainsi la constante de prox-régularité de S dépend aussi de l'angle formé par les vecteurs normaux \mathbf{n}_1 et \mathbf{n}_2 .

En conclusion, la constante de prox-régularité de Q dépend des angles entre les vecteurs $\mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q})$, donc des angles entre les vecteurs $\mathbf{e}_{ij}(\mathbf{q})$ qui sont directement reliés à la structure géométrique de la configuration \mathbf{q} . Nous terminerons là nos commentaires sur la preuve de la proposition 3 sans préciser les estimations de ces angles.

Nous pouvons maintenant conclure au caractère bien posé de notre problème d'inclusion différentielle puisque les propositions 2 et 3 nous permettent d'appliquer les résultats de J.F. Edmond et L. Thibault (cf. [15]) sur les processus de rafle par des ensembles uniformément prox-réguliers.

Théorème 3.5 (Existence et unicité d'une solution de l'inclusion différentielle).
 Soit Q l'ensemble des configurations admissibles (cf. définition 2.1) et soit \mathbf{U} lipschitzienne et bornée, alors pour tout $T > 0$, pour tout $\mathbf{q}_0 \in Q$, il existe une unique fonction

\mathbf{q} absolument continue sur $[0, T]$, solution de

$$\begin{cases} \frac{d\mathbf{q}}{dt} + \mathcal{N}_{\mathbf{q}} \ni \mathbf{U}(\mathbf{q}), \\ \mathbf{q}(0) = \mathbf{q}_0, \end{cases} \quad (\text{E}_2)$$

où $\mathcal{N}_{\mathbf{q}}$ est le cône normal sortant au point \mathbf{q} (cf. définition 2.3).

Remarque 5 (Equation ou inclusion ?).

L'écriture de notre problème sous la forme d'une inclusion différentielle (E₂) implique une perte d'information par rapport à l'équation différentielle de départ (E₁). En fait, il a été démontré dans [4] que la solution régulière du problème d'inclusion différentielle vérifie bien l'équation différentielle initiale. Cette preuve est basée sur la propriété d'hypomonotonie de $\mathbf{N}(Q, \cdot)$.

Ceci termine l'étude théorique du modèle. Nous souhaitons maintenant calculer une solution approchée en proposant un schéma numérique adapté.

4 Schéma numérique

Dans toute la suite, $\mathbf{q} \in \mathbb{R}^{2N}$ représente le vecteur position des N personnes. La configuration initiale $\mathbf{q}_0 \in Q$ est donnée. On considère une subdivision uniforme de l'intervalle $[0, T]$ de pas $h = T/n$, $0 = t_0^n < t_1^n < \dots < t_n^n = T$, et on note :

- \mathbf{q}_k^n la valeur approchée de la configuration $\mathbf{q}(t_k^n)$,
- \mathbf{u}_k^n la valeur approchée de la vitesse réelle $\mathbf{u}(t_k^n)$.

Connaissant \mathbf{q}_k^n , on calcule la configuration au temps suivant, en utilisant un schéma d'Euler explicite. Reste à déterminer la vitesse réelle \mathbf{u}_k^n à partir de la vitesse souhaitée $\mathbf{U}(\mathbf{q}_k^n)$. Comme dans le problème continu (1), la première s'exprime comme la projection de la seconde sur un ensemble de vitesses admissibles « au premier ordre ».

Initialisation :	$\mathbf{q}_0^n = \mathbf{q}_0$
Boucle en temps :	\mathbf{q}_k^n connu
	$\mathbf{u}_k^n = P_{C_h(\mathbf{q}_k^n)}(\mathbf{U}(\mathbf{q}_k^n))$
	où $C_h(\mathbf{q}_k^n) = \{\mathbf{v} \in \mathbb{R}^{2N}, D_{ij}(\mathbf{q}_k^n) + h \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}_k^n) \cdot \mathbf{v} \geq 0 \quad \forall i < j\}$
	$\mathbf{q}_{k+1}^n = \mathbf{q}_k^n + h\mathbf{u}_k^n$

Cet algorithme s'inspire d'un schéma initialement développé par B. Maury pour les écoulements granulaires [32]. Il est à noter que ce schéma ne fournit que des configurations admissibles car les fonctions D_{ij} sont convexes. Pour préciser l'inclusion différentielle discrète sous-jacente, nous allons interpréter cet algorithme en termes de position. En définissant l'ensemble convexe fermé suivant,

$$K(\mathbf{q}) = \{ \tilde{\mathbf{q}} \in \mathbb{R}^{2N}, D_{ij}(\mathbf{q}) + \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}) \cdot (\tilde{\mathbf{q}} - \mathbf{q}) \geq 0 \quad \forall i < j \}, \quad (3)$$

le précédent algorithme peut aussi s'écrire

$$\begin{array}{c} \mathbf{q}_{k+1}^n = P_{K(\mathbf{q}_k^n)}(\mathbf{q}_k^n + h\mathbf{U}(\mathbf{q}_k^n)) \\ \text{où } K(\mathbf{q}_k^n) = \{ \mathbf{q} \in \mathbb{R}^{2N}, D_{ij}(\mathbf{q}_k^n) + \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}_k^n) \cdot (\mathbf{q} - \mathbf{q}_k^n) \geq 0 \quad \forall i < j \}. \end{array} \quad (4)$$

Par définition du cône proximal normal, l'inclusion différentielle discrète vérifiée par ce schéma est donc

$$\mathbf{u}^n + N(K(\mathbf{q}^n), \mathbf{q}^{n+1}) \ni \mathbf{U}(\mathbf{q}^n).$$

Ce schéma s'apparente donc à un schéma de type prédiction-correction. La configuration prédite $\mathbf{q}_k^n + h\mathbf{U}(\mathbf{q}_k^n)$ peut être non admissible et dans ce cas, est projetée sur l'ensemble $K(\mathbf{q}_k^n)$ inclus dans Q que l'on peut qualifier d'approximation convexe intérieure de Q . À chaque pas de temps, on résout ainsi un problème sur un espace admissible strictement plus petit. La figure 7 illustre ce schéma. Sur celle-ci, les frontières de $K(\mathbf{q}_k^n)$ sont en pointillé. Les points \mathbf{q}_{k+1}^n et $\tilde{\mathbf{q}}_{k+1}^n$ sont obtenus respectivement après projection sur $K(\mathbf{q}_k^n)$ et sur Q de $\mathbf{q}_k^n + h\mathbf{U}(\mathbf{q}_k^n)$ (pour les deux exemples de $\mathbf{U}(\mathbf{q}_k^n)$ donnés). On rappelle en effet que pour h suffisamment petit, la projection de $\mathbf{q}_k^n + h\mathbf{U}(\mathbf{q}_k^n)$ sur Q est bien définie puisque Q est uniformément prox-régulier (cf. propriété 3.3).

D'un point de vue numérique, remplacer Q par $K(\mathbf{q}_k^n)$ permet d'utiliser des méthodes déjà existantes permettant de calculer la projection sur un ensemble convexe (cf. sous-section 5.2). Toutefois, cette approximation entraîne quelques difficultés théoriques lors de la démonstration de la convergence du schéma. Une première chose importante à justifier est que l'on ne perd pas d'information sur le cône proximal normal avec cette substitution. Ce résultat est l'objet du lemme suivant :

Lemme 4.1 ([35]). *Soit $\mathbf{q} \in Q$, on a l'égalité des deux cônes :*

$$N(Q, \mathbf{q}) = N(K(\mathbf{q}), \mathbf{q}).$$

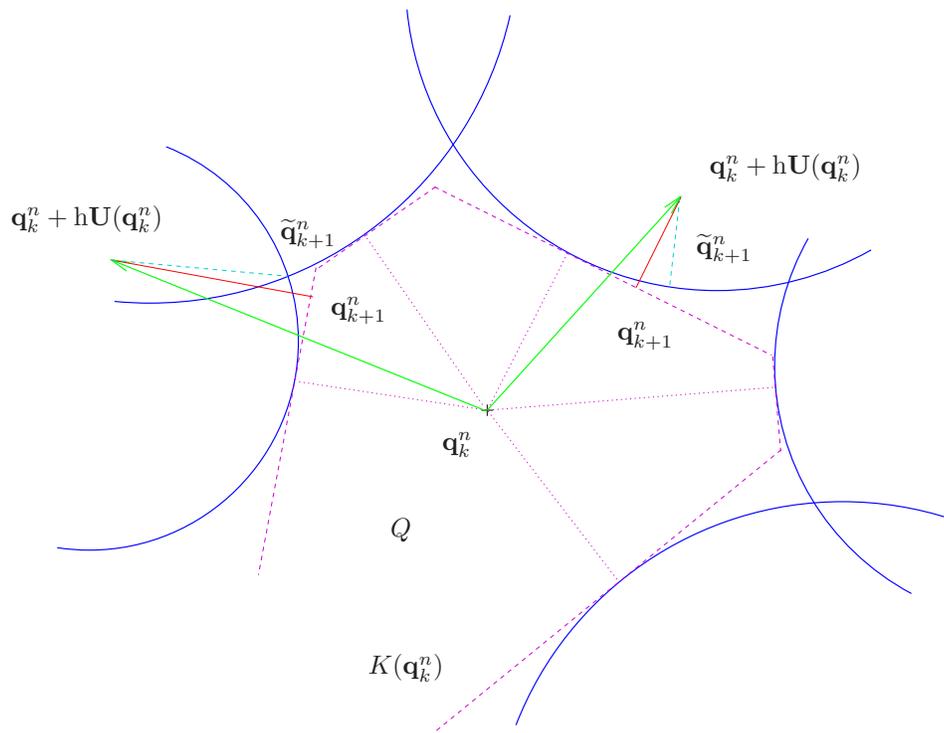


FIG. 7: Projections théorique et numérique.

Une autre difficulté vient du fait que l'on projette sur un ensemble $K(\mathbf{q}_k^n)$ dépendant de la position \mathbf{q}_k^n , ce qui sort du cadre des processus de rafle classiquement étudiés. Précisons ce dernier.

Un processus de rafle par un ensemble C dépendant du temps, perturbé est une inclusion différentielle de la forme suivante :

$$\begin{cases} -\dot{x}(t) \in N(C(t), x(t)) + F(t, x(t)) \text{ p.p.t. } t \in [T_0, T] \\ x(T_0) = x_0 \in C(T_0). \end{cases} \quad (5)$$

Le point x est soumis à la perturbation F mais doit évoluer en étant à tout instant t dans $C(t)$. L'ensemble C qui se déplace dans le temps peut entraîner le point x , c'est pourquoi on parle de rafle par C . Pour montrer le caractère bien posé de ce problème, certaines hypothèses sont faites sur cette application multivaluée C . La première est que pour tout t , les ensembles $C(t)$ sont supposés uniformément prox-réguliers avec le même constante. Ensuite, l'application C doit vérifier certaines propriétés de régularité. Par exemple, dans [16], l'application multivaluée C est supposée à variation bornée avec une fonction de variation continue à droite. Cette hypothèse implique la propriété suivante

$$d_{C(t^n)}(y) \rightarrow d_{C(t)}(y), \forall y, \text{ lorsque } t^n \rightarrow t^-,$$

qui permet de passer à la limite dans l'algorithme de rattrapage exact alors considéré. Malheureusement, cette propriété n'est pas vérifiée par les ensembles $K(\mathbf{q})$. Toutefois, on peut démontrer une propriété de continuité locale (qui s'avère suffisante). La fonction

$$\begin{aligned} Q \times \mathbb{R}^{2N} &\longmapsto \mathbb{R} \\ (\mathbf{q}, \tilde{\mathbf{q}}) &\longrightarrow d_{K(\mathbf{q})}(\tilde{\mathbf{q}}) \end{aligned}$$

est continue sur un voisinage de la diagonale. En fait, nous prouvons que l'application

$$\begin{aligned} Q \times \mathbb{R}^{2N} &\longmapsto \mathbb{R}^{2N} \\ (\mathbf{q}, \tilde{\mathbf{q}}) &\longrightarrow P_{K(\mathbf{q})}(\tilde{\mathbf{q}}) \end{aligned}$$

est continue sur ce même voisinage. (Le point projeté $\tilde{\mathbf{q}}$ est supposé proche du point \mathbf{q} associé à l'ensemble $K(\mathbf{q})$ sur lequel on projette.) Pour ce faire, nous reformulons cette projection sous la forme d'un problème de type point-selle (cf. [34]) et prouvons le caractère uniformément borné des multiplicateurs de Lagrange intervenant dans cette formulation. La démonstration est rendue difficile par la non-unicité de ces multiplicateurs. Leur estimation requiert (là encore) des données géométriques concernant la structure du réseau formé par les disques en contact.

Nous renvoyons le lecteur à [43] pour les détails de cette preuve et énonçons le résultat ainsi obtenu.

Théorème 4.2 (Convergence du schéma).

On note \mathbf{q}^n la fonction continue affine par morceaux associée au schéma numérique défini par (4). Sous les hypothèses du théorème 3.5, la suite de fonctions \mathbf{q}^n converge uniformément sur $[0, T]$ vers l'unique fonction $\mathbf{q} \in W^{1,1}([0, T], Q)$ solution de

$$\begin{cases} \frac{d\mathbf{q}}{dt} + \mathbf{N}(Q, \mathbf{q}) \in \mathbf{U}(\mathbf{q}) \text{ p.p,} \\ \mathbf{q}(0) = \mathbf{q}_0 \in Q. \end{cases}$$

Remarque 6. Dans [43], ce résultat est généralisé en considérant un second membre \mathbf{U} et un ensemble Q dépendants du temps.

5 Méthodes numériques et programmation effective

5.1 Vitesse réelle

Nous allons préciser la méthode numérique adoptée pour calculer la vitesse réelle discrétisée \mathbf{u}_k^n (cf. début de la section 4). Pour alléger les notations, nous supprimons ici toute référence au pas de temps courant ainsi qu'au nombre de pas de temps (l'indice k et l'exposant n sont omis). La vitesse réelle \mathbf{u} est solution du problème de minimisation sous contrainte suivant,

$$\mathbf{u} = \operatorname{argmin}_{\mathbf{v} \in C_h(\mathbf{q})} |\mathbf{v} - \mathbf{U}(\mathbf{q})|^2,$$

où h désigne le pas de temps et où $C_h(\mathbf{q})$ est l'ensemble des vitesses admissibles au premier ordre,

$$C_h(\mathbf{q}) = \{ \mathbf{v} \in \mathbb{R}^{2N}, \forall i < j, D_{ij}(\mathbf{q}) + h \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}) \cdot \mathbf{v} \geq 0 \}.$$

Le Lagrangien du problème point-selle associé est

$$L(\mathbf{v}, \boldsymbol{\lambda}) = \frac{1}{2} |\mathbf{v} - \mathbf{U}(\mathbf{q})|^2 - \sum_{1 \leq i < j \leq N} \lambda_{ij} (D_{ij}(\mathbf{q}) + h \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}) \cdot \mathbf{v}).$$

On définit les applications linéaires,

$$\begin{aligned} \Phi : \mathbb{R}^{2N} &\rightarrow \mathbb{R}^{\frac{N(N-1)}{2}} \\ \mathbf{v} &\mapsto -h (\mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}) \cdot \mathbf{v})_{i < j} \end{aligned}$$

et

$$\begin{aligned} \Phi^* : \mathbb{R}^{\frac{N(N-1)}{2}} &\rightarrow \mathbb{R}^{2N} \\ \boldsymbol{\lambda} &\mapsto -h \sum_{i < j} \lambda_{ij} \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}). \end{aligned}$$

On peut alors réécrire l'ensemble des contraintes $C_h(\mathbf{q})$:

$$\begin{aligned} C_h(\mathbf{q}) &= \left\{ \mathbf{v} \in \mathbb{R}^{2N}, \forall \boldsymbol{\lambda} \in (\mathbb{R}^+)^{\frac{N(N-1)}{2}}, - \sum_{1 \leq i < j \leq N} \lambda_{ij} (D_{ij}(\mathbf{q}) + h \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}) \cdot \mathbf{v}) \leq 0 \right\} \\ &= \left\{ \mathbf{v} \in \mathbb{R}^{2N}, \forall \boldsymbol{\lambda} \in (\mathbb{R}^+)^{\frac{N(N-1)}{2}}, \langle \boldsymbol{\lambda}, \Phi(\mathbf{v}) - \mathbf{D}(\mathbf{q}) \rangle \leq 0 \right\}. \end{aligned}$$

L'existence d'un point-selle $(\mathbf{u}, \boldsymbol{\lambda})$ pour L est immédiate. On a alors la relation,

$$\mathbf{u} = \mathbf{U}(\mathbf{q}) - \Phi^*(\boldsymbol{\lambda}),$$

autrement dit

$$\mathbf{u} = \mathbf{U}(\mathbf{q}) + h \sum_{1 \leq i < j \leq N} \lambda_{ij} \mathbf{G}_{ij}(\mathbf{q}).$$

Ces notations étant fixées, précisons l'algorithme d'Uzawa qui permet de déterminer \mathbf{u} . On construit deux suites $(\mathbf{v}^k)_k \in (\mathbb{R}^{2N})^{\mathbb{N}}$ et $(\boldsymbol{\mu}^k)_k \in ((\mathbb{R}^+)^{\frac{N(N-1)}{2}})^{\mathbb{N}}$ de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\mu}^0 &= 0 \\ \mathbf{v}^{k+1} &= \mathbf{U}(\mathbf{q}) - \Phi^*(\boldsymbol{\mu}^k) \\ \boldsymbol{\mu}^{k+1} &= \Pi_+(\boldsymbol{\mu}^k + \rho [\Phi(\mathbf{v}^{k+1}) - \mathbf{D}(\mathbf{q})]), \end{aligned}$$

où ρ est une constante strictement positive et Π_+ est le projecteur orthogonal sur $(\mathbb{R}^+)^{\frac{N(N-1)}{2}}$:

$$\boldsymbol{\mu} \mapsto \Pi_+(\boldsymbol{\mu}) = (\max(0, \mu_{ij}))_{i < j}.$$

On remarque ici l'intérêt d'un tel algorithme puisqu'on a substitué la projection sur un convexe par une projection sur \mathbb{R}^+ (simple troncature). On sait (cf. par ex. [11]) que la suite \mathbf{v}^k converge vers \mathbf{u} solution du problème de minimisation lorsque

$$0 < \rho < \rho_{max} = \frac{2}{\|\Phi\|^2}.$$

On peut même montrer que la suite des multiplicateurs de Lagrange converge aussi. Plus précisément, la suite $\boldsymbol{\mu}^k$ converge vers $\boldsymbol{\lambda} \in (\mathbb{R}^+)^{\frac{N(N-1)}{2}}$ tel que $(\mathbf{u}, \boldsymbol{\lambda})$ soit un point-selle pour L .

Les multiplicateurs de Lagrange sont importants à évaluer numériquement : comme ils quantifient le non-respect des contraintes, ils peuvent être en quelque sorte

assimilés à des termes de pression subie par les individus. Nous observons de fortes valeurs pour ceux-ci dans les zones d'écrasement ce qui sera illustré dans la sous-section 6.2.

Remarque 7. *On peut établir un lien entre le conditionnement de l'algorithme d'Uzawa et la prox-régularité de Q . Le conditionnement de l'algorithme explose lorsque l'on considère des configurations associées à de faibles prox-régularités locales. On s'attend alors à ce que l'algorithme converge moins rapidement pour de telles configurations. Pratiquement, on s'aperçoit que la résolution du problème point-selle lors d'un important « bouchon » se révèle la plus coûteuse, un grand nombre d'itérations de l'algorithme d'Uzawa est nécessaire pour atteindre le seuil de précision prescrit par l'utilisateur alors que les calculs, lors de pas de temps sans engorgement, sont quasi immédiats.*

Il est à noter que l'on gère aussi numériquement les contacts entre les disques et les obstacles présents en interdisant aux disques de traverser ces derniers. Ces contraintes sont imposées de la même manière que celles concernant les contacts entre les disques, des multiplicateurs de Lagrange sont aussi activés. Cette gestion est réellement indispensable puisque même si les personnes veulent contourner les obstacles, elles peuvent être poussées vers eux par les individus situés derrière elles.

L'algorithme d'Uzawa peut facilement être codé en Matlab mais afin de diminuer le temps de calcul lors de simulations d'un grand nombre de personnes, nous avons choisi d'utiliser le logiciel SCoPI (Simulation de Collections de Particules en Interaction) créé par A. Lefebvre au cours de sa thèse intitulée *Modélisation numérique d'écoulements fluide/particules* (cf. [29, 30]). Le coeur de ce logiciel codé en C++ est un algorithme de projection (type Uzawa) permettant d'imposer une contrainte sur les vitesses des particules afin que celles-ci ne se chevauchent pas ou restent collées, au choix. Ce logiciel gère efficacement les contacts (gestion dynamique de la mémoire, pas de boucle en N^2 pour le calcul des distances entre les disques grâce à un algorithme de recherche des voisins de type « bucket sorting »). Grâce à la modularité de SCoPI, nous avons intégré dans le programme une vitesse des disques a priori (vitesse avant projection) qui est en fait la vitesse souhaitée par les personnes, ce qui nous amène à la sous-section suivante.

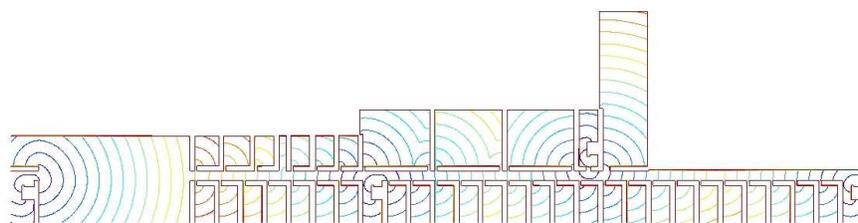


FIG. 8: Lignes de niveau de la distance géodésique D .

5.2 Vitesse souhaitée

En ce qui concerne le premier point du modèle, nous faisons en quelque sorte le choix le plus simple pour la vitesse souhaitée. Tous les individus sont supposés avoir le même comportement : ils veulent atteindre la sortie en parcourant le plus court chemin évitant les obstacles. Pour calculer la distance géodésique à la sortie la plus proche, nous utilisons une méthode de type Fast Marching introduite par R. Kimmel and J. Sethian dans [28]. Cette méthode a été programmée en C++ afin d’intégrer facilement ce choix de vitesse souhaitée au logiciel SCoPI présenté précédemment et aussi dans le but d’utiliser la librairie standard STL (Standard Template Library) où par exemple les structures de tas (*map*, *multimap*) existent déjà. Nous avons dû aussi ajouter au code SCoPI de nouvelles classes renfermant les données géométriques (positionnement des murs, obstacles, escaliers, cages d’escaliers). Le programme ainsi obtenu permet de simuler l’évacuation de milliers de personnes hors de salles ou de bâtiments de géométrie quelconque. (À chaque étage, le déplacement souhaité correspond au plus court chemin.) Sur la figure 8, nous avons représenté les lignes de niveau de la distance géodésique D dans le cas d’une géométrie complexe. Il s’agit du premier étage du bâtiment 425 de l’Université Paris XI à Orsay. Les résultats des simulations de son évacuation se trouvent à la première page de couverture et à la sous-section 6.3.

6 Résultats numériques

6.1 Formation de files à contre-courant (« Fingering patterns »)

Ces premiers résultats ne rentrent pas véritablement dans le cadre des situations d’évacuation d’urgence mais montrent que le modèle proposé permet de retrouver des phénomènes d’auto-organisation observés lors des déplacements

piétonniers et évoqués dans [21, 22]. Par exemple, quand deux groupes d'individus, marchant en sens opposé, se croisent, le flux piétonnier s'organise pour minimiser les interactions entre les individus qui n'ont pas la même destination. Pour cela, il se divise en plusieurs voies constituées de personnes allant dans le même sens. Ici, on considère une situation analogue mettant en scène deux populations de 750 individus dans un domaine périodique bidimensionnel. Les individus représentés par des disques noirs souhaitent aller à droite tandis que les personnes représentées par des disques blancs veulent se diriger dans la direction opposée (avec la même allure, i.e. norme de la vitesse souhaitée). Sur la figure 9, sont représentées les deux populations à l'instant initial (distribution aléatoire) et aux instants 25 s, 75 s et 100 s. On y observe bien cet enchevêtrement de voies au sens de parcours différent (*fingering pattern*) de sorte que les personnes ayant la même direction se suivent à la file. On remarque aussi sur la deuxième image (pendant la période de transition) l'apparition de groupes « blancs » et « noirs », qui est due à l'absence de stratégie d'évitement.

Dans la suite, les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel SCoPI (Simulation de Collections de Particules en Interaction) présenté à la sous-section 5.1.

6.2 Formation d'arches

Ici, on a considéré 1000 personnes réparties aléatoirement à l'instant initial. Le champ de vitesse souhaitée est de norme égale à 1 et il est dirigé suivant les géodésiques à un point situé très loin à l'extérieur de la pièce. Sur la figure 10, à gauche ont été représentées les configurations calculées aux instants 3s, 7s, 65s et 110s. On retrouve le phénomène de formation d'arches (dynamiques ici), typique des situations d'évacuation d'urgence d'après [20, 22]. De plus, à droite, on a tracé le réseau d'interactions correspondant. Plus précisément, pour tout couple (i, j) de disques en contact, on a colorié le segment entre les centres, en fonction du multiplicateur de Lagrange λ_{ij} associé (du blanc au noir selon sa valeur). Ces multiplicateurs λ_{ij} apparaissent comme des moyens numériques pour gérer les contraintes de non-chevauchement. En ce sens, ils peuvent être interprétés en termes de pression subie par les individus. Les grandes valeurs des multiplicateurs correspondent à des zones de forte concentration de personnes.

6.3 Évacuation d'un étage

Nous nous intéressons ici à l'évacuation du premier étage du bâtiment 425 de l'Université Paris XI à Orsay et plus particulièrement au déroulement de celle-ci près de la troisième cage d'escalier. Nous rappelons que la vitesse souhaitée

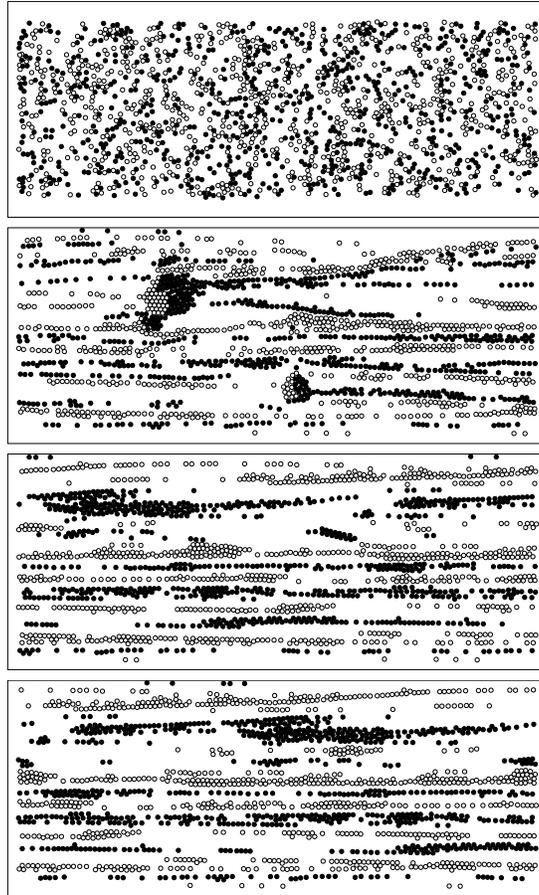


FIG. 9: Files à contre-courant.

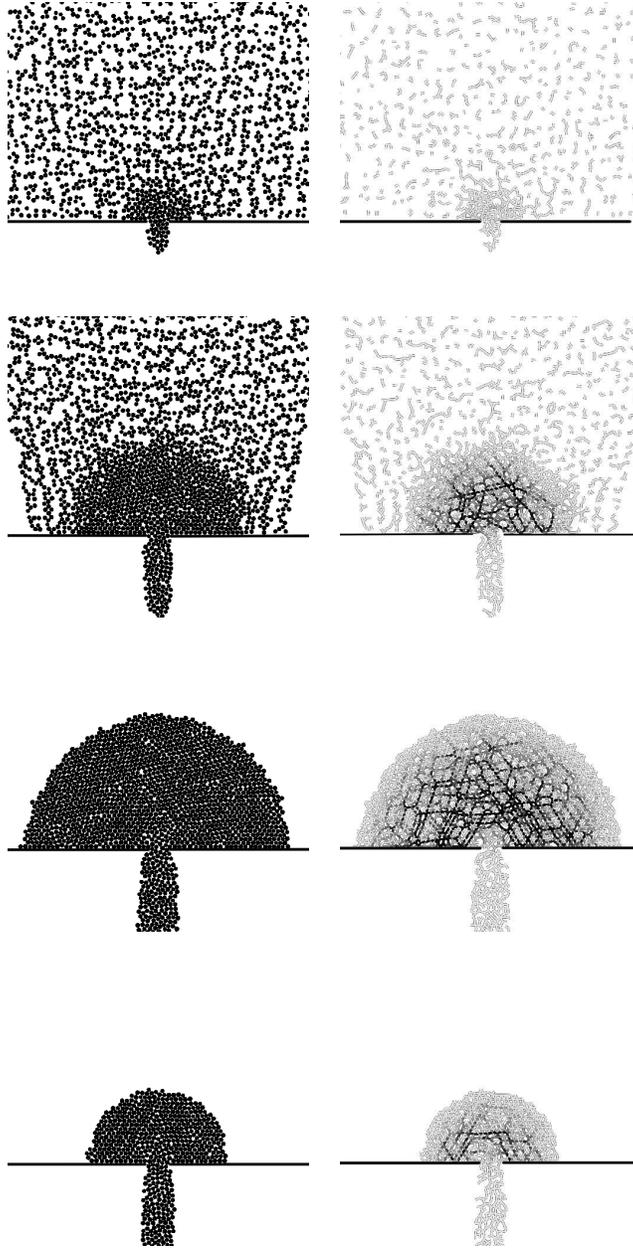


FIG. 10: Arches.

des individus est opposée au gradient de la distance géodésique dont les lignes de niveau sont représentées à la figure 8. La figure 11 correspond aux instants 0s, 5s, 11s, 16s, 41s et 75s de l'évacuation de 600 personnes. Les disques représentant les individus sont colorés en fonction de leur distance initiale à la sortie la plus proche. On peut remarquer que l'ordre initial n'est pas préservé durant l'évacuation. On observe aussi la formation d'une arche statique entre les 2ème et 3ème images dans la pièce située à gauche. Ce blocage qui ensuite disparaît, diminue de manière significative le flux sortant de cette salle. Le temps final d'évacuation de 109s est plus de deux fois supérieur au temps d'évacuation sans embouteillage de 48s.

6.4 Évacuation d'un bâtiment

Enfin, nous terminons par l'évacuation d'un bâtiment présentant une géométrie simple pour illustrer le fait que l'objectif final est de simuler l'évacuation d'une structure de plusieurs étages. Sur la figure 12, nous représentons les configurations obtenues à différents pas de temps lors de l'évacuation de 600 personnes qui à l'instant initial se trouvent toutes au premier étage.

Références

- [1] N. Bellomo and C. Dogbe. On the modelling crowd dynamics from scaling to hyperbolic macroscopic models. *Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, 18 :1317–1345, 2008.
- [2] F. Bernard and L. Thibault. Prox-regularity of functions and sets in Banach spaces. *Set-valued Anal.*, 12 :25–47, 2004.
- [3] F. Bernard, L. Thibault, and N. Zlateva. Characterizations of Prox-regular sets in uniformly convex Banach spaces. *J. Convex Anal.*, 13 :525–560, 2006.
- [4] F. Bernicot and J. Venel. Existence of sweeping process in Banach spaces under directional prox-regularity. *accepted for publication in Journal of Convex Analysis*, 2010.
- [5] V. Blue and J.L. Adler. Cellular automata microsimulation for modeling bi-directional pedestrian walkways. *Transportation Research B*, 35 :293–312, 2001.
- [6] A. Borgers and H. Timmermans. City centre entry points, store location patterns and pedestrian route choice behaviour : A microlevel simulation model. *Socio-Economic Planning Sciences*, 20 :25–31, 1986.

Un modèle de mouvements de foule

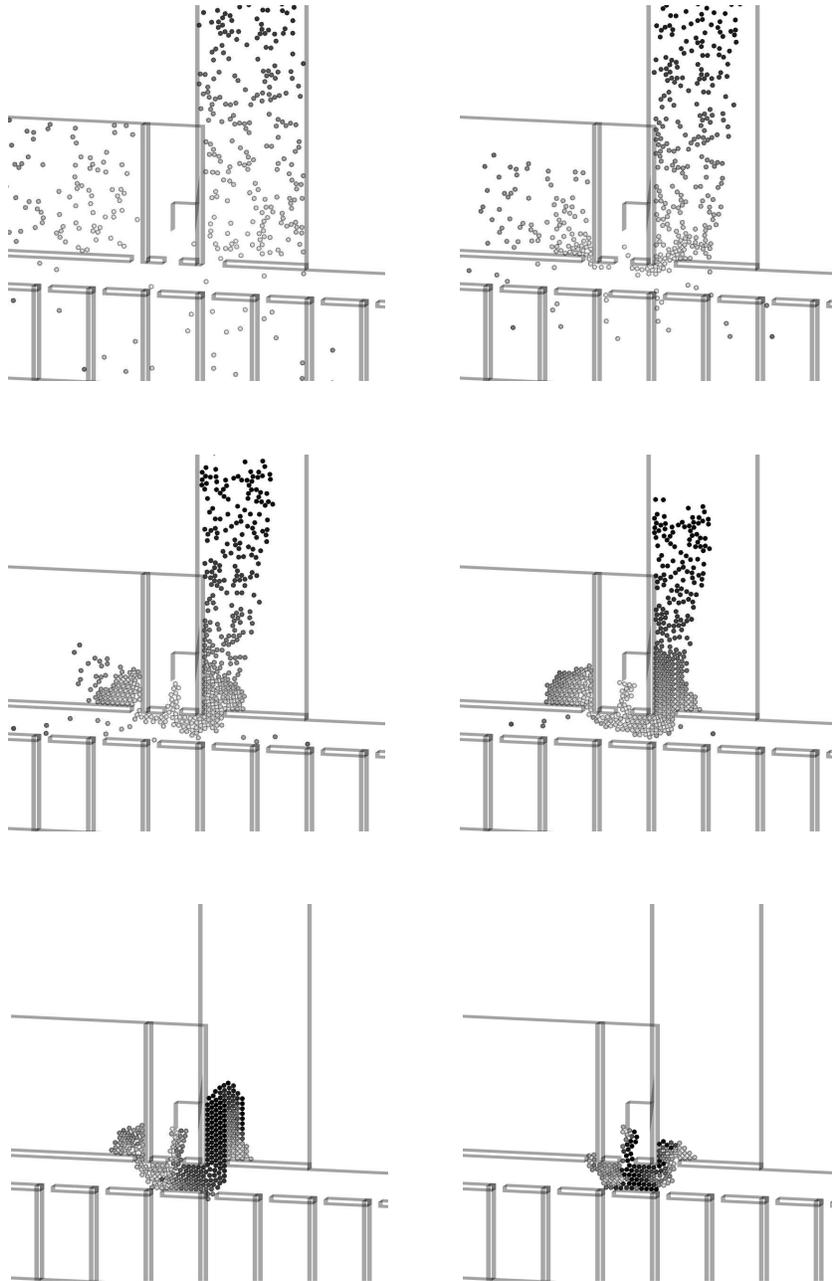


FIG. 11: Formation d'une arche statique pendant l'évacuation.

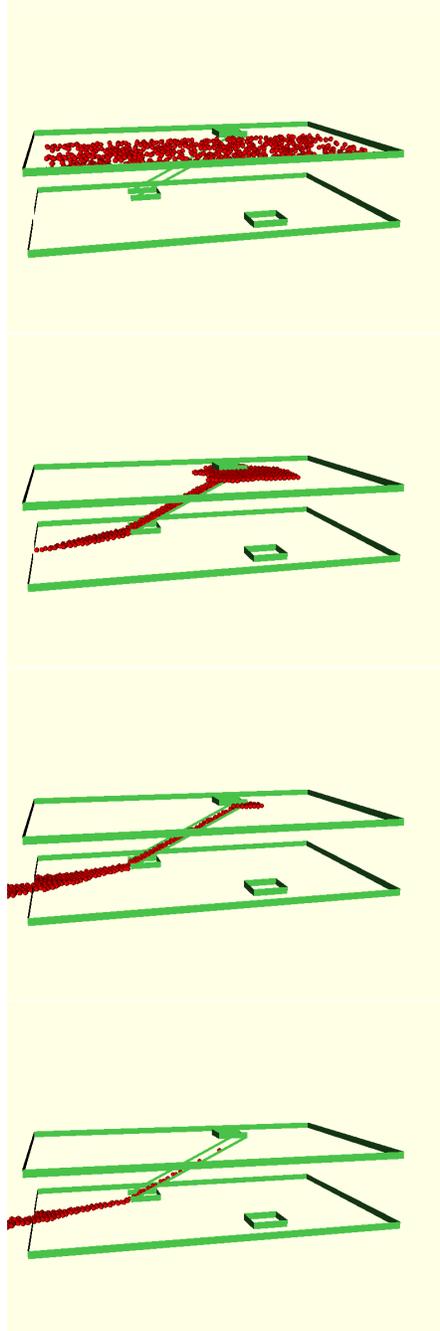


FIG. 12: Évacuation d'un bâtiment.

- [7] A. Borgers and H. Timmermans. A model of pedestrian route choice and demand for retail facilities within inner-city shopping areas. *Geographical Analysis*, 18 :115–128, 1986.
- [8] H. Brezis. *Opérateurs Maximaux Monotones et Semi-groupes de contractions dans les espaces de Hilbert*. AM, North Holland, 1973.
- [9] C. Burstedde, K. Klauck, A. Schadschneider, and J. Zittartz. Simulation of pedestrian dynamics using a two-dimensional cellular automaton. *Physica A*, 295 :507–525, 2001.
- [10] G. Buttazzo, C. Jimenez, and E. Oudet. An optimization problem for mass transportation with congested dynamics. *SIAM J. Control Optim.*, 48(3) :1961–1976, 2009.
- [11] P.G. Ciarlet. *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*. Masson, Paris, 1990.
- [12] F.H. Clarke, R.J. Stern, and P.R. Wolenski. Proximal smoothness and the lower- c^2 property. *J. Convex Anal.*, 2 :117–144, 1995.
- [13] W. Daamen. *Modelling passenger flows in public transport facilities*. PhD thesis, Technische Universiteit Delft, 2004.
- [14] J.A. Delgado. Blaschke's theorem for convex hypersurfaces. *J. Differential Geometry*, 14 :489–496, 1979.
- [15] J.F. Edmond and L. Thibault. Relaxation of an optimal control problem involving a perturbed sweeping process. *Math. Program, Ser. B*, 104(2-3) :347–373, 2005.
- [16] J.F. Edmond and L. Thibault. BV solutions of nonconvex sweeping process differential inclusion with perturbation. *J. Differential Equations*, 226(1) :135–179, 2006.
- [17] H. Federer. Curvature measures. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 93 :418–491, 1959.
- [18] J.J. Fruin. Design for pedestrians : A level-of-service concept. *Highway Research Record*, 355 :1–15, 1971.
- [19] D. Helbing. A fluid-dynamic model for the movement of pedestrians. *Complex Systems*, 6 :391–415, 1992.
- [20] D. Helbing, I.J. Farkas, and T. Vicsek. Simulating dynamical features of escape panic. *Nature*, 407 :487, 2000.
- [21] D. Helbing and P. Molnár. Social force model for pedestrians dynamics. *Physical Review E*, 51 :4282–4286, 1995.

- [22] D. Helbing and T. Vicsek. Optimal self-organisation. *New Journal of physics*, 1 :13.1–13.17, 1999.
- [23] L.F. Henderson. The stastitics of crowd fluids. *Nature*, 229 :381–383, 1971.
- [24] H.Klüpfel and T. Meyer-König. Characteristics of the pedgo software for crowd movement and egress simulation. In E. Galea, editor, *Pedestrian and Evacuation Dynamics 2003*, pages 331–340, University of Greenwich, 2003. CMS Press, London.
- [25] S.P. Hoogendoorn and P.H.L. Bovy. Gas-kinetic modeling and simulation of pedestrian flows. *Transportation Research Record*, 1710 :28–36, 2000.
- [26] S.P. Hoogendoorn and P.H.L. Bovy. Dynamic user-optimal assignment in continuous time and space. *Transportation Research B*, 38 :571–592, 2004.
- [27] S.P. Hoogendoorn and P.H.L. Bovy. Pedestrian route-choice and activity scheduling theory and models. *Transportation Research B*, 38 :169–190, 2004.
- [28] R. Kimmel and J. Sethian. Fast marching methods for computing distance maps and shortest paths. Technical Report 669, CPAM, Univ. of California, Berkeley, 1996.
- [29] A. Lefebvre. *Modélisation numérique d’écoulements fluide/particules, Prise en compte des forces de lubrification*. PhD thesis, Université Paris-Sud XI, Faculté des sciences d’Orsay, 2007.
- [30] A. Lefebvre. Numerical simulations of gluey particles. *M2AN Math. Model. Numer. Anal.*, 43 :53–80, 2009.
- [31] G.G. Løvås. Modelling and simulation of pedestrian traffic flow. *Transportation Research B*, 28 :429–443, 1994.
- [32] B. Maury. A time-stepping scheme for inelastic collisions. *Numerische Mathematik*, 102(4) :649–679, 2006.
- [33] B. Maury, A. Roudneff-Chupin, and F. Santambrogio. A macroscopic crowd motion model of gradient flow type. *Mathematical Models ans Methods in Applied Sciences*, 2009. accepted.
- [34] B. Maury and J. Venel. A microscopic model of crowd motion. *C.R. Acad. Sci. Paris Ser.I*, 346 :1245–1250, 2008.
- [35] B. Maury and J. Venel. A discrete contact model for crowd motion. *Accepted for publication in M2AN Math. Model. Numer. Anal.*, 2010.
- [36] J.J. Moreau. Décomposition orthogonale d’un espace hilbertien selon deux cônes mutuellement polaires. *C. R. Acad. Sci, Ser. I*, 255 :238–240, 1962.

- [37] K. Nagel. From particle hopping models to traffic flow theory. *Transportation Research Record*, 1644 :1–9, 1998.
- [38] P.D. Navin and R.J. Wheeler. Pedestrian flow characteristics. *Traffic Engineering*, 39 :31–36, 1969.
- [39] R.A. Poliquin, R.T. Rockafellar, and L.Thibault. Local differentiability of distance functions. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 352 :5231–5249, 2000.
- [40] A. Schadschneider. Cellular automaton approach to pedestrian dynamics-theory. In M. Schreckenberg and S. D. Sharma, editors, *Pedestrian and Evacuation Dynamics*, pages 75–85. Springer Berlin, 2001.
- [41] G.K. Still. New computer system can predict human behavior response to building fires. *Fire*, 84 :40–41, 1993.
- [42] J. Venel. Integrating strategies in numerical modelling of crowd motion. In *Pedestrian and Evacuation Dynamics '08*. Springer, 2009. To appear.
- [43] J. Venel. A numerical scheme for a whole class of sweeping process. *submitted, available at <http://arxiv.org/pdf/0904.2694>*, 2009.
- [44] U. Weidmann. Transporttechnik der fussgaenger. Technical Report 90, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau, ETH Zürich, Switzerland, 1993.
- [45] S.J. Yuhaski and J.M. Macgregor Smith. Modelling circulation systems in buildings using state dependent queueing models. *Queueing Systems*, 4 :319–338, 1989.

Du rêve à la réalité

par Monique Chyba

Professeur de Mathématiques
University of Hawai'i at Manoa
Dpt of Mathematics
Keller Hall, 2565 McCarthy Av.
Honolulu, HI 96822-2273 - USA
Email : mchyba@math.hawaii.edu



Il est 22h08, ce jeudi 12 Novembre 2009 et une multitude de sièges dans l'avion sont vides, reflétant probablement la situation économique du pays. Honolulu, capitale du 50ème état américain, baigne dans l'obscurité de la nuit depuis trois heures environ, comme c'est le cas tout au long de l'année. En effet, l'archipel Hawaïen est situé en plein pacifique et la latitude d'Honolulu (21.306N) et sa longitude (157.858W), ne créent que de faibles variations entre les durées des journées hivernales et estivales. Cela fait maintenant sept ans que je suis une singularité dans le département de mathématiques à l'université d'Hawai'i, singularité due à mon intérêt pour les mathématiques appliquées au sein d'un département traditionnellement orienté vers les mathématiques pures (mais comme - contrairement à la mécanique quantique - les mathématiciens ont la possibilité de passer d'un état pur à un état mixte et vice-versa, la cohabitation ne pose pas de problèmes). Durant ces dernières années, l'aspect plus populaire des mathématiques appliquées m'a tout naturellement amenée à me poser des questions liées à sa vulgarisation et à l'utilisation que nous pouvions en faire quant à une réforme éducative des mathématiques en général. Beaucoup d'articles ont été écrits sur les besoins de l'implication des chercheurs dans les systèmes éducatifs primaires et secondaires, beaucoup de scénarios et d'idées ont été développés et certains même mis en place. Je ne reviendrai donc pas là-dessus, par contre je vais vous conter comment une mission impossible est devenue possible.

C'est avec beaucoup d'attentes que j'entame ce voyage ; j'en ai rêvé et soudain le rêve prend forme et se transforme en réalité. L'ampleur du projet est encore inconcevable pour moi et j'ai du mal à imaginer une interaction entre 6000 écoliers et notre groupe de chercheurs sur une durée de dix jours seulement. Et ceci n'est que la partie visible de l'iceberg : la profondeur du projet et son impact futur est

absolument phénoménal. Il est temps je crois de briser le mystère et d'aller droit au but en décrivant avec plus de précisions les objectifs de ce projet ainsi que les moyens mis en œuvre pour sa réalisation.

Grove of Hope est une organisation à but non lucratif fondée à Los Angeles par Kamal Oudrhiri et dont le but est de promouvoir et d'apporter une éducation scientifique aux écoliers des Etats-Unis et d'Afrique. La mission centrale de Grove of Hope est véhiculée principalement à travers l'engagement des écoliers dans des activités stimulantes destinées à leur donner l'inspiration d'embrasser des carrières scientifiques, et dans le même temps à apporter aux enseignants des méthodes innovatrices pour leur curriculum qui vont capturer l'imagination de leurs étudiants. L'objectif est de démontrer de quelle manière des applications scientifiques innovatrices peuvent contribuer à maintenir le développement de notre communauté. Kamal, le cerveau de toute cette organisation, est directeur de projet au centre de robotique "Jet Propulsion Laboratory" de la NASA, responsable entre autres des missions Mars et Cassini. Venu du Maroc grâce à un travail et une détermination sans failles, Kamal est un exemple de réussite. En dehors de son succès professionnel, il a également la capacité de donner vie à des événements qui semblent inatteignables. Combien d'entre nous peuvent se vanter d'avoir bloqué Los Angeles, deuxième ville des États-Unis, pendant une demi-journée afin d'organiser un semi-marathon dont les fonds ont été versés à des écoles primaires et secondaires ? Le Maroc et plus généralement l'Afrique sont au cœur de Kamal, et plus principalement l'éducation scientifique de leurs enfants. Une recherche rapide démontre que les écoliers des pays africains performent bien en dessous des moyennes internationales lorsqu'ils sont évalués sur leurs connaissances en mathématiques et plus généralement en science. Les pays de l'Afrique du nord démontrent une maîtrise des mathématiques supérieure à celle de leurs voisins mais toutefois insuffisante, et il est évident que des mesures de grande envergure doivent être prises afin de pallier ces statistiques dévalorisantes.

Me voilà donc en route pour le Maroc, un pays que je n'ai jamais visité malgré de nombreux séjours africains durant ma jeunesse. Plusieurs villes sont au programme, mais je suis particulièrement curieuse de découvrir Fès et sa médina. L'histoire raconte que Gerbert d'Aurillac, futur pape Sylvestre II, rapporta (non sans peine) les nombres arabes en Europe après avoir étudié les mathématiques à la Qaraouiyine, institut connu comme étant la plus ancienne université au monde (fondée en 824 par une femme). Par ailleurs, plusieurs voyages en Tunisie m'ont déjà appris l'importance fondamentale de la géométrie dans les pays d'Afrique du nord et je m'attends à trouver des monuments de toute beauté exploitant l'art géométrique à merveille. D'ailleurs, des mosaïques géométriques sont encore

Du rêve à la réalité

créées à Fès, centre pour motifs géométriques islamiques. Le secret des figures géométriques qui se répètent avec symétrie est détenu par les maalems, maitres artisans qui ont reçu un savoir ancestral et traditionnel. Leur mission est de le maintenir vivant et de le transmettre aux futures générations. Le nombre d'or, le rectangle parfait et la section d'or font partie de leur quotidien à travers l'utilisation du pentagone dans leur art.

Mais mon esprit est accaparé par notre mission. Après avoir rejoint le reste de l'équipe à New York, nous voici débarquant à Casablanca avec notre matériel.



Il est difficile d'imaginer la quantité de matériel que nous transportons, il ne fait aucun doute qu'aux yeux des autres voyageurs nous ressemblons plus à un groupe

de rock qu'à une équipe de scientifiques... Je ne vais pas décrire en détails tout ce que nous avons amené mais brièvement mentionner les pièces principales : deux planétariums gonflables, des télescopes afin d'observer le soleil, plusieurs kits zoomtool, 38 kits de LEGO Mindstorm NXT, des posters géants de paysages martiens, le nécessaire pour des démonstrations de lancement de fusées, etc. J'étais jusque là exclusivement accaparée par l'atelier dont je vais m'occuper mais me voilà soudain confrontée à l'immensité du projet. Notre venue ici au Maroc fait partie d'un programme développé par le pays pour l'année mondiale de l'astronomie. Nous n'en sommes qu'une composante mais suffisamment grande pour qu'elle suffise à nous occuper tout au long de cet article. Cette composante se partage en trois parties : Programme I - Ateliers de travail pour les écoliers, Programme II - Initiative internationale de la NASA sur la météo spatiale (ISWI), Programme III - Programme d'éducation de la NASA pour les universités. Le programme I est celui dont je fais partie et donc celui que je vais décrire ici. Ce programme se sépare en trois parties, chaque étape étant divisée en deux journées. Le 16 et 17 novembre nous sommes à Casablanca, le 19 et 20 novembre à Rabat et le 23 et 24 novembre à Tanger. L'objectif de ce programme est bien entendu d'accrocher les écoliers et de les inspirer à poursuivre des carrières scientifiques. L'âge des écoliers varie de 7 à 12 ans, c'est une période extrêmement importante dans la vie scolaire des enfants et durant laquelle nous pouvons avoir un impact décisif. Durant chaque demi-journée, environ 500 enfants sont exposés à travers divers ateliers à la technologie moderne de la recherche spatiale. Les écoliers sont dispersés entre quatre ateliers différents et naviguent de l'un à l'autre à raison d'une rotation toutes les 40 minutes. Je vais ci-dessous fournir une brève description des objectifs de chaque atelier. Je suggère de toujours garder en perspective le fait que chaque atelier accommode plus d'une centaine d'écoliers à chaque rotation.

Atelier 1 : Planétarium - Télescope. Dans cet atelier les écoliers sont exposés à l'histoire de l'espace. Les planétariums créent une plate-forme très stimulante et innovatrice pour illuminer l'intérêt des étudiants envers l'univers et les étoiles. Le plafond du planétarium en forme de dôme pour la réflexion de la lumière est un environnement idéal pour représenter le mouvement des étoiles et des planètes. Les écoliers ont également accès à des télescopes afin d'observer de leurs propres yeux le soleil. Cet atelier est conduit par Patricia Reiff (Rice University) et Deborah Scherrer (Stanford University).

Atelier 2 : Laboratoire Expérimental. Divisé en trois, cet atelier permet aux écoliers de prendre une part active à la présentation. Une rencontre surprenante avec Cherilyn Moro (Georgia State University) les transporte dans le monde de l'astronomie kinesthésique (sens astronomique de la journée, de l'année et

des saisons en utilisant les mouvements du corps). Ian Riddell (Grove of Hope) s'établit lui sur la lune avec ses écoliers afin de construire des habitats à partir de structures tridimensionnelles basées sur de simples figures géométriques. Et finalement, les écoliers construisent leur propre fusée avec l'aide de Chris Miko (Grove of Hope) et Tanya Silva (Grove of Hope) et participent au lancement d'une fusée de plus grande dimension (lancement créé à l'aide d'un compresseur à air).

Atelier 3 : Robotique. Dans cet atelier, les écoliers deviennent ingénieurs eux-mêmes. Ils construisent, avec Ryan Smith (University of Southern California) et moi-même, par équipes de trois/quatre, un robot du type Mars Rover, et apprennent à le programmer afin de le rendre autonome. Cet exercice est destiné à développer leur créativité et leur imagination, de même qu'augmenter leur capacité à résoudre des problèmes scientifiques. A l'aide d'outils simples à manipuler que sont les LEGO, les écoliers peuvent donner vie à leur création et faire un premier pas dans le monde excitant de la robotique. Mike Wilson (JPL, NASA) emmène quant à lui les écoliers à travers la description d'une mission sur Mars ainsi que toutes les difficultés reliées à l'opération d'un véhicule sur une planète aussi distante.

Atelier 4 : Théâtre Scientifique. Les écoliers visionnent des vidéos qui les emmènent dans une journée à travers l'espace. Ils participent également à une séance de questions/réponses en compagnie d'un scientifique de la NASA, John Smith (JPL, NASA).

Probablement comme moi vous rêvez d'avoir entre 7 et 12 ans afin de pouvoir prendre part à tous ces ateliers !

En plus des experts scientifiques engagés dans les ateliers, il y a toute une logistique qui demande une participation locale d'envergure non négligeable. La préparation des ateliers tout d'abord nécessite plusieurs heures. Chaque endroit est différent et présente des caractéristiques spécifiques à prendre en compte, comme sa topologie. Ensuite, il est absolument critique d'avoir le jour de l'événement un personnel de soutien très actif afin de gérer les rotations, l'accueil des écoliers, des enseignants, etc. Par expérience ceci n'est pas la tâche la plus facile ; durant ce voyage nos deux principales coordinatrices ont terminé à l'hôpital en état de fatigue. Ceci me permet d'ailleurs de remercier Marisa Cleghorn (Hope of Grove) qui a été simplement phénoménale.

Il est 5h28, nous sommes le 16 novembre à Casablanca et c'est le grand jour. Aujourd'hui nous accueillons la première vague d'écoliers. Impossible de dormir, mon esprit repasse en détail chaque minute de notre atelier afin d'être sûre que nous soyons prêts et que cela se déroule sans encombre. J'ai bien sûr déjà travaillé avec des écoliers, mais jamais avec un millier au sein d'une même journée. Je me lève, inspecte mon uniforme pour que tout soit parfait. Nous sommes ha-

Du rêve à la réalité

billés dans des combinaisons bleues foncées, non pas exactement celles des astronautes mais une réplique. C’est un détail qui semble tout à fait insignifiant, mais il va se trouver que ce détail a été d’une importance capitale dans le succès de cette mission. Cet uniforme nous a enveloppés d’un statut de star auprès des écoliers, c’était tout à fait surprenant et touchant de voir dans quelle mesure un simple habit nous a élevés au rang d’idole. Mais cette fois ce n’était pas un chanteur tel que Michael Jackson que ces enfants adulaient mais des scientifiques. Pour que les mathématiques deviennent populaires, magnifiques et attractives pour une population extérieure aux départements universitaires de mathématiques, il est absolument indispensable de donner un côté “glamour” à notre discipline (et cet uniforme m’a rendu très populaire auprès de mes propres enfants à mon retour...).

Nous arrivons sur les lieux de l’événement, tout est prêt. L’ambiance est électrique et même magique, nous sommes remplis d’espoir et en même temps d’appréhension.



Les enfants sont arrivés et nous grouillons d’impatience de les voir débarquer dans notre atelier.



Cette matinée (comme toutes les autres demi-journées qui suivront) se déroule dans un mélange de bonheur, de bruit, de rires, d’émerveillements et d’émotions.

Du rêve à la réalité

Nous leur parlons de capteurs ultrasoniques, de sous-marins dont la mission sera d'aller dans l'espace explorer des caves glacières d'une des lunes de Jupiter, d'autonomie pour les robots afin d'explorer notre univers et nos propres océans ; nous leurs montrons les mathématiques liées à la robotique et finalement nous les laissons construire leur propres modèles de Mars Rover. Nous leur fournissons une aide sous forme d'un polycopié afin de les guider dans leur construction, mais il est très important que nous intervenions de manière minimale dans la construction afin que l'écolier en soit le principal acteur. De cette manière, il repartira avec une satisfaction et une confiance en ses propres capacités décuplées. Il sera passé du rêve à la réalité en devenant créateur et scientifique de la NASA lui-même pendant une matinée.

Voici ci-dessous des pages du polycopié en exemple. Nous avons pour chaque groupe plusieurs versions à notre disposition, une en anglais, une en français et une en arabe. Il était très intéressant de remarquer que la langue ne fut pas une barrière du tout, contrairement à ce que nous pouvions imaginer vu que majoritairement l'anglais était la seule langue disponible pour les scientifiques américains. Les enfants marocains que nous avons vus sont bilingues français-arabe et possèdent une très bonne maîtrise de l'anglais. C'était tout à fait rafraichissant de pouvoir mélanger toutes ces langues sachant que notre langue commune était la science.

Du rêve à la réalité

Step 1: Build your vehicle



Parts:

- 2 wheels
- 2 motors
- 1 ultrasonic sensor
- 1 NXT Brain
- 1 front bumper
- 1 rear wheel assembly

Attach the ultrasonic sensor.



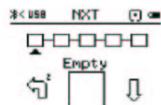
Step 2: Program your vehicle



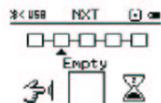
Turn on the brain by pressing the Orange button. You will see this screen:



Move the right or left arrow until "Empty" is selected.



Press the orange button.



Press the left arrow key until your sensor is highlighted.



Une expérience nouvelle et tout à fait inattendue s'est présentée à moi durant ces ateliers. Lors de mes discours sur les mathématiques impliquées dans la construction de robot autonomes, j'ai découvert des écoliers enthousiastes aimant cette discipline sans se poser de questions quant à son utilité et la rigidité qui lui est souvent associée. Chez les enfants de 7 à 12 ans, je rencontre en

général déjà de la résistance ; une attitude réfractaire face aux mathématiques que je leur présente n'est pas du tout hors du commun. Mais ces enfants marocains m'ont absolument remplie de bonheur de par leur approche, leur vision de cette science exacte. Les statistiques démontrent qu'à l'heure actuelle les pays nord africains ont un déficit de culture mathématique par rapport à la moyenne internationale mais j'ai pu observer qu'ils sont bien en avance sur nous, que cela soit les Etats-Unis ou la France, en ce qui concerne leur désir d'embrasser cette culture et ce retard n'est à mon avis que très temporaire.

Il est 17h30, les écoliers sont partis et le silence regagne gentiment les installations. Epuisés, heureux nous voici tous allongés sur le sol d'une des salles de cours. Quelle journée !!! Il est temps pour nous de ranger nos ateliers respectifs afin que demain un millier d'autres enfants puissent venir dévorer la science que nous leur offrons.

Mais si la journée s'arrête, la science continue. Le soir va emmener les écoliers ainsi que leurs familles dans d'autres explorations de l'univers. Cherilyn chante les étoiles de manière spectaculaire, et Loren Acton séduit tout le public. Qui n'a jamais rêvé de côtoyer un astronaute (à défaut d'en devenir un) ? Loren fut la vraie rock star de notre groupe. En plus d'être astronaute, Loren est un physicien dont le soleil occupe ses journées : après une pause loin de son laboratoire pour une petite escapade dans l'univers, il est maintenant de retour dans sa quête du soleil à l'université de Montana. Le 29 Juillet 1985, Loren s'est envolé dans l'espace en tant que scientifique avec six autres compagnons à bord de la navette Challenger. En tant que payload specialist pour la NASA, il a conduit des expérimentations scientifiques durant les huit jours de la mission appelée Spacelab2. Les écoliers ne pouvaient détacher leurs yeux de Loren dans son uniforme d'astronaute (celui-là même qu'il portait lors de son vol dans l'espace en 1985 !). Sa présence offrait à ce programme une dimension que les ateliers seuls ne pouvaient pas atteindre. C'est ainsi que nous avons navigué pendant dix jours à travers plusieurs villes du Maroc, tels des nomades ou des gens du cirque. Ce modèle est tout à fait transportable dans d'autres pays, avec d'autres ateliers et j'espère sincèrement qu'il va inspirer beaucoup d'entre vous.

Finalement, avant de conclure je voudrais mentionner un aspect du programme qui a été de manière surprenante une révélation pour moi. Les heures passées entre nous, membres de l'équipe dans l'avion, ou dans le bus pour aller d'une ville à l'autre ou même simplement entre l'hôtel et les ateliers ont été non pas longues et ennuyeuses mais remarquables et enrichissantes. Ces moments où nous nous retrouvions confinés dans un espace restreint nous ont permis de faire connaissance, de parler science, de partager nos différences et nos similarités. J'avoue que j'en suis ressortie revigorée (la période actuelle n'étant pas la plus

Du rêve à la réalité

stable dans les universités américaines), sûre de mes choix, et très honorée de faire partie de cette équipe scientifique pour qui la science est au cur de la vie. Il est possible que nous ne nous revoyions jamais, pourtant je sais que je n’oublierai jamais ces visages et que nous avons partagé une aventure tout à fait spéciale. J’ai omis dans ce récit mille et une choses dont je voudrais parler, mille et une personnes qui ont contribué au succès de cette aventure, mille et un sourires qui ont rendu cette expérience magique, mille et un tracas qui font partie d’une telle aventure . mais j’ai surtout voulu démontrer que même s’il nous semble que nos idées sont folles ou irréalisables, il faut foncer ! N’hésitez pas à vous engager, les autorités et les administrations sont bien plus conciliantes qu’il n’y paraît au départ, vous trouverez beaucoup de chercheurs prêts à s’engager et le succès sera au rendez-vous. Il ne peut pas en être autrement car la demande est tellement forte, la curiosité des enfants les amènera à vous de manière très naturelle et le reste suivra sans peine. Ne pensez pas que quelqu’un d’autre le fera à votre place, prenez le taureau par les cornes et devenez vous aussi un Kamal quelque part qui réalisera des miracles en inspirant toute une génération.

Thèses en ligne !

Le service TEL (<http://tel.archives-ouvertes.fr/>) est dédié à l'archivage des thèses et des Habilitations à Diriger les Recherches. Il est modelé sur le serveur de prépublications HAL. Ces services ont été créés par le CCSD (Centre pour la Communication Scientifique Directe). TEL est géré en collaboration avec Mathdoc et la Société Française de Physique.

Le dépôt des thèses est libre, la vérification concerne seulement la pertinence du classement thématique et la correction des données administratives, comme pour HAL.

Tout nouveau docteur (ou habilité) peut ainsi rendre visible (en 24 heures environ) son document de soutenance, ce qui ne peut qu'être encouragé !

Thierry Dumont.

Opération Jeunes Docteurs

La SMAI offre une adhésion gratuite pour un an aux jeunes chercheurs en mathématiques qui ont soutenu récemment leur thèse et qui l'ont enregistrée dans MathDoc :

<http://math-doc.ujf-grenoble.fr/Theses/>

Afin que cette offre prenne effet, le jeune docteur doit suivre la procédure d'adhésion

<http://smai.emath.fr/spip.php?article14> en :

1. cochant la case « Opération Thèse-Math »,
2. remplissant les lignes « Date de la thèse » et « URL complet du résumé de votre thèse ».

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.

HABILITATIONS À DIRIGER DES RECHERCHES

Stéphanie SALMON

Contribution aux méthodes numériques pour la simulation d'écoulements de fluides, d'électromagnétisme et de physique des plasmas

Soutenue le 26 novembre 2008

Université Louis Pasteur - Strasbourg I

Ce manuscrit comporte trois parties distinctes, la première concerne la simulation numérique d'écoulements de fluides. La deuxième partie porte sur les équations de l'électromagnétisme et leur couplage avec les équations cinétiques de Vlasov dans le cadre de simulations numériques en physique des plasmas. La dernière partie évoque rapidement des travaux qui ont donné lieu à des publications mais qui ne rentrent pas complètement dans un des deux cadres abordés précédemment. Dans la première partie, l'objectif est d'étendre aux maillages triangulaires non structurés une méthode numérique éprouvée pour résoudre les équations de Stokes bidimensionnelles : la méthode Marker And Cell qui a été développée sur des maillages en quadrilatères quasi-réguliers dans les années 60. L'idée proposée pour cela est de résoudre le problème de Stokes avec pour variables le tourbillon, la vitesse et la pression. Alors que les résultats numériques obtenus sur des maillages réguliers sont satisfaisants, ceux sur des maillages non structurés ne le sont pas. Il s'est avéré lors de l'étude théorique que ce problème est un problème de stabilité. On montre théoriquement et numériquement que la formulation tourbillon-vitesse-pression est une généralisation de la formulation fonction courant-tourbillon permettant la prise en compte de

RÉSUMÉS DE THÈSES

conditions limites plus générales. L'instabilité, due à des fonctions harmoniques discrètes, peut être levée en utilisant de véritables fonctions harmoniques, calculées à l'aide de leur représentation intégrale, dans le schéma numérique. On résout ainsi l'instabilité de la formulation fonction courant-tourbillon et on améliore les précédents résultats de convergence connus de cette formulation. En particulier, on démontre alors une convergence en moyenne quadratique du tourbillon de l'ordre de $3/2$ à 2 dans les cas les plus réguliers (contre un-demi avant). Puis on utilise le fait que la formulation tourbillon-vitesse-pression est équivalente à la formulation fonction courant-tourbillon pour redéfinir une nouvelle formulation tourbillon-vitesse-pression. En effet, il est bien connu que la formulation classique en fonction courant-tourbillon (n'utilisée qu'en deux dimensions d'espace) est mal posée lorsque l'on cherche le tourbillon dans l'espace de Sobolev H^1 car son gradient n'est alors pas contrôlé, mais bien posée dans un autre espace de fonctions moins régulières. On étend alors ce résultat au cas tri-dimensionnel et l'on obtient une nouvelle formulation en tourbillon-vitesse-pression bien posée dans un nouvel espace. On démontre aussi théoriquement que ce nouvel espace est bien celui introduit en 2D, ce qu'on confirme par des résultats numériques.

La deuxième partie concerne la résolution d'équations cinétiques intervenant dans la simulation directe des plasmas et des faisceaux de particules chargées (modèles de Vlasov-Poisson ou Vlasov-Maxwell). Grâce à l'augmentation de la puissance de calculs des ordinateurs, la simulation de l'évolution des plasmas et des faisceaux de particules basée sur une résolution directe de l'équation de Vlasov sur un maillage de l'espace des phases devient une alternative aux méthodes particulières (Particle In Cell) habituellement employées. La force de ces simulations directes réside dans le fait qu'elles ne sont pas bruitées (contrairement aux méthodes PIC) et que l'approximation est de même résolution sur tout l'espace des phases, en particulier dans les régions à faible densité de particules où des phénomènes physiques importants ont lieu. L'inconvénient principal est que beaucoup de points sont inutiles car la fonction de distribution des particules y est nulle, ce qui rend ces méthodes directes coûteuses en temps de calcul. On introduit alors une méthode de résolution directe de l'équation de Vlasov sur un maillage **mobile** de l'espace des phases. Ce qui permet de ne mailler que la partie de l'espace des phases sur laquelle la fonction de distribution des particules est *a priori* non nulle. Nous avons utilisé avec succès cette méthode de maillage mobile en 1D afin de simuler un problème d'interaction laser-plasma. Nous introduisons donc un maillage mobile de l'espace des phases qui suit parfaitement le développement des instabilités et permet de réduire drastiquement le

RÉSUMÉS DE THÈSES

temps de calcul. Nous avons aussi obtenu les premiers résultats d'une méthode de maillage mobile en 4D en couplant le maillage mobile et une méthode de décomposition de domaines.

En ce qui concerne la résolution des équations de Vlasov-Maxwell : nous travaillons sur le développement d'un solveur Maxwell éléments finis d'arêtes d'ordre élevé couplé à un code PIC en trois dimensions d'espaces (6D de l'espace des phases). Un point important afin que le couplage fonctionne est que l'équation de conservation de la charge doit être vérifiée au niveau numérique à chaque pas de temps. Ce qui implique que le courant obtenu à partir de l'évolution de l'équation de Vlasov doit être calculé d'une façon bien particulière. Les premiers résultats obtenus en 2D confirment que la méthode de calcul du courant proposée conserve bien la charge comme attendu.

Christophe PRIEUR

Contrôlabilité et stabilisation optimales en dimension finie ou infinie

Soutenue le 9 novembre 2009

LAAS - CNRS

Suivant les applications considérées et le nombre de degrés de liberté à envisager, il est étudié deux grandes classes de systèmes. La première classe de systèmes est décrite par des équations non-linéaires aux dérivées ordinaires. Les contrôles correspondants ont été envisagés avec une dynamique mixte discrète/continue, dites hybrides. Ils permettent de stabiliser des systèmes non-linéaires avec une robustesse, et une certaine optimalité. La seconde classe de systèmes concerne ceux à paramètres distribués. Des résultats ont concerné plus particulièrement le contrôle ou la stabilisation de structures flexibles, ainsi que la stabilisation robuste de l'écoulement de l'eau dans un réseau de canaux.

Luc BIARD

Modélisation géométrique et reconstruction de surfaces

Soutenue le 30 novembre 2009

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université Joseph Fourier

RÉSUMÉS DE THÈSES

L'ensemble des thématiques abordées s'inscrit dans le contexte de la modélisation et du calcul géométrique. La première partie concerne la géométrie duale, basée sur la théorie des enveloppes. Les résultats obtenus sont aussi bien de nature théorique (dualité en géométrie de Minkowski) qu'algorithmique (interpolation et approximation G2 sous contraintes, construction d'ovales à largeur constante). L'expertise de ces méthodes nous a permis de ré-investir ces outils au travers d'activités contractuelles pour la propagation de fronts d'ondes en optique géométrique. La seconde partie concerne le calcul effectif de chemins géodésiques sur des surfaces de subdivision par une stratégie purement géométrique. Les résultats obtenus ont pu être exploités au travers de la détermination de géodésiques périodiques sur le myocarde. La troisième partie s'appuie sur une collaboration avec le LETI pour la reconstruction de courbes et surfaces à partir de micro-capteurs. Les méthodes développées exploitent des données de type purement tangentiel sans localisation spatiale. Des algorithmes ont été développés pour la reconstruction de surfaces à partir de courbes géodésiques mesurées sur une surface réelle. Enfin, un raffinement de la propriété de diminution de la variation des courbes de Bézier a été obtenu.

Mots-clés : Géométrie duale, approximation géométrique sous contraintes, courbes géodésiques, reconstruction de surfaces, interpolation type Hermite/Coons, dérivée polaire, courbes de Bézier, propriété de diminution de la variation.

THÈSES DE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ

Alexis GRYSO

Directeur de thèse : Bernhard Beckermann (Laboratoire Paul Painlevé, Université Lille I).

Minimisation d'énergie sous contraintes, applications en algèbre linéaire et en contrôle linéaire

Soutenu le 1er juillet 2009

Laboratoire Paul Painlevé, Université Lille I

Le problème de Zolotarev pour des ensembles discrets apparaît pour d'écrire le taux de convergence de la méthode ADI, dans l'approximation de certaines fonctions matricielles ou encore pour quantifier le taux de décroissance des valeurs singulières de certaines matrices structurées. De plus, la réduction de modèle constitue un enjeu important en théorie du contrôle linéaire, et on peut prédire

la qualité de l'approximation d'un système dynamique linéaire continu stationnaire de grande dimension donné grâce à la résolution approchée d'une équation de Sylvester. Après avoir prouvé l'existence d'un minimiseur pour le troisième problème de Zolotarev pour des ensembles discrets, on détermine dans cette thèse le comportement asymptotique faible de ce problème sous certaines hypothèses de régularité. Pour mener cette étude, on considère un problème de minimisation d'énergie sous contraintes pour des mesures signées en théorie du potentiel logarithmique. On discute également la précision de nos résultats asymptotiques pour des ensembles discrets généraux du plan complexe, et une formule intégrale explicite est établie dans le cas particulier de deux sous-ensembles discrets de l'axe réel symétriques par rapport à l'origine. L'impact de nos résultats théoriques pour l'analyse du taux de convergence de la méthode ADI appliquée pour la résolution approchée d'une équation de Lyapounov est estimé à l'aide de plusieurs exemples numériques après avoir exposé l'algorithme nous permettant d'obtenir les paramètres utilisés.

Guillaume WARNAULT

Directeurs de thèse : Louis Dupaigne (Université de Picardie) et Alberto Farina (Université de Picardie).

**Solutions stables pour des EDPs elliptiques semi-linéaires impliquant
l'opérateur biharmonique**

Soutenue le 25 septembre 2009

Université de Picardie

Dans cette thèse, nous considérons la classe des solutions radiales d'une équation semi-linéaire $\Delta^2 u = \lambda f(u)$ où f est une non-linéarité régulière ou singulière. Pour cette équation, nous considérons les conditions de bord de Dirichlet dans la boule unité $B \subset \mathbb{R}^N$. La classe des solutions radiales est la classe des solutions stables qui inclut les solutions minimales et solution extrémale.

Nous établissons la régularité de cette solution extrémale pour $N \leq 9$ dans le cas d'une non-linéarité régulière. Nos résultats de régularité ne dépendent pas de la non-linéarité f . De plus, nous étudions l'équation elliptique du quatrième ordre avec $f(u) = (1 + \text{sgn}(p)u)^p$ où $p \in \mathbb{R}$. La régularité des solutions dépend essentiellement de la puissance p et du paramètre $\lambda > 0$. Nous nous sommes intéressés particulièrement aux solutions radiales de ce problème et beaucoup de démonstrations reposent sur une approche par les équations différentielles

RÉSUMÉS DE THÈSES

ordinaires.

Finalement, nous établissons plusieurs résultats de type Liouville sur l'équation elliptique du quatrième ordre $\Delta^2 u = f(u)$ dans \mathbb{R}^N , où f est une non-linéarité régulière. Nous prouvons la non-existence de solutions stables vérifiant des propriétés de décroissance à l'infini. Ces résultats feront l'objet d'un prochain article.

Jean-Baptiste DUVAL

Directeur de thèse : Mark Asch (Université de Picardie).

Détection numérique de petites imperfections de conductivité en 2D et 3D par une méthode dynamique basée sur l'équation des ondes et le contrôle géométrique

Soutenu le 19 octobre 2009

Université de Picardie

Dans cette thèse, nous considérons la solution numérique, dans des domaines bornés bidimensionnels et tridimensionnels, d'un problème inverse pour la localisation d'imperfections de petits volumes contenues dans un domaine sain de conductivité différente de celle des inhomogénéités.

L'identification de ces inhomogénéités repose sur une approche dynamique basée sur l'équation des ondes. Notre algorithme numérique s'appuie sur le couplage d'une solution élément fini de l'équation des ondes, d'une méthode de contrôlabilité exacte et d'une inversion de Fourier pour localiser les centres des imperfections. Une application pratique de cette technique pourrait être la localisation de mines anti-personnel ou de tumeurs.

Des résultats numériques, en deux et trois dimensions, montrent la robustesse et la précision de l'approche pour retrouver des imperfections, placées aléatoirement, à partir de mesures sur la frontière complète ou sur une partie de la frontière.

Mots-clés : Problème inverse, équation des ondes, contrôle géométrique, méthode d'inversion de Fourier, éléments finis, calcul parallèle.

Mohamed MRAD

Directeur de thèse : Nicole El Karoui (Ecole Polytechnique).

Utilités progressives dynamiques : Approche par les flots stochastiques

Soutenu le 19 octobre 2009

Ecole Polytechnique

RÉSUMÉS DE THÈSES

Mon travail de thèse porte sur l'étude des utilités stochastiques progressives. En effet, dans le monde de la finance traditionnelle, la réflexion sur le critère à optimiser dans le cas de la sélection de portefeuille par exemple est assez pauvre. La stratégie optimale est fortement dépendante de l'horizon de gestion et du critère. Or dans le domaine de la banque d'investissement, une partie de l'activité porte sur des stratégies 'delta-hedgées', c'est à dire peu sensibles à la tendance du marché qu'on souhaite utiliser comme stratégies de référence. Par ailleurs, de plus en plus de problèmes, dont celui du financement des problèmes écologiques portent sur des horizons très longs, pour lesquels il est difficile de faire comme si le marché ne réajustait pas ses critères en cas de changements importants des paramètres fondamentaux de l'économie.

En 2002, Marek Musiela et Thaleia Zariphopoulou ont proposé un point de vue très nouveau sur ces questions, en introduisant la notion 'forward utility', c'est à dire une utilité dynamique, progressive, cohérente. La thèse contient deux parties aux motivations très différentes. La première est une sorte de 'retour aux sources' sur les différents points importants de l'étude de ces problèmes d'optimisation.

La deuxième partie est consacrée à différents aspects des utilités progressives tels que l'étude de la dynamique du champ aléatoire $u(t, x)$, d'abord dans le cas markovien puisqu'il n'est pas nécessaire d'introduire des outils nouveaux pour mener l'étude, puis dans le cas général, où l'objectif est d'établir la forme de la décomposition du champ markovien $du(t, x) = \beta(t, x) + \Gamma(t, x)dW_t$. Comme dans l'optimisation classique, dite rétrograde, le terme $\beta(t, x)$ contient un terme de type hamiltonien classique modifié par la présence de la dérivée de la volatilité $\Gamma(t, x)$ de l'utilité progressive. Dans le cas général, ces résultats sont établis grâce à la formule de Ventzell-Friedlin. Cependant, la question de la convexité et de la monotonie est complexe a priori, car il y a peu de théorèmes de comparaison pour les équations progressives, contrairement au cas des équations rétrogrades. La question de l'interprétation du rôle de la volatilité est centrale dans cette étude. Pour mieux comprendre ce rôle, j'étudie la question de la volatilité par des techniques de changement de numéraire que permettent de se ramener toujours à un marché 'martingale'. La dérivée de la volatilité apparaît comme une prime de risque instantanée que le marché introduit, et qui dépend du niveau de la richesse de l'investisseur.

Le dernier chapitre propose plusieurs nouveaux points de vue. D'abord, j'introduis la théorie des flots stochastiques dans ces problèmes d'optimisation, ce qui permet de généraliser de manière très naturelle les résultats dans le cas stan-

dard d'optimisation de portefeuille. Ensuite, partant de l'hypothèse qu'il existe une utilité progressive dont le portefeuille optimal est une fonction monotone de la richesse initiale, je montre par des techniques de composition de flots stochastiques monotones comment générer 'toutes' les utilités progressives ayant ce processus comme processus optimal. C'est un résultat nouveau, et très simple dans les preuves. Toujours par des techniques de composition des flots, j'établis à nouveau les EDP stochastiques et je donne la condition nécessaire sur la forme de la volatilité de ces utilités.

Jérémie LASRY

Directeurs de thèse : Yves Renard (INSA Lyon) et Michel Salaün (ISAE).

Calculs de plaques fissurées en flexion avec la méthode des éléments finis étendue (XFEM)

Soutenue le 22 octobre 2009

IMT, Université de Toulouse

Cette thèse est consacrée au développement de méthodes numériques pour la simulation de plaques et coques fissurées. Pour ce problème, les méthodes classiques sont basées sur la Méthode des Elements Finis (MEF). En raison de la présence d'une singularité en fond de fissure, la MEF souffre de plusieurs défauts. Son taux de convergence n'est pas optimal : un raffinement du maillage près du fond de fissure est nécessaire pour représenter correctement cette singularité. De plus, en cas de propagation de la fissure, le domaine doit être remaillé. Une nouvelle méthode d'éléments finis, introduite en 1999 et baptisée XFEM, permet de s'affranchir de ces inconvénients. Dans cette méthode, la base éléments finis est enrichie par des fonctions de formes spécifiques qui représentent la séparation du matériau et la singularité de fond de fissure. Ainsi, domaine et fissure sont indépendants et le taux de convergence est optimal.

Dans cette thèse, on développe deux formulations XFEM adaptées à un modèle de plaques minces. Ces méthodes ont pu être implémentées dans la bibliothèque d'éléments finis Getfem++, et testées sur des exemples où la solution exacte est connue. L'étude d'erreur montre que la méthode XFEM possède un taux de convergence optimal, alors que la MEF montre une convergence plus lente.

L'autre contribution de cette thèse concerne le calcul de Facteurs d'Intensité de Contraintes (FIC) : ces grandeurs indiquent le risque de propagation de la fissure. Les méthodes classiques de calcul de FIC via la MEF sont basées sur

des post-traitements appelés intégrale-J. Nous proposons deux méthodes de calcul originales, basées sur nos formulations XFEM. La première méthode utilise l'intégrale-J, et la deuxième fournit une estimation directe, sans post-traitement. Ces méthodes ont été testées sur deux cas-tests de référence et montrent une précision satisfaisante.

Arthur SARTHOU

Directeurs de thèse : Jean-Paul Caltagirone (Université de Bordeaux, TREFLE) et Stéphane Vincent (ENSCBP, TREFLE).

Méthodes de domaines fictifs pour les équations elliptiques et de Navier-Stokes - Application au couplage fluide-structure

Soutenue le 3 novembre 2009

Laboratoire TREFLE, Université de Bordeaux

La simulation de cas réalistes d'écoulements ou de transferts thermiques implique souvent l'utilisation d'obstacles ou d'interfaces de forme complexe. De part leur manque de flexibilité, les maillages structurés ne sont pas initialement adaptés au traitement d'interfaces irrégulières, ces dernières coïncidant rarement avec les lignes du maillage. Afin de permettre à l'approche structurée de traiter des interfaces complexes avec précision, des méthodes dites de domaines fictifs sont nécessaires.

La première contribution de cette thèse est une nouvelle méthode de travail sur maillage curviligne structuré qui permet de réutiliser de nombreuses méthodes fonctionnant initialement sur des maillages cartésiens sur maillages curvilignes. Nous avons ensuite mis au point deux nouvelles méthodes de domaines fictifs : la méthode de pénalisation de sous-maille (PSM) pour la gestion des frontières immergées pour les équations elliptiques et de Navier-Stokes et la méthode d'interface immergée algébrique (IIA) pour les problèmes d'interfaces immergées pour les équations elliptiques. L'un des intérêts de ces deux méthodes à l'ordre deux en espace est leur simplicité. Ces différents développements ont finalement été appliqués à des cas de couplage fluide-structure académiques et réalistes (sédimentation d'un cylindre, hydroplanage d'un pneu, écoulements dans une tête de forage et convection naturelle dans la grotte de Lascaux).

Mouna DAADAA

Directeurs de thèse : Christine Bernardi (Laboratoire Jacques-Louis LIONS, CNRS et Université Pierre et Marie Curie) et Adel Blouza (Université de Rouen).

Discrétisation spectrale et par éléments spectraux des équations de Darcy

Soutenue le 4 novembre 2009

Laboratoire Jacques-Louis LIONS, Université Pierre et Marie Curie

Nous élaborons dans cette thèse la simulation numérique de l'écoulement lent d'un fluide visqueux et incompressible dans un milieu poreux, rigide et saturé, par la méthode spectrale. La méthode s'avère optimale en ce sens que l'erreur obtenue n'est limitée que par la régularité de la fonction. Elle est de type spectrale. Le but étant de traiter les variations du paramètre de perméabilité α . Nous proposons alors une discrétisation par des éléments spectraux avec joints. Nous donnons des estimations *a priori* de l'erreur et nous confirmons l'étude théorique par des résultats numériques. A cette fin, nous considérons les équations de Darcy instationnaires dont nous proposons une étude théorique et numérique. Nous décrivons donc la discrétisation spatio-temporelle d'un tel modèle. Enfin, des résultats numériques sont présentés à la fin de ce chapitre, illustrant l'approche théorique.

Mathieu DROUIN

Directeur de thèse : Daniel Bouche (CMLA, ENS Cachan).

Vers la simulation particulière réaliste de l'interaction laser-plasma surcritique : Schéma implicite avec amortissement ajustable et fonctions de forme d'ordre élevé

Soutenue le 6 novembre 2009

CMLA, ENS Cachan

Le caractère éminemment cinétique et hors équilibre de l'interaction laser-plasma à très haut flux et des phénomènes associés nécessite de résoudre le système complet des équations de Vlasov-Maxwell. Cette thèse se concentre sur les méthodes PIC (Particle-In-Cell), et vise à en accroître le régime de fonctionnement.

Tout d'abord nous présentons l'analyse de stabilité linéaire d'un algorithme PIC explicite incluant l'effet de la discrétisation spatio-temporelle. Cette analyse met

RÉSUMÉS DE THÈSES

en exergue l'instabilité d'*aliasing*, que nous relient au problème, plus général, du chauffage numérique dans les codes PIC en régime surcritique. Nous montrons l'influence bénéfique de la montée en ordre du facteur de forme pour réduire ce chauffage, permettant ainsi d'atteindre des régimes de densité jusque-là inaccessibles.

Les codes PIC implicites ne sont pas soumis aux mêmes contraintes de stabilité que leurs équivalents explicites. En particulier, ils ne sont plus tenus de résoudre les modes haute fréquence électroniques. Une telle propriété est particulièrement précieuse pour la modélisation de l'interaction entre un laser à ultra-haute intensité et un plasma fortement surcritique. Nous présentons ici l'extension relativiste de la méthode implicite dite directe, en y incluant un paramètre d'amortissement ajustable et des facteurs de forme d'ordre élevé. Ce formalisme a été implémenté dans le code ELIXIRS, 2D en espace et 3D en vitesse. Ce code est validé sur plusieurs problèmes de physique des plasmas, allant de l'expansion d'un plasma relativiste à l'interaction laser-plasma à haut-flux, en passant par les instabilités faisceau-plasma relativistes. Dans tous les cas, nous montrons la capacité du code à capturer, malgré une discrétisation spatio-temporelle dégradée, les principales caractéristiques du phénomène étudié, autorisant ainsi des gains substantiels en temps de calcul.

Yogesh PARTE

Directeur de thèse : Mohamed Masmoudi (Université Toulouse III).

Quelques techniques de couplage de modèles et données

Soutenue le 9 novembre 2009

IMT, Université de Toulouse

Le couplage de modèles et de données est le fil conducteur de ce travail, qui comporte deux parties distinctes. La première partie présente des techniques d'évaluation des performances de produits d'isolation et la deuxième partie présente une contribution en optimisation multidisciplinaire.

La première partie commence par décrire les limites des mesures classiques en laboratoire qui ne tiennent pas compte de la convection, du rayonnement et de changement de phase. L'inconvénient des mesures in situ est de fournir des performances fortement dépendantes des conditions météorologiques. A partir de séquences de données météorologiques représentatives du site et des mesures in situ, nous arrivons à estimer les performances intrinsèques du système d'iso-

lation.

Cet objectif a été atteint en considérant des techniques telles que les réseaux neuronaux (global assimilation process - GAP), les techniques de classification (predictive clustering - PClust) et nous avons considéré un modèle thermique mono-dimensionnel (SPEC) décrivant les phénomènes complexes en présence. Les résultats numériques obtenus, sur des mesures in situ, montrent la stabilité des résultats par rapport aux conditions météorologiques.

Dans la deuxième partie, une nouvelle méthode intitulée DIVE (Disciplinary Interaction Variable Elimination) est introduite. On a montré que DIVE est une généralisation de la méthode de région de confiance et présente de nombreux avantages par rapport aux méthodes d'optimisation multidisciplinaire (MDO) connues : une meilleure précision de la solution des équations d'état, un cadre adéquat pour la gestion des méta modèles. En plus, la méthode DIVE peut être vue comme une généralisation des méthodes de MDO classiques.

Mots-clés : Mesure in situ, conditions météorologiques, couplage de modèles et de données, MDO, DIVE.

Mathieu GENTES

Directeur de thèse : Jean-Pierre François (Laboratoire Jacques-Louis Lions, UPMC).

Bifurcations d'ordre supérieur, cycles limites et intégrabilité

Soutenue le 14 novembre 2009

Laboratoire Jacques-Louis Lions, UPMC

La recherche de cycles limites pour des systèmes polynômiaux du plan est historiquement motivée par le 16^e problème de Hilbert. Les résultats obtenus dans cette thèse concernent des systèmes différentiels quadratiques intégrables perturbés pour lesquels on met en oeuvre une adaptation d'un algorithme théorique proposé par Jean-Pierre François permettant le calcul des dérivées successives de l'application de premier retour, encore appelées fonctions de Melnikov.

Le premier exemple étudié est de type Liénard et présente un centre en l'origine. Le calcul par deux méthodes différentes de la première fonction de Melnikov assure l'existence d'un cycle limite pour le système perturbé. Dans certains cas, on calcule les fonctions de Melnikov d'ordre supérieur et on donne des conditions pour lesquelles le système reste à centre.

Le second exemple est issu d'une équation d'Abel remarquée par Liouville, dont l'étude des singularités à l'infini fait apparaître une singularité non hyperbolique

avec domaine elliptique. On perturbe quadratiquement une forme normale quadratique présentant cette singularité. Le calcul des trois premières fonctions de Melnikov assure l'existence de perturbations faisant apparaître deux cycles limites. D'autre part, on est en mesure de donner certains cas intégrables ainsi que la nature algébrique des fonctions de Melnikov d'ordre supérieur.

Dans le troisième exemple, on étudie une famille de systèmes présentant soit une singularité avec deux secteurs elliptiques, soit un centre et une singularité avec un domaine elliptique. On espère trouver une perturbation quadratique générant quatre cycles limites imbriqués deux à deux. L'étude des fonctions de Melnikov jusqu'à l'ordre deux ne révèle cependant que l'existence de perturbations pour lesquelles on a deux cycles autour de l'un des centres et un seul autour de l'autre.

Thi Thu Cuc BUI

Directeur de thèse : Pascal Frey (Laboratoire Jacques-Louis Lions, UPMC) et Bertrand Maury (Université Paris Sud).

Simulation des écoulements bifluïdes, une stratégie de couplage basée sur l'adaptation de maillage anisotrope

Soutenue le 16 novembre 2009

Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Pierre et Marie Curie

On s'intéresse ici à la simulation d'écoulements bifluïdes visqueux incompressibles et immiscibles, régis par les équations de Stokes. Une stratégie de couplage basée sur l'adaptation de maillage anisotrope permet un suivi précis de l'évolution de l'interface gouvernée par une équation d'advection.

Dans la première partie de ce travail, on aborde les aspects théoriques liés au modèle des écoulements bifluïdes. En particulier, on propose un préconditionnement efficace lorsque le rapport des viscosités est important et on présente un schéma numérique basé sur la méthode de caractéristiques pour résoudre l'équation d'advection. L'utilisation des triangulations anisotropes raffinées au voisinage de l'interface permet une capture précise de celle-ci avec un nombre minimal de degrés de liberté.

Dans la seconde partie, on présente des résultats numériques dans plusieurs domaines d'applications obtenus avec cette approche pour illustrer les différents aspects de notre stratégie de couplage.

Alexandra CLAISSE

Directeur de thèse : Pascal Frey (Laboratoire Jacques-Louis Lions, UPMC).

Modèle de reconstruction d’une surface échantillonnée par une méthode de ligne de niveau, et applications

Soutenue le 18 novembre 2009

Laboratoire Jacques-Louis Lions, UPMC

La reconstruction de surface, à partir de données échantillonnées, est un thème de recherche important et très actif depuis quelques années. L’enjeu est de pouvoir générer toute sorte de géométries et de topologies.

Le but de ce travail est de trouver une surface *régulière* (typiquement de classe C^2), notée Γ , passant au plus près de tous les points d’un échantillon V donné, c’est-à-dire telle que la distance euclidienne $d(x, \Gamma)$ soit minimale pour tout $x \in V$. Pour cela, on formule le problème à l’aide d’une équation aux dérivées partielles qui va caractériser l’évolution d’une surface $\Gamma(t)$. Cette EDP est composée d’un terme d’attraction, qui permet à $\Gamma(t)$ d’avancer jusqu’à V , et d’un terme de tension de surface, dont le rôle est de préserver la régularité de $\Gamma(t)$ au cours du temps. On montre d’abord que le problème est bien posé, c’est-à-dire que sa solution existe et qu’elle est unique. Cette EDP est ensuite résolue numériquement à l’aide de la méthode des lignes de niveau, et grâce à des schémas numériques spécifiques (avec approximation des dérivées d’ordre un et d’eux en espace en chaque nœud du maillage), sur des triangulations adaptées et anisotropes (pour améliorer la précision du résultat). D’un point de vue analyse, on montre que ces schémas sont consistants et stables en norme L^2 . Des exemples d’applications sont présentés pour illustrer l’efficacité de notre approche.

Vanessa LLERAS

Directeur de thèse : Patrick Hild (Université de Franche-Comté).

Modélisation, analyse et simulation de problèmes de contact en mécanique des solides et des fluides

Soutenue le 20 novembre 2009

Université de Franche-Comté

La modélisation des problèmes de contact pose de sérieuses difficultés qu’elles soient conceptuelles, mathématiques ou informatiques. Motivés par le rôle fon-

RÉSUMÉS DE THÈSES

damental que jouent les phénomènes de contact, nous nous intéressons à la modélisation, l'analyse et la simulation de problèmes de contact intervenant en mécanique des solides et des fluides. Dans une première partie théorique, on étudie le comportement asymptotique de solutions de problèmes variationnels dépendant du temps issus de la mécanique du contact frottant. La deuxième partie est consacrée au contrôle de la qualité des calculs en mécanique des solides. Guidés par la recherche de la formulation et l'étude du contact dans la méthode des éléments finis étendus (XFEM), nous étudions notamment les estimateurs d'erreur par résidu pour la méthode XFEM dans le cas linéaire, ceux pour le problème de contact unilatéral avec frottement de Coulomb approchés par une méthode d'éléments finis standard et l'extension au cas de méthodes mixtes stabilisées (i.e., ne nécessitant pas de condition inf-sup). Cette partie s'achève par la définition du problème de contact avec XFEM suivie d'une estimation a priori de l'erreur. La troisième partie concerne la simulation numérique en mécanique des fluides, plus précisément du problème de contact de la dynamique des globules rouges évoluant dans un fluide régi par les équations de Navier-Stokes en dimension deux.

Frédérique CHARLES

Directeurs de thèse : Stéphane Dellacherie (CEA, Saclay) et Laurent Desvillettes (CMLA, ENS Cachan).

Modélisation mathématique et étude numérique d'un aérosol dans un gaz raréfié. Application à la simulation du transport de particules de poussière en cas d'accident de perte de vide dans ITER

Soutenue le 25 novembre 2009

CMLA, ENS Cachan

Dans cette thèse, nous présentons des modèles cinétiques décrivant le transport de particules de poussière en atmosphère raréfiée. Le premier modèle est constitué d'un couplage de deux équations aux dérivées partielles de type Boltzmann, dans lesquelles l'interaction entre les molécules de gaz et les particules de poussière est décrite par des opérateurs de collision. La simulation numérique de ce modèle par méthode DSMC s'avérant trop coûteuse lorsque le rayon des particules devient trop grand, nous introduisons alors un modèle asymptotique approchant formellement le précédent lorsque le rapport de masse entre une molécule et une particule de poussière tend vers 0. Ce modèle est constitué d'un couplage

entre une équation de Vlasov et une équation de Boltzmann, par l'intermédiaire d'une force de traînée. Le passage à la limite du couplage Boltzmann-Boltzmann vers le couplage Vlasov-Boltzmann est justifié mathématiquement dans le cas d'un modèle de collisions élastiques. Nous présentons ensuite l'application de ces modèles à la simulation numérique de l'évolution de particules de poussière au début d'un accident de perte de vide, dans le cadre d'étude de sûreté pour le réacteur ITER.

Florent CADOUX

Directeurs de thèse : Claude Lemaréchal (INRIA Rhône-Alpes) et Vincent Acary (INRIA Rhône-Alpes).

Méthodes d'optimisation pour la dynamique non-régulière

Soutenue le 26 novembre 2009

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université Joseph Fourier

L'objectif de ce travail est de proposer une nouvelle approche pour la résolution du problème de contact unilatéral avec frottement de Coulomb tridimensionnel en mécanique des solides. On s'intéresse à des systèmes dynamiques composés de plusieurs corps possédant un nombre fini de degrés de liberté : rigides, ou déformables qui sont des approximations spatiales de modèles continus. Le frottement entre les corps est modélisé en utilisant une formulation classique de la loi de Coulomb. Après discrétisation en temps (ou approximation quasi-statique), on obtient à chaque pas de temps un problème contenant des équations de complémentarité sur un produit de cônes du second ordre, et d'autres équations. Plusieurs méthodes de résolution ont été proposées pour différentes formulations équivalentes de ce problème, en particulier par Moreau, Alart et Curnier, et De Saxce. En considérant les équations de complémentarité comme celles des conditions d'optimalité (KKT) d'un problème d'optimisation, on propose une reformulation équivalente nouvelle sous forme d'un problème de minimisation paramétrique convexe couplé avec un problème de point fixe. Grâce à ce point de vue, on démontre l'existence de solutions sous une hypothèse assez faible, et vérifiable en pratique. De plus, on peut souvent calculer effectivement l'une de ces solutions en résolvant numériquement l'équation de point fixe. Les performances de cette approche sont comparées à celles des méthodes existantes.

Mots-clés : Mécanique du contact, frottement, loi de Coulomb, optimisation.

Benjamin BOUTIN

Directeur de thèse : Philippe G. LeFloch (Lab. Jacques-Louis Lions, CNRS).

**Etude mathématique et numérique d'équations hyperboliques non-linéaires :
couplage de modèles et chocs non classiques**

Soutenue le 27 novembre 2009

Lab. Jacques-Louis Lions, Univ. Paris 6, & CEA de Saclay

Cette thèse concerne l'étude mathématique et numérique d'équations aux dérivées partielles hyperboliques non-linéaires. Une première partie traite d'une problématique émergente : le couplage d'équations hyperboliques. Les applications poursuivies relèvent du couplage mathématique de plateformes de calcul, en vue d'une simulation adaptative de phénomènes multi-échelles. Nous proposons et analysons un nouveau formalisme de couplage construit sur des systèmes EDP augmentés permettant de s'affranchir de la description géométrique des frontières. Ce nouveau formalisme permet de poser le problème en plusieurs variables d'espace en autorisant l'éventuel recouvrement des modèles à coupler. Ce formalisme autorise notamment à munir la procédure de couplage de mécanismes de régularisation visqueuse utiles à la sélection de solutions discontinues naturelles. Nous analysons alors les questions d'existence et d'unicité dans le cadre d'une régularisation parabolique autosemblable. L'existence est acquise sous des conditions très générales mais de multiples solutions sont susceptibles d'apparaître dès que le phénomène de résonance survient. Ensuite, nous montrons que notre formalisme de couplage à l'aide de modèles EDP augmentés autorise une autre stratégie de régularisation basée sur l'épaississement des interfaces. Nous établissons dans ce cadre l'existence et l'unicité des solutions au problème de Cauchy pour des données initiales L^∞ . À cette fin, nous développons une technique de volumes finis sur des triangulations générales que nous analysons dans la classe des solutions à valeurs mesures entropiques de DiPerna. La seconde partie est consacrée à la définition d'un schéma de volumes finis pour l'approximation des solutions non classiques d'une loi de conservation scalaire basée sur une relation cinétique. Ce schéma présente la particularité d'être *stricto sensu* conservatif contrairement à une approche à la Glimm qui ne l'est que statistiquement. Des illustrations numériques étayent le bien-fondé de notre approche.

Ludovic GOUDENEGE

Directeur de thèse : Arnaud Debussche (IRMAR, ENS Cachan, Antenne de Bretagne).

Quelques résultats sur l'équation de Cahn-Hilliard stochastique et déterministe

Soutenue le 27 novembre 2009

IRMAR, ENS Cachan, Antenne de Bretagne

Nous nous intéressons d'abord à l'équation aux dérivées partielles stochastique de Cahn-Hilliard en dimension 1 avec une seule singularité. C'est une équation d'ordre 4 dont la non linéarité est de type logarithmique ou en puissance négative $x^{-\alpha}$, à laquelle on ajoute la dérivée d'un bruit blanc en espace et en temps. On montre l'existence et l'unicité des solutions en utilisant les solutions d'équations approchées aux non linéarités Lipschitz. La présence d'une mesure de réflexion permet d'assurer l'existence de solutions. On étudie ces mesures à l'aide des mesures de Revuz associées et, grâce à une formule d'intégration par parties, on montre qu'elles sont identiquement nulles lorsque $\alpha \geq 3$.

Dans un deuxième temps, on considère la même équation mais avec deux singularités logarithmiques en +1 et -1. Il s'agit du modèle complet de l'équation de Cahn-Hilliard. Cette fois-ci on utilise des équations approchées aux non linéarités polynomiales pour montrer l'existence et l'unicité de solutions. Deux mesures de réflexion doivent ici être ajoutées pour assurer l'existence. De plus, on montrera que la mesure invariante est ergodique.

Enfin, on étudie l'équation déterministe : des simulations numériques basées sur une méthode d'éléments finis de hauts degrés permettent d'illustrer plusieurs résultats théoriques. La capture des interfaces et des états stationnaires requiert une attention particulière. On s'intéressera également aux bifurcations autour de la première valeur propre du Laplacien sur des domaines généraux. Par ailleurs, quelques simulations stochastiques permettent de mettre en évidence les instants de contact avec les singularités, les évolutions stochastiques en temps long et les changements d'états stationnaires.

Azmi MAKHLOUF

Directeur de thèse : Emmanuel Gobet (Grenoble INP).

**Régularité fractionnaire et analyse stochastique de discrétisations ;
Algorithme adaptatif de simulation en risque de crédit**

Soutenue le 27 novembre 2009

Laboratoire Jean Kuntzmann et Grenoble INP

Cette thèse concerne trois sujets de probabilités numériques et de mathématiques financières. D’abord, nous étudions le module de régularité L^2 en temps de la composante Z d’une EDSR markovienne à coefficients lipschitziens, mais dont la fonction terminale g est irrégulière. Ce module est lié à l’erreur d’approximation par schéma d’Euler. Nous montrons, de façon optimale, que l’ordre de convergence est explicitement lié à la régularité fractionnaire de g . Ensuite, nous proposons une méthode de Monte-Carlo séquentielle pour le calcul efficace du prix d’une tranche de CDO, basée sur des variables de contrôle séquentielles, dans un cadre où les taux de recouvrement sont aléatoires et i.i.d. Enfin, nous analysons l’erreur de couverture associée à la stratégie en Delta-Gamma. La régularité fractionnaire de la fonction payoff joue un rôle crucial dans le choix des dates de rebalancement, afin d’atteindre des vitesses de convergence optimales.

Mots-clés : Probabilités numériques, mathématiques financières, équations différentielles stochastiques rétrogrades, régularité fractionnaire, Monte-Carlo séquentiel, couverture en Delta-Gamma.

Ayman MOUSSA

Directeurs de thèse : Laurent Desvillettes (CMLA, ENS Cachan) et Marcel Filoche (Polytechnique).

**Etude mathématique et numérique du transport d’aérosols dans les voies
supérieures du poumon humain**

Soutenue le 2 décembre 2009

CMLA, ENS Cachan

Dans ce travail, nous nous intéressons au transport des aérosols dans les voies aériennes supérieures du poumon humain. Ce phénomène est modélisé dans notre étude par un couplage d’équations aux dérivées partielles issues de la mécanique des fluides et de la théorie cinétique. Ainsi, le fluide est décrit par des

RÉSUMÉS DE THÈSES

fonctions macroscopiques (vitesse, pression), par l'intermédiaire des équations de Navier-Stokes incompressibles tandis que la phase dispersée est décrite par sa densité dans l'espace des phases, grâce à une équation de transport (Vlasov ou Vlasov-Fokker-Planck). Le couplage effectué est fort, en ce sens qu'il associe à l'aérosol une force de rétroaction correspondant au retour de l'accélération de traînée fournie par le fluide : l'interaction fluide/spray se fait dans les deux sens. Enfin, les équations sont en toute généralité considérées en domaine spatial mobile, ceci afin de tenir compte de l'éventuel mouvement des bronches.

Dans un premier chapitre, après quelques rappels concernant l'arbre pulmonaire et les aérosols, nous décrivons le système d'équations de Vlasov/Navier-Stokes pour lequel nous avons développé un schéma d'approximation numérique. Ce dernier aspect est abordé dans le deuxième chapitre. La méthode utilisée consiste en un couplage explicite d'une méthode ALE/éléments finis pour le fluide et d'une méthode particulière pour la phase dispersée. L'algorithme développé nécessitant une procédure de localisation des particules dans le maillage, celle-ci a également été mise en place.

Différentes exploitations du code ont ensuite été réalisées. Une première série de simulation numérique a été effectuée afin d'évaluer l'influence de la rétroaction du spray sur le fluide. On prouve ainsi que, pour des données en cohérence avec les nébuliseurs commerciaux, l'aérosol peut accélérer un fluide au repos et de ce fait influencer son propre mouvement.

Une autre exploitation du code a été effectuée en collaboration avec une équipe de l'INSERM, à Tours, à l'aide de données expérimentales *in vitro*. Enfin, une dernière étude a été réalisée sur un conduit cylindrique présentant une constriction en son centre. Nous avons évalué l'influence du mouvement de sa paroi sur la capture de particules sur cette géométrie.

Les deux derniers chapitres de cette thèse traitent de l'analyse mathématique de deux couplages fluides/cinétiques. Le premier de ces couplages est celui de Vlasov/Navier-Stokes, précédemment introduit. On prouve l'existence de solutions faibles globales périodiques du système par une méthode constructive basée sur un schéma d'approximation voisin de celui utilisé lors de l'implémentation numérique. Le deuxième couplage est celui de Vlasov-Fokker-Planck/Navier-Stokes pour lequel nous avons obtenu l'existence de solutions fortes pour des données initiales régulières et proches d'un point d'équilibre. Nous avons ensuite étudié le comportement en temps long de solutions du système et précisé la régularité que celui-ci leur impose.

Fanny DELEBECQUE

Directeur de thèse : Florian Méhats (IRMAR, Université Rennes 1).

**Modélisation mathématique et numérique du transport de gaz quantique
dans des situations de fort confinement**

Soutenue le 3 décembre 2009

IRMAR, Université Rennes 1

Cette thèse en mathématiques appliquées à la nanoélectronique aborde le problème de la simulation mathématique et numérique du transport de gaz d'électrons confinés dans certaines directions de l'espace.

A l'échelle de la nanoélectronique, les phénomènes ondulatoires liés au transport des électrons ne peuvent plus être négligés et la description classique du transport électronique doit laisser place à une approche quantique. La modélisation de tels phénomènes nécessite la résolution de systèmes couplés de type Schrödinger-Poisson, coûteux numériquement.

Cette thèse s'appuie donc sur le confinement fortement anisotrope des électrons dans de telles structures pour obtenir des modèles asymptotiques à dimensionnalité réduite, via une analyse asymptotique 'fort confinement'. La principale difficulté mathématique provient ici des oscillations rapides dues au confinement. Des méthodes telles que la moyennisation en temps long sont décrites pour y remédier.

On s'intéresse dans cette approche à plusieurs situations de confinement différentes. Ainsi, on présente deux modèles asymptotiques pour la modélisation du transport d'électrons confinés sur un plan, ainsi qu'un modèle de confinement sur un plan d'un gaz d'électrons soumis à un champ magnétique fort uniforme. Enfin, on propose un modèle asymptotique mathématique ainsi que des simulations numériques dans le cas du transport d'électrons confinés dans un nanofil quantique. Celles-ci sont obtenues par des méthodes numériques basées sur l'idée de la réduction de dimensionnalité qui font appel notamment à une méthode de décomposition en sous-bandes.

Mots-clés : EDP, système de Schrödinger-Poisson, analyse asymptotique, fortes oscillations, nanoélectronique, transport quantique, fort confinement, simulation numérique, méthode des sous-bandes.

Neus SABATER

Directeurs de thèse : Andrés Almansa (ENST) et Jean-Michel Morel (CMLA, ENS Cachan).

Fiabilité et précision en stéréoscopie. Application à l'imagerie aérienne et satellitaire à haute résolution

Soutenue le 7 décembre 2009

CMLA, ENS Cachan

Cette thèse se situe dans le cadre du projet MISS (Mathématiques de l'Imagerie Stéréoscopique Spatiale) monté par le CNES en collaboration avec plusieurs laboratoires universitaires en 2007. Ce projet se donne l'objectif ambitieux de modéliser un satellite stéréoscopique, prenant deux vues non simultanées mais très rapprochées de la Terre en milieu urbain. Son but principal est d'obtenir une chaîne automatique de reconstruction urbaine à haute résolution à partir de ces deux vues.

Ce projet se heurte toutefois à des problèmes de fond que la présente thèse s'attache à résoudre. Le premier problème est le rejet des matches qui pourraient se produire par hasard, notamment dans les zones d'ombres ou d'occlusion, et le rejet également des mouvements au sol (véhicules, piétons, etc.). La thèse propose une méthode de rejet de faux matches basée sur la méthodologie dite "a contrario". On montre la consistance mathématique de cette méthode de rejet, et elle est validée sur des paires simulées exactes, sur des vérités terrain fournies par le CNES, et sur des paires classiques de benchmark (Middlebury). Les matches fiables restants représentent entre 40% et 90% des pixels selon les paires testées. Le second problème de fond abordé est la précision. En effet le type de stéréoscopie envisagé exige un très faible angle entre les deux vues, qui sont visuellement presque identiques. Pour obtenir un relief correct, il faut effectuer un recalage extrêmement précis, et calibrer le niveau de bruit qui permet un tel recalage. La thèse met en place une méthode de recalage subpixelien, qui sera démontrée être optimale par des arguments mathématiques et expérimentaux. Ces résultats étendent et améliorent les résultats obtenus au CNES par la méthode MARC. En particulier, il sera montré sur les images de benchmark Middlebury que la précision théorique permise par le bruit correspond bien à celle obtenue sur les matches fiables.

Bien que ces résultats soient obtenus dans le cadre d'un dispositif d'acquisition précis (stéréoscopie aérienne ou satellitaire à faible angle), tous les résultats

RÉSUMÉS DE THÈSES

sont utilisables en stéréoscopie quelconque, comme montré dans beaucoup d'expériences.

Maher KACHOUR

Directeur de thèse : Jian-Feng Yao (Université Rennes 1).

Une nouvelle classe de modèles auto-régressifs à valeurs entières

Soutenue le 9 décembre 2009

IRMAR, Université Rennes 1

Dans certaines situations il devient nécessaire de traiter les séries chronologiques à valeurs entières. Au premier regard, l'analyse de telle série peut présenter quelques difficultés, notamment si l'analyse est basée sur quelques modèles stochastiques. Ces modèles doivent refléter la particularité entière de la série observée. De nombreuses tentatives ont été faites pour définir des modèles qui peuvent être utilisés pour décrire les séries chronologiques à valeurs entières. La plupart des modèles proposés sont basés sur l'opérateur d'amincissement et possèdent les mêmes propriétés que les modèles à valeurs réelles bien connus dans la littérature.

L'objectif de cette thèse est d'étudier les modèles auto-régressifs à valeurs entières. Nous introduisons une nouvelle classe de modèles basés sur l'opérateur d'arrondi. Par rapport aux modèles existants, la nouvelle classe a plusieurs avantages : structure d'innovation simple, coefficients de régression avec des signes arbitraires, valeurs négatives possibles pour la série chronologiques et pour la fonction d'auto-corrélation. Nous étudions la stationnarité des modèles et la consistance forte de l'estimateur des moindres carrés proposé pour estimer les paramètres. Nous analysons quelques séries chronologiques à valeurs entières bien connues avec les modèles introduits.

Mots-clés : Séries chronologiques à valeurs entières, opérateur d'amincissement, opérateur d'arrondi, identifiabilité, estimateur des moindres carrés, consistance forte.

Mohammed MIRI

Directeurs de thèse : Emmanuel Gobet (Grenoble INP) et Eric Benhamou (Pricing Partners).

Développement stochastique et formules fermées de prix pour les options européennes

Soutenue le 17 décembre 2009

Laboratoire Jean Kuntzmann et Grenoble INP

Cette thèse développe une nouvelle méthodologie permettant d'établir des approximations analytiques pour les prix des options européennes. Notre approche combine astucieusement des expansions stochastiques et le calcul de Malliavin afin d'obtenir des formules explicites et des évaluations d'erreur précises. L'intérêt de ces formules réside dans leur temps de calcul qui est aussi rapide que celui de la formule de Black et Scholes. Notre motivation vient du besoin croissant de calculs et de procédures de calibration en temps réel, tout en contrôlant les erreurs numériques reliées aux paramètres du modèle. On traite ainsi quatre catégories de modèles et on réalise des paramétrisations spécifiques pour chaque modèle afin de mieux cibler le bon modèle proxy et obtenir ainsi des termes correctifs facile à évaluer. Les quatre parties traitées sont : les diffusions avec sauts, les volatilités locales ou les modèles à la Dupire, les volatilités stochastiques et finalement les modèles hybrides (taux-action). Il faut signaler aussi que notre erreur d'approximation est exprimée en fonctions de tous les paramètres du modèle en question et est analysée aussi en fonction de la régularité du payoff.

Mots-clés : Analyse stochastique, mathématiques financières, calcul de Malliavin, équations aux dérivées partielles.

Annonces de Colloques

par Thomas HABERKORN

Février 2010

MÉTHODES AVANCÉES ET PERSPECTIVES POUR L’OPTIMISATION NUMÉRIQUE ET LE CONTRÔLE

du 3 au 5 février 2010, à Toulouse

<http://www.fondation-stae.net/fr/actions/seminaires.html>

11E RENCONTRE MATH-INDUSTRIE : MATHÉMATIQUES ET GÉOSCIENCES

le 14 février 2010, à Orléans

<http://smai.emath.fr/spip.php?article230>

CONFÉRENCE INTERNATIONALE EN EDP POUR FÊTER LES 60 ANS DE MICHEL CHIPOT

du 18 au 20 février 2010, à Poitiers

http://www-math.univ-poitiers.fr/icpde2010/icpde_frame.html

ROADEF 2010 : 11E CONGRÈS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RECHERCHE OPÉRATIONNELLE ET D’AIDE À LA DÉCISION

du 24 au 26 février 2010, à Toulouse

<http://www.roadef2010.fr>

Mars 2010

DOC-COURSE IMUS ”CONSTRUCTIVE APPROXIMATION, OPTIMIZATION AND MATHEMATICAL MODELING”

du 1er mars au 28 mai 2010, à Seville (Espagne)

<http://institucional.us.es/doc-course-imus/>

SMAI-MODE 2010

du 24 au 26 mars 2010, à Limoges

<http://www.unilim.fr/mode2010/>

MMNS WORKSHOP ON INVERSE PROBLEMS FOR WAVES : METHODS AND APPLICATIONS

du 29 au 30 mars 2010, à Palaiseau

<http://www.cmap.polytechnique.fr/~defi/mmsn2010/welcome.html>

ANNONCES DE COLLOQUES

CONFÉRENCE "MATHÉMATIQUES POUR L'IMAGE"

du 29 mars au 1er avril 2010, à Orléans

http://web.mac.com/maitine.bergounioux/Colloque_2010/

Avril 2010

PICOF'10 (INVERSE PROBLEMS, CONTROL AND SHAPE OPTIMIZATION)

du 7 au 9 avril 2010, à Carthagène (Espagne)

<http://picof.upct.es/>

3ÈME ECOLE DE PRINTEMPS EDP NON LINÉAIRES : "MODÈLES PHYSIQUES ET MATHÉMATIQUES POUR LES DUNES DE SABLE"

du 19 au 23 avril 2010, à Errachidia (Maroc)

http://www.mathinfo.u-picardie.fr/igbida/ecole_errachidia/ecole_printemps3.html

Mai 2010

CONGRÈS FRANCO-EGYPTIEN DE MATHÉMATIQUES

du au mai 2010, au Caire (Egypte)

<http://science.cfcc-eg.org/CFEM/fr/>

NEUVIÈME COLLOQUE JEUNES PROBABILISTES ET STATISTICIENS

du 3 au 7 mai 2010, au Mont-Dore

<http://math.univ-bpclermont.fr/~bahadora/JPS/WEB/index.htm>

ECOLE CIMPA-UNESCO "VARIATIONAL INEQUALITIES AND RELATED PROBLEMS"

du 10 au 21 mai 2010, à Hanoi (Vietnam)

<http://www.cimpa-icpam.org/spip.php?article211>

Juin 2010

85ÈME RENCONTRE ENTRE PHYSICIENS THÉORICIENS ET MATHÉMATIENS : ASPECTS GÉOMETRIQUES ET PROBABILISTES DE LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ

du 10 au 12 juin 2010, à Strasbourg

<http://www-irma.u-strasbg.fr/spip.php?article874>

9TH WORKSHOP ON STOCHASTIC ANALYSIS AND RELATED FIELDS

du 14 au 15 juin 2010, à Paris

<http://www.infres.enst.fr/wp/mic2/2009/12/24/9th-workshop-on-stochastic-analysis-and-related-fields/>

ANNONCES DE COLLOQUES

NONSMOOTH CONTACT MECHANICS : MODELING AND SIMULATION

du 14 au 18 juin 2010, à Aussois

<http://www.inrialpes.fr/bipop/NonSmoothMechanicsSeminars/BipopSpringSchool2010/>

INTERNATIONAL CONGRESS IN MATHEMATICAL FLUID DYNAMICS AND ITS APPLICATIONS

du 21 au 24 juin 2010, à Rennes

<http://www.mfd2010.org/>

7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CURVES AND SURFACES (SMAI-AFA)

du 24 au 30 juin 2010, à Avignon

<http://avignon2010.lille.ensam.fr>

Juillet 2010

40ÈME ÉCOLE D'ÉTÉ DE PROBABILITÉS

du 4 au 17 juillet 2010, à Saint-Flour

<http://math.univ-bpclermont.fr/stflour/>

Août 2010

INTERNATIONAL CONGRESS OF MATHEMATICIANS

du 19 au 27 août 2010, à Hyderabad (Inde)

<http://www.icm2010.org.in>

10ÈME COLLOQUE FRANCO-ROUMAIN DE MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

du 26 au 31 août 2010, à Poitiers

<http://www-math.univ-poitiers.fr/CFR2010/>

Septembre 2010

FIRST INTERNATIONAL WORKSHOP ON NONLINEAR SYSTEMS AND ADVANCED SIGNAL PROCESSING

du 15 au 17 septembre 2010, à Ho Chi Minh City (Vietnam)

http://www.phys.hcmuns.edu.vn/workshop_IWNSASP_2010/

THE ABEL SYMPOSIUM 2010 - NONLINEAR PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

du 28 septembre au 1er octobre 2010, à Oslo (Norvège)

<http://abelsymposium.no/2010>

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://smi.emath.fr>

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

Notes de lecture

par Paul SABLONNIÈRE

NOTES DE LECTURE

NICOLAS BOULEAU : *Mathématiques et risques financiers*, 268 pages ; ISBN 978-2-7381-2285-8, Editeur : Odile Jacob, économie 2009

L’auteur est ingénieur, mathématicien, et enseignant à l’Ecole des Ponts et Chaussées. En France il a été parmi les premiers à s’intéresser aux mathématiques financières. Le livre reprend et prolonge le contenu d’un ouvrage du même auteur publié en 1998 sous le titre “Martingales et marchés financiers”. La nouvelle version prend en compte des effets de la crise récente dont certains sont analysés dans la cinquième partie : “Les risques : entre philosophie et mathématiques”. Dans sa préface et dans son avant-propos, Nicolas Bouleau souligne que ce livre n’est pas un bréviaire dans lequel figureraient tous les principes permettant aux lecteurs de devenir des spécialistes de la finance, voire des banquiers astucieux qui gagneraient à tous les coups car ils disposeraient de connaissances et d’outils mathématiques en accord avec des règles déontologiques aux contours flous. Le but de cet ouvrage est d’expliquer ce qu’est la finance et ses relations avec l’économie, la psychologie et les mathématiques. Comme le climat et la médecine, la finance n’est pas une science exacte, si elle fait appel aux mathématiques, elle relève aussi des sciences sociales. Actuellement des contre-courants viennent brouiller la vision que l’on pouvait avoir de la science. Ainsi des physiciens réfléchissent à la question : “La physique est-elle une science” La finance deviendrait-elle alors une pseudo-science. Le découpage du livre en cinq parties permet de rentrer progressivement dans le sujet, mais des réserves, des références variées, des retours donnent à la lecture un aspect non linéaire d’ailleurs revendiqué par l’auteur. La première partie développée dans les chapitres I à III est largement historique. Pour le mathématicien et le joueur de casino, la signification du hasard n’est pas la même ; le premier chapitre est d’ailleurs sous-titré : “Le hasard au casino”, il contient aussi des références à la littérature, notamment au joueur de Dostoïevski. L’auteur fait également allusion au danger d’une expérience pédagogique personnelle : les cobayes étaient des élèves-ingénieurs ; ceci renvoie à une polémique récente sur des méthodes utilisées par des enseignants du primaire qui prétendaient que l’apprentissage

des mathématiques pouvait se faire à partir de jeux de poker ! La partie historique se réfère à la thèse de Bachelier datant de 1900 ; Bachelier est considéré comme le premier à avoir introduit les mathématiques pour tenter une explication de certains phénomènes boursiers. On peut aussi trouver des informations sur la naissance des premiers marchés boursiers, par exemple celui de Chicago portant sur des marchandises, en particulier le blé. Depuis la thèse de Bachelier, jusqu’aux années 1970, les mathématiques se sont développées en dehors de la finance. Le calcul des probabilités “lié à l’origine aux lois du hasard dans les jeux” a mis en place des outils et des techniques d’ingénierie financière ; parmi les plus utilisés on peut citer l’intégrale de Ito et plus généralement le calcul stochastique. A ce propos il faut rappeler que Ito, mathématicien japonais, a été surpris d’apprendre qu’il était lauréat d’un prix pour sa contribution au développement des mathématiques appliquées, notamment à la finance, alors que ses investigations portaient de mathématiques théoriques qui n’avaient a priori que peu de rapport avec des applications. Il ressort une fois de plus qu’un mathématicien, même un probabiliste, ne peut pas prévoir les utilisations qui seront faites de ses travaux ! La deuxième partie, trois chapitres, est une analyse d’un problème particulier : “La couverture des options : une rupture épistémologique”. L’auteur fait remonter à 1970 les changements fondamentaux qui ont complètement modifié les données et les méthodes dans le domaine de la finance, notamment l’arrivée de mathématiques de haut niveau avec comme conséquence la véritable naissance des mathématiques financières. Avant cette date, il était assez clair que l’économie et la finance n’étaient pas déconnectées, mais dans le grand public, elles étaient souvent liées à des scandales retentissants comme le financement du canal de Panama. De même l’histoire des emprunts russes peut être envisagée comme modèle de relations incestueuses entre économie et finance. La rupture épistémologique, Nicolas Bouleau la situe au lancement des premiers produits financiers ; c’est semble-t-il à partir de là que se met en place un marché de la finance que l’on pourrait présenter de manière caricaturale comme un moyen de faire de l’argent avec de l’argent en lançant des produits largement virtuels : les fonds de pension, les “subprimes” liées au marché de l’immobilier : ces placements “concrets et sûrs”, se sont avérés être des bulles qui n’ont pas manqué d’exploser. Des biens plus ou moins réels achetés à crédit à prix élevé ont été repris à bas prix par les prêteurs qui ont crié au vol et ont demandé des aides publiques ! L’auteur explique ce que sont les actions, comment leurs prix sont calculés en distinguant les actions européennes et les actions américaines ; il donne également des indications sur le principe de couverture. C’est ici que l’on trouve de nombreuses informations sur la finance, ce qu’elle est ou ce qu’elle devrait être. La troisième partie intitulée “Science et spéculation”, chapitres VII à

IX, contient des expressions qui peuvent paraître choquantes ; à titre d'exemple citons "spéculer est un métier" ! Dans le chapitre VIII, "Illusions du Hasard" l'auteur écrit : "Les krachs comme ceux de 1929, de fin 1987 ou de l'automne 2008 résultent de situations de panique dont les causes apparaissent minimes" - petites causes, grands effets ! On peut être inquiet de cette appréhension du monde de la finance car il semblerait, pour des mathématiciens, qu'un minimum de rationalité serait nécessaire. L'explication de la "signification économique des actifs" est précisée par la phrase : "Leur lecture économique" par des opérateurs" de la situation les incite à juger irréalistes certains cours et ils tendent à rétablir des prix dans des fourchettes plus normales à leurs yeux". Des exemples concrets illustrent les propos de l'auteur ; en voici un : la vente en euros d'oranges avant la récolte, qui plus tard seront vendues en dollars sous forme de jus, alors que, dans l'intervalle, les cours de l'euro et du dollar vont fluctuer de manière aléatoire. Il analyse aussi le comportement de certains traders qui ont défrayé la chronique - Nick Leeson, Jérôme Kerviel notamment. La situation se complique avec la titrisation qui permet aux banquiers de jouer aux vertueux alors que dans les coulisses ils laissent faire, jusqu'au moment où ils crient au feu et demandent à la puissance publique de les aider à éteindre l'incendie avec l'argent des contribuables ; à cette occasion ressortent des mots jugés grossiers comme nationalisations, contrôles, régulations des marchés, vocabulaire du socialisme et du collectivisme honnis. Le chapitre IX est intéressant car il est centré sur les trois types de spéculation : économique, psychologique et mathématique ; un lecteur pressé qui ne pourrait lire tout le livre devrait consacrer un peu de temps à la lecture de cette partie qui s'achève sur une analyse des valeurs morales et des questions éthiques liées à la finance. La quatrième partie traite des "Enjeux et des pouvoirs" dont le premier chapitre comporte un paragraphe introduit par un sous-titre qui pourrait relever de l'oxymore : "Motif de croire et théorie de l'utilité" il est aussi question de "Théorie des probabilités subjectives". ou encore de la constatation que "L'efficacité des marchés est une notion subjective". Je sou mets une citation à la sagacité du lecteur (page 163) : "Le principe de couverture apporte un éclairage original à cette vaste question" de l'efficacité des marchés. Il n'est pas une réponse au dilemme efficacité/non-efficacité. Il dit simplement que chacun est parfaitement en droit de considérer que certaines ressources sont mal allouées, qu'il serait plus rentable de mettre des capitaux ailleurs pour qu'ils soient mieux rémunérés. Il est de fait que les divers intervenants sur les marchés ont des convictions différentes. Mais si un opérateur utilise de telles convictions pour gérer un produit dérivé, il prend un risque là où il était possible de ne pas en prendre en réalisant une couverture par suivi de marché. "Nicolas Bouleau développe d'autres thèmes sur les relations entre la finance et la

vie publique, l'enseignement, la psychanalyse -Freud au secours ! - Cette partie s'achève par des considérations sur l'Europe, l'introduction de la monnaie commune et une conclusion qui naguère se voulait optimiste : "A ce jour, à l'automne 1997, cette stratégie pour l'Europe semble sur la bonne voie". Évidemment, en 1997, l'auteur n'avait pas imaginé ce que serait une Europe étendue jusqu'aux frontières de la Turquie et les résultats inattendus des élections européennes de 2009 ! Cette cinquième partie est une nouveauté qui a été suggérée par les avatars de la dernière crise financière. L'auteur tente une explication pour essayer de dédouaner les mathématiciens de la finance pris comme boucs-émissaires alors qu'ils auraient dû être les garants des critères quantitatifs de la finance et prévoir un imprévisible qui leur échappait. Je recommande une lecture attentive de cette partie dont je ne ferai pas une analyse détaillée, elle serait trop longue et truffée de citations. Je me limiterai dans le chapitre XVI, "Les limites de l'économisation", à un paragraphe intitulé "Inversement, toute quantification de la valeur crée la possibilité d'un marché" - pages 213-214 ; le "Inversement" se justifie car il vient après "La mathématisation des risques ajoute des risques aux risques". Ce paragraphe traite aussi d'un sujet d'une actualité brûlante. "L'exemple de la notation des chercheurs par les citations selon le science citation index ou le web of science est extrêmement révélateur d'une époque qui tente d'exploiter toutes les régulations sociales qui peuvent être fournies par l'économie de marché. Il est instructif à cause de son double mouvement : il quantifie en imaginant un équilibre économique, et cette quantification contribue à une économisation réelle des métiers de la science dans le marché international du travail. Le processus est très simple et aisément mis en oeuvre par l'informatisation des publications scientifiques. Il est itératif. Le principe est grosso modo le suivant (il est d'ailleurs exposé en toute transparence sur le site du web of science) : on regarde dans une liste de revues d'une discipline celles qui sont les plus citées par les bibliographies des articles. Ce qui fait un premier choix des revues. On classe alors les auteurs en fonction du nombre de leurs articles dans les "meilleures" revues. On perfectionne ensuite le classement des revues en tenant compte de la "qualité" des auteurs. Et on itère. On a ainsi un algorithme qui converge vers un équilibre qui serait celui d'une "économie" où chaque chercheur devrait payer pour être publié dans une revue d'autant plus cher que la revue est plus réputée, étant entendu qu'un auteur réputé est aussi plus recherché. Les promoteurs du système prétendent avoir démontré que le processus converge toujours vers un équilibre par une sorte de théorème du point fixe. Indépendamment des biais considérables et très injustes que la prédominance de la langue anglaise sur les maisons d'édition et sur les comités de lecture apporte à ce système, la référence au marché, donc la réputation, est, en soi, une façon très particulière d'établir une

échelle de valeur qui survalorise considérablement ce qui est moyen, pour ne pas dire médiocre. Cela mérite d'être expliqué en détail car le phénomène est absolument général de tout processus de mise en marché : il y a un rapprochement des extrêmes par repliement de l'échelle des valeurs." Cette citation devrait attirer l'attention sur les dangers de la bibliométrie qui voudrait quantifier la production scientifique, la création, l'imagination à coups de "facteurs" d'impact, G, H, etc. en vue d'une évaluation de l'efficacité et de la productivité de la recherche et plus particulièrement des chercheurs. A la fin du livre un glossaire permet de s'y retrouver dans une terminologie qui utilise de nombreux acronymes et du vocabulaire anglais. Mais comme le mot risque est à la mode je ne résiste pas à donner la définition suivante donnée ici : risque. Le risque n'est pas la loi de probabilité du coût des dommages comme on le croit souvent. Le risque est lié à la signification des événements. C'est une notion sémantique avec des difficultés de subjectivité qui s'y attachent. De plus, dès lors qu'interviennent des comportements ou des opinions humaines, des risques nouveaux sont en perpétuelle émergence par les interprétations nouvelles que fournissent les avancées des connaissances. Mathématiser les risques n'a pas que des avantages, cela les réduit à des nombres et les fige dans une interprétation qui ne tient pas compte de l'évolution et de la nouveauté des situations. " Cette définition est complétée par celle de risque de contrepartie que je laisse au lecteur le soin de découvrir. Un index détaillé est bienvenu, il permet de retrouver des noms propres et situent dans le texte les notions définies dans le glossaire. La bibliographie comporte une centaine de références, pour la plupart accessibles. Nous sommes tous concernés par la finance dans notre vie quotidienne mais peu d'entre nous se préoccupent de ce qui se passe derrière les guichets des banques, les distributeurs de billets, les utilisations des cartes bancaires ou des chèques, sans parler des marchés boursiers, coulisses du théâtre où se joue une partie de nos vies, la plupart de nos actes de nos désirs se traduisent en parts de marché, en équivalent "argent". Ce livre de Nicolas Bouleau ne rassurera pas tout le monde, mais il a le mérite d'essayer de nous expliquer le fonctionnement d'un système relativement abstrait alors que tout le monde pense que tout ce qui touche à l'argent serait du concret. Le contenu de cet ouvrage constitue une première étape permettant de mieux comprendre ce que cache la mondialisation de la finance, les marchés boursiers et peut-être aussi de forger des arguments pour combattre les effets pervers de l'économie de marché, et d'aider à contrer ceux qui se satisfont de la situation actuelle à tel point que certains d'entre eux s'autorisent à proclamer : "Vive la crise".

ERIC BRIAN : *Comment tremble la main invisible, Incertitudes et marchés*, 198 pages ; ISBN 13 : 978-2-287-99664-1, Editeur : Springer 2009

Après la lecture du livre de Nicolas Bouleau sur "Mathématiques et risques financiers", attiré par la présentation de la quatrième de couverture du présent ouvrage qui "s'adresse aux économistes, aux sociologues et aux mathématiciens", je me suis attelé à la lecture de ce livre écrit par un historien des sciences sociales et un sociologue qui adopte bien souvent un point de vue d'épistémologue. Je dois dire que j'en sors épuisé et que je n'ai guère progressé dans la compréhension des origines et des effets de la dernière crise financière qui a secoué les marchés financiers et l'économie. Toutes sortes de prévisionnistes laissent penser que la crise est devant nous, d'autres que nous sommes au milieu du gué et d'autres encore que nous sortons de la crise et que la croissance repart, même si le chômage progresse et si les monnaies présentent des signes de faiblesse pour les unes et de sous-évaluation pour les autres. Une certitude cependant reste : il y aura d'autres crises ! En fait il y a assez peu de mathématiques dans ce livre, ponctuellement on peut trouver certaines explications adossées à des mathématiques probabilistes utilisées en finance. Ce n'est pas dans ce livre que l'on peut trouver des informations qui justifieraient les tentatives de dédouaner ou de diaboliser les mathématiciens qui n'auraient pas su modéliser ou prendre en compte les risques, à trouver les bonnes lois de probabilité liées aux différentes notions de risques ; en particulier ce qui frappe dans chez Eric Brian, comme chez Nicolas Bouleau, c'est l'introduction de probabilités subjectives, qui dépendraient de chaque agent ! L'ouvrage commence par un Avant-propos dont voici les premières lignes ; "Sur l'incertitude des marchés, chacun a son idée et beaucoup se sont déjà exprimés depuis le nouvel effondrement des marchés financiers à l'automne 2008. Pour l'heure, au printemps 2009, les prises de positions consistent le plus souvent à faire valoir des analyses qu'on a défendues jusque là et à affirmer qu'en fin de compte ces bouleversements ne les mettent pas en cause : les uns affinent leurs arguments et recommandations comme les autres répètent qu'il fallait bien que cette crise advienne." Immédiatement après cet Avant-propos suivent des listes de figures, de tableaux, de formules. Le corps de l'ouvrage est composé de deux parties. La première introduit "Les fondements stochastiques des marchés" et développe sur trois chapitres la notion d'incertitude : -Chapitre 1 : Que faire de l'incertitude ' -Chapitre 2 : Quatre modalités de l'incertitude. -Chapitre 3 : Calcul et durée. La seconde partie est introduite sous le titre : " Incertitudes des marchés et attentes des agents" et traite les points suivant : -Chapitre 4 : Economie ou finance ' -Chapitre 5 : Relativité de la probabilité du phénomène.

-Chapitre 6 : Elargissement de la théorie de l'action rationnelle. Dans l'Annexe intitulée : "Incertitude et référentiels temporels" on trouve des graphiques, des tableaux destinés à illustrer les propos de l'auteur, notamment l'influence des théories et des pratiques à différentes époques et pour différents critères utilisés : CAC 40, Dow Jones. Pour ce dernier l'analyse est fractionnée en périodes : de 1930 à 1960, de 1961 à 1972, de 1973 à 2003, et de 2004 à 2009. La liste des références se répartit sur une douzaine de pages, elle est suivie par deux index, l'un pour les matières et l'autre pour les noms propres ; dans ce genre d'ouvrage ce découpage est particulièrement bienvenu pour essayer de s'y reconnaître dans un vocabulaire qui se voudrait assez généraliste mais dont on devine que l'auteur a ses propres nuances et ses propres interprétations. Pour ce qui concerne les parties mathématiques, l'auteur fait référence à Christian Walter, mais on peut être étonné de ne pas rencontrer les noms de Nicolas Bouleau et, pour la partie économie, d'Emile Allais. Par contre Eric Brian, tout au long du livre, prend comme fil conducteur des travaux de Pierre Bourdieu, notamment les articles que ce dernier a publié autour des années 1960 et relatifs à une analyse de la situation en Algérie. Personnellement c'est cette illustration de certaines thèses de l'auteur à travers le filtre des travaux de Bourdieu qui a particulièrement retenu mon attention. Autre point intéressant voire inattendu, dans le dernier chapitre, Eric Brian fait une analyse de la probabilité subjective à partir de "La Laitière et le Pot au Lait" ! Bien entendu l'auteur cite abondamment les précurseurs des théories qu'il développe : Condorcet, d'Alembert, Durkheim, Gauss, Laplace, Paul Lévy, Mandelbrot, Pascal, Quételet. Pour la période plus contemporaine on notera des citations de Barbut et de la plupart des économistes du XXème siècle. Il est difficile de faire une analyse locale d'une partie du livre, il faudrait à chaque fois définir les différentes notions utilisées par l'auteur et reprendre des définitions plus ou moins explicites. Il faudrait aussi faire de nombreuses citations, mais les phrases sorties de leur contexte ne seraient pas toujours un reflet fidèle de la pensée de l'auteur ; le mieux est de conseiller la lecture de ce livre pour que chaque lecteur décide de l'intérêt personnel qu'il peut en tirer. Il faut lire ce livre maintenant, à chaud, certaines des idées avancées pouvant rapidement être remises en cause au cours de l'évolution de la crise actuelle, ou complètement invalidées dans les prochaines crises à venir. Eric Brian semble persuadé que d'autres crises arriveront : quand, comment, pourquoi, je ne l'ai pas trouvé dans le livre, mais je suis prévenu !

CORRESPONDANTS LOCAUX

Amiens *Serge Dumont*
LAMFA
Université Picardie Jules Verne
33 rue Saint Leu 80039 AMIENS Ce-
dex 01 Tél. 03 22 82 75 91
Serge.Dumont@u-picardie.fr

Antilles-Guyane *Marc Lassonde*
Mathématiques
Université des Antilles et de la Guyane
97159 POINTE A PITRE
Marc.Lassonde@univ-ag.fr

Avignon *Alberto Seeger*
Département de Mathématiques
Université d'Avignon
33 rue Louis Pasteur - 84000 AVIGNON
Tél. 04 90 14 44 93 - Fax 04 90 14 44 19
alberto.seeger@univ-avignon.fr

Belfort *Michel Lenczner*
Laboratoire Mécatronique 3M - UTBM
90010 Belfort Cedex
Tél. 03 84 58 35 34 - Fax 03 84 58 31 46
Michel.Lenczner@utbm.fr

Besançon *Nabile Boussaid*
Mathématiques
UFR Sciences et Techniques
16 route de Gray
25030 Cedex BESANÇON
Tél 03 81 66 63 37 - Fax 03 81 66 66 23
nabile.boussaid@univ-fcomte.fr

Bordeaux *Olivier Saut*
Laboratoire MAB, UMR 5466
Université de Bordeaux I
351 cours de la Libération
33405 TALENCE Cedex
Tél. 05 40 00 61 47, Fax 05 40 00 26 26
olivier.saut@math.u-bordeaux1.fr

Brest *Marc Quincampoix*
Département de Mathématiques
Faculté des Sciences
Université de Bretagne Occidentale
BP 809 - 29285 BREST Cedex
Tél. 02 98 01 61 99, Fax 02 98 01 61 28
Marc.Quincampoix@univ-brest.fr

Cachan ENS *Frédéric Pascal*
CMLA-ENS Cachan
61 avenue du Président Wilson
94235 CACHAN Cedex
Tél. 01 47 40 59 46
frederic.pascal@cmla.ens-cachan.fr

Caen *Alain Campbell*
Université de Caen - LMMM
BP 5186, 14032 CAEN cedex
Tél. 02 31 56 74 80
campbell@meca.unicaen.fr

Cergy-Pontoise *Mathieu Lewin*
Dpt de Mathématiques
Univ. de Cergy-Pontoise/Saint Martin,
2, Av. A. Chauvin, 95302 CERGY-PONTOISE
cedex
mathieu.lewin@math.cnrs.fr

Clermont - Ferrand *Olivier Bodart*
Laboratoire de Mathématiques
Université Blaise Pascal
Campus Universitaire des Cèzeaux
63177 AUBIERE Cedex
Tél. 04 73 40 79 65 - Fax 04 73 40 70 64
Olivier.Bodart@math.univ-bpclermont.fr

Compiègne *Véronique Hédou-Rouillier*
Équipe de Mathématiques Appliquées
Département Génie Informatique
Université de Technologie
BP 20529 - 60205 COMPIEGNE Cedex
Tél 03 44 23 49 02 - Fax 03 44 23 44 77
Veronique.Hedou@utc.fr

Dijon *Christian Michelot*
UFR Sciences et techniques
Université de Bourgogne
BP400 - 21004 DIJON Cedex
Tél. 03 80 39 58 73 - Fax 03 80 39 58 90
michelot@u-bourgogne.fr

Evry *Laurent Denis*
Département de Mathématiques
Université d'Évry Val d'Essonne
Bd. F. Mitterrand
91025 EVRY Cedex
Tél. 01 69 47 02 01 - Fax 01 69 47 02 18
laurent.denis@univ-evry.fr

Grenoble *Brigitte Bidegaray-Fesquet*
Laboratoire Jean Kuntzmann
Université Joseph Fourier - BP 53
38041 GRENOBLE Cedex 9
Tél. 04 76 51 48 60 - Fax 04 76 63 12 63
Brigitte.Bidegaray@imag.fr

Israël *Ely Merzbach*
Dept. of Mathematics and Computer Science
Bar Ilan University. Ramat Gan.
Israël 52900
Tél. (972-3)5318407/8 - Fax (972-3)5353325
merzbach@macs.biu.ac.il

La Réunion *Philippe Charton*
Dépt. de Mathématiques et Informatique
IREMIA,
Université de La Réunion - BP 7151
97715 SAINT-DENIS Cedex 9
Tél. 02 62 93 82 81 - Fax 02 62 93 82 60
Philippe.Charton@univ-reunion.fr

Le Havre *Adnan Yassine*
ISEL -Quai Frissard
B.P. 1137 - 76063 LE HAVRE Cedex
Tél. 02 32 74 49 16 - Fax 02 32 74 49 11
adnan.yassine@univ-lehavre.fr

Le Mans *Alexandre Popier*
Université du Maine, Dpt de Math.
Avenue Olivier Messiaen
F-72085 LE MANS Cedex 9
Tél. 02 43 83 37 19
alexandre.popier@univ-lemans.fr

Liban *Hyam Abboud*
Faculté des Sciences et de Génie Informatique
Université Saint-Esprit de Kaslik
BP 446 Jounieh, LIBAN
Tél. 961 9 600 914 - Fax 961 70 938 428
hyamabboud@usek.edu.lb

Lille *Caterina Calgaro*
Laboratoire Paul Painlevé - UMR 8524
Université des Sciences et Technologies
Bat. M2, Cité Scientifique,
59655 VILLENEUVE D'ASCQ Cedex
Tél. 03 20 43 47 13 - Fax 03 20 43 68 69
Caterina.Calgaro@univ-lille1.fr

Limoges *Samir Adly*
XLIM - Univ. de Limoges
123 avenue A. Thomas
87060 LIMOGES Cedex
Tél. 05 55 45 73 33- Fax 05 55 45 73 22
adly@unilim.fr

Lyon *Thierry Dumont*
Institut Camille Jordan
Université Claude Bernard Lyon 1
43 bd du 11 Novembre 1918
69622 VILLEURBANNE Cedex
Tél. 04 72 44 85 23
tdumont@math.univ-lyon1.fr

Marne La Vallée *Alain Prignet*
Laboratoire d'Analyse et de Mathématiques Appliquées
Univ. de Marne-la-Vallée -Cité Descartes
5 bd Descartes
77454 MARNE-LA-VALLEE Cedex 2
Fax 01 60 95 75 34 - Fax 01 60 95 75 45
alain.prignet@univ-mlv.fr

Marseille *Assia Benabdallah*
CMI - LAMP - UMR 6632 - Techn. Château-Gombert
39, rue F. Joliot Curie - 13453 Marseille Cedex 13
Tél. 04 91 11 36 46- Fax 04 91 11 35 52
assia@cmi.univ-mrs.fr

Maroc *Khalid Najib*
École nationale de l'industrie minérale
Bd Haj A. Cherkaoui, Agdal
BP 753, Rabat Agdal
01000 RABAT
Tél. 212 37 77 13 60 - Fax 212 37 77 10 55
najib@enim.ac.ma

Mauritanie *Zeine Ould Mohamed*
Equipe de Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées
Faculté des Sciences et Techniques
Université de Nouakchott
BP 5026 - NOUAKCHOTT
Tel 222 25 04 31 - Fax 222 25 39 97
zeine@univ-nkc.mr

Metz *Jean-Pierre Croisille*
Laboratoire de Mathématiques
Université de Metz
Bât. A, Ile du Saulcy
57 045 METZ Cedex 01
Tél. 03 87 31 54 11 - Fax 03 87 31 52 73
croisil@poncelet.univ-metz.fr

Montpellier *Jérôme Droniou*
Département de Mathématiques
Université de Montpellier II, CC51
Place Eugène Bataillon
34095 MONTPELLIER Cedex 05
Tél 04 67 14 42 03 - Fax 04 67 14 35 58
droniou@math.univ-montp2.fr

Nantes *Francoise Foucher*
Info-Maths
Ecole Centrale de Nantes - BP 92101
44321 NANTES Cedex 3.
Tél 02 40 37 25 19
francoise.foucher@ec-nantes.fr

Nancy *Takéo Takahashi,*
Institut Elie Cartan
Université de Nancy 1 - BP 239
54506 VANDOEUVRE les NANCY cedex
Tél. 03 83 68 45 95 - Fax 03 83 68 45 61
takahash@iecn.u-nancy.fr

New York *Rama Cont*
IEOR Dept & Center for Applied probability
Columbia University
500 W120th St, Office 316
New York, NY 10027 (USA)
Rama.Cont@columbia.edu

Nice *Chiara Simeoni*
Lab. Jean-Alexandre Dieudonné
UMR CNRS 621
Université de Nice, Parc Valrose
06108 NICE Cedex 2
Tél. 04 92 07 60 31 - Fax 04 93 51 79 74
simeoni@math.unice.fr

Orléans *Maïtine Bergounioux*
Dépt. de Mathématiques - UFR Sciences
Université d'Orléans - BP 6759
45067 ORLEANS Cedex 2
Tél. 02 38 41 73 16 - Fax 02 38 41 72 05
maitine.bergounioux@univ-orleans.fr

Paris I *Jean-Marc Bonnisseau*
UFR 27 - Math. et Informatique
Université Paris I - CERMSEM
90 rue de Tolbiac 75634 PARIS Cedex 13
Tél. 01 40 77 19 40-Fax 01 40 77 19 80
Jean-Marc.Bonnisseau@univ-paris1.fr

Paris V *Chantal Guihenneuc-Jouyaux*
Laboratoire MAP5
45 rue des Saints Pères - 75006 PARIS
Tél. 01 42 80 21 15 - Fax 01 42 86 04 02
chantal.guihenneuc@univ-paris5.fr

Paris VI *Nicolas Vauchelet*
Lab. Jacques-Louis Lions-UMR 7598,
Case courrier 187
Univ. Pierre et Marie Curie
75252 PARIS Cedex 05
Tél. 01 44 27 37 72 - Fax 01 44 27 72 00
vauchelet@ann.jussieu.fr

Paris VI & Paris VII *Stephane Menozzi*
Lab. de Probabilités et Modèles Aléatoires
Univ. Pierre et Marie Curie - Case courrier
188
4 place Jussieu - 75252 PARIS Cedex 05
Tél. 01 44 27 70 45 - Fax 01 44 27 72 23
menozzi@ccr.jussieu.fr

Paris-Dauphine *Clément Mouhot*
CEREMADE - Univ. de Paris-Dauphine
Place du Mal de Lattre de Tassigny
75775 PARIS Cedex 16
Tél. 01 44 05 48 71 - Fax 01 44 05 45 99
cmouhot@ceremade.dauphine.fr

Paris XI *Benjamin Graille*
Mathématiques, Bât. 425
Univ. de Paris-Sud - 91405 ORSAY Ce-
dex
Tél. 01 69 15 60 32 - Fax 01 69 15 67 18
Benjamin.Graille@math.u-psud.fr

Paris XII *Yuxin Ge*
UFR de Sciences et Technologie
Univ. Paris 12 - Val de Marne
61 avenue du Général de Gaulle
94010 CRETEIL Cedex
Tél. 01 45 17 16 52
ge@univ-paris12.fr

Ecole Centrale de Paris *Florian De Vuyst*
Ecole Centrale de Paris
Laboratoire Mathématiques Appliquées aux Systèmes,
Grande Voie des Vignes,
92295 Châtenay-Malabry cedex France
Tél. 01 41 13 17 19 - Fax 01 41 13 14 36
florian.de-vuyst@ecp.fr

Pau *Brahim Amaziane*
Laboratoire de Mathématiques Appliquées-
IPRA - Université de Pau
Avenue de l'Université - 64000 PAU
Tél. 05 59 40 75 47 - Fax 05 59 40 75 55
brahim.amaziane@univ-pau.fr

Perpignan *Didier Aussel*
Département de Mathématiques
Université de Perpignan
52 avenue de Villeneuve
66860 PERPIGNAN Cedex
Tél. 04 68 66 21 48 - Fax 04 68 06 22 31
aussel@univ-perp.fr

Poitiers *Morgan Pierre*
Laboratoire de Mathématiques
Univ. de Poitiers, Téléport 2 - BP 30179
Bd Marie et Pierre Curie
86962 FUTUROSCOPE CEDEX
Tél. 05 49 49 68 85 - Fax 05 49 49 69 01
Morgan.Pierre@math.univ-poitiers.fr

Ecole Polytechnique *Anne de Bouard*
CMAP - Ecole Polytechnique
Route de Saclay
91128 PALAISEAU
Tél. 01 69 33 45 87 - Fax 01 69 33 46 46
debouard@cmapx.polytechnique.fr

Rennes *Virginie Bonnaille-Noël*
ENS Cachan, Antenne de Bretagne
Avenue Robert Schumann
35170 BRUZ
Tél. 02 99 05 93 45 - Fax 02 99 05 93 28
Virginie.Bonnaille@bretagne.ens-cachan.fr

Rouen *Jean-Baptiste Bardet*
LMRS, UMR 6085 CNRS
Univ. de Rouen, Technopole du Madrillet
Avenue de l'Université, BP.12
76801 Saint-Etienne-du-Rouvray

Fax 02 32 95 52 86
Jean-baptiste.bardet@univ-rouen.fr

Saint-Etienne *Alain Largillier*
Laboratoire Analyse Numérique
Université de Saint Étienne
23 rue du Dr Paul Michelon
42023 ST ETIENNE Cedex 2
Tél 04 77 42 15 40 - Fax 04 77 25 60 71
larg@univ-st-etienne.fr

Savoie *Stéphane Gerbi*
Univ. de Savoie- LAMA - UMR CNRS 5127
73376 LE BOURGET DU LAC Cedex
Tél. 04 79 75 87 27 - Fax 04 79 75 81 42
stephane.gerbi@univ-savoie.fr

Strasbourg *Martin Campos Pinto*
IRMA - Université Louis Pasteur
7 rue René Descartes
67084 STRASBOURG Cedex
Tél. 03 90 24 02 05
campos@math.u-strasbg.fr

Toulouse *Clément Marteau*
INSA Département GMM
135, avenue de Rangueil,
31077 TOULOUSE
clement.marteau@insa-toulouse.fr

Tours *Christine Georgelin*
Lab. de Mathématiques et Physique Théorique
Faculté des Sciences et Techniques de
Tours
7 Parc Grandmont - 37200 TOURS
Tél. 02 47 36 72 61 - Fax 02 47 36 70 68
georgelin@univ-tours.fr

Tunisie *Henda El Fekih*
ENIT-LAMSIN
BP37 1002 - TUNIS-BELVEDERE
Tél 2161-874700 - Fax 2161-872729
henda.elfekih@enit.rnu.tn

Uruguay *Hector Cancela*
Universidad de la República
J. Herrera y Reissign 565-Montevideo
Tél. 598 2 7114244 - Fax 598 27110469
cancela@fing.edu.uy

Valenciennes *Juliette Venel*
LAMAV-Univ. Valenciennes, Mont Houy
59313 Valenciennes cedex
Tél. 03 27 51 19 23 Fax 03 27 51 19 00
juliette.venel@univ-valenciennes.fr

Versailles-St Quentin *Tahar*
Boulmezaoud
Laboratoire de Mathématiques-UVSQ
45 av. des États-unis, 78035 Versailles
Tél. 01 39 25 36 23 Fax 01 39 25 46 45
boulmezaoud@math.usvq.fr