

Sommaire

Éditorial	3
Compte-rendus des CA et bureaux	7
Accords de réciprocité entre la SMAI et la SIAM	15
Un éclairage sur le système universitaire américain, avec Sylvia Serfaty	19
L'association "Femmes et Mathématiques"	25
En France, les mathématiques attendent plus de femmes	31
Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes	39
Les femmes face à l'informatique	49
Vie de la communauté	55
Présentation de Laure Saint-Raymond	55
Le programme STAFAV	58
Journée scientifique à la mémoire de Serge Dégerine	65
Percolation presque-critique en deux dimensions, et quelques modèles liés ...	67
Sur le projet de programme de Mathématiques de seconde	73
Journée d'accueil des nouveaux MCF et CR	75
Compte-rendu de concours chercheurs CNRS de la section 01	87
Oded Schramm	91
CIMPA	103
Comptes rendus de manifestations	107
La méthode FIC-EBC	113
Annonces de thèses	145
Annonces de colloques	157
Revue de presse	161
Liste des correspondants régionaux	173

Date limite de soumission des textes pour le Matapli 90 : 15 octobre 2009

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

smi@emath.fr – http ://smi.emath.fr

PRIX DES PUBLICITÉS ET ENCARTS DANS MATAPLI POUR 2009

- 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

Erratum (MATAPLI 88) : Suite à un problème survenu lors de la (dernière !) compilation du Matapli 88 (janvier 2009), certains caractères spéciaux n'apparaissent pas dans l'article suivant : A. Desolneux et J. Delon, Un problème de restauration des vieux films : la correction du "flicker", Matapli 88, pp. 71-89, 2009. Voici le lien de la version correcte de cet article : http://smai.emath.fr/matapli/matapli88_desolneux_delon.pdf

Site internet de la SMAI :

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

Editorial

par Denis TALAY

ÉDITORIAL

Ce numéro de Matapli (bravo à Christian Gout pour cette nouvelle belle réalisation) est placé sous le double signe de l’insuffisante féminisation des carrières scientifiques et de l’international.

Chacun regrette que les lycéennes et les étudiantes se détournent des carrières scientifiques. Plusieurs collègues femmes ont bien voulu accepter l’invitation de Christian Gout et nous fournir des données objectives, des éléments d’explications, leurs analyses, leurs critiques, leurs propositions, ainsi que leurs témoignages personnels sur un métier qui les passionne. Ces contributions ne ferment évidemment pas le débat, bien au contraire. Notre communauté se doit de conduire une réflexion dans la durée et dans le cadre d’actions destinées à susciter de futures vocations pour les sciences, en particulier pour les mathématiques. C’est l’un des chantiers qu’est en train d’ouvrir Anne de Bouard, chargée de mission pour les actions vers le grand public. Le résumé des travaux de Laure Saint-Raymond à l’occasion d’un prix prestigieux est un exemple de réussite brillante à citer en exemple.

J’ai déjà eu l’occasion ici de parler des accords de partenariat que la SMAI a récemment signés avec la société canadienne de mathématiques appliquées (CAIMS) et SIAM. Douglas Arnold, président de SIAM, s’est prêté au jeu des questions et réponses, et nous parle du développement des mathématiques appliquées et du futur de SIAM. Nous sommes convaincus, Douglas, Maria Esteban et moi, que ces accords permettront l’émergence d’initiatives originales qui illustreront les relations scientifiques fructueuses de longue durée entre les mathématiciens appliqués français et nord-américains. Une des retombées attendues est de favoriser le lobbying auprès de sources de financement pour qu’elles aident substantiellement les projets franco-américains. Ces accords internationaux sont les vôtres : le Conseil d’Administration aidera au succès de toute bonne idée pour les faire vivre.

J’ai récemment été reçu au ministère par Monsieur Coulhon, conseiller spécial auprès de Madame Péresse. Nous avons évoqué diverses préoccupations majeures pour notre communauté, entre autres l’enseignement et les programmes de mathématiques, la valorisation du diplôme de docteur dans l’industrie, l’étouffement de la vitalité des recherches par l’accumulation des structures administratives et la multiplication des guichets de financements (chacun pour des sommes

epsilonesques tout en exigeant des justificatifs des dépenses même infinitésimales), les priorités à accorder aux recherches interdisciplinaires, la nécessité absolue d’inciter les chercheurs à prendre des risques.

Ce dernier point me conduit naturellement à vous informer que Fabrice Béthuel et le bureau du CNU ont commencé à mettre en place une réflexion avec les présidents de la SFdS et de la SMAI sur l’évaluation des travaux de nature appliquée ou aux interfaces entre plusieurs disciplines. Nous avons été quelques-uns à évoquer ce sujet, ainsi que l’évaluation des collaborations industrielles, lors d’une réunion organisée en janvier à l’AERES par P. Auscher et M. Pierre. N’hésitez pas à transmettre au Bureau votre propre avis sur cette question importante.

J’écris cet éditorial pendant SMAI 2009 à La Colle sur Loup (Alpes Maritimes). A l’ouverture de SMAI 2009 et pendant l’Assemblée Générale j’ai eu deux fois l’occasion de féliciter et remercier les organisateurs pour le vrai succès du congrès. Outre des conférences plénières superbes et des exposés et posters passionnants, deux points méritent d’être soulignés : d’une part, beaucoup de jeunes chercheurs, beaucoup de jeunes chercheuses en particulier ; d’autre part, beaucoup d’exposés pluri-thématiques ou pluri-disciplinaires. Et le temps est au beau, évidemment.

L’Assemblée Générale a approuvé à l’unanimité des votants et représentés le rapport moral et le rapport financier. A l’unanimité des votants et représentés moins quatre abstentions et un vote par procuration contre, le nouveau groupe thématique SMAI-MAIRCI¹ a été aussi approuvé. Il s’agit d’un groupe thématique par nature transverse qui rassemblera les chercheurs intéressés par les va-et-vient scientifiques fructueux entre mathématiques appliquées, calcul scientifique, informatique, modélisation et simulation des réseaux, analyse d’algorithmes, génie logiciel, calcul formel, géométrie algorithmique, etc. Ses objectifs sont classiques : rendre le domaine plus visible auprès de la communauté scientifique, des industriels, des grands organismes et des universités ; donner de l’écho aux synergies existantes et aider à en créer ; faire émerger des publications et des colloques ; assurer des liens avec d’autres sociétés savantes, notamment étrangères. La quantité et la diversité thématique des contributeurs au document fondateur, la participation déjà active de plusieurs grands industriels (Bull, Orange Labs, GDF-Suez, EDF, Calyon), de Météo-France et du CEA, ainsi que du GDR Calcul, le nombre de soutiens appuyés, montrent toute la pertinence scientifique de l’aventure SMAI-MAIRCI. Je remercie vivement Laurent Decreusefond pour avoir coordonné la mise sur orbite de SMAI-MAIRCI et synthétisé tous les documents préparatoires.

¹Nom peut-être provisoire.

Conformément aux statuts, le Conseil d'Administration a été renouvelé en partie. Je remercie les administrateurs sortants pour leur travail effectué au sein du Conseil : Patrick Chenin, Michel Langlais, Claude Le Bris, Marcel Mongeau, Rachid Touzani. Les administrateurs qui se représentaient ont été réélus, et c'est une chance pour la SMAI que de continuer de pouvoir compter sur eux : Robert Eymard, Christian Gout, Pauline Lafitte, Marc Lavielle. Enfin, bienvenue aux nouveaux élus : Didier Aussel, Jean-Marc Bonnissseau, Albert Cohen, Pierre Maréchal, François Murat.

Le prochain numéro de Matapli contiendra un compte-rendu de l'Assemblée Générale et une présentation du nouveau groupe thématique.

Mon troisième, et donc dernier, mandat s'achèvera en juillet. Les trois années passées auront été pour moi d'une extraordinaire richesse. Malgré un emploi du temps compliqué, j'ai vécu comme une chance d'être au cœur des multiples activités de la SMAI et de pouvoir en impulser de nouvelles : la dernière en date aura été le lancement de SMAI-MAIRCI.

Les réussites de cette période sont évidemment collectives. Je suis reconnaissant aux deux Bureaux, aux trois Conseils d'Administration, au Conseil Scientifique, aux chargés de mission, pour le travail que nous avons accompli ensemble dans un excellent climat d'entente. Nos échanges toujours constructifs et amicaux nous ont constamment permis de converger rapidement vers des décisions consensuelles, y compris et surtout sur les dossiers sensibles. J'ai été heureux que nous nous retrouvions sans exception sur la ligne de crête qui a été mon unique objectif personnel : la SMAI est un formidable espace de liberté et de convivialité qui permet de s'affranchir des dispositifs de recherche lourds et paralysants ; elle n'existe donc vraiment que dans le mouvement et par l'ambition de contribuer à faire exploser les murs d'enceinte entre domaines scientifiques comme entre recherche académique et recherche industrielle.

J'ai été heureux, aussi, de gagner des amitiés nouvelles. Au-delà des instances, tous les messages venus de vous ont été chaleureux dans la forme et utiles sur le fond. Je vous remercie tous, vraiment, pour votre enthousiasme et la passion partagée pour notre métier et notre domaine de recherche.

Il ne me semble pas raisonnable de rester au Bureau après juillet : le mouvement passe par le renouvellement. Par contre, je poursuivrai mes mandats d'administrateur et de co-éditeur en chef de Mathematics In Action.

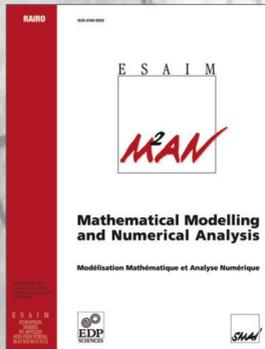
J'applaudis par avance à tous les futurs succès de la SMAI et des mathématiques appliquées.

Bien amicalement à tous,

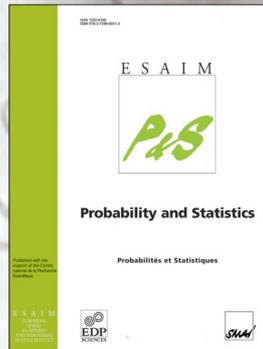
Denis Talay, Président de la SMAI .



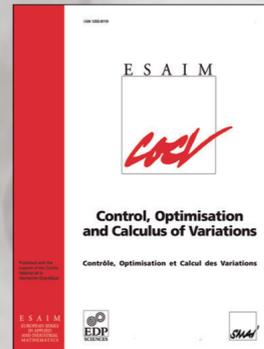
Mathematics



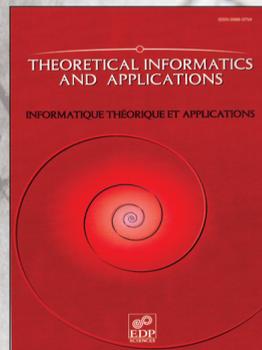
www.esaim-m2an.org



www.esaim-ps.org



www.esaim-cocv.org



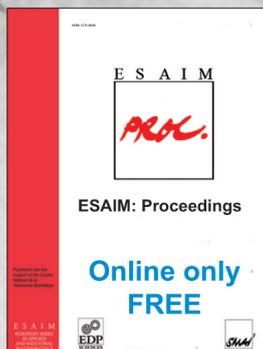
www.rairo-ita.org



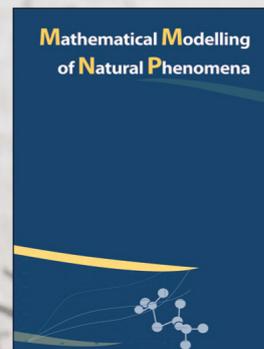
www.rairo-ro.org



www.quadrature-journal.org



www.esaim-proc.org



www.mmnp-journal.org

www.edpsciences.org

Comptes-rendus de la SMAI

par Serge PIPERNO

Compte-rendu – Bureau téléphonique SMAI – 11/2/2009

Au téléphone, J. Droniou, M. J. Esteban, E. Godlewski, S. Piperno, D. Talay.

1. Point SMAI

- *prix I. O. M. Saleh* : le CA a approuvé le soutien par la SMAI de ce prix. Cela va permettre d'avancer, notamment sur la coordination avec le CIMPA.
- *thèses d'étudiants de pays en voie de développement* : le bureau étudie la possibilité de créer un fonds alimenté par des dons d'entreprises pour mener des actions de soutien aux études doctorales dans des pays en voie de développement. Ces actions pourraient prendre différentes formes (missions, bourses d'études, etc).
- *infos sociétales sur le site www* : il est envisagé de restructurer la rubrique d'actualités/informations du site web, afin de la rendre plus lisible et accessible.

2. Groupes thématiques

- *GT MIR (mathématiques et informatique pour les réseaux)* : D. Talay a participé à une réunion organisée par L. Decreusefond avec J. Mairesse, F. Chazal, et des représentants du GDR Maths-Info. Ces derniers voient un certain risque dans la création d'un GT de la SMAI, bien qu'un GDR et une société savante n'aient pas les mêmes statuts, pérennité, etc... mais sont sensibles notamment au renforcement potentiel des relations avec l'industrie que pourrait permettre le futur GT. La SMAI va continuer d'avancer : Laurent Decreusefond, Frédéric Chazal, Jean Mairesse, vont prendre des contacts au sein de sous-communautés non représentées dans le GDR pour constituer l'embryon du comité de liaison.
- *GT MAS et SFDS* : la SFDS va créer un "Groupe Statistique Mathématique". On ne peut que souhaiter une certaine coordination avec le GT MAS. Ce groupe pourrait être le moyen d'avoir un interlocuteur privilégié à la SFDS.

3. Relations extérieures

- *colloque Maths à venir* : Y. Maday demande à être secondé pour la SMAI au sein du comité d'organisation. Quelques noms sont évoqués.
- *projet de centre Euroméditerranéen de mathématiques* : D. Talay va envoyer une lettre de soutien au nom de la SMAI

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

4. Publications

- *MSIA* : on a toujours besoin de soumissions ! On peut envisager une opération de promotion lors de SMAI 2009.
- *site de conférences* : notre partenaire EDP Sciences lance un site d'annonce de conférences en <http://www.webofconferences.org/> La SMAI peut le soutenir en suggérant aux organisateurs de manifestations parrainées de les signaler sur le site.

5. Livre blanc

S. Piperno n'arrive pas à faire avancer le dossier. Il souhaite être relayé.

Compte-rendu – Bureau téléphonique SMAI – 10/3/2009

Au téléphone, J. Droniou, M. J. Esteban, R. Eymard, E. Godlewski, P. Lascaux, S. Piperno, D. Talay.

1. Point SMAI

- *légitimité de la SMAI pour réagir aux changements dans le monde de la recherche* : la communauté dans son ensemble réagit très vivement aux réformes ou tentatives de réformes gouvernementales en cours ; la SMAI a été plutôt prudente dans ses prises de positions publiques (hormis les informations mises en ligne sur le site de la SMAI). La SMAI est-elle dans son rôle si elle réagit par la voix de son Président ? Celui-ci est légitimement représentatif des adhérents pour toutes les questions et missions qui relèvent des objectifs de la SMAI ; par contre, on peut se demander comment il pourrait légitimement exprimer des opinions sans être certains qu'elles soient indiscutablement celles de l'ensemble des adhérents. Comment la SMAI doit-elle réagir à chaud à différents types de sollicitations ? Ce point doit être discuté lors du prochain CA.

- *lettre smai-info* : une réflexion doit être relancée pour améliorer la lettre en la rendant disponible par exemple en format html.

2. Relations avec le Ministère

- *lettre ouverte des sociétés savantes à X. Darcos* : le soutien de la SMAI sera discuté au prochain CA (elle sera jointe à l'ordre du jour)

- *rendez-vous avec la Ministre* : la lettre de sollicitation d'un rendez-vous auprès de la Ministre est approuvée par le bureau.

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

3. Mise en route AG SMAI

- *lancement du processus* : le message de sollicitation de candidatures aux élections au Conseil d'Administration va être lancé mi-mars 2009.
- *Assemblée Générale 2009* : l'Assemblée Générale aura lieu au cours de SMAI'2009, le 26 mai 2009 au soir.

4. Relations extérieures

- *colloque Maths à venir* : le projet avance correctement. F. Murat et D. Chapelle ont accepté de participer au comité d'organisation. Une information sera envoyée prochainement à liste-smai.
- *point I.O.M.Saleh* : il faut mentionner la réponse de la Présidence de la République sur smai-info, sur le site web, et au Conseil d'Administration.

5. ODJ CA

L'ordre du jour du prochain CA a été préparé.

6. Divers

- *prospective* : le document de prospective va être mis en forme et préparé pour diffusion par A. de Bouard.
- *affiche* : le projet d'affiche de présentation de la SMAI a été discuté. Des propositions vont être faites par le bureau pour amender le projet.

Compte-rendu – CA SMAI – 12 mars 2009

Merci Maria pour tes notes !

Les membres du CA se joignent au rédacteur pour te témoigner toute leur sympathie.

Présents. F. Bonnans, A. de Bouard, D. Chapelle, J. Droniou, M. J. Esteban, R. Eymard, E. Godlewski, P. Lascaux, M. Lavielle, J. Mairesse, M. Mongeau, S. Piperno, D. Talay.

Excusés et/ou représentés. G. Allaire, M. Bouhtou, P. Chenin, S. Cordier, T. Goudon, C. Gout, J.-B. Hiriart-Urruty, P. Lafitte, B. Lucquin, M. Théra.

Absents. M. Langlais, C. Le Bris, B. Prum, R. Touzani.

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

Invités. R. Abgrall (SMAI-GAMNI, excusé), G. Carlier (SMAI-MODE, absent), J.-F. Delmas (SMAI-MAS), B. Garel (représentant de la SFdS), V. Girardin (représentante de la SMF), Y. Maday (président du Conseil Scientifique, absent), M.-L. Mazure (SMAI-AFA, excusée), V. Rivoirard (représentant de la SMAI au CA de la SFdS, excusé).

1. Décisions électroniques prises depuis le dernier CA

- approbation le 22/12 de l'accord de réciprocité SMAI-SIAM ;
- approbation le 19/1 de l'appel à voter contre le décret modifiant le statut des enseignants-chercheurs (17 pour, 10 contre), nécessité d'un débat ;
- approbation le 9/2 de la création d'un prix conjoint SMF-SMAI-SFdS en l'honneur de notre collègue disparu I. O. M. Saleh ;

2. Nouvelles des Groupes Thématiques

Les Groupes Thématiques vont être sollicités pour encourager les adhérents de la SMAI à participer à SMAI'2009.

- Groupe Thématique MAS : la journée "Mathématiques appliquées et Sûreté du fonctionnement" à Pau le 6 février 2009 (avec l'IMDR) a été l'occasion d'une belle participation, aussi bien d'industriels que d'universitaires (participants et présentations) ; le prix de thèse MAS (Prix J. Neveu) a été attribué le matin même et sera annoncé très bientôt (jury de statisticiens et probabilistes). Le nombre de thèses excellentes était remarquable. Il sera remis tous les 2 ans au cours journées MAS. La SFDS a créé un groupe "statistiques mathématiques". Cela pose la question du positionnement relatif des deux groupes et de leur coordination, voire coopération. Par ailleurs, l'accord SFDS-SMAI va être remis à jour.
- Groupe Thématique GAMNI : le prix de thèse annuel est en cours de sélection (décision en avril, annonce lors de SMAI'2009) ; le récipiendaire sera candidat au prix ECCOMAS. ECCOMAS change actuellement ses statuts, notamment pour renforcer la transparence de ses comptes. La SMAI pourrait changer la façon de déterminer sa contribution à ECCOMAS : elle pourrait être proportionnelle aux nombres d'adhérents, ce qui permettrait à la SMAI d'influer sur la politique scientifique d'ECCOMAS. Ceci sera examiné lors du prochain CA (préparation d'une note du GAMNI).
- Groupe Thématique MODE : un GDR Optimisation (P. Combettes) a été approuvé par le CNRS.

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

- Groupe Thématique MIR : réunion fin janvier (entre membres potentiels du comité de liaison et membres du GDR IM), discussion longue sur les thématiques concernées. L. Decreusefond a mandat de continuer à constituer un groupe (contribution possible lors du prochain CA).

3. Retour sur le vote électronique concernant le décret modifiant le statut d'enseignant-chercheur

Le président explique pourquoi le résultat du vote pour l'appel à signer la pétition ne lui a pas paru suffisant pour engager la SMAI. Le consensus n'était pas suffisant, sur un sujet particulièrement sensible. Un tel cas s'était déjà produit : le CA de la SMAI était trop partagé pour être sûr de parler légitimement au nom de la SMAI.

Le CA demande qu'il soit explicitement mentionné avant un vote électronique sur un sujet sensible que le vote a pour objet, non pas de dégager une majorité, mais de vérifier si un débat est nécessaire avant de parvenir à un consensus. Le CA autorise le Bureau à réagir dans l'urgence lorsque c'est nécessaire, en lui demandant de tenir évidemment compte des avis précédents du CA sur des sujets de même nature.

4. Publications

- informations et discussion sur l'avenir des publications : présentation du projet de vente d'EDP Sciences à Springer. Les négociations sont allées très loin, mais se sont interrompues brusquement. Nous revenons à la situation d'il y a 3 mois. Un avenant a été signé pour prolonger les contrats d'un an. Notre problème se situe au niveau de la promotion et de la vente (EDP Sciences n'a pas la taille pour faire la promotion dans tous les domaines) et l'EMS Publishing House et Springer ont été contactés pour envisager différentes options, en particulier celle d'un accord à trois partenaires — SMAI-EDP Sciences et un tiers. Une discussion s'est engagée sur ces options.
- rubrique MATAPLI "Nouvelles des universités" (remplacement de M. Bergounioux par Christian Gout).

5. Relations extérieures

- organisation de "Maths à venir" : présentation de l'état d'avancement du projet ; D. Chapelle et F. Murat ont rejoint le comité d'organisation.
- réponse du Président de la République à propos d'I. O. M. Saleh : en ligne sur

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

le site ;

- présentation du "Forward look" en mathématiques industrielles au niveau européen.
- accord SMAI-SIAM : une idée possible d'action dans le cadre de cet accord serait d'afficher de manière croisée nos publications dans nos catalogues respectifs. Toute autre idée d'action dans le cadre de ce partenariat est la bienvenue.

6. Contexte Enseignement-Recherche

- lettre ouverte des sociétés savantes à X. Darcos : le soutien de la SMAI est voté à l'unanimité moins une voix (contre) ;
- place de la SMAI dans le débat et légitimité de la SMAI pour réagir aux changements dans le monde de la recherche : des adhérents pressent la SMAI de s'exprimer davantage aux débats actuels, et s'étonne qu'elle ne s'associe pas à des initiatives d'autres sociétés savantes (par exemple, rendez-vous de la SMF-SFP-SFC avec la Ministre). Plusieurs éléments dans ce contexte :
 - certaines initiatives sont malheureusement prises alors qu'une coordination a déjà été mise en place (par exemple à la CFEM), elles sont plus rapides mais désorganisent les forces en présence ;
 - la SMAI n'est pas toujours associée aux initiatives de la SMF en direction des grands journaux ou des Ministères ;
 - la SMAI n'est peut-être pas dans son rôle, si elle répond à chaud à des sollicitations de soutien de pétition et autres motions ; peut-être sommes-nous aussi trop lents à organiser un débat interne autour de nos thèmes propres ; la SMAI est aussi trop timorée (nous ne pouvons pas nous contenter de suivre) ;
 - notre communication n'est pas à la hauteur, puisque nos adhérents ne perçoivent pas toujours nos participations aux actions (répertoriées sur le site www et mentionnées régulièrement dans notre lettre mensuelle) ;
- décisions : le CA va envoyer un message aux adhérents pour rappeler les actions menées et engager une réflexion sur les actions nouvelles à mener, leurs formes possibles.

Compte-rendu – Bureau SMAI – 16/4/2009

J. Droniou, E. Godlewski, P. Lascaux, S. Piperno, D. Talay.

1. Point élections SMAI

- *point sur les candidatures* : un point sur les candidatures a été fait (nous avons au moins autant de candidatures que de sièges à pourvoir).
- *procédure de vote* : le vote par correspondance sera possible jusqu’au 22 mai a priori, avec vote également possible lors de l’Assemblée Générale le 26 mai au soir à La Colle-sur-Loup, lors de SMAI’2009.

2. Relations Ministère

- *rendez-vous de Denis Talay au Ministère* : Denis Talay a relaté les principaux points de discussion avec Thierry Coulhon (conseiller spécial de Valérie Péresse), à savoir
 - les spécificités (et l’utilité et donc l’importance) des différentes sociétés savantes et associations de mathématiques ;
 - les grosses difficultés que la loi LRU pouvait engendrer pour certains laboratoires de mathématiques (et le rôle qu’un institut de maths pourrait jouer sur ce point), l’importance de maintenir un enseignement en liaison étroite avec la recherche (donc par des enseignants-chercheurs) ;
 - les nouveaux problèmes-frontières auxquels devront s’attaquer les mathématiques appliquées ;
 - le besoin de rester imaginatifs en termes de nouvelles structures de recherches plus souples (par exemple, des équipes sans murs qui pourraient se créer pour terme de 5 ou 10 ans) ;
 - l’inadaptation des programmes blancs de l’ANR et la lourdeur de celle-ci (promesse d’allègement des procédures non encore tenue par la Ministre !)
 - les moyens pour inciter des chercheurs à collaborer de manière plus risquée avec des industriels ou des chercheurs d’autres disciplines, par exemple par une forte augmentation du nombre d’IUF Junior, ou de décharges réelles d’enseignement, de chaires, etc.
 - du retard de la France, dont le Ministère a bien conscience, en moyens de calculs ;
 - du projet de livre blanc de la SMAI pour la valorisation du diplôme de doctorat dans l’entreprise, pour lequel le Ministère se dit prêt à nous soutenir ; à ce sujet, le bureau demande à ce que le projet avance (interroger des cabinets de recrutement, articulation avec l’ARP Maths et Industrie) d’ici l’été, afin de

COMPTES RENDUS CA & BUREAU

répondre favorablement au Ministère ;

- la grande inquiétude de la communauté concernant l'enseignement des maths au lycée

- *consultation Lycée* : à l'initiative de la SMAI, les 3 sociétés savantes et "Femmes et Mathématiques" ont envoyé une lettre au Rectorat de Paris pour demander à participer à la consultation sur l'avenir du Lycée, consultation organisée dans chaque académie à la demande de X. Darcos.

3. Publications

Une réunion est prévue avec la direction d'EDP Sciences, le 13 mai prochain, pour discuter des différentes possibilités futures pour nos revues (mise en place de nouvelles méthodes de diffusion et publicité, idées de promotions, etc.).

4. Relations extérieures

Différentes questions à propos de nos collaborations avec d'autres sociétés et de nos participations à des conseils d'administration ont été évoquées.

5. Divers

- *lettre smai-info* : il est urgent de lui donner une plus belle présentation !

- *maths-industrie 14 mai à l'ECP* : il est nécessaire de faire davantage de publicité ; par ailleurs, deux journées sont en préparation : le 4 février 2010 avec l'université d'Orléans et le BRGM sur le thème "Géosciences", proposée par Stéphane Cordier, et au deuxième trimestre 2010 avec l'ENSAI à Rennes sur le thème "Recherches cliniques" proposée par François Coquet.

- *prix Natixis-Smai* : l'Académie des Sciences n'a pas souhaité décerner le prix Natixis-Smai cette année, celui-ci devant par ailleurs changer de nom.

Accords de réciprocité entre la SMAI et la SIAM

**Conversation entre
Douglas N. Arnold, Président de la SIAM
et
Maria J. Esteban, Vice-Présidente de la SMAI,
en charge des relations extérieures,
sur les Mathématiques appliquées et les relations entre SMAI et SIAM**

Récemment la SMAI a signé un accord de réciprocité avec la SIAM. Cet accord permet des adhésions croisées à prix réduit pour nos membres respectifs. Mais nous ne voudrions que cet accord se résume à ce seul avantage pour nos adhérents. Notre projet est celui de collaborer étroitement avec le SIAM et d'organiser des actions conjointes, au niveau des publications, d'un prix, de colloques thématiques, etc.

Dans cette direction, nous venons d'apprendre avec joie que le SIAM vient d'élire "SIAM Fellows" les mathématiciens français Alain Bensoussan, Philippe G. Ciarlet, Roger Temam, Roland Glowinski et René Carmona.

Pour la petite histoire, rappelons que l'idée de cet accord a émergé pendant l'édition 2007 de la série des conférences d'analyse numérique de Dundee où Doug Arnold, "Président elect" de la SIAM et Denis Talay, Président de la SMAI, étaient conférenciers pléniers. Après cela, Maria J. Esteban a rencontré Doug Arnold à Minneapolis à l'automne, lors d'un séjour de recherche à l'IMA, et la signature de l'accord a eu lieu peu après.

Maria J. Esteban a posé au nouveau Président du SIAM, Douglas N. Arnold, une série de questions sur sa société et sur sa vision des mathématiques appliquées en général, ainsi que sur les possibles outils de collaboration entre SMAI et SIAM :

MJE : What are the main goals of SIAM?

DNA : SIAM is founded on the vision that mathematics should play an important role in confronting the important problems that face society, and our mission is to advance the application of math and computational science in science, industry, and a wide range of disciplines. We do this by supporting the community of researchers who make the advances, either through the application of mathematical and computational techniques in various areas, or by developing new techniques. SIAM's support mostly takes the form of promoting communication and the exchange of ideas, for example, through journals, books, meetings, and

activity groups ; providing advocacy for the mathematical enterprise to society at large ; and recognizing excellence.

MJE : How does it position itself in the landscape of the various mathematical societies in the USA ?

DNA : The structure of mathematical societies in the USA is rather complicated. A simplistic view is that SIAM is the applied math organization, AMS (American Mathematical Society) the pure math organization, and MAA (Mathematics Association of America) the organization concerned with college and university teaching of mathematics. On top of these there are somewhat more directed organizations, like ASA (American Statistical Association), INFORMS (Institute for Operations Research and the Management Sciences), and many other societies that have some overlap with SIAM. It is frankly not clear to me that, dans le meilleur des mondes possibles, things would be so organized. I do not believe that there are clear boundaries between pure and applied mathematics or between research and teaching (and so I have been a member of SIAM, AMS, and MAA all my career). However, there is a lot of history behind how things are presently organized, and they fit with certain international structures as well. For example, ICIAM, IMU, and ICMI are in a similar relation to each other as SIAM, AMS, and MAA. So it is not realistic to make large-scale changes to the current structure, but rather the question is how we can fine-tune it, and how we can work within it most effectively. It is also important to note that the current structure, even if not optimal, is not so bad : there is a vibrant mathematical activity in the US and worldwide, and the societies play a big role in this.

Returning to your question, I feel that SIAM should position itself as a professional organization for a broad group which includes research mathematicians and computational scientists and highly quantitative scientists and engineers in other disciplines and in industrial and government settings worldwide. For many of these SIAM may not be their only professional organization or even their primary professional organization, but it should be one that helps them to be more productive and more connected.

MJE : You just became president of SIAM very recently. What are the main projects that you would like to develop as president of SIAM ?

DNA : I would like to increase the breadth and inclusiveness of SIAM membership, building its membership in various directions. One direction is the membership from outside the United States, which currently stands at just over 30%. We need to think creatively about the services SIAM can offer non-U.S. members and how we interact with national organizations like SMAI. That is one reason I am delighted that we have entered into a reciprocity agreement, which will, I hope, be the beginning of a more extensive relationship.

I would also like to see the mathematical breadth of SIAM increase, bringing in mathematicians with fields not traditionally thought of as applied, but which are becoming increasingly important in modern applications, and bringing in quantitative scientists who may come from departments or labs which are not labeled as mathematics, but actually are scientifically well-aligned with the vision of SIAM. And there is plenty to do in strengthening SIAM’s involvement with industry.

MJE : Which main challenges do you see for the Applied Maths community in a next future ?

DNA : There are two aspects to this : the challenges which a healthy applied and computational mathematics community can help to address, and the challenges to maintaining a healthy community in the first place. In the former category, there are no end to challenges our community can and must address. Everywhere we look there are important problems for which math must play a role in the solution, such as those arising from climate change, economic and financial modeling, medicine and health care, renewable energy sources, and on and on. SIAM’s role is to help educate the community, to bring people together and so foster the interdisciplinary collaborations that will be needed, to disseminate results, and to let the outside world know of the part that mathematics can and must play.

As to challenges to the health of our community itself, again there is no shortage. One is that public has very little understanding of mathematics and its role, and so little appreciates the point of investing in our work. Another is that government and industry seem to have taken on a very short-term focus, and math does not usually produce results so quickly. I believe that such problems are common to both the US and France, even if with plenty of regional variation. SIAM has had some success in addressing them in the US, and continues to work hard on them. SMAI is likely in a similar position. I hope that we will be able to share experiences and help each other as we move forward.

MJE : Our reciprocity agreement enables members of our societies to become reciprocity members of the other one at a reduced rate. But we would like to use the signature of our agreement to do more, to build stronger links between the communities that our societies represent and to develop our relations in a durable and strong sense. What ways of collaboration do you see as possible and desirable between our societies ?

DNA : Our hope is that the reciprocity will lead to more involvement of members of the two societies in each other’s program, more awareness of each other’s work, more involvement in the organizing of each other’s programs, etc. And it should also allow us to learn from each other’s successes. Defining the concrete mechanisms to accomplish this will require thought and effort and creativity. Al-

Accords de réciprocité SMAI-SIAM

though some are pretty clear, such as for example, jointly hosted meetings, I very much feel the need for good ideas. Hilbert reminded us that mathematics knows no geographical boundaries, but it will require some hard work to make our mathematical institutions adequately reflect this.

MJE : Thank you very much, Doug, for all these thoughts, and let us continue looking for ways to enlarge and deepen our collaboration in the future.

Texte de l'accord

The Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM) and the Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI) agree to enter into a reciprocal membership agreement whereby individual members in one society are eligible for a discounted membership in the other.

Under this agreement :

1. Any member in good standing of SMAI whose primary place of employment is outside the U.S. and who wishes to join SIAM will be accepted as a SIAM reciprocity member upon receipt of the SIAM application form and dues payment. Any member in good standing of SIAM whose primary place of employment is outside France and who wishes to join SMAI will be accepted as a SMAI reciprocity member upon receipt of the SMAI application form and dues payment.
2. The special dues rate for SMAI members joining SIAM under the reciprocity agreement will be 70% of the current rate for regular membership in SIAM. The special dues rate for SIAM members joining SMAI under the reciprocity agreement will be 70% of the current rate for regular membership in SMAI.
3. Reciprocity members shall receive all regular member services and benefits.
4. Each society shall help to promote reciprocity membership. Societies may exchange mailing labels or provide a brief notice in paper or electronic mail to members. Each society should announce the availability of the reciprocal membership in their flagship publication(s), news online, web site or other appropriate media. Each society should provide to the other a name of a contact person within their society responsible for promoting memberships.
5. This agreement is in effect until terminated by one of the societies. Termination notice must be provided six months before the start of the year when it takes effect in order to provide an orderly transition.
6. The two societies agree to explore possible extensions of the present agreement to additional forms of collaboration, such as the organization of joint programs, publications or prizes.

Un éclairage sur le système universitaire américain

Entretien avec Sylvia Serfaty

Rapidement recrutée aux Etats-Unis après son Doctorat en France, Sylvia Serfaty¹ a une bonne connaissance de l'enseignement supérieur aux Etats-Unis. Christian Gout l'a rencontrée pour MATAPLI, elle nous donne dans cette interview son éclairage et ses impressions sur le système américain

Question : Rapidement après tes études à Normale Sup (1994-98) et ton Doctorat (Orsay 1999), tu es partie dans l'un des établissements les plus prestigieux (Courant Institute-NYU depuis 2001) pour y devenir "Full Professor", peux-tu nous dire comment cela s'est passé ?...

Réponse : J'ai d'abord été chargée de recherches au CNRS de 1999 à 2001, c'est à ce moment-là que j'ai rencontré lors de conférences des membres du Courant Institute qui m'ont proposé de venir passer deux mois à l'institut à New York en 2000, puis m'ont offert un poste. Je crois qu'ils cherchaient quelqu'un de jeune à recruter en EDP. Il faut dire que cette institution - particulièrement dans mon regard de jeune chercheur - était, et est toujours, un endroit un peu mythique dans le domaine. En plus elle est située en plein New York, qui a toujours été une de mes villes préférées, et bien qu'ayant pas mal voyagé, je n'avais jamais eu l'occasion d'avoir une expérience de vie ou de travail à l'étranger. La conjonction était presque trop parfaite. J'ai réfléchi quelque temps avant de franchir le pas puis je suis arrivée pour de bon à New York en septembre 2001... J'ai commencé normalement comme "Assistant Professor" en "tenure track", puis au fil des ans, j'ai été promue "Associate Professor" puis "Full Professor".

Question : Peux-tu faire un comparatif entre la façon de recruter en France (publication des postes, envois des dossiers, auditions, classement) et aux USA (Assistant, Associate, tenure track...)

Réponse : Evidemment c'est un peu différent, au sens qu'aux USA, du moins dans les universités privées comme NYU, la procédure est souple et il y a assez peu de règles. En pratique, là-bas, les membres d'un laboratoire décident entre eux de qui ils auraient envie de recruter, ils y pensent un peu en permanence, puis

¹Professeur, Courant Institute of Mathematical Sciences, New York USA et Laboratoire Jacques-Louis Lions, Paris 6, <http://www.ann.jussieu.fr/2007/SylviaSerfaty.php3>

Un éclairage sur le système universitaire américain

ils vont contacter ces personnes et leur proposer de leur faire une offre. Souvent parce que l'on sait que ces personnes cherchent un poste, ou ont envie de bouger, ou seraient susceptibles de vouloir bouger, mais parfois ce sont de vraies tentatives de "débauchage". Evidemment comme la procédure demande des efforts, elle n'est entamée que si elle a un minimum de chances de réussir. Cette procédure comprend un certain nombre d'étapes : réunions de la commission de recrutement, présentation du travail du "candidat" pressenti, demande de trois ou quatre lettres d'avis extérieures strictement confidentielles, puis si les lettres sont jugées assez bonnes, validation à l'échelon supérieur de l'administration de l'université, et émission d'une offre, puis éventuellement renégociation de détails concrets (salaire, enseignement etc) avec le candidat. Il arrive souvent que des offres soient faites simultanément à plusieurs personnes si on pense que toutes ne viendront pas. Il n'y a pas vraiment d'auditions formelles, mais s'il n'est pas bien connu de tout le monde, le "candidat" est le plus souvent invité à venir donner un séminaire sur son travail. Il n'y a pas de dates fixes pour tout cela, et tout peut être fait relativement rapidement s'il y a urgence, c'est-à-dire par exemple si le candidat risque d'accepter d'autres offres avant. Au contraire on peut patienter un an ou deux (parfois plus !) pour un candidat qui n'est pas encore prêt à venir tout de suite mais voudrait venir plus tard. En général, pendant tout le temps de la procédure interne, le candidat est au courant qu'il est considéré pour une offre. En comparaison le système français se veut plus transparent : un poste est publié officiellement (il s'agit de recruter un fonctionnaire !), les dossiers de tous les candidats sont examinés (souvent il y en a une centaine), il y a des auditions de durée fixe (et en général courte) puis la commission doit classer par ordre de préférence les candidats. Evidemment ce système est en même temps plus rigide : si quelqu'un n'est pas candidat dans les temps on ne peut pas le recruter, et si personne ne plaît vraiment, il faut quand même prendre quelqu'un pour ne pas perdre le poste. Aux Etats-Unis, et surtout dans les universités d'Etat, les règles stipulent qu'il faut aussi publier officiellement les postes et avoir un appel d'offre ouvert à tous, ce qui est fait, mais c'est surtout formel et dans la pratique cela se passe quand même plutôt selon la procédure ci-dessus. Pour schématiser beaucoup, on pourrait dire qu'en France, les candidats viennent à vous, tandis qu'aux Etats-Unis, c'est l'université qui va vers le candidat. C'est un peu aussi le cas lorsqu'il s'agit d'attribuer des promotions : schématiquement en France on postule à une promotion, aux Etats-Unis souvent on vous propose une promotion. Il y a bien évidemment des exceptions et des traditions de pratiques diverses selon les universités, y compris en France, également avec le système de mutation qui s'apparente plus à la façon de faire américaine. De toutes façons tout cela est déjà un peu périmé puisque la réforme LRU va apparemment faire rapidement évoluer le système de recrutement ici.

Il faut peut-être également détailler, mais tout le monde le connaît sûrement, le

Un éclairage sur le système universitaire américain

système de “tenure track” américain. Un jeune chercheur est d’abord recruté sur un poste d’ “Assistant Professor” (équivalent maître de conférences), qui n’est pas titulaire, et au bout de trois à six ans, le dossier du candidat est réévalué pour savoir s’il est titularisé au statut d’ “Associate Professor”, c’est-à-dire s’il est gardé de manière permanente. Les pratiques sont diverses : certaines universités recrutent pas mal de monde au rang d’Assistant Professor puis ne gardent que les meilleurs à la fin (quelques rares universités ne gardent jamais personne, avec l’idée qu’ils doivent partir ailleurs). La majeure partie, en mathématiques tout du moins, recrutent quelqu’un en tenure track avec l’idée de le garder s’il confirme les espoirs qui ont été placés en lui. Les pratiques varient beaucoup selon les matières, mais en mathématiques l’écémage pratiqué est beaucoup moins féroce que dans la plupart des matières, comme en économie par exemple. Une des raisons est qu’en général en maths les gens doivent presque toujours commencer par faire un ou plusieurs post-docs qui donnent déjà une bonne idée de leur potentiel. Le recrutement comme “Assistant Professor” arrive alors comme une confirmation.

Question : Au niveau des conditions de travail, as-tu remarqué des différences importantes entre France et USA ?...

Réponse : C’est banal à dire mais j’ai trouvé qu’aux Etats-Unis il y avait davantage de moyens mis à notre disposition : le personnel administratif par exemple est plus nombreux, et on peut lui déléguer davantage de tâches. Par exemple, en plus des secrétaires, les professeurs se partagent à quelques uns un “sponsored projects officer”, qui est chargé de gérer leurs subventions de recherche, et qui les aide à monter les dossiers de candidatures (type ANR). En pratique ce sont eux qui établissent tous les budgets, tableaux d’amortissements, etc, ils ont été formés pour cela, et ont l’habitude de le faire. Plus la peine de se casser la tête à comprendre les détails des coûts indirects ! Des personnels administratifs sont également là pour s’occuper des formalités de visa pour faire venir un post-doc ou un professeur étranger, par exemple. Toutes ces choses existent en France, mais elles paraissent mieux rodées aux Etats-Unis.

Matériellement, il y a par exemple un peu plus de place dans les locaux : les professeurs ont toujours un bureau seuls, les thésards partagent à 3 maximum, les post-docs à 2, il est un peu plus facile de faire changer une ampoule ou un ordinateur, ou de faire repeindre une salle.

Au niveau de l’enseignement aussi, on est bien aidé. Il est de tradition aux Etats-Unis de donner aux étudiants chaque semaine un devoir à la maison, et l’université paie le plus souvent un “grader”, étudiant avancé ou en thèse, qui corrige toutes ces copies. C’est un bon système, je trouve, qui apprend beaucoup aux étudiants avancés et les responsabilise, tout en leur permettant de se faire un peu d’argent de poche. Au total, comme en plus les charges d’enseignement sont

Un éclairage sur le système universitaire américain

plutôt plus légères qu'en France, on a plus de temps pour faire de la recherche, et on perd moins de temps à des choses qui peuvent être mieux faites par d'autres. En revanche, les étudiants ont davantage d'attentes, et il faut consacrer plus de temps aux "office hours", à les recevoir, répondre à leurs questions, et les assister à tous points de vue. Les étudiants français sont beaucoup plus autonomes (ou peut-être parfois perdus ?!).

Egalement, aux Etats-Unis l'université soutient davantage les initiatives personnelles, les idées diverses qu'on pourrait avoir. Il faut mentionner le fait que là-bas tout chercheur actif a systématiquement une année sabbatique sans enseignement tous les sept ans (ou un semestre tous les trois ans et demi), tandis que c'est rare en France (il y a les sabbatiques ou les délégations CNRS mais elles sont moins fréquentes et pas systématiques). Encore quelque chose qui aide bien pour la recherche.

Dans une perspective plus large, ce qui m'a frappée, et un peu étonnée au début, aux Etats-Unis, est le respect plus grand accordé à l'universitaire et à son statut, à la fois par les étudiants et par la société en général (là-bas un universitaire n'est pas soupçonné d'être payé à ne rien faire ! D'ailleurs il est nettement mieux payé). Probablement davantage comme cela devait être en France et en Europe il y a quelque temps, ou comme cela l'est encore dans d'autres pays d'Europe.

Question : Comme tu le sais, il paraît que nous sommes peu évalués en France (!) malgré le travail du CNU (PEDR, promotions...) ou de l'AERES entre autres... Un sentiment à ce sujet ?... Vois-tu des différences profondes en ce qui concerne l'évaluation faite aux USA ?...

Réponse : Je ne souscris pas au point de vue qui consiste à dire que les chercheurs en France ne sont pas évalués. Comme tu le dis, ils sont évalués pour les promotions, les primes, les bourses IUF (qui me paraissent d'ailleurs un excellent système), etc. En mathématiques tout du moins, le recrutement au CNRS est très compétitif et les personnes recrutées sont au plus haut niveau international. Les concours maître de conférences le sont également souvent. Ce qui peut poser problème en France c'est qu'après, des chercheurs CNRS livrés à eux-mêmes, ou de jeunes maître de conférences consciencieux, étouffés sous le poids des charges d'enseignement, décrochent petit à petit de la recherche. Aux Etats-Unis, il y a dans les départements une attitude peut-être plus collégiale. Les post-docs ont des mentors, et les professeurs plus seniors veillent un peu sur les juniors. En plus la charge d'enseignement est allégée pendant les deux premières années.

Pour en revenir à la question de l'évaluation, aux Etats-Unis les chercheurs ne sont en réalité pas tellement plus évalués. Ils le sont au moment de leurs recrutements, de leur titularisation et de leur promotions, comme en France. Ensuite, un professeur titulaire peut tout autant arrêter de faire de la recherche, bien évidemment cela arrive. L'évaluation qui reste se place au niveau des sub-

Un éclairage sur le système universitaire américain

ventions de recherche : chacun doit financer sa propre recherche (voyages, post-docs) en obtenant des bourses NSF ou autres (c'est comme les bourses ANR). Les bourses NSF sont assez compétitives (1 dossier sur 3 est retenu). Comme c'est le système du chacun pour soi, sans financement extérieur pas de voyages, pas de colloques payants etc. On est donc maintenant dans une situation très semblable avec l'ANR.

Finalement, l'évaluation est une bonne idée en soi si elle est faite de manière sérieuse et impartiale, mais ici le risque en général me paraît être d'importer en France les mauvais côtés du système américain sans les bons côtés. Ou peut-être, dit autrement, de perdre certains bons côtés du système français sans gagner en contrepartie tous les bons côtés du système américain. C'est-à-dire que les chercheurs vont dépenser pas mal de temps et d'énergie à déposer des demandes de financement, des demandes de renouvellement, à remplir des rapports d'activité, à évaluer les projets des autres, à être dans des jurys et des commissions... autant de temps perdu pour une recherche tranquille et à long terme ; tandis que les avantages du système américain en termes de moyens, de souplesse, de statut, etc, évoqués au-dessus, ne suivraient pas. L'avenir dira si cette crainte est fondée.

Question : En 2007, tu as reçu le Prix EURYI (prix attribué à de jeunes chercheurs, parmi les plus talentueux, souhaitant intégrer un laboratoire de recherche européen, cette récompense vise à attirer en Europe des scientifiques prometteurs)... C'est ce qui permet à la France d'avoir la chance de te retrouver parmi nous ?...

Réponse : Oui, tout à fait. C'est vrai que le prix EURYI était une bonne incitation. Surtout parce qu'il permet de faire de la recherche pendant cinq ans sans trop d'enseignement et avec une grande liberté.

Question : Dans ce numéro de Matapli, on met aussi un peu l'accent sur "Femmes et Mathématiques"... Je n'ai pas vraiment l'impression que la représentativité des femmes dans les universités américaines soit supérieure à celle qu'il y a en France... Un sentiment à ce sujet ?...

Réponse : Je n'ai pas les statistiques exactes en tête, mais je suis à peu près sûre qu'il y a encore moins de femmes mathématiciennes aux Etats-Unis qu'en France, surtout quand on arrive au niveau de professeur titulaire. A titre d'exemple, à NYU, il y en a 3 sur 70, à Harvard 0 sur 23, à Berkeley 4 sur 70. C'est vite vu ! Il faudrait comparer aux chiffres dans les grands départements français. Je crois qu'en moyenne nationale si je ne me trompe pas on tourne autour de 15% chez les rangs B, 9% chez les rangs A. Evidemment il y a une "déperdition" importante entre les chiffres au niveau thésards, puis postdocs, puis professeur, aux Etats-Unis, en France et partout d'ailleurs, c'est-à-dire que les femmes abandonnent (ou sont contraintes d'abandonner) davantage en cours de route. De nombreuses explications sont avancées pour analyser le manque de femmes dans les maths,

Un éclairage sur le système universitaire américain

je pense que toutes ont du vrai et que c'est une conjonction de facteurs multiples. Aux Etats-Unis par exemple, pour réussir une carrière universitaire, il faut une grande mobilité géographique, c'est-à-dire être prêt à déménager à l'autre bout du pays tous les deux-trois ans (entre la thèse, les post-docs, les postes définitifs...) et attendre une bonne trentaine avant d'être fixé sur un poste définitif. Sans compter qu'il faut pas mal de confiance en soi et un peu d'ambition pour aider. Ces choses-là sont probablement structurellement plus difficiles pour les femmes, surtout si elles ont une famille. Peut-être encore plus aux Etats-Unis où la conception du rôle de la femme reste paradoxalement souvent traditionnelle. Il faut se préoccuper des difficultés qui leur sont spécifiques, et ce dès les études secondaires et supérieures. Il y a depuis pas mal de temps une prise de conscience aux Etats-Unis à ce sujet, mais pour l'instant les effets tardent à se faire sentir, manifestement.

Question : A titre individuel, qu'est ce qui t'a poussée à faire carrière en math ?... Tu as toujours été attirée par cette discipline ?...

Réponse : Cela remonte au lycée, en première très exactement. J'ai développé ce rêve de devenir chercheur au CNRS en maths. C'était un rêve un peu abstrait et idéaliste je crois, une sorte de fantasme autour de l'idée du chercheur, qui me paraissait un beau métier (et d'ailleurs je n'avais aucune idée des réalités du métier) ; mais en même temps je voyais que je commençais à m'amuser quand les exercices devenaient difficiles et que je devais chercher longtemps. Une fois j'ai trouvé à la maison une solution à laquelle "la prof" n'avait pas pensé, elle avait l'air étonné, et les autres élèves aussi. J'avais trouvé une inégalité à démontrer, je crois ; c'était de l'analyse d'ailleurs. C'est un peu parti de là. Mais je n'étais pas du tout sûre de pouvoir y arriver, je pensais que c'était réservé à quelques génies, mais enfin j'ai quand même gardé l'idée bien en tête. Ensuite j'ai eu la chance d'avoir d'excellents professeurs, en terminale, et en maths sup surtout, qui ont continué à me faire aimer la matière et m'ont beaucoup encouragée. Evidemment le système des prépas à la française (en plus de la qualité de sa formation) a beaucoup facilité les choses : pour essayer de faire ce que je voulais, il fallait naturellement faire maths sup - maths spé. Ce n'était pas courir un grand risque, même si ça ne marchait pas à la fin. Pas difficile à faire accepter aux parents, pas difficile de se reconvertir si besoin ! Après j'ai eu la chance que tout ait fonctionné, et de pouvoir, avec du travail, franchir une à une les étapes.

Merci beaucoup Sylvia et bonne continuation !...

L’association “Femmes et Mathématiques”

Site de l’association :
<http://www.femmes-et-maths.fr>
Pour nous contacter :
fetm@ihp.jussieu.fr



Peu de filles et de femmes dans les filières scientifiques ou techniques, et en particulier dans les métiers des mathématiques : même si la mixité scolaire a été rendue obligatoire dans l’enseignement primaire et secondaire par la loi Haby du 11 juillet 1975, les choix d’orientation des filles et des garçons restent globalement très différents ; en 2006, par exemple, 29% des filles de première générale et technologique sont en S alors que pour les garçons, c’est 42% ; en Terminale S, les filles représentent 46% de l’effectif, 3% choisissent la spécialité “Sciences de l’Ingénieur”, 19% la spécialité “Mathématiques”, 32% la spécialité “Physique-Chimie” et 46% la spécialité “Sciences et vie de la Terre” alors que 16% des garçons choisissent SI, 23% “Mathématiques”, 28% SVT et 33% PC ([1]).

À partir du concours 1976, les candidats des deux sexes passent la même agrégation de mathématiques : mêmes épreuves devant le même jury et classement unique ; l’unification avait eu lieu en 1927 pour les sciences naturelles et en 1974 pour les sciences physiques. Ceci a entraîné en 1985 la fusion des deux dernières Écoles normales supérieures non mixtes, Sèvres et Ulm ; un effondrement du recrutement féminin dans le groupe maths-physique a immédiatement suivi : dès 1986, au plus 10% des reçus sont des filles ([2]).

La prévision d’une évolution dans ce sens et la volonté d’y remédier ont conduit à la création de l’association *femmes et mathématiques* en 1987.

Ses statuts précisent ses objectifs :

- encourager les filles à s’orienter vers les études scientifiques et techniques,
- diffuser les informations disponibles sur les carrières et les débouchés,
- promouvoir les femmes dans le milieu scientifique (en particulier mathématique),
- offrir des lieux de rencontres et de discussions entre mathématiciennes,
- coopérer avec les groupes et les associations poursuivant des buts analogues, en France ou à l’étranger.

L’année 1987 est aussi celle où fut organisé par la SMF et la SMAI un premier grand colloque national “Mathématiques à Venir” à l’École Polytechnique ; une table ronde sur “la place des femmes en mathématiques” est incluse dans le programme. C’est le moment des premières études statistiques sur les femmes dans le milieu mathématique français, des premiers témoignages de mathématiciennes devant un large public, et l’une des premières interventions officielles de l’association *femmes et mathématiques*.

Actuellement, l’association compte environ cent cinquante membres, pour l’essentiel des mathématiciennes travaillant à l’Université ou dans des organismes de recherche, des professeur-e-s de mathématiques de l’enseignement secondaire ou en classes préparatoires mais aussi des collègues en sciences humaines et sociales que la place ténue des femmes dans les milieux scientifiques interpelle. Ainsi, même si l’association est ouverte à tou-te-s, les adhérents hommes sont peu nombreux. Pourtant, l’orientation des élèves et le recrutement d’étudiant-e-s vers des filières de sciences et techniques, une meilleure accession des femmes aux carrières scientifiques ou techniques est l’affaire de tou-te-s.

Les journées organisées par l’association depuis sa création comportent des exposés de mathématiques (essentiellement donnés par des mathématiciennes) et des interventions de chercheurs ou chercheuses en sciences humaines et sociales, spécialistes de questions de genre. Ces interventions non mathématiques visent à éclairer la situation des filles et femmes françaises en mathématiques en la replaçant dans un contexte historique, sociologique, politique. Les journées ont lieu à Paris ou en région : le 2 juin 2007 à Paris, les 20 ans de l’association ont permis de mettre en ordre quelques chiffres et de faire le point sur la situation des femmes en mathématiques en France à ([3]) ; les dernières journées régionales à Toulouse les 7 et 8 novembre 2008 ont été l’occasion de penser la liaison second degré/université pour les filles puisque l’objectif fixé par le MEN est d’augmenter de 20% le nombre de filles en Terminales S, STI, STL d’ici 2010 (actes disponibles sous forme de DVD). La prochaine aura lieu à l’IHP le 13 juin 2009.

L’association organise régulièrement un “**Forum des jeunes mathématiciennes**”, rencontre entre doctorantes -“mathématiciennes en devenir”- et mathématiciennes confirmées ; il s’agit d’une action visant à favoriser l’intégration des jeunes femmes dans le milieu mathématique en les invitant à exposer et discuter leurs travaux et à “réseauter”. Le prochain forum devrait avoir lieu en novembre 2009.

Les interventions dans des établissements scolaires ou universitaires, que ce soit sur des thèmes mathématiques ou sur la place des femmes dans les professions scientifiques, participent à un dispositif de lutte contre la désaffection des filières scientifiques initié par l’Europe.

Outre les interventions régulières dans les établissements, en novembre 2007 et

Association "Femmes et Mathématiques"

mars 2009, l'association a organisé, en collaboration avec les associations "Femmes et Sciences" et "Femmes Ingénieures" et à l'initiative de la Mairie de Paris, l'opération "1000 ambassadrices pour les sciences à Paris" : de jeunes femmes engagées dans des études supérieures scientifiques ou techniques vont présenter leurs motivations et leur vécu d'étudiantes aux collégien-ne-e ou lycéen-ne-s.

L'association est également sollicitée à l'occasion de la Fête de la Science, du Salon de la culture et des jeux mathématiques, du Salon de l'éducation. Elle a ainsi développé **des outils pour s'adresser aux jeunes, aux enseignant-e-s et au grand public**. Par exemple,

- une exposition : "Femmes en maths : pourquoi pas vous ?" ainsi qu'une brochure de présentation, un document d'accompagnement,
- un diaporama et un livret "Femmes et sciences au-delà des idées reçues" avec les associations de femmes scientifiques déjà citées,
- un site www.elles-en-sciences.org en partenariat avec les associations ci-dessus,
- une brochure "Zoom sur les métiers des mathématiques" avec les sociétés savantes de mathématiques et l'ONISEP,
- une pièce de théâtre "le Crâne et la Mécanique ou la double-vie d'Ada Lovelace" avec la troupe "les Passeurs d'Ondes" (www.lespasseursdondes.com)

L'association assure un rôle de veille : actions politiques, campagnes de protestation quand l'image des femmes et des sciences est dévoyée à des fins publicitaires, quand les femmes sont exclues des différents comités qui pilotent l'enseignement, la recherche, quand les décideurs assèment aujourd'hui encore que leurs rôles de mères ou de ménagères sont incompatibles avec des responsabilités, quand les textes sont pensés pour les hommes et pas pour les femmes

L'association agit en partenariat avec d'autres associations de femmes scientifiques en France - en particulier, femmes et mathématiques est membre fondateur de l'association Femmes et Sciences - mais aussi à l'étranger avec l'association européenne EWM (European Women in Mathematics, www.math.helsinki.fi/EWM/). Elle agit également en partenariat avec les sociétés savantes de mathématiques et au sein du collectif ActionSciences qui regroupe quatorze associations, sociétés savantes ou associations de professeurs de sciences. Citons par exemple dans l'actualité récente le colloque du 5 avril 2008 "Quel avenir pour l'enseignement scientifique au lycée et dans l'enseignement supérieur ?" à l'ENS Ulm ou bien les courriers adressés aux autorités de tutelle à l'occasion des réformes en cours.

Plus occasionnellement (pour le moment), **l'association assure des opérations de "marrainage"** : TPE en lycée, accueil des "Miss Maths Côte d'Ivoire 2007", lauréates d'un concours du niveau des Olympiades internationales organisé dans leur pays et qui ont choisi de suivre des études supérieures scientifiques en France.

L'association a évidemment des projets pour l'avenir : un jeu pour déconstruire

Association “Femmes et Mathématiques”

les idées reçues sur les femmes en sciences/techniques et sur les maths, le prochain forum des jeunes mathématiciennes, le colloque “MATHS A VENIR 2009”. Cet avenir est lourd de signification : il signifie que les prévisions qui ont amené à la création de l’association il y a 20 ans se sont révélées par trop exactes. Pour les femmes en mathématiques en France la situation s’est même dégradée depuis 20 ans alors que dans les autres disciplines scientifiques, une lente amélioration se dessine. Le cri d’alarme qu’a constitué la création de l’association et les actions multiples qu’elle a menées n’ont hélas pas permis d’enrayer la dégradation ; elles ont néanmoins contribué à la rappeler sans cesse, et à penser, voire tester, à l’échelle de l’association, des pistes originales pour y remédier.

Par exemple, au niveau de l’orientation des élèves - qui seront les étudiant-e-s de demain -, beaucoup de choses se jouent très tôt et le professeur de mathématiques est au cur de l’orientation vers les filières scientifiques ou techniques puisque selon une enquête SOFRES/MEN de 2000, 70% des élèves qui s’orientent vers ces filières le font à partir de leurs notes en maths et de leur aisance dans cette (notre) discipline. Alors, puisque les maquettes des masters d’enseignement en maths sont en préparation, pourquoi ne pas y inclure une sensibilisation des futurs professeurs de mathématiques à la question de l’égalité filles/garçons ? Ceci ne ferait que respecter la “Convention pour l’égalité des chances entre les filles et les garçons, les femmes et les hommes dans le système éducatif” signée en 2006 par 7 ministères - dont MEN/MESR - et qui prévoit une telle formation. Avec deux autres associations de femmes scientifiques, femmes et mathématiques l’a écrit aux président-e-s des universités et PRES pendant l’automne 2008 mais ce ne sont pas eux qui sont à la rédaction des maquettes. Ou bien quand les mathématiciens vont à la rencontre des étudiant-e-s, des élèves de collège ou lycée (ou de leurs parents), du public, il serait judicieux de présenter des groupes mixtes afin de ne pas instiller l’idée que l’activité mathématique est réservée à l’un des deux sexes. Il est vrai qu’aujourd’hui, il sera difficile de le faire dans certains départements de mathématiques tellement les femmes y sont devenues peu nombreuses. La mise en œuvre ou pas de ces deux suggestions dépend de la communauté mathématique. La présence des femmes dans les comités de sélection par exemple (pour les recrutements 2009, au moins une université n’a trouvé aucune femme, en 25ème section ou en 26ème, pour faire partie des 52 membres de rang A de ses comités de sélection en mathématiques).

En conclusion, il reste beaucoup à faire pour que les mathématiques puissent profiter des talents de tou-te-s, de la maternelle à l’université. Dans ce but, l’association femmes et mathématiques a exposé ci-dessus quelques-unes de ses idées qu’elle serait ravie de partager avec un nombre plus important d’adhérent-e-s au sein de la communauté mathématique : n’hésitez pas à profiter des accords

de réciprocité signés avec les sociétés savantes (avec la SMAI et la SMF) pour rejoindre l’association.

Par

**Christine Charretton,
Véronique Lizan-Esquerretou,
Véronique Slovacek-Chauveau**

Références.

- [1] Filles et garçons à l’école sur le chemin de l’égalité, MEN/MESR (2008)
- [2] N. Hulin, Les femmes et l’enseignement scientifique, PUF (2002)
- [3] L. Broze, V. Lizan, Mathématicienne, un genre en voie de disparition en France

Quelques publications de l’association

- une revue intitulée femmes & math
- numéros spéciaux à thème : Mathématiques et études littéraires - Liaison avec le nombre de filles, Des femmes dans les mathématiques contemporaines
- livres : Rencontres entre artistes et mathématiciennes (L’Harmattan, 2001) ; Du côté des mathématiciennes (Aléas, 2002)
- brochure : Mathématiciennes (de l’antiquité au XIXe siècle) - Extraits de “Les femmes dans la science” de A. Rebière (1897) (ACL - les Éditions du Kangourou, 2004)
- des articles dans d’autres revues : Bulletin de l’APMEP, Bulletin de la SMF, Plot, Quadrature, Tangente
- participation au Dictionnaire des femmes créatrices (les Éditions des Femmes, à paraître)

femmes
&
mathématiques

New from Springer



Multiscale Finite Element Methods

Theory and Applications

Y. Efendiev, Texas A & M University, College Station, TX, USA; T. Y. Hou, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA

This text on the main concepts and recent advances in multiscale finite element methods is written for a broad audience. Each chapter contains a simple introduction, a description of proposed methods, and numerical examples of those methods.

2009. XII, 234 p. (Surveys and Tutorials in the Applied Mathematical Sciences, Volume 4) Softcover
ISBN 978-0-387-09495-3 ► € 32,95 | £29.99

Vladimir I. Arnold – Collected Works

Representations of Functions, Celestial Mechanics, and KAM Theory 1957–1965

V. I. Arnold, Steklov Institute, Moscow, Russia; A. Givental, University of California at Berkeley, USA; B. Khesin, University of Toronto, Canada; J. E. Marsden, California Institute of Technology, USA; A. Varchenko, University of North Carolina, USA; V. A. Vassiliev, Steklov Institute of Mathematics, Moscow, Russia; O. Y. Viro, Stony Brook University, NY, USA; V. Zakalyukin, Liverpool University, UK (Eds.)

Vladimir Arnold is one of the great mathematical scientists of our time. He is famous for both the breadth and the depth of his work. At the same time he is one of the most prolific and outstanding mathematical authors. This first volume of his Collected Works focuses on representations of functions, celestial mechanics, and KAM theory.

2009. Approx. 480 p. (Vladimir I. Arnold – Collected Works, Volume 1) Hardcover
ISBN 978-3-642-01741-4 ► € 109,95 | £99.00

Continuous-time Stochastic Control and Optimization with Financial Applications

H. Pham, Université Paris 7 Diderot, France

This volume provides a systematic treatment of stochastic optimization problems applied to finance by presenting the different existing methods: dynamic programming, viscosity solutions, backward stochastic differential equations, and martingale duality methods.

2009. Approx. 260 p. (Stochastic Modelling and Applied Probability, Volume 61) Hardcover
ISBN 978-3-540-89499-5 ► € 39,95 | £36.99

Risk and Asset Allocation

Attilio Meucci, Bloomberg L.P., New York, USA

From the Reviews ► *This book presents a detailed and well-explained introduction to one-period asset allocation techniques.... the book gives an impressive and comprehensive introduction to static one-period asset allocation....* ► Ludger Overbeck, SIAM Review 2006

2005. 2nd printing, 2009. XXVI, 532 p. (Springer Finance) Softcover
ISBN 978-3-642-00964-8 ► € 39,95 | £35.99

Implicit Functions and Solution Mappings

A View from Variational Analysis

A. L. Dontchev, Ann Arbor, MI, USA; R. T. Rockafellar, University of Washington, Seattle, WA, USA

This text on the implicit function paradigm is a self-contained reference that unifies a collection of many results scattered throughout other literature. It contains numerous exercises and a large amount of historical information.

2009. XII, 376 p. 12 illus. (Springer Monographs in Mathematics) Hardcover
ISBN 978-0-387-87820-1 ► € 59,95 | £53.99

Easy Ways to Order for the Americas ► **Write:** Springer Order Department, PO Box 2485, Secaucus, NJ 07096-2485, USA
► **Call: (toll free)** 1-800-SPRINGER ► **Fax:** 1-201-348-4505 ► **Email:** orders-ny@springer.com or **for outside the Americas**
► **Write:** Springer Customer Service Center GmbH, Haberstrasse 7, 69126 Heidelberg, Germany ► **Call:** +49 (0) 6221-345-4301
► **Fax:** +49 (0) 6221-345-4229 ► **Email:** orders-hd-individuals@springer.com ► Prices are subject to change without notice.
All prices are net prices.

014191x

En France, les mathématiques attendent plus de femmes

par Laurence Broze et Véronique Lizan, *femmes & mathématiques*

Les 20 ans de l'association *femmes et mathématiques* ont été l'occasion de rassembler des données sur la présence des femmes en mathématiques en France, que ce soit au niveau des chercheurs, enseignants-chercheurs ou étudiants¹. Et de montrer que les craintes qui ont amené à la création de l'association, quand la dernière école normale supérieure de filles a rejoint son homologue masculin en 1987, étaient avérées : en 20 ans, la situation s'est dégradée pour devenir aujourd'hui critique quant à la présence des femmes en mathématiques dans l'enseignement supérieur et la recherche en France. Cette situation est d'autant plus paradoxale que les filles réussissent mieux leurs études secondaires que les garçons.

1 L'enseignement supérieur et la recherche publique

Les chiffres détaillés et sexués les plus récents pour l'ensemble des organismes de recherche et de l'enseignement supérieur datent de 2005. Ils montrent que 3 778 mathématiciens relèvent de l'enseignement supérieur et la recherche publique. Parmi ceux-ci, 20,4% sont des femmes. Cette part n'a pas progressé contrairement à ce qu'on observe dans les autres disciplines [Table 1].

	1998	2005
Mathématiques	20,8%	20,4%
Physique	18,9%	19,6%
Chimie	27,1%	31,3%
STIC	18,1%	19,4%
Sciences sociales	30,2%	36,1%
Sciences humaines	42,8%	47,5 %
Total	29,7%	33,0%

FIG. 1 – Part des femmes dans l'enseignement supérieur et la recherche publique

¹“Vingt ans après : peut-on faire un bilan de la situation des femmes mathématiciennes en France?”, Laurence Broze, journée en l'honneur des 20 ans de l'association *femmes et mathématiques*, IHP, Paris, mai 2007

1.1 L'enseignement supérieur

En 25^{ème} section du CNU, 37 femmes sont professeures des Universités pour 538 hommes, soit 6%. Et parmi elles, 14 ont plus de 60 ans. En 26^{ème} section du CNU, elles sont 78 femmes pour 503 hommes, soit 13%.

Du côté des maîtres de conférences, en 25^{ème} section du CNU, elles sont 212 femmes pour 776 hommes, soit 21%. En 26^{ème} section du CNU, elles sont 369 femmes maîtresses de conférences pour 843 hommes, soit 30%. Ces chiffres sont conformes à ceux qu'on observe pour les postes d'ATER.

Le calcul de l'*avantage masculin* permet d'affiner l'étude de ces pourcentages : il s'agit du rapport entre le pourcentage de professeurs parmi les hommes et le pourcentage de professeurs parmi les femmes. Un rapport 1 signifie que d'un point de vue numérique l'avancement au grade de professeur est analogue pour chacune des deux populations, femmes et hommes. Cet indice mesure l'écart de progression dans la carrière selon le sexe : de façon plus imagée, il mesure l'épaisseur du “plafond de verre”. Pour 2006, on obtient un avantage de 2,76 en 25^{ème} section et de 2,31 en 26^{ème} section. Une étude plus fine montre que pour l'ensemble de la population des sections 25 et 26, c'est dans la tranche d'âge 30 ans-40 ans que l'épaisseur du “plafond de verre” est la plus significative. Autrement-dit, c'est à cet âge-là que les hommes progressent dans leur carrière alors que les femmes restent bloquées dans leur corps d'origine.

On entend souvent dire que la situation des femmes progresse mais que l'évolution est lente. Une analyse sur la durée montre qu'il n'en est rien : la part des femmes mathématiciennes dans l'enseignement supérieur ne progresse pas. L'augmentation sensible du nombre de postes s'est faite majoritairement à l'avantage des hommes [Figure 1].

1.2 Le CNRS

En 2007, on comptait en section 01 du CNRS 57 femmes pour 298 hommes, soit 16% de femmes. On y note toutefois que l'avantage masculin est de 1. Ceci s'explique par le nombre très faible de femmes recrutées comme chargées de recherches et par le nombre plus important d'hommes quittant le CNRS pour devenir professeur des Universités. La figure 2 montre que la situation relative des femmes s'est fortement dégradée au cours des 20 dernières années.

2 La situation dans le second degré.

Le sommet de Lisbonne 2000 a fixé des objectifs chiffrés en matière d'éducation et d'orientation professionnelle à l'horizon 2010. Pour les réaliser en sciences et technologie, le Ministère de l'Éducation Nationale envisageait en 2007-2008 une

En France, les mathématiques attendent plus de femmes

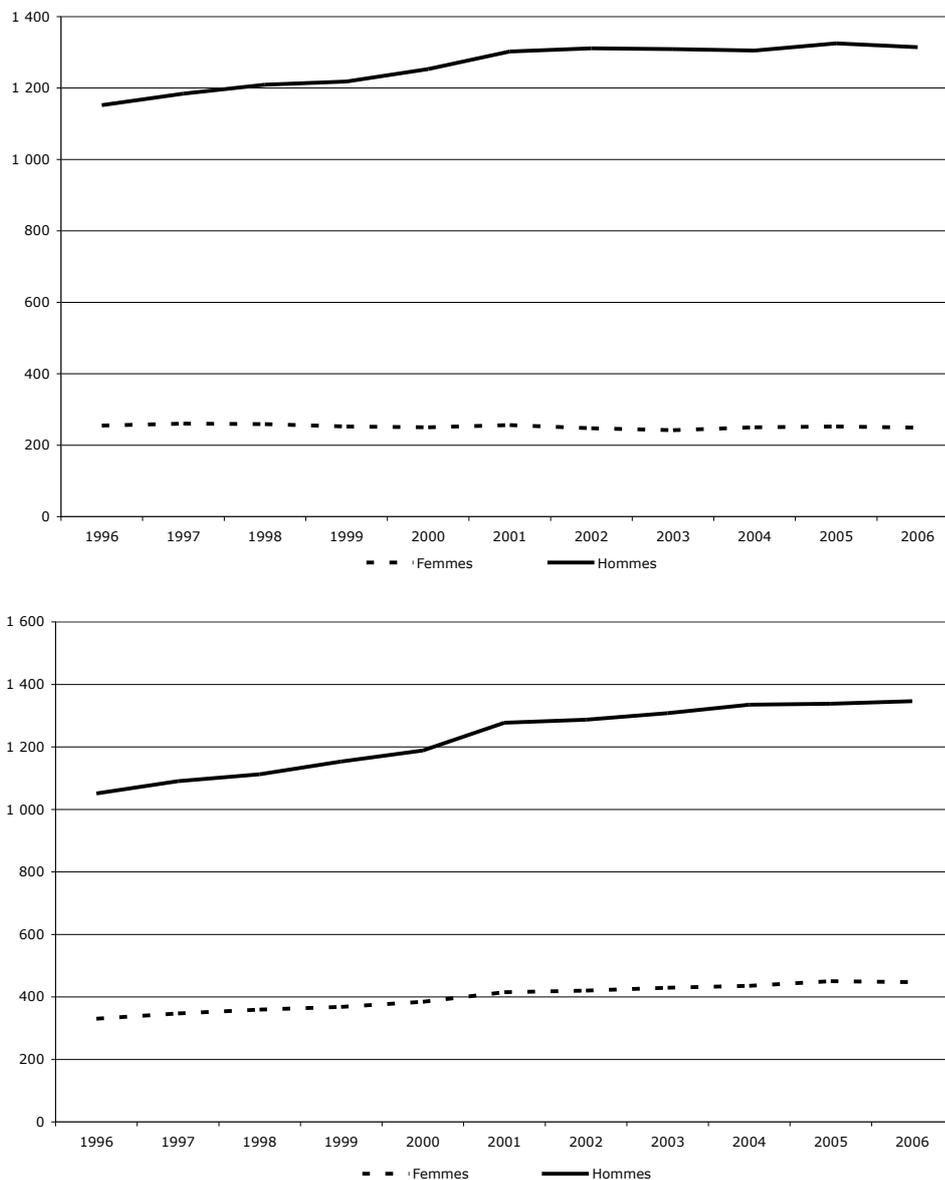


FIG. 2 – En section 25, le nombre d’hommes a augmenté alors que le nombre de femmes ne progressait pas. En section 26, le nombre de femmes a augmenté moins vite que celui des hommes

En France, les mathématiques attendent plus de femmes

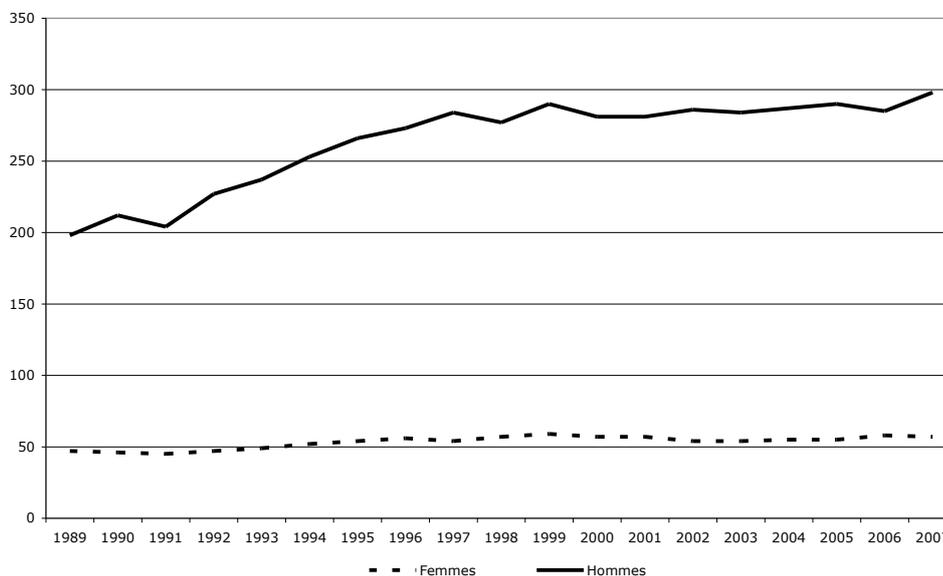


FIG. 3 – Au CNRS, le nombre d’hommes a augmenté alors que le nombre de femmes ne progresse pas.

augmentation de 20% du nombre de filles en Terminale S, STI (Sciences et Technologies Industrielles) et STL (Sciences et Technologies de Laboratoire) d’ici 2010. Le bulletin de la rentrée 2008 prévoit lui que “l’année 2008-2009 devra marquer une avancée significative pour la parité filles-garçons dans les séries scientifiques et techniques du baccalauréat, prévue à l’horizon 2010”. Or, actuellement, les filles représentent 50% de l’effectif en STL tandis qu’elles sont 5% en STI. En Terminale S, en 2006, elles représentaient 46% de l’effectif, mais elles étaient seulement 19% à choisir la spécialité “Maths”, 32% à choisir la spécialité “Physique”, 46% la spécialité “Sciences et vie de la Terre” et 3% la spécialité “Sciences de l’Ingénieur”. Côté garçons 16% choisissent SI, 23% « Mathématiques », 28% SVT et 33% PC ([1]).

Au baccalauréat, les filles ont de meilleures mentions que les garçons sauf dans les séries technologiques : en 2006, par exemple, elles sont 27% à avoir leur baccalauréat scientifique avec une mention “bien” ou “très bien” pour 22% des garçons ([1]).

2.1 Quelques tendances sur la scolarité et l’orientation selon le sexe ([FG09])

À tous les niveaux du système éducatif, du cours préparatoire à la terminale, les filles redoublent moins que les garçons et l’écart se creuse au cours de la scolarité. En primaire, les filles réussissent un peu mieux que les garçons en français (écart de 5% dans les pourcentages de réussite aux items de français de CE2 et sixième en 2006), les garçons réussissent un peu mieux en mathématiques (écart de 2% dans les pourcentages de réussite aux items de mathématiques de CE2 et sixième en 2006).

À note équivalente au brevet, filles et garçons font des vœux d’orientation semblables pour en fin de troisième générale ; cependant, les meilleurs résultats scolaires des filles font qu’elles sont plus nombreuses que les garçons à suivre une seconde générale ou technologique. En seconde générale ou technologique, les filles choisissent davantage les options générales et les garçons les options technologiques. À noter également que quand ils se jugent très bons en français en fin de collège, seul un garçon sur 10 va en L ; pour les filles qui se jugent très bonnes, c’est 3 sur 10 qui vont en L. Et quand ils se jugent très bons en mathématiques en fin de collège, 8 garçons sur 10 vont en S ; pour les filles qui se jugent très bonnes, c’est seulement 6 sur 10 qui vont en L. Ainsi, c’est déjà en fin de collège que les différences dans les choix d’orientation apparaissent. Ils ne font que se renforcer ensuite : les filles vont davantage en ES et L, les garçons en S et STI : à la rentrée 2006, ce sont 42% des garçons des premières générales et technologiques qui sont en filière S pour 29% des filles ; 5% des garçons qui sont en L pour 16% des filles ; 16% des garçons qui sont en ES pour 22% des filles ; 14% des garçons qui sont en STI pour 1% des filles. Cela conduit à une absence de parité dans les séries : 46% de filles en première S, 80% en première L, 62% en ES, 10% en STI, 93% en SMS (sciences médico-sociales). Et c’est en terminale S que les choix d’option sont les plus différents entre filles et garçons.

Ensuite, on retrouve, dans l’enseignement supérieur les tendances de l’orientation sexuée du lycée.

2.2 Quelques éléments pour expliquer cette répartition.

Il y a essentiellement quatre types d’hypothèses qui sont avancées pour expliquer la répartition des sexes dans les différentes filières : les explications d’ordre biologique, le poids de l’histoire de l’éducation, les raisons d’ordre sociologique et culturel et enfin les explications d’ordre psychologique.

Les explications d’ordre biologique qui apparaissent régulièrement soit ne sont pas avérées soit sont controversées : par exemple, l’existence de différences de fonctionnement des hémisphères cérébraux selon le sexe n’est pas prouvée ([Vi]). Les différences d’aptitude sont très légères et elles varient selon l’âge et/ou la

En France, les mathématiques attendent plus de femmes

classe sociale ([B-H], [B-E2]). Par contre, les mutations biologiques de l’adolescence influent sur les comportements à cette époque de la vie qui est, précisément, celle de l’orientation ([Bar]).

L’histoire de l’éducation montre que la scolarisation des filles et des femmes a toujours été en retard ou en retrait par rapport celle des garçons et des hommes. Par exemple, le baccalauréat féminin a été créé en 1919 et les programmes de baccalauréat pour les filles et pour les garçons ont été unifiés en 1924 ; la suppression de l’incapacité civile en 1938 permet aux femmes de s’inscrire à l’université sans l’autorisation de leur mari (Voir, par exemple, [L-L]). La création des écoles d’ingénieurs, institutions de culture masculine par excellence, ou bien la place réservée aux mathématiques dans les processus de sélection ont favorisé la différence des sexes dans les disciplines scientifiques. Historiquement, les filières techniques sont essentiellement masculines : elles appartiennent au secteur scolaire le plus en prise avec le système productif et ont d’abord été conçues pour la formation des ouvriers et des techniciens d’usine ; les filles y sont entrées lorsque leurs qualités propres de précision, d’habileté ou de minutie étaient requises pour certains travaux (ainsi, dans les premières usines de matériel électronique, le personnel était essentiellement féminin car plus apte pour la confection ou l’assemblage de composants). Ensuite, les filles ont eu accès à des filières où elles étaient censées apprendre un métier qui pourrait leur être utile dans leur vie de mère de famille ([B-E1]).

Les raisons d’ordre sociologique et culturel existent aussi. Le sociologue Christian Baudelot, lors du colloque “Sciences et technologie : pourquoi les filles ?” qui s’est tenu au CNAM en Octobre 2000 a rappelé : “on profile les garçons pour occuper les fonctions masculines d’autorité et de pouvoir, et les filles pour prendre en charge les enfants, le foyer et le mari” ([Bau]). Qui “on” ? La famille d’abord, socialise plutôt les filles vers l’intérieur en privilégiant les activités statiques et les garçons vers l’extérieur en favorisant les activités dynamiques et l’esprit de compétition. La société ensuite et le poids des traditions veulent que la femme ait plus d’intuition que de rigueur pour s’intéresser plutôt à la compréhension des autres qu’à la compréhension du monde. Ce sont des stéréotypes de sexe. Ils participent à la construction de l’identité de l’individu qui se définit par rapport à des attentes sociales traditionnellement attribuées à son sexe. Sont ainsi véhiculés et/ou reproduits par tout un chacun, et, en particulier, dans le système éducatif, des stéréotypes du masculin et du féminin. Parmi eux, il y a le “destin probable” que l’on imagine pour les filles et qui décrit généralement un équilibre difficile entre la vie familiale et la vie professionnelle.

Les explications d’ordre psychologique enfin découlent en partie des précédentes ou s’y ajoutent : à l’adolescence, la confiance en elles des filles chute par rapport à celle des garçons alors qu’elle était similaire pour les deux sexes plus tôt dans la vie (enquête de l’OMS en 1995 auprès de plus de 3000 élèves en France de 11

En France, les mathématiques attendent plus de femmes

ans, 13 ans et 15 ans) : les stéréotypes fonctionnent à plein et beaucoup de filles hésitent à se lancer dans (affronter ?) des filières réputées d’autant plus difficiles que les qualités requises pour y réussir ne sont pas présentées comme des attributs féminins.

3 Conclusion

En conclusion, les choix d’orientation se construisent très tôt. En fin de collège déjà, les élèves ont fait leur choix et alors que leurs résultats scolaires le leur permettraient largement, les filles délaissent les filières scientifiques et techniques, et en particulier, la spécialité “Mathématiques” de la terminale S. Dès lors, on comprend que l’on retrouve moins de filles dans les filières scientifiques et techniques de l’enseignement supérieur. Mais on en retrouve encore moins dans les carrières de l’enseignement supérieur et de la recherche en mathématiques et avec une situation qui se dégrade. Un des buts de l’association *femmes et mathématiques* est d’encourager les filles à s’orienter vers les filières scientifiques et techniques. Mais pour quel avenir en mathématiques ? L’évolution de la part des femmes dans l’enseignement supérieur et la recherche démontre la nécessité d’une prise de conscience collective. Il faut mettre fin à l’évaporation constatée à tous les niveaux de la carrière des mathématiciennes. En particulier, une mobilisation du CNU et une action auprès des comités de sélection s’avère indispensable.

Références

- [FG09] *Filles et garçons à l’école sur le chemin de l’égalité*, MEN/MESR (2008)
- [Vi] C. VIDAL, *Le cerveau, le sexe et les maths*, Tangente, 83 (2001), 6-8.
- [B-H] D. BONORA & M. HUTEAU, *L’efficacité comparée des filles et des garçons en mathématiques*, L’orientation scolaire et professionnelle, 20 (1991), 264-290.
- [B-E2] C. BAUDELLOT & R. ESTABLET, *Filles et garçons devant l’évaluation*, Éducation et formations, 27-28 (Juin 1991).
- [Bar] F. BARIAUD, *Puberté et différenciation psychologique des sexes à l’adolescence* dans [Vo], 109-118.
- [L-L] C. LELIÈVRE & F. LELIÈVRE, *Histoire de la scolarisation des filles*, Nathan (1991).
- [B-E1] C. BAUDELLOT & R. ESTABLET, *Allez les filles !*, Éditions du Seuil (1992).
- [Bau] C. BAUDELLOT, Actes du colloque “Sciences et technologie : pourquoi les filles?”, CNAM (Mars 2001)
- [Vo] F. VOUILLOT (sous la direction de), *Filles et garçons à l’école, une égalité à construire, Autrement dit*, CNDP (1999).

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

www.siam.org/catalog



Hidden Markov Models and Dynamical Systems

Andrew M. Fraser

Hidden Markov models (HMMs) are discrete-state, discrete-time, stochastic dynamical systems. In addition to introducing the basic ideas of HMMs and algorithms for using them, this book explains the derivations of the algorithms with enough supporting theory to enable readers to develop their own variants.

2008 · xii + 132 · Softcover · ISBN 978-0-898716-65-8
List Price \$55.00 · SIAM Member Price \$38.50 · Code OT107



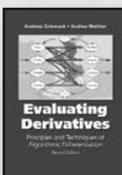
Scientific Computing with Case Studies

Dianne P. O'Leary

Learning through doing is the foundation of this book, which allows readers to explore case studies as well as expository material.

The book provides a practical guide to the numerical solution of linear and nonlinear equations, differential equations, optimization problems, and eigenvalue problems.

December 2008 · xii + 383 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-66-5
Not yet priced · Code OT109

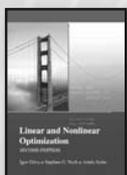


Evaluating Derivatives: Principles and Techniques of Algorithmic Differentiation, Second Edition

Andreas Griewank and Andrea Walther

This second edition has been updated and expanded to cover recent developments in applications and theory, including an elegant NP completeness argument by Uwe Naumann and a brief introduction to scarcity, a generalization of sparsity.

2008 · xxii + 438 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-59-7
List Price \$73.50 · SIAM Member Price \$51.45 · Code OT105



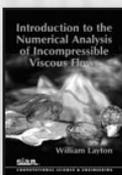
Linear and Nonlinear Optimization, Second Edition

Igor Griva, Stephen G. Nash, and Ariela Sofer

This book introduces the applications, theory, and algorithms of linear and nonlinear optimization, with an emphasis on the practical aspects of the material. Its

unique modular structure provides flexibility to accommodate the varying needs of instructors, students, and practitioners with different levels of sophistication in these topics.

December 2008 · xxii + 742 pages · Hardcover · ISBN 978-0-898716-61-0
List Price \$95.00 · SIAM Member Price \$66.50 · Code OT108



Introduction to the Numerical Analysis of Incompressible Viscous Flows

William Layton

This book treats the numerical analysis of finite element computational fluid dynamics. Assuming minimal background, it covers finite element methods; the derivation, behavior, analysis, and numerical analysis of Navier–Stokes equations; and turbulence and turbulence models used in simulations.

2008 · xx + 213 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-57-3
List Price \$67.00 · SIAM Member Price \$46.90 · Code CS06

Feedback Systems: Input-Output Properties

Charles A. Desoer and M. Vidyasagar

This book was the first and remains the only book to give a comprehensive treatment of the behavior of linear or nonlinear systems when they are connected in a closed-loop fashion, with the output of one system forming the input of the other. It includes the most basic concepts of matrices and norms, the important fundamental theorems in input-output stability, and the requisite background material in advanced topics.

December 2008 · xx + 264 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-70-2
List Price \$65.00 · SIAM Member Price \$45.50 · Code CL55

Stochastic Processes, Estimation, and Control

Jason L. Speyer and Walter H. Chung

The authors discuss probability theory, stochastic processes, estimation, and stochastic control strategies and show how probability can be used to model uncertainty in control and estimation problems.

2008 · xiv + 383 pages · Softcover · ISBN 978-0-898716-55-9
List Price \$99.00 · SIAM Member Price \$69.30 · Code DC17

A Unified Approach to Boundary Value Problems

Athanasios S. Fokas

This book presents a new approach to analyzing initial-boundary value problems for integrable partial differential equations in two dimensions, a method that the author first introduced in 1997 and which is based on ideas of the inverse scattering transform.

2008 · xvi + 336 · Softcover · ISBN 978-0-898716-51-1
List Price \$75.00 · SIAM Member Price \$52.50 · Code CB78

All prices are in US dollars.

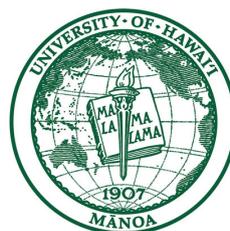
ORDER ONLINE: www.siam.org/catalog

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. BKMA08, 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.**

Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes

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



Préambule.

De moins en moins d'étudiants aspirent à suivre des études scientifiques. Et si rien n'est fait, les Etats-Unis devront faire face à un manque critique de main-d'œuvre technologique dès 2012.

En octobre 2008, un article paru dans le New York Times intitulé " Math Skills Suffer in U.S, Study Finds " [1] reportait qu'aux Etats-Unis le développement des aptitudes mathématiques tant des filles que des garçons est en échec, particulièrement parmi ceux ayant le potentiel d'exceller au plus haut niveau. Par ailleurs il a été établi que les filles brillant dans le domaine sont quasiment toutes des immigrantes ou des filles d'immigrants de pays où les mathématiques sont plus fortement valorisées.

Cela reflète clairement un problème culturel. En Chine par exemple, les parents valorisent les mathématiques autant que leurs congénères américains valorisent eux le base-ball, le hockey ou le football américain. Aux Etats-Unis tout le monde joue au base-ball indépendamment du niveau individuel. Il est tout à fait acceptable pour un enfant d'être moyen, il sera encouragé à jouer tout même. Aux Etats-Unis, ceci n'est certainement pas applicable aux mathématiques.

Je me trompe peut-être mais il me semble que la mentalité française concernant les mathématiques est plus proche de celle des américains que de celle des asiatiques ou des européens de l'est. Mes remarques devraient donc être pertinentes pour le système éducatif français même si elles sont basées sur des statistiques provenant d'évaluations conduites aux Etats-Unis.

Quelques statistiques alarmantes.

Les statistiques suivantes [5] sont très particulières car elles portent sur des compétitions mathématiques et doivent donc être interprétées comme telles. Ceci dit les résultats sont très parlants et illustratifs.

Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes

Les statistiques ont été compilées à partir de données portant sur les participants les plus brillants aux compétitions suivantes : William Lowell Putnam Mathematical Competition [2], International Mathematical Olympiad (IMO) [3], et USA Mathematical Olympiad (USAMO) [4]. Ces compétitions consistent à résoudre des problèmes extrêmement difficiles dont les solutions exigent l'écriture de preuves rigoureuses. Les meilleurs participants possèdent des compétences exceptionnelles en matière de résolution de problème mathématique. Ces étudiants feront clairement partie de la future élite académique.

L'étude a démontré en particulier que la majorité des étudiants américains participant à ces compétitions sont des immigrants ou des enfants d'immigrants de pays où l'enseignement des mathématiques est très valorisé et/ou le talent mathématique est recherché afin d'être cultivé à l'aide d'un travail dur et persistant.

Je ne vais pas énumérer toutes les statistiques obtenues par l'étude ; je vous encourage à lire [5] mais je vais simplement prendre un exemple illustratif. IMO est considérée comme la compétition mathématique la plus relevée au monde pour les lycéens. C'est un examen de neuf heures, composé de six problèmes. Il a été organisé annuellement (avec une exception) depuis 1959. Ces dernières années, quatre-vingt-quinze pays ont participé en envoyant des équipes de six étudiants. Si l'on considère les douze pays qui se sont classés parmi les quinze premiers sur au moins dix des quatorze dernières années, tous sauf un de ces pays sont localisés en Asie ou en Europe de l'Est. Aucun pays de l'Europe occidentale ne figure dans la liste. L'Allemagne était le pays le plus proche, son classement étant seulement une fois plus haut que la dixième place et six années plus bas que la quinzième place. Les Etats-Unis font partie de ces douze pays ; cependant, approximativement la moitié des membres de ses équipes étaient des immigrants ou des enfants d'immigrants de ces autres onze pays (plus l'Inde).

Les statistiques portant sur les autres compétitions corroborent les résultats obtenus avec IMO. Nous pouvons en conclure qu'il y a un problème majeur de détection de talents mathématiques aussi bien aux Etats-Unis que dans les pays de l'Europe de l'Ouest, dont la France fait partie, ceci étant aussi vrai pour les garçons que pour les filles.

Une question majeure également adressée dans cette étude porte sur l'âge auquel les étudiants américains de "pure souche" (i.e. non immigrants ou fils d'immigrants) et possédant un grand potentiel mathématique se trouvent découragés de s'investir plus avant dans ce domaine. MATHCOUNTS est un programme national d'enrichissement mathématique destiné aux collégiens américains. Ce programme intègre également des compétitions auxquelles les élèves peuvent participer individuellement ou par équipe. Parmi les douze meilleurs scores pour la

Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes

compétition individuelle on ne trouve respectivement que deux élèves américains de pure souche en 2005 et trois en 2006. Ainsi, l'identification de talents locaux aux Etats-Unis échoue déjà à un très jeune âge.

Et la population féminine dans tout ça ?

Les Etats-Unis participent à la compétition internationale IMO depuis 1974. Ses équipes composées de six membres sont sélectionnées au cours de l'année lors de concours de haut niveau et formées pendant des camps mathématiques intensifs d'été. Tous les membres de l'équipe des Etats-Unis étaient des garçons jusqu'en 1998, quand Mélanie Wood, une fille de 16 ans, fut incluse dans l'équipe. Elle finit par gagner une médaille d'argent, manquant l'or d'un seul point. Depuis lors, deux lycéennes, Alison Miller, de l'Etat de New York et Sherry Gong, dont les parents ont émigré aux Etats-Unis en provenance de la Chine, ont été admises dans l'équipe des Etats-Unis [1]. Par comparaison, la Bulgarie a admis 21 filles dans ses équipes depuis 1959 (six depuis 1988), et depuis 1974 les pays dominants dans ces compétitions que sont la Bulgarie, l'Allemagne de l'Est et l'Union soviétique ont inclus 9, 10 et 13 filles dans leurs équipes respectives.

Loin de moi l'idée d'adopter ici un discours féministe, car comme il a été décrit plus haut, je suis absolument convaincue qu'il existe un problème d'identification d'élèves doués en mathématiques indépendamment de leur sexe. Toutefois, malgré les statistiques indiquant qu'aux Etats-Unis 29% des thèses en mathématiques décernées en 2006 -2007 l'ont été à des étudiantes, nous ne pouvons nier une disparité bien plus importante au niveau de la présence féminine au sein du corps enseignants-chercheurs dans les départements de mathématiques. En effet, même si les femmes ont commencé à affluer en sciences, les mathématiques sont restées en grande partie un bastion masculin, une situation qui change lentement, trop lentement.

Les raisons d'un tel constat sont honnêtement un peu obscures pour moi, mon parcours de l'école primaire jusqu'à mon statut de professeur de mathématiques à l'Université n'ayant jamais été entaché d'événement misogyne. Je ne me lancerai donc pas dans une polémique sur ce sujet. Par contre, il ne fait aucun doute que ce qui a été jusqu'à présent accepté comme une fatalité est modifiable si nous changeons les mentalités dès le plus jeune âge (i.e. en primaire et en secondaire). Je pensais sincèrement que la société avait évolué de manière significative et accepté la vision de femmes dans les branches scientifiques, jusqu'à un événement très singulier qui m'est arrivé il y a quelques mois. Un jour en rentrant de l'école mon fils de 7 ans m'expliqua, de la manière ludique et naïve d'un enfant de cet âge, que "dans la vie, les filles écrivent bien proprement et les garçons sont bons en maths". Je me suis alors rendue compte que si mon propre fils propageait de tels préjugés c'était un signe que beaucoup de chemin reste encore à faire. (Pour

Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes

la petite histoire, je me suis bien sûr empressée de lui faire changer d’avis, modèle familial à l’appui !)

Il a été récemment mis en avant par l’Association Mathématique des Etats-Unis que la culture américaine décourage les filles d’exceller aux maths. D’après Sheila Tobias, l’auteur de “Surmonter l’Anxiété Mathématique” [6], les mathématiques représentent pour beaucoup une illustration de la différence entre les sexes. C’est une chose pour les femmes d’écrire des livres, de porter une affaire devant les tribunaux ou de s’engager dans l’armée ; c’en est une tout autre pour elles de faire des maths. Beaucoup de filles possèdent une haute aptitude pour les mathématiques, mais aux Etats-Unis seulement peu atteignent les niveaux les plus hauts d’accomplissement mathématique. Une analyse de scores standardisés sur plus de 7.2 millions d’élèves en école primaire n’a trouvé aucune différence dans les scores en mathématiques entre les filles et les garçons, contredisant la croyance établie que la majorité des filles n’est pas destinée à des carrières en science et en technologie. Les études ont démontré que les compétences mathématiques chez les garçons et les filles sont semblables à 9 ans, mais qu’un décalage se produit avec l’entrée dans l’adolescence et commence à apparaître vers 13 ans. “Nous vivons dans une culture qui dit aux filles : vous ne pouvez pas faire de maths” dit l’auteur principal d’une étude, Janet E. Mertz, professeur d’oncologie à l’Université du Wisconsin, et dont le fils est un gagnant de ce qui est considéré comme la compétition mathématique la plus exigeante du monde”. Les enfants font leurs propres choix. Pour cause de raisons sociales, ils n’essayaient même pas. Il y a un véritable stigmatisme aux Etats-Unis, dépeignant les mathématiques comme étant extrêmement dures et effrayantes, et que les gens qui les apprécient sont en marge de la société. C’est particulièrement difficile pour les filles, particulièrement aux âges où les élèves commencent à faire des compétitions. ”

Résumons la situation.

Nous concluons que le talent mathématique exceptionnel existe au sein des enfants américains. Toutefois, l’identification des élèves particulièrement doués et leur éducation en tant que telle devrait être considérablement améliorée afin que ce groupe au talent exceptionnel ne soit pas gaspillé.

Etant donné que la raison principale pour laquelle les élèves américains de pure souche ne participent pas à des programmes tels que MATCOUNTS, ou même simplement à des clubs mathématiques scolaires est liée à une forte pression sociale, il faut donner la possibilité à ces élèves de ne pas camoufler leur talent simplement pour plaire à leurs semblables. Il faut rendre plus visible à la population le côté glamour des mathématiques afin que cela devienne une compétence enviable pour les adolescents. Dans les pays de l’Est et en Asie par exemple, les mathématiques et la science en général sont très prisées par les jeunes et attirent

Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes

les adolescents.

Pour les filles le problème est exacerbé car elles sont plus sensibles à la pression sociale. Informons les enseignants, les parents, les présidents d'Universités, le public, et plus particulièrement les filles elles-mêmes, que la gente féminine peut exceller en mathématiques, et même au niveau le plus haut. Henry Ford avait raison quand il a dit "si vous pensez que vous pouvez ou que vous ne pouvez pas, vous avez raison".

Avant de procéder à la suite de cet article j'aimerais être sûr de ne pas créer d'ambiguïté. Aussi bien la France que les Etats-Unis sont des nations à la pointe de la recherche en mathématiques ; ceci est clairement établi sachant par exemple que neuf mathématiciens Français et onze Américains se sont vus décernés la médaille Fields (notons qu'aucune femme n'a jamais eu cet honneur). Je ne fais donc pas le procès de la qualité de notre enseignement supérieur, mais celui de la vision que la population et surtout les jeunes élèves ont des mathématiques.

Que faire ?

Agissons, développons des initiatives, allons à la rencontre du public, des médias et de nos administrations dans les Universités afin de dévoiler la beauté des mathématiques et de leur donner toute la splendeur qu'elles méritent aux yeux de la société. Le fameux Wall Street Journal a évalué 200 professions pour déterminer la meilleure et la pire selon cinq critères inhérents à chaque travail : environnement, revenu, perspective d'emploi, demandes physiques et stress [7]. La profession de Mathématicien a reçu la palme d'or en étant reconnue comme la meilleure profession ! Comment se fait-il alors que les élèves de primaires ne savent même pas que cette profession existe et que les élèves du secondaire en ont une vision radicalement opposée ? C'est à nous enseignants-chercheurs de changer cela, c'est à nous de rendre aux mathématiques leur lettres de noblesses. D'un point de vue pratique cela demande un investissement certain mais ô combien important.

Dans l'édition d'Octobre 2008 j'avais présenté deux programmes qui nous amenaient dans les écoles. Ci-dessous je vais décrire une initiative qui a amené les gens vers nous (i.e. à l'Université) ; c'est extrêmement important car les parents sont alors intégrés et il s'ensuit un investissement familial. Cette initiative n'est qu'une goutte d'eau afin de répondre aux questions discutées précédemment, mais c'est avec de nombreuses gouttes d'eau que nous serons capables de remplir le verre de notre objectif.

Initiative.

En collaboration avec le programme de diversité et d'équité de l'Université d'Hawaï à Manoa, le Département de Mathématiques a organisé un événement intitulé "An Afternoon of Beautiful Mathematics for Girls and Their Family" (un

Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes

après-midi de belles mathématiques pour filles et leur famille). Le but principal de cet événement était dans la lignée d’initiatives prises au niveau national pour répondre à la sous-représentation des femmes dans le domaine des mathématiques. Des recherches montrent que les barrières auxquelles font face les minorités surgissent en grande partie du manque d’accès aux occasions éducatives et du manque résultant de préparation universitaire dans les mathématiques et plus généralement en science.

Un autre objectif de cet événement, bien sûr ouvert non seulement aux filles mais aussi aux garçons, était d’identifier des étudiants possédant des capacités supérieures à la moyenne en mathématiques et de les encourager à poursuivre dans cette voie.

De plus, grâce à notre emplacement géographique situé sur l’île principale de l’archipel d’Hawaï’i nous avons pu porter un intérêt tout spécial aux natives Hawaïennes qui ne sont quasiment pas représentées à l’Université dans les domaines scientifiques. De manière générale, les étudiants de minorités sont trop souvent scolarisés dans des écoles où les enseignants ne sont pas certifiés dans les domaines scientifiques et où le niveau des étudiants en mathématiques et en science est au-dessous de la moyenne nationale. Ceci est particulièrement vrai à Hawaï’i. Nous devons fournir à ces étudiants des occasions d’enrichir leur parcours scolaire et les encourager à poursuivre leurs études dans des disciplines scientifiques.

Notre initiative a été basée sur l’étude suivante : The Maui Economic Development Board/Women in Technology Project [8] (le conseil du développement économique à Maui/Femmes en technologie) a identifié les stratégies suivantes comme des éléments cruciaux de n’importe quel programme en science destiné aux natives Hawaïennes et autres minorités ethniques étudiantes en classes primaires et secondaires :

- développement d’activités tactiles, illustrant les principes mathématiques et scientifiques dans un contexte qui les met en valeur ;
- travail d’équipe, par opposition à la compétition individuelle. Le travail en équipe a été démontré être un catalyseur plus efficace pour l’éducation des étudiantes ;
- mentoring. Le mentoring a prouvé être un des mécanismes les plus fructueux dans l’encouragement des étudiantes dans les domaines scientifiques ;
- exposition à la science et à la technologie dans leurs communautés.

Notre initiative intègre chacune de ces stratégies. L’intérêt principal a été d’intégrer des étudiantes en science à l’Université dans notre programme pour servir de médiateurs auprès des élèves d’école primaires et secondaires. De ce fait, nous créons un impact autant sur nos étudiants à l’Université que sur les élèves et

Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes

sur la communauté. Ceci rejoint le point de vue adopté dans l'article publié dans MATAPLI en Octobre 2008 [9].

L'après-midi de belles mathématiques pour filles et leurs familles a eu lieu à l'Université de Hawai'i au campus de Manoa le dimanche 7 décembre 2008 de 13h à 17h. L'événement fut divisé en deux parties :

- un bref exposé présenté par une mathématicienne ;
- une série de stations de découverte conçues par des étudiantes en science à l'université (avec l'aide et l'appui des professeurs) auxquelles les participants étaient conviés.



Vue générale de la salle avec les stations de découverte.

Notre événement a été conçu de façon à être amusant pour les participants avec beaucoup d'expériences tactiles et de manipulations avec des objets réels. Des exemples de stations de découverte sont : construction de polyèdres en utilisant de la guimauve et des pailles ; exploration des mathématiques dans l'art ; utilisation de diagrammes, graphisme, statistique ; exploration spatiale ; faites votre propre copain flubby ; défi d'obstacles utilisant miroirs et angles ; robotique ; créer des messages secrets en utilisant la cryptologie, etc. Chaque station était divisée en sections afin de prendre en compte des tranches d'âge différentes. Les participants passaient 25 minutes par station et ont eu la possibilité de compléter en moyenne entre 7 et 8 stations durant l'après-midi.

Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes



Gauche : Station Polyhedrons. Droite : Station Jeopardy



Gauche : Station Jouons aux Cartes. Droite : Station Défi d'Obstacles avec des Miroirs

L'événement a été un grand succès avec plus de 500 personnes ayant fait le déplacement. Pendant plus de quatre heures les participants se sont amusés en travaillant et sont repartis les mains vides mais la tête pleine. Nous avons reçu de nombreuses demandes afin de dupliquer cet événement sous diverses formes. Le fait que la demande soit très importante est très encourageant et signifie que les mentalités sont prêtes à évoluer.

Les filles en particulier ont profité pleinement de cet événement, d'abord des activités elles-mêmes, mais aussi de l'étude de mathématiques et des concepts de science. Elles ont également profité grandement de la présence de nombreux mentors dans la salle en la personne de toutes les étudiantes universitaires engagées dans cette initiative. Pendant une après-midi, il était complètement normal pour ces filles, ainsi que ces garçons, d'aimer les mathématiques et d'y éprouver un grand plaisir. La vision d'étudiantes suivant avec succès un cursus universitaire dans des disciplines scientifiques a sans aucun doute été un catalyseur pour de nombreuses élèves du primaire et du secondaire.

Les étudiantes universitaires ont quand à elles bénéficié d'une grande attention de la part de la communauté, ce qui est rarement le cas lorsque l'on poursuit

Il faut libérer le potentiel mathématiques des jeunes

une carrière en mathématiques par exemple. Elles ont aussi été exposées à une diversité de pensée, de styles de travail, de personnalités et de cultures ; et elles ont eu l’occasion “de redonner” à leur communauté. C’est absolument critique lorsque l’on sait que le taux d’abandon des étudiantes est très élevé ; elles sont reparties revigorées et convaincues que leur choix est le bon. Nous espérons que de telles initiatives vont amener plus de femmes à s’engager dans une carrière universitaire après avoir obtenu leur thèse.

Bibliographie

- [1] Math skills suffer in U.S., Study.(2008) S. Rimer. The New York Times, October.
- [2] William Lowell Putnam Mathematical Competition,
<http://www.maa.org/awards/putnam.html>.
- [3] International Mathematical Olympiad official website,
<http://www.imo-official.org/>.
- [4] USA Mathematical Olympiad Archive,
<http://www.unl.edu/amc/e-exams/e8-usamo/archiveusamo.shtml>.
- [5] Cross-Cultural Analysis of Students with Exceptional Talent in Mathematical problem Solving. (2008) T. Andreescu, J. A. Gallian, J. M. Kane, J. E. Mertz. Notices of the American Mathematical Society, Vol 55(10).
- [6] Overcoming Math Anxiety (1994) Sheila Tobias. W.W. Norton & Company.
- [7] Mathematicians Land Top Spot in New Ranking of Best and Worst Occupations in the U.S. (2008) S.E. Needleman. The Wall Street Journal.
- [8] <http://www.medb.org/>
- [9] Ecoliers et Etudiants : Synergies Pédagogiques (2008) M.Chyba, MATAPLI, pp. 109-120.

Mathématiques & Applications

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

- Vol. 52 F. Boyer, P. Fabrie, *Eléments d'analyse pour l'étude de quelques modèles de décollements de fluides visqueux incompressibles*, 2006, 398 p., 74,95 € - tarif SMAI : 59,96 €
- Vol. 53 E. Cancès, C. Le Bris, Y. Maday, *Méthodes Mathématiques en Chimie Quantique. Une Introduction*, 2006, 411 p., 80,95€ - tarif SMAI : 64,76€
- Vol. 54 J. P. Dedieu, *Points Fixes, Zéros et la Méthode de Newton*, 2006, 196 p., 35,95€ - tarif SMAI : 28,76€
- 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 €

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).

Les femmes face à l’informatique

par Marie-Paule Cani¹

1. Introduction

Les ordinateurs sont un élément indispensable de notre quotidien, probablement celui qui a le plus changé notre vie au cours des trente dernières années. L’informatique se cache partout, des objets de haute technologie où nous pensons la trouver (avion, satellite) à l’élément le plus banal (téléphone, lave-vaisselle, gestion d’une commande ou de notre compte bancaire). La conception et la maîtrise de ces technologies passent par une science relativement récente, l’informatique. Alors que sa maîtrise ne requiert pas de qualités paraissant faire défaut aux femmes (force physique), ces dernières semblent cependant s’en exclure, au risque de se couper de tout un pan du monde moderne et d’un secteur d’activité professionnelle particulièrement porteur.

En partant de mon expérience personnelle et de la situation globale actuelle, je tente d’identifier les raisons de la différence d’attitude des filles et des garçons face à l’informatique, puis d’amorcer une réflexion sur les moyens que nous pouvons mettre en oeuvre pour aller vers la parité.

2. Genre et informatique : la situation

Ma carrière de Professeur des Universités en informatique est assez atypique : j’ai eu la chance de trouver réunies un ensemble de conditions qui m’ont poussée vers les sciences. Je n’ai pris conscience que tardivement de la défection des filles en informatique, et de l’étendue du problème.

Une expérience atypique

J’ai montré toute jeune une vocation pour l’enseignement, sans savoir au départ à quelle discipline je souhaitais me consacrer. Seconde d’une famille nombreuse, je me suis probablement tournée vers les sciences pour me démarquer de ma sur aînée, très littéraire. Elève d’un lycée de jeunes filles, je n’ai pris conscience du manque de parité qu’en classes préparatoires : nous étions cinq filles - dont deux ont abandonné en cours d’année - sur cinquante-cinq élèves de Math Sup. Cette immersion dans un milieu très masculin a été pour moi de courte durée : en 1984, j’intégrais l’Ecole Normale Supérieure de Jeunes Filles, reposant sur une politique des quotas déjà jugée obsolète : deux ans plus tard, c’était la “fusion” avec Ulm pour former l’ “Ecole Normale Supérieure”, mettant quasiment fin à l’entrée de filles en mathématiques : il y avait une vingtaine de places pour les filles, le double pour les garçons lors de mon intégration ; après la fusion, au maximum deux filles, parfois aucune, ont occupé l’une des soixante places mises au concours en math.

Après avoir passé l’agrégation de mathématiques, je me suis engagée un peu par hasard dans une voie nouvelle, l’informatique. Cette discipline n’avait pas alors

¹Laboratoire Jean Kuntzmann (Grenoble Universités, CNRS) & INRIA

d’image particulièrement masculine, et nous étions presque une moitié de filles en DEA, à l’Université Paris 11 Orsay. Me spécialisant en informatique graphique, j’y ai trouvé, outre des bases mathématiques solides et un raisonnement logique rigoureux, la possibilité d’exprimer mes goûts pour l’invention (par le choix des lois régissant les monde virtuels), pour la création de formes 3D, de mouvements et de déformations, et bien sûr pour la synthèse des idées, la communication et l’enseignement.

Ma carrière a été rapide, sans aucun obstacle lié au fait d’être une femme : agrégée-préparatrice puis maître de conférences à l’ENS en 1991, j’ai été nommée Professeur des Universités en 1997, quatre ans après ma mutation à Grenoble. Membre junior de l’Institut Universitaire de France en 1999, j’ai créé mon équipe de recherche, le projet INRIA EVASION en 2003, et eu l’occasion d’être directrice adjointe d’un laboratoire de 200 personnes, GRAVIR (CNRS, Grenoble universités, INRIA), de 2003 à 2006. Notons que mon métier n’a été en aucune manière une entrave à ma vie personnelle et familiale : salariée à dix-neuf ans grâce au système des ENS, je me suis mariée jeune et eu mes trois enfants rapidement (avant trente ans). Ce choix s’est révélé excellent en terme de carrière : mes enfants étaient assez grands pour que je puisse voyager à l’étranger et prendre des responsabilités internationales lorsque j’en ai eu besoin.

Une situation alarmante

Mon arrivée en 1993 dans le milieu de la recherche en informatique grenobloise (la seconde communauté en France) ne m’a pas alertée sur l’absence des femmes : au contraire, leur proportion était bonne parmi les enseignants de l’ENSIMAG (Ecole Nationale Supérieure d’Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble). Coté recherche, plusieurs collègues femmes étaient déjà engagées dans des carrière exceptionnelles de responsables d’équipe ou de laboratoire, une situation bien différente de celle de mon domaine de recherche, aux conférences internationales presque exclusivement masculines.

Plus faible que celle des enseignantes, la proportion de filles parmi les élèves de l’ENSIMAG s’est réduite de 20 à 10% environ depuis la fin des années 80 pour les élèves françaises, la proportion d’étudiantes parmi les élèves étrangers restant plus importante. On peut également remarquer une attitude différente des jeunes filles face à l’apprentissage de la programmation : alors que la plupart des garçons auraient tendance à se lancer dans l’écriture de code sans réflexion préalable, les filles ne commencent généralement l’implémentation qu’une fois leur algorithme mis au point. Si cela les rend plus lentes au départ, cette attitude se révèle payante lorsque la complexité des problèmes à résoudre augmente, leur assurant le plus souvent une excellente réussite.

Côté recherche, recruter des étudiantes s’est révélé difficile, du fait de leur quasi-absence dans les formations type DEA. Notons aussi que, lorsqu’elles choisissent un projet scientifique, les étudiantes ne se présentent pas avec autant d’assurance que leurs camarades, ce qui fait parfois mauvaise impression aux collègues masculins. En quinze ans à Grenoble, je n’ai eu l’occasion d’encadrer que trois étudiantes sur dix-sept thésards : elles se sont montrées particulièrement tenaces, organisées, et aptes à communiquer. Parmi les deux qui ont déjà soutenu leur thèse, l’une a obtenu le prix SPECIF 2006 de la meilleure thèse en informatique,

et la seconde est enseignante-chercheuse à Madrid.

Plus généralement, que disent les études récentes sur la place des femmes en informatique ? Les chiffres disponibles indiquent 15% d’informaticiennes, dont bien moins dans certains sous domaines (4% de femmes parmi les développeurs de logiciels libres, presque aucune dans le jeu vidéo). Beaucoup d’informaticiennes sont ainsi confrontées aux problèmes des femmes dans des univers majoritairement masculins : une certaine solitude, la difficulté à devoir gérer métier et famille au milieu de collègues plus disponibles pour leur travail, le manque de temps pour chercher seules des réponses dans la documentation et la crainte d’être suspectées d’incompétence si elles posent trop de questions.

Plus grave, cette situation globale ne tend pas à s’améliorer : les formations en informatique - et plus encore à l’université qu’en école d’ingénieurs - voient une défection alarmante des jeunes filles (moins de 10%), et ce pas seulement en France. Les explications-type comme le manque de confiance, le refus de la compétition et les stéréotypes bien ancrés, ne suffisent pas à tout expliquer, pour une discipline aussi jeune : il semble plutôt que rien ne vient pousser les filles dans cette voie. Comment, en l’espace de quelques décennies, l’informatique a-t-elle pu prendre une image aussi masculine ? Pourquoi presque aucune fille ne serait attirée vers une science basée sur la logique, la structuration des informations, et l’ordonnancement des tâches, et qui permet d’innover dans des domaines très divers, de la théorie proche des mathématiques aux applications et aux aspects techniques ?

3. Les causes : histoire d’une image

Qui se souvient des femmes pionnières de l’informatique, d’Ada Lovelace, qui posa au 19^{ème} siècle les règles de la programmation, à Grace Hoper, qui dans l’armée américaine des années 50, inventa le premier compilateur, rendant ainsi les ordinateurs véritablement utilisables ? L’image de la femme face à l’informatique véhiculée par les média actuels prend des formes très surprenantes : une belle jeune femme utilisée comme argument de vente - de même qu’elle pourrait l’être pour une voiture de luxe - dénote la cible exclusivement masculine de certaines campagnes publicitaires. Second type de femme mise en scène, la ménagère stupide, impuissante face à la technologie, sauvée par un homme compétent, un spécialiste. Enfin, la femme “hacker”, aux attributs masculins incontestables (indépendance, violence), est certes sexy mais plutôt effrayante, à l’image du personnage de Trinity dans le film “Matrix”.

D’où viennent ces images désastreuses ?

Revenons sur l’évolution technologique rapide des vingt-cinq dernières années : aucune formation grand public, et presque aucune pour les professionnels, n’était disponible lors de la mise sur le marché des premiers ordinateurs personnels, dans les années 1980. L’apprentissage se faisait en autodidacte, ce qui demande du temps libre et une forte motivation, et semble moins rebuter les hommes que les femmes (56% des hommes disent préférer apprendre seuls, pour 35% des femmes). En entreprise, les premières publicités pour les PC “5mn pour être un

expert”, destinées à convaincre les dirigeants de changer l’équipement de leur personnel administratif, se sont révélées très trompeuses ! A la maison, les premiers ordinateurs familiaux (ou l’on programmait en basic) ont été pris en main par des adolescents désœuvrés plus que par les mères de famille. Puis sont apparus les jeux vidéo, ciblant surtout un public masculin (sport, guerre), et ce bien avant l’essor de l’ordinateur comme outil de communication.

De nos jours, ces adolescents des années 80-90 sont devenus pères de famille. Beaucoup de femmes ne sont que des utilisatrices épisodiques de l’ordinateur familial, et manquent de confiance : le sentiment de maîtrise vient avec le temps pris pour configurer son compte, installer des logiciels ou des jeux. Ces derniers constituent encore 80% de l’utilisation des ordinateurs entre six et dix-sept ans. Ils sont pour la plupart encore ciblés pour les garçons (l’exception étant “ les Sims ”, véritable maison de Barbie interactive, truffée de stéréotypes). Pour beaucoup d’adolescentes, passer son temps libre à jouer est un signe d’immaturité. Elles ont d’autres préoccupations, et voient le jeu comme une activité solitaire, asociale. La campagne “dessine-moi un informaticien” montre l’image d’un jeune homme négligé, un zombie parlant un jargon incompréhensible, à laquelle les filles sont incapables de s’identifier.

Une étude réalisée en 2006 dans des collèges des Pays-Bas a permis d’identifier l’attitude différente des garçons et des filles lors d’une initiation à l’informatique : tandis que les garçons sont attirés par l’ordinateur en tant qu’objet, l’abordent avec confiance, aiment appuyer sur chaque bouton, et adoptent de suite le jargon technique pour vanter la puissance de leur machine, les filles ne semblent guère captivées par l’objet lui-même ; elles demandent plutôt à quoi cela sert, ne se vantent pas de savoir mais s’attribuent les problèmes éventuels et hésitent à faire des essais. Ainsi, si l’ordinateur semble entrer dans la catégorie des beaux jouets symboles de pouvoir pour les garçons (à l’image d’une arme ou d’une voiture puissante ?), l’ordinateur représente au plus un outil pour une fille et un outil plutôt compliqué, qu’elle craint de ne pas savoir maîtriser.

Cette attitude différente face à l’ordinateur ne serait pas nécessairement un problème il le devient du fait de la méprise du grand public, qui confond ordinateur et informatique ! L’informatique est une science, basée sur la formalisation du raisonnement, la logique et l’ordonnancement des tâches. Il n’est pas besoin d’aimer l’ordinateur en tant qu’objet pour y réussir ! Pour le public, être informaticien semble au contraire consister à savoir brancher un ordinateur, installer et utiliser des logiciels, et c’est malheureusement l’impression qui est donnée par les initiations dites “à l’informatique” dans les écoles primaires.

4. Quels moyens pour agir ?

En premier lieu, la désaffection des femmes est-elle un problème ? L’électronique, le calcul numérique, les télécommunications étant partout, le risque est qu’elles deviennent de simples utilisatrices de techniques qu’elles ne maîtrisent pas. Dans ce cas, elles n’auront que peu d’influence sur les contenus et seront exclues d’un élément d’évolution majeure de notre société, tout en se fermant l’accès à un sec-

teur porteur en terme d’emplois, et propice à concilier vie professionnelle et familiale.

Du point de vue de la société, l’absence des femmes dans ce secteur conduit à une perte de talents, de diversité ; moins attirées par la pure technique, les femmes peuvent apporter une vision complémentaire à celles de leurs collègues, dans une branche où il s’agit aussi, comme partout, d’analyser les problèmes, d’organiser le travail d’équipe, de communiquer. Notons que certains états (comme l’Australie et la Nouvelle Zélande) ont lancé récemment des campagnes publicitaires pour attirer les filles vers l’informatique, peut-être moins par souci de la carrière de ces dernières que pour tenter de limiter la baisse alarmante du nombre d’étudiants en science.

Quels moyens avons-nous pour rendre l’informatique plus attractive pour les filles ?

Bien sur, il s’agit d’abord de lutter contre les stéréotypes qui les écartent des sciences, à la maison, à l’école, à l’université. Ensuite, certaines mesures peuvent être prises, compte tenu du déséquilibre actuel : encourager particulièrement les jeunes filles qui veulent se lancer ; leur offrir peut-être des tutrices féminines, servant de modèles, et avec lesquelles elles seraient en confiance pour parler de leurs problèmes (quelques pays, comme l’Allemagne et le Royaume Uni, étudient carrément l’abandon de la mixité dans certains collèges et lycées).

Je crois cependant que l’aspect le plus important concerne l’image de l’informatique : Présentons là pour ce qu’elle est ! L’ordinateur est parfois son thème d’étude (l’informatique théorique s’intéresse à ce qui est calculable), et souvent son outil : il n’est pas nécessaire d’aimer ce dernier en tant qu’objet pour y réussir ! Ce qui est important est que cet outil permet de réaliser. De même qu’on ne devient pas créatrice de mode par amour de sa machine à coudre, ou dessinateur par amour de ses crayons, on ne devient pas informaticienne par amour des mégahertz ou des gigaoctets, mais par ce que la maîtrise du numérique nous permet de créer.

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 deux ans aux jeunes chercheurs en mathématiques qui ont soutenu récemment leur thèse et qui l’ont enregistrée sur TEL :

<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 ».

Vie de la communauté

par Stéphane Descombes

CHERCHEURS INVITÉS

Université Paul Sabatier, Institut de Mathématiques de Toulouse

Patrice Marcotte, Université de Montréal, Canada

juin 2009

Spécialité : optimisation non linéaire, modèles d'équilibre et affectation du trafic, programmation à deux niveaux, inéquations variationnelles, problèmes de tarification optimale

Contact : Marcel Mongeau, mongeau@math.univ-toulouse.fr

Université Paul Sabatier, Institut de Mathématiques de Toulouse

Robert G. Owens, Université de Montréal, Canada

11 mai – 8 juin 2009

Spécialité : la mécanique et la simulation numérique des fluides complexes ; rhéologie du sang

Contact : Alexei Lozinski, alexei.lozinski@math.univ-toulouse.fr

LAMAV, Université de Valenciennes

Lucia Romani, Université de Milan, Italie.

Juin 2009

Spécialité : Approximation.

PRÉSENTATION DE LAURE SAINT-RAYMOND

À moins de trente-quatre ans, Laure Saint-Raymond est l'une des mathématiciennes les plus actives de sa génération. **Lauréate de l'un des prix de la Société Mathématique Européenne** décernés au Congrès Européen de Mathématiques en 2008, elle vient de recevoir tout récemment le **Ruth Lyttle Satter Prize de l'American Mathematical Society**.

Elle est actuellement Professeur à l'École Normale Supérieure de Paris, après avoir été Chargée de Recherches au CNRS de 2000 à 2002, et Professeur à l'Université Pierre-et-Marie-Curie de 2002 à 2007. Ses travaux portent sur deux thèmes bien distincts des équations aux dérivées partielles : d'une part l'étude des modèles cinétiques pour les gaz et les plasmas, et d'autre part l'analyse de modèles de la mécanique des fluides intervenant en géophysique. Ses contributions à l'un et

l’autre de ces deux sujets ont été décisives, et nous allons essayer d’en donner une idée.

Le problème de la cohérence entre les équations classiques de la mécanique des fluides (c’est à dire des équations d’Euler ou de Navier-Stokes) et l’équation de Boltzmann de la théorie cinétique des gaz s’est posé très tôt. Mentionné explicitement dans les articles fondateurs de Maxwell et de Boltzmann sur le sujet, il sera formalisé par Hilbert qui le cite en exemple d’axiomatisation des lois de la physique dans son sixième problème (1900), et en propose une première approche mathématique (dans une variante linéarisée), comme application de ses travaux sur les équations intégrales (1912). La stratégie de Hilbert ne sera d’ailleurs complètement mise en œuvre qu’en 1980 par Caflisch, qui démontre que toute solution régulière locale en temps des équations d’Euler de la dynamique des gaz parfaits monoatomiques est limite d’une suite de solutions de l’équation de Boltzmann dans la limite où le libre parcours moyen des molécules est petit devant les distances typiques de l’écoulement ainsi modélisé. Malheureusement, cette stratégie n’est envisageable que dans la phase de régularité de l’écoulement limite décrit par les équations d’Euler ou de Navier-Stokes. Or, dans le cas des équations d’Euler des fluides compressibles, on sait depuis les travaux de Sideris (1986) que les solutions régulières développent en général des singularités au bout d’un temps fini. Dans le cas des équations d’Euler ou de Navier-Stokes en régime incompressible et en dimension d’espace égale à trois, le même problème est, à ce jour, encore ouvert.

En revanche, il existe, pour certaines équations de la mécanique des fluides, des solutions faibles (au sens des distributions) définies globalement. Dans le cas des équations de Navier-Stokes des fluides incompressibles en dimension trois, l’existence globale de solutions faibles fut démontrée par Leray en 1934 ; pour ce qui est de l’équation de Boltzmann, R. DiPerna et P.-L. Lions obtinrent, en 1990, l’existence globale de solutions faibles — en un sens toutefois un peu différent des solutions au sens des distributions. L’analogie entre les deux constructions est frappante : par exemple, le théorème H de Boltzmann, qui n’est rien d’autre que le second principe de la thermodynamique dans le contexte de la théorie cinétique des gaz, joue, dans la construction de DiPerna-Lions, un rôle analogue à celui de la conservation de l’énergie dans l’argument de Leray. Il était donc naturel de poser le problème étudié par Hilbert dans ce cadre — c’est à dire de montrer que les solutions de Leray des équations de Navier-Stokes en régime incompressible s’obtiennent comme limites de solutions au sens de DiPerna-Lions de l’équation de Boltzmann dans un certain régime asymptotique. Ce régime correspond à des écoulements gazeux à vitesse très faible devant la vitesse du son, pour lesquels le mouvement peut être considéré comme approximativement incompressible. Les solutions de Leray et de DiPerna-Lions n’étant a priori que des solutions faibles, on ne peut leur appliquer la stratégie proposée par Hilbert. C’est pourquoi un programme basé sur des méthodes de compacité fut proposé à la fin des années 1980 pour démontrer la convergence des solutions de DiPerna-Lions de l’équation de Boltzmann vers les solutions de Leray des équations de Navier-Stokes ; les différentes étapes de ce programme furent réalisées au cours des années 1990 par différents auteurs. Mais un dernier obstacle demeurerait, à

savoir l'éventualité d'une accumulation, dans le processus de limite vers l'hydrodynamique, de particules de vitesses arbitrairement grandes. Cette dernière difficulté paraissait considérable, car les seules estimations dont on dispose sur les solutions, découlant du théorème H de Boltzmann, ne permettent pas de contrôler ce phénomène. En 2000, Laure Saint-Raymond proposa, pour y parvenir, un argument basé sur les propriétés de dispersion de l'opérateur de transport, et sur le terme de production d'entropie. La mise en œuvre de cet argument dans le cas de l'équation de Boltzmann aboutit finalement en 2004 à une démonstration complète de la limite hydrodynamique, valable globalement en temps, et robuste à des pertes éventuelles de régularité des solutions.

Décrivons à présent sommairement les travaux de Laure Saint-Raymond dans le domaine des fluides géophysiques. Le programme qu'elle développe avec divers collaborateurs consiste à tenter de traduire en termes mathématiques puis en théorèmes, certains résultats connus des physiciens et océanographes et obtenus par des raisonnements heuristiques basés sur des expériences physiques ou numériques ; un objectif à plus long terme étant de permettre d'approfondir leur propre connaissance et leur compréhension des modèles, afin d'améliorer par exemple leurs prévisions de phénomènes exceptionnels. Il s'agit là d'un vaste programme, les difficultés se situant tout d'abord dans la compréhension profonde des phénomènes physiques en question, puis dans leur formulation mathématique, et enfin dans l'énoncé et la démonstration de théorèmes pouvant ensuite être présentés à des physiciens (et susceptibles de les intéresser, donc dans des cadres physiques réalistes, et qui peuvent effectivement conduire à une compréhension nouvelle des phénomènes en question).

Donnons un exemple : on imagine sans peine que les équations régissant le mouvement des océans sur la planète sont extrêmement complexes et font intervenir de nombreux paramètres. Afin d'étudier ces équations (c'est-à-dire de montrer qu'elles possèdent effectivement des solutions, d'analyser leur stabilité par rapport aux paramètres ou à des perturbations, de connaître leur comportement qualitatif), il convient tout d'abord de les simplifier en identifiant et en isolant les caractéristiques principales permettant de décrire la dynamique de manière satisfaisante. Une analyse formelle des ordres de grandeur des différents paramètres permet ainsi par exemple, dans le cas d'une analyse à grande échelle du mouvement, de réduire les équations à un système d'équations aux dérivées partielles du même type que les équations de Navier-Stokes. Un travail mathématique important consiste alors à justifier ces simplifications, en démontrant que la solution de l'équation approchée possède bien une dynamique comparable à celle du système de départ. Cette question est en général extrêmement difficile, et pour la plupart des modèles utilisés par les physiciens ou océanographes, elle n'est pas résolue. Par rapport aux classiques équations de Navier-Stokes, les équations simplifiées des océans possèdent plusieurs facteurs caractéristiques, dus à la faible profondeur de l'océan par rapport à son étendue horizontale (à grande échelle), au forçage par le vent à l'interface avec l'atmosphère, et à l'effet de la force de Coriolis (les équations étant posées dans un repère en rotation : la Terre). Chacune de ces caractéristiques a une influence propre sur la dynamique, qui est suscep-

tible d'expliquer certains phénomènes observés dans les océans. Par exemple, à des latitudes moyennes il est connu des Physiciens (il s'agit d'un célèbre résultat dû à Taylor et Proudman au dix-neuvième siècle) que les particules de fluide tendent, sous l'effet de la force de Coriolis, à s'organiser en colonnes verticales et ainsi le mouvement tend à se stratifier et à ne plus dépendre de la variable de profondeur. Lorsque l'on se rapproche de l'équateur, l'effet de la force de Coriolis s'amoindrit, et de nouvelles structures et de nouveaux courants apparaissent. L'une des contributions récentes de Laure Saint-Raymond et de ses co-auteurs a été de mettre en évidence de manière rigoureuse la présence d'ondes nouvelles provoquées par ces variations de l'amplitude de la force de Coriolis, et à analyser leurs interactions avec les autres ondes présentes dans les océans (en montrant que ces ondes sont essentiellement découplées). Aux environs de l'équateur, il est également établi heuristiquement par les océanographes qu'il existe des zones de recirculation et des zones de ventilation : plus précisément dans certaines zones de l'océans, sous l'effet d'un vent suffisamment fort à la surface de l'eau, ces nouvelles ondes se retrouvent piégées. Dans un travail en cours, Laure Saint-Raymond a formalisé mathématiquement ce phénomène (sous forme de l'analyse microlocale du front d'onde des solutions) et ce piégeage a pu être mis en évidence par des techniques empruntées à la fois à l'optique géométrique et aux systèmes dynamiques.

Les travaux de Laure Saint-Raymond témoignent de la variété et de la profondeur des problèmes mathématiques que posent la mécanique des fluides et la physique statistique, auxquels elle a apporté des contributions remarquables.

Communiqué par Olivier Glass et écrit par François Golse et Isabelle Gallagher

PRÉSENTATION DU PROGRAMME STAFAV :

Statistiques en Afrique Francophone et Applications au Vivant

STAFAV est un programme, conçu sur 10 ans, de développement en Afrique francophone subsaharienne de la statistique appliquée, en particulier dans les domaines liés au vivant. Démarré en 2004, il s'appuie sur trois axes principaux : un réseau de Masters de Statistiques Appliquées ; des Doctorats de Statistique en cotutelles ; le développement de la Recherche en statistique. Après avoir pu bénéficier de diverses aides au cours des années antérieures, puis avoir pu être incorporé dans un axe statistique-probabilités-bioinformatique du GIS SARIMA (Soutien aux Actions de Recherches Informatiques et Mathématiques en Afrique), ce programme vient d'être retenu comme un des projets EDULINK (programme de coopération de l'Union Européenne pour l'enseignement supérieur). Cela devrait permettre de prolonger les diverses actions en cours et favoriser également leur extension. Mais avant de revenir plus en détail sur le programme STAFAV, voyons déjà la situation particulière de la statistique en Afrique subsaharienne francophone.

I. La situation de la statistique en Afrique francophone subsaharienne

Tous les pays, quel que soit leur niveau de développement, ont besoin de systèmes de recueil et de traitement des données et de l'information, efficaces et fiables, ceci dans tous les domaines d'activités (biomédicaux, environnementaux, économiques, sociaux...). Ces systèmes sont nécessaires aussi bien à l'échelle d'un pays (par exemple, diffusion du paludisme) qu'à des échelles plus restreintes (débit d'un fleuve) voire locales (qualité d'une production). De plus, tout projet social, économique ou politique doit pouvoir se fonder sur des prédictions et des estimations des risques. Collecter des données, savoir en tirer de l'information, prévoir et estimer, telles sont les caractéristiques de la statistique par essence interdisciplinaire.

Schématiquement, on peut dire que la statistique en Afrique francophone subsaharienne est très peu développée. A ce jour, seule une partie des tâches concernant la statistique liée à l'administration de l'Etat est traitée. Des problèmes importants liés à la santé publique ou aux transports, sont traités la plupart du temps par des équipes du Nord. L'outil statistique a connu des progrès considérables depuis vingt ans du fait de l'augmentation de la puissance des ordinateurs, de l'abaissement de leur coût, du développement des logiciels et des mathématiques de la prévision et du risque. Ces progrès ne sont pourtant que très peu partagés et exploités sur le continent africain. On ne peut que déplorer le manque patent d'universitaires et de chercheurs africains bien formés en statistique mathématique et capables d'aborder les applications. Du fait de cette pénurie, les universités doivent faire face à une demande de formation de cadres compétents en statistique qu'elles ne peuvent satisfaire (même au niveau licence). Cette carence dépasse le cadre universitaire et celui des services de l'Etat : le manque d'utilisateurs de la statistique suffisamment bien formés pénalise le développement de nombreux domaines et c'est tout le développement économique, industriel et agricole qui pâtit de la faiblesse de la statistique en Afrique francophone subsaharienne.

Trois raisons peuvent expliquer une telle carence : a/ il s'agit d'abord d'une partie très appliquée des mathématiques et le sous-développement favorise les enseignements sur des sujets plus théoriques (demandant a priori moins d'équipements) ; b/ la proximité culturelle de la France a déteint par le fait que les mathématiques ont été plus valorisées que les mathématiques appliquées ; c/ tout comme dans les pays latins, et contrairement aux pays anglo-saxons, les mathématiques de l'aléatoire (dont les statistiques) sont très minoritaires par rapport à celles du " déterminisme " (en France, la proportion de probabilistes et statisticiens y est trois fois plus faible parmi les mathématiciens de l'enseignement supérieur que dans les pays anglo-saxons, voir par exemple le Rapport sur la science et la technologie n°8, " La Statistique " publié en 2000 par l'Académie des Sciences Française).

Une telle situation est avant tout le fruit d'une quasi-totale inexistence de l'offre de formation de haut niveau en statistiques appliquées en Afrique francophone subsaharienne. En dehors des 3 Masters que notre action a contribué à nouvel-

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

lement créer (voir ci-dessous), nous pouvons rapidement faire le recensement suivant :

- 1/ il n'existe aucun DEA ou Master dédié spécifiquement à la statistique mathématique ou appliquée sur la zone géographique considérée ;
- 2/ il existe deux DEA de probabilités et statistique dans les Universités de Saint-Louis (Sénégal) et d'Abidjan (Côte d'Ivoire). Ces DEA, dont les effectifs sont de l'ordre d'une dizaine d'étudiants chaque année, ne sont pas tournés vers les applications et n'utilisent pas l'outil informatique. Ils ont permis à certains étudiants de préparer des thèses, le plus souvent à l'étranger, mais de nombreux étudiants diplômés sont devenus professeurs de lycée.
- 3/ il existe trois écoles spécialisées en statistique dont l'accès se fait à partir d'un concours supervisé par le CESD-Paris (qui regroupe également l'ENSAE française, rattachée à l'INSEE) et rattachées à l'organisme AFRISTAT : ENSEA (Abidjan, Côte d'Ivoire), ISSEA (Yaoundé, Cameroun) et DSD-ENEA (Dakar, Sénégal). Les promotions sont de l'ordre de 30 étudiants par école chaque année et la durée des études de 4 ans après le baccalauréat. Cependant, ces trois écoles forment essentiellement des cadres administratifs et sont spécialisées en économétrie.

Il est clair que cette offre de formation est extrêmement limitée. Par ailleurs, la statistique même appliquée est fondée sur les mathématiques de l'aléatoire dont la compréhension et la maîtrise nécessitent un enseignement spécifique et suffisamment approfondi ; ainsi, un étudiant ayant obtenu un DEA ou Master de mathématique pure (algèbre, géométrie,...) n'est souvent pas capable de comprendre et réussir des exercices de niveau Bac+2 en statistique. On ne peut donc pas simplement rajouter quelques cours dans les cursus de mathématiques générales pour former des spécialistes de statistique appliquée et ce sont bien des formations spécialisées qui sont nécessaires, en particulier si l'on vise un certain niveau.

Cette grave carence se double d'une carence similaire en enseignants ou chercheurs en statistique. Ainsi il n'existe pas une université en Afrique francophone subsaharienne comptant plus de 3 docteurs en statistique dans ses rangs (en général d'ailleurs moins que 3), docteurs ayant tous obtenus leurs doctorats hors de l'Afrique (en France, au Canada, en ex-URSS,...). Nous n'avons pu également dénombrer que 5 enseignants habilités à diriger des recherches en statistique en poste dans une université des 17 pays couverts par le CAMES (Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur) : 2 au Sénégal, 1 en Côte d'Ivoire, 1 au Cameroun, 1 au Gabon. Ce dernier chiffre est à comparer avec environ 300 habilités à diriger des recherches en statistique en France. Des ressources humaines aussi faibles sont extrêmement préjudiciables à un développement local de la formation au niveau Master et doctorat (un cours de Master est nécessairement lié aux évolutions de la recherche, évolutions très rapides dans le cas de la statistique, et il est donc plus que préférable que ces enseignements soient délivrés par des docteurs en contact avec la recherche).

II. Les actions du programme STAFAV

Ce bilan nous l’avons déjà fait en 2003 lors des premières interventions d’un groupe d’enseignants africains et français réunis autour d’un projet dénommé STAFAV (Statistique pour l’Afrique Francophone et Applications au Vivant, voir le site internet <http://www.stafav.org>). Nous avons mené une phase expérimentale très instructive qui a permis de bien discerner les difficultés de tout type, difficultés administratives, hétérogénéité des situations, difficultés financières, difficultés éthiques. Nous nous sommes prudemment limités à des expériences locales tout en multipliant les contacts et les discussions. Depuis 5 ans, grâce à des financements d’origines diverses, les actions de ce groupe ont permis la création de 3 Masters de statistique appliquée à Yaoundé (Cameroun) depuis 2004, avec environ 15 étudiants diplômés chaque année, à Saint-Louis (Sénégal) et Cotonou (Bénin) depuis respectivement fin 2007 et début 2008 avec une dizaine d’étudiants inscrits. Par ailleurs, ce sont maintenant 9 étudiants issus du Master de Yaoundé et 2 étudiants issus du Master de Saint-Louis qui sont inscrits en doctorat de statistique en cotutelle, avec des sujets et des directeurs de thèse soigneusement choisis par les membres du programme STAFAV. Les modes d’action pour arriver à de tels résultats ont été les suivants :

- 1/ La mise en réseau des compétences humaines. Les enseignements des Masters sont effectués par des enseignants français (pour environ la moitié d’entre eux), par des enseignants africains non locaux (pour environ un quart d’entre eux), le reste étant assuré par des enseignants locaux.
- 2/ La mise en place de règles communes permettant le bon fonctionnement et le haut niveau des Masters : des programmes d’enseignement quasiment identiques, l’utilisation d’un même logiciel informatique R gratuit et très performant, la présence d’un enseignant français dans le jury de chaque Master.
- 3/ Une inscription de la formation dans le milieu professionnel local du fait :
a/ de la présence de l’informatique dans chacun des cours donnés en Master ;
b/ d’un long stage de 4 mois effectué et encadré durant la deuxième année de Master ;
c/ du large éventail d’applications qu’offre la statistique.
- 4/ Une formation sur place des doctorants et des enseignants. Celle-ci passe par le fait d’inscrire localement les sujets des doctorats, d’avoir des co-encadrements (dont un enseignant ou chercheur africain) et de faire participer de plus en plus les enseignants africains aux enseignements des Masters.
- 5/ Le développement du site internet <http://www.stafav.org> et la création d’un forum de discussion, permettant la circulation rapide des informations et la possibilité d’échanges scientifiques entre tous les statisticiens concernés par le projet.

Par ailleurs, le programme STAFAV s’est aussi adressé aux chercheurs et enseignants africains en permettant des séjours en France d’une durée de 1 à 3 mois pour certains d’entre eux. STAFAV a contribué à l’organisation de l’école CIMPA-UNESCO “ Statistique Mathématique et Statistique de la Santé ” qui s’est tenue à Yaoundé en avril 2007. A l’issue de cette école, le RASMA (Réseau Africain de Statistiques Mathématiques et Appliquées) a été créé (voir le site internet <http://www.rasma-net.org/>). La première école thématique organisée par le RASMA a été organisée en janvier 2008 à Franceville (Gabon) avec pour thème ”

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

L'apprentissage statistique ". Elle a permis à une vingtaine de jeunes chercheurs venant de toute l'Afrique de s'initier de manière approfondie à un des domaines d'avenir de la statistique.

De nombreuses difficultés, prévisibles mais aussi imprévisibles, ont surgi lors de la mise en place de ce programme STAFAV. Citons par exemple, les lourdeurs administratives qui font par exemple que deux ans après la fin des examens, les diplômés du Master de Yaoundé n'avaient pas encore leur diplôme. Ou bien une augmentation impromptue et disproportionnée des frais d'inscriptions (multipliés par 20 en un an!). Lors de ce genre de tracasseries administratives, il est souvent dur de " ronger " son frein en se sentant impuissant, comme aujourd'hui également trop fréquemment en France... On peut également évoquer des difficultés à caractère " plus scientifiques " : par exemple, il est finalement plus difficile et lent que nous ne l'imaginions que les enseignements de Masters dispensés par des Français soient ensuite repris par les enseignants-chercheurs africains (locaux, mais pas forcément). De même vis-à-vis des éventuelles réorientations scientifiques : les (trop) rares statisticiens africains ont souvent été formés sur des thématiques très théoriques et parfois un peu datées, et il n'est pas simple de les amener vers plus d'applications et les dernières évolutions de la statistique... Les premiers résultats du programme STAFAV sont encourageants mais il faudra beaucoup d'obstination et de temps pour réaliser l'ambition que nous partageons avec nos collègues africains d'un vrai développement de la statistique en Afrique.

III. L'avenir ?

Grâce à l'obtention du label européen EDULINK, le programme STAFAV se voit garantir 3 années de financement, car ne le cachons pas, ce programme a besoin de suffisamment de moyens financiers pour aboutir. Voici donc jusqu'à fin 2011 les objectifs principaux de STAFAV :

1/ La formation des étudiants en statistique appliquée au niveau Master. Notre programme vise à la pérennité des 3 Masters de statistique appliquée nouvellement créés (Yaoundé, Saint-Louis et Cotonou) et à l'extension de leur recrutement dans les sous-régions respectives. A terme en 2012, nous escomptons au moins 45 diplômés (15 par Master) chaque année. Après des études prospectives, des Masters STAFAV pourront peut-être également être mis en place en Côte d'Ivoire et à Madagascar.

2/ La formation de docteurs en statistique appliquée issus de ces Masters. A terme en 2012 nous escomptons de 8 à 12 doctorats soutenus en cotutelle chaque année, avec des recrutements comme enseignant ou chercheur dans la région par la suite.

3/ La formation des enseignants déjà en place. A terme en 2012 nous désirons que la quasi-intégralité des enseignements effectués dans les Masters le soit par des enseignants ou chercheurs africains et que le nombre d'entre eux ayant soutenu une habilitation à diriger des recherches en statistique soit doublé (pour arriver à une dizaine d'enseignants habilités).

4/ Le développement de la recherche localement. Un groupe de travail en proba-

VIE DE LA COMMUNAUTÉ

bilités/statistique existe déjà à Saint-Louis au Sénégal, un autre en bio-informatique est en train d’être mis en place à Yaoundé : nous espérons que ces initiatives vont se multiplier. Par ailleurs, la seconde école thématique RASMA devrait avoir lieu en janvier 2010 à Saint-Louis, et une école CIMPA de statistique appliquée devrait être proposée pour le premier semestre 2011.

Nous espérons que les étudiants diplômés des Masters vont, pour une bonne partie d’entre eux, irriguer le tissu professionnel de leur pays. Notre expérience au Cameroun nous a montré que même dans un contexte peu favorable (la situation économique du Cameroun et l’économie “ informelle ” trop présente...) presque tous les étudiants diplômés du Master de Yaoundé qui ne font pas un doctorat ont trouvé un emploi en moins d’un an. Ceux qui ont été recrutés pourront ensuite contribuer à une meilleure connaissance dans le milieu professionnel de l’étonnante efficacité des statistiques et de la qualité de ces Masters. Une dynamique pourra ainsi se mettre en place amenant à une plus grande offre de stages et d’emplois possibles pour les étudiants des Masters.

Les étudiants, souvent les meilleurs, ayant choisi la voie plus longue du doctorat, devraient devenir les excellents enseignants ou chercheurs qui font défaut aujourd’hui à ces pays africains. Ceci nous semble possible pour plusieurs raisons : a/ les doctorats seront en cotutelle ce qui implique un niveau comparable à celui des doctorats français alors que les doctorants passeront la majorité de leur temps en Afrique ; b/ les doctorats auront pour sujets des problématiques locales (épidémiologiques, environnementales, économiques..) qui permettront d’inscrire le travail du doctorant dans son propre pays ; c/ ce ne seront pas seulement les départements de mathématiques des universités qui pourront recruter ensuite ces jeunes docteurs, mais également les départements de physique (télécommunications, traitement du signal,..), les facultés de médecine ou d’économie, et les instituts de recherche en épidémiologie, biométrie, agronomie, démographie.. Evidemment, nous ne sommes pas maîtres des futurs recrutements de ces doctorants, et l’instabilité des politiques gouvernementales peut faire par exemple qu’il n’y ait plus de créations de postes dans l’enseignement supérieur (c’est notamment ce qui s’est passé durant 5 ans au Cameroun mais qui vient de radicalement changer). Il y a donc sur ce sujet un point d’interrogation qui restera.

Enfin, pour les enseignants ou chercheurs en place, le fait de prendre part aux enseignements de haut niveau des Masters, mais aussi de co-encadrer des thèses de doctorats et d’effectuer des séjours de formation dans les universités françaises, devrait élargir leur spectre de compétence et dynamiser leurs activités de recherche. Des collaborations scientifiques pourront ainsi se multiplier, ce qui se traduira par une plus grande présence locale et même internationale des statisticiens africains. Le grand dynamisme de l’Université de Saint-Louis est un exemple sur ce point : depuis 2003 et 2005, ont été successivement créés le LERS-TAD (Laboratoire d’Etudes et de Recherches en Statistiques et Développement) et la revue internationale de statistique Afrika Statistika. Notre projet contribuera à ce que de telles initiatives ne restent pas repliées sur elles-mêmes, et à ce qu’elles

s’amplifient. Sur cette question, l’arrivée des jeunes doctorants formés par le programme STAFAV sera également un atout, même si des habitudes de type “mandarinales” encore très présentes en Afrique pourraient limiter cet apport.

Les personnes déjà impliquées dans le projet, mathématiciens comme épidémiologistes, ont montré leur disponibilité à travailler de façon désintéressée et sans exigence de conditions matérielles avantageuses. Ceux qui ont participé à la réalisation de la phase expérimentale de ce projet au Cameroun ont pu s’affranchir des obstacles, en particulier résoudre par eux-mêmes les problèmes de matériels ou de réseaux informatiques (problèmes qui ne manqueront pas malheureusement de se poser à nouveau), et ceci à l’aide d’outils de maintenance ou de dépannage assez peu coûteux. La demande financière est donc la plus limitée possible et elle devrait décroître considérablement à l’horizon 2012 avec la prise en main quasi-intégrale des cours de Masters par les enseignants africains (du moins nous l’espérons malgré les difficultés déjà évoquées).

IV. STAFAV c’est qui ?

Le programme a été suggéré en 2001 par Maurice Tchunte (Yaoundé, informatique et alors ministre) et Noel Lohoué (CNRS, Orsay) et démarré par Didier Dacunha-Castelle (Orsay). Il est aujourd’hui administré par une équipe formée, coté africain par Henri Gwet (Yaoundé), Noel Fonton (Cotonou) et Aliou Diop (Saint-Louis), et en France par Elisabeth Gassiat (Orsay) responsable scientifique, Jean-Christophe Thalabard (CHU Hôtel Dieu, Paris 5) Bertran Auvert (CHU Paris Ouest, Versailles), Jean-Claude Fort (Paris 5) et Eric Moulines (ENST), l’ensemble est coordonné par Jean-Marc Bardet (Paris 1).

De nombreux enseignants spécialisés en statistique, en épidémiologie, mais aussi en probabilités ou en analyse numérique ont contribué grandement au programme en prenant généreusement sur leur temps pour dispenser gracieusement des enseignements. Ils sont la clé de voute essentielle de ce programme de développement.

Divers financements ont permis à STAFAV de se développer : le Ministère des Affaires Etrangères, le SCAC de l’Ambassade de France à Yaoundé, le GIS SARIMA, le CIMPA, l’AUF, mais aussi les universités Paris 11, Paris 5, Paris 1 et Toulouse 3. Depuis, le financement EDULINK représente une bonne part de notre budget. A son terme (fin 2011), la quête de nouveaux financements sera nécessaire pour permettre la finalisation du programme.

Toute participation, information, remarque, ..., sont les bienvenues !
(email : bardet@univ-paris1).

JOURNÉE SCIENTIFIQUE À LA MÉMOIRE DE SERGE DÉGERINE

Une journée scientifique a été organisée par l’Université Joseph Fourier (UJF), l’UFR Informatique et Mathématiques Appliquées de Grenoble et le Laboratoire Jean Kuntzmann le 24 février à la mémoire de notre collègue Serge DÉGERINE décédé brutalement l’année dernière.

Serge DÉGERINE était professeur en Mathématiques Appliquées à l’UJF depuis 1994. Il avait été jusqu’à cette date enseignant à l’Université Pierre Mendès France, d’abord comme vacataire dans diverses composantes à l’époque où il préparait sa thèse de 3ème cycle, puis comme assistant, maître-assistant et maître de conférences à l’IUT2. Membre depuis les débuts de son travail de recherche de l’équipe des statisticiens au sein des différents laboratoires qui ont fédéré la recherche en Mathématiques Appliquées à Grenoble, sa nomination à l’UJF en 1994 lui a permis de se consacrer pleinement à la Statistique aussi bien au plan de l’enseignement qu’à celui de la recherche. Les travaux de Serge DÉGERINE ont porté tout d’abord sur la statistique directionnelle qui a été l’objet de sa thèse de 3ème cycle, puis sur les séries chronologiques qui seront le thème central de sa thèse d’État et sur lesquelles il continuera ensuite de travailler, notamment avec les chercheurs dont il encadrera les thèses. Doué d’une puissance de travail très au dessus de la moyenne, ses publications ont marqué par leur originalité et leur profonde rigueur. Il se faisait une règle d’aller au fond de chaque problème auquel il s’était attaqué, quitte à réduire le nombre de publications qu’il aurait pu produire. Ses résultats ont été appréciés et reconnus par les personnalités internationales les plus importantes dans le domaine. Par ailleurs, il avait constamment la préoccupation des applications et du concret. C’est ce qui l’a poussé à développer des travaux en théorie du signal et à établir des liens entre les statisticiens du Laboratoire de Modélisation et de Calcul et la communauté des chercheurs en Traitement du signal aussi bien locale que nationale. Comme enseignant, Serge DÉGERINE a toujours été particulièrement apprécié des étudiants, qui, au-delà de la rigueur qu’il manifestait, savaient reconnaître l’attention et l’affection profondes qu’il leur portaient. Son sens des responsabilités et celui des rapports humains l’ont conduit à prendre en charge constamment de nombreuses tâches collectives, aussi bien en enseignement qu’en recherche. Il était homme de dialogue et dans une communauté agitée par les mutations en cours, il tenait constamment ce rôle, soucieux avant tout des individus et de la qualité des rapports humains. La journée était constituée de trois exposés scientifiques sur des domaines de recherche auxquels Serge a beaucoup contribué,

- *On uniformity tests for directional data*. Antonio Cuevas (Professor of Probability and Statistics, Universidad Autónoma de Madrid).
- *Séparation de sources. De l’analyse en composantes indépendantes aux méthodes au second ordre*. Christian Jutten (Professeur, Université Joseph Fourier).
- *Séries temporelles : du linéaire au non-linéaire*. Éric Moulines (Professeur, École Nationale Supérieure des Télécommunications Paris).

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)



cedram

Percolation presque-critique en deux dimensions, et quelques modèles liés

par Pierre Nolin, Courant Institute of Mathematical Sciences

Lauréat du Prix de Thèse Jacques Neveu 2008

Ce travail a pour but principal d'étudier des modèles deux-dimensionnels introduits en physique statistique pour décrire les formes « aléatoires » apparaissant dans divers contextes : diffusion de particules, corrosion d'un métal, érosion d'une côte marine... De manière remarquable, on voit surgir pour ces modèles des propriétés universelles, indépendantes du mécanisme particulier (physique, chimique ou autre) à l'œuvre. Les dimensions fractales $4/3$ et $7/4$ sont ainsi fréquemment observées, dans des situations totalement différentes.

Ces modèles partagent une propriété d'auto-criticalité, et peuvent être décrits par comparaison avec un modèle de milieu aléatoire bien connu en physique statistique, la *percolation*. La percolation par sites sur un réseau \mathbb{L} , par exemple \mathbb{Z}^d ou le réseau triangulaire \mathbb{T} en deux dimensions, peut être décrite comme suit. Pour chaque site x de \mathbb{L} , on lance une pièce (biaisée) pour déterminer s'il est occupé (noir) ou vacant (blanc) : pour un certain paramètre p entre 0 et 1, x est occupé avec probabilité p et vacant avec probabilité $1 - p$, indépendamment des autres sites.

On s'intéresse ensuite aux propriétés de connexité de l'ensemble des sites occupés : deux sites occupés x et y sont dits connectés, ce que l'on note $x \rightsquigarrow y$, s'il existe un chemin de x à y sur le réseau composé uniquement de sites occupés. Les sites occupés peuvent ainsi être regroupés en composantes connexes (maximales), appelées "clusters" (Figure 1). On dit qu'un site x est connecté à ∞ s'il appartient à un cluster infini, et on définit

$$\theta(p) = \mathbb{P}_p(0 \rightsquigarrow \infty),$$

la probabilité que l'origine soit dans un cluster infini. Cette fonction θ peut aussi être vue comme la densité du(des) cluster(s) infini(s).

Percolation presque-critique en deux dimensions, et quelques modèles liés

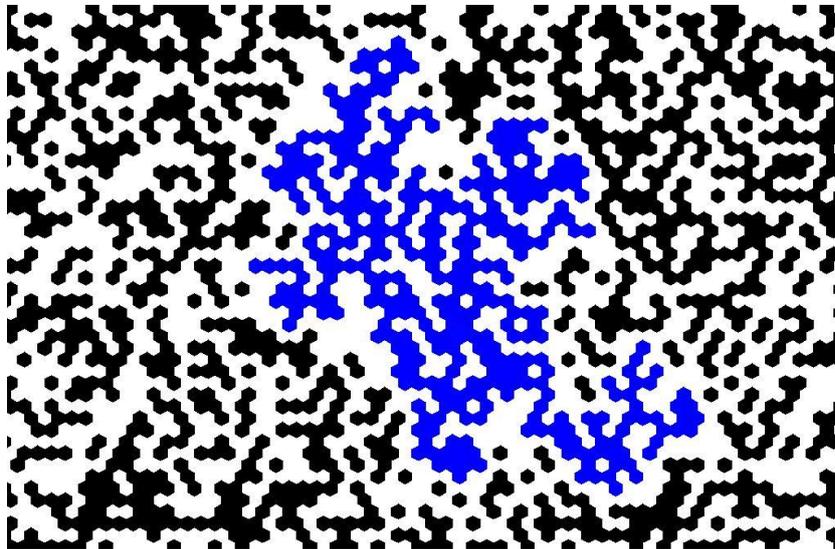


FIG. 1 – Une réalisation de percolation sur \mathbb{T} , le réseau triangulaire en deux dimensions (chaque site étant représenté par un hexagone). Les sites colorés forment une composante connexe.

Une propriété importante de la percolation est l'existence d'une *transition de phase* : si on introduit le paramètre critique

$$p_c(\mathbb{L}) = \sup\{p \text{ t.q. } \theta(p) = 0\},$$

on peut montrer que $0 < p_c(\mathbb{L}) < 1$ sous certaines hypothèses sur \mathbb{L} , satisfaites par les réseaux usuels tels que \mathbb{Z}^d ou \mathbb{T} . Ainsi,

- Lorsque $p < p_c$, il n'y a (presque sûrement) aucun cluster infini : c'est ce qu'on appelle le régime *sous-critique* (Figure 2 (a)).
- Lorsque $p > p_c$, il y a (presque sûrement) un cluster infini, qui se trouve être unique : c'est le régime *sur-critique* (Figure 2 (b)).

Ces deux régimes sont relativement « prévisibles » à large échelle, mais entre eux se trouve un régime très intéressant : le régime *critique*, lorsque $p = p_c$. Déterminer s'il existe ou non un cluster infini en régime critique peut s'avérer très difficile : dans le cas de \mathbb{T} on sait qu'il n'y en a pas (presque sûrement), mais c'est encore une question ouverte pour \mathbb{Z}^3 par exemple.

Percolation presque-critique en deux dimensions, et quelques modèles liés

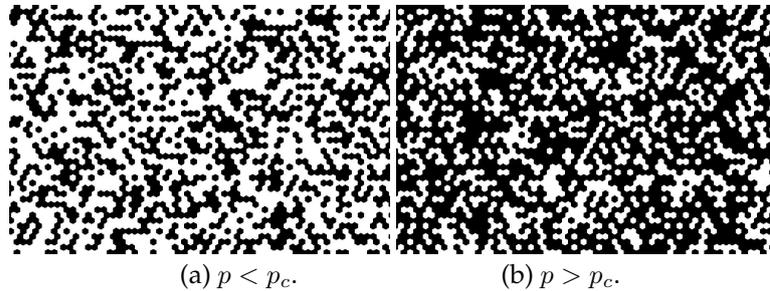


FIG. 2 – Réalisations de percolation en régimes sous-critique ($p < p_c$) et sur-critique ($p > p_c$).

Dans le cas du réseau triangulaire \mathbb{T} en deux dimensions, H. Kesten a prouvé en 1980 que $p_c = 1/2$. Récemment, une description très précise de la percolation au point critique (i.e. pour cette valeur $p = 1/2$) a été obtenue, en combinant deux ingrédients principaux. D’une part, l’introduction puis l’étude des processus SLE¹ par G. Lawler, O. Schramm et W. Werner a permis de décrire la loi des interfaces à la limite d’échelle². Mais pour cela, une propriété d’invariance conforme, prédite en physique statistique, était supposée établie. D’autre part, cette propriété d’invariance conforme a été effectivement prouvée par S. Smirnov dans le cas de \mathbb{T}^3 .

Cette description, combinée à certains résultats de renormalisation établis par H. Kesten, permet ensuite d’étudier la percolation près du point critique en deux dimensions. On peut notamment obtenir de cette manière les exposants critiques, qui décrivent le comportement près du point critique des principales fonctions caractéristiques. On peut ainsi prouver que la densité θ de la composante connexe infinie vérifie $\theta(p) = (p - 1/2)^{5/36+o(1)}$ lorsque $p \rightarrow 1/2^+$, tandis que pour la longueur caractéristique ξ , qui elle décrit la taille typique des clusters finis, on a $\xi(p) = |p - 1/2|^{-4/3+o(1)}$ lorsque $p \rightarrow 1/2$.

Dans cette thèse, nous nous intéressons à différentes questions liées à la percolation près du point critique. Tout d’abord, partant de la description de la percolation critique que nous venons de mentionner, nous présentons en détail les techniques développées par H. Kesten permettant de relier la percolation près du point critique à la percolation critique. Nous montrons aussi comment certains de ces résultats peuvent être obtenus dans des situations plus générales, et obtenons quelques nouvelles conséquences.

¹pour Schramm-Loewner Evolution.

²C’est-à-dire lorsqu’on prend une limite continue, en se plaçant de plus en plus loin pour regarder le modèle.

³Et uniquement dans ce cas : ainsi dans la plupart des résultats qui suivent, on se limite en fait à ce réseau particulier.

Percolation presque-critique en deux dimensions, et quelques modèles liés

Nous exploitons alors ces idées dans différentes situations. Nous étudions ainsi un modèle proposé par J.T. Chayes, L. Chayes et R. Durrett de cluster infini « nais-sant », pour lequel on force la présence d’un cluster infini au point critique. Nous établissons certaines lois de puissance pour ce modèle, ainsi que l’existence d’une transition fine entre percolation et non-percolation.

Nous nous intéressons ensuite aux propriétés géométriques des interfaces (les bords de clusters) en régime « presque-critique », à proximité du point critique. Les limites d’échelle potentielles sont d’un intérêt particulier : celles-ci ne sont pas conformément invariantes comme en régime critique, mais il est tout de même tentant d’essayer de les relier au processus SLE_6 , qui décrit les limites d’échelle en régime critique. Nous montrons qu’elles possèdent les mêmes exposants et dimensions que le SLE_6 , mais s’en distinguent par une propriété d’asymétrie locale, à chaque échelle (elles ont tendance à « tourner plus d’un côté que de l’autre »).

Nous décrivons ensuite des modèles auto-critiques où la transition de phase de la percolation apparaît spontanément. Nous évoquons tout d’abord la *percolation en gradient* : ce modèle de milieu inhomogène consiste en un processus de percolation où le paramètre d’occupation n’est plus constant, mais varie en fonction d’une des coordonnées (voir Figure 3). Il a été introduit en 1985 par les physi-ciens J.F. Gouyet, M. Rosso et B. Sapoval pour montrer numériquement la fracta-lité des fronts de diffusion : la percolation en gradient, pour laquelle on suppose indépendants les statuts des différents sites, est une approximation d’un modèle plus complexe de diffusion (cela revient à négliger les corrélations entre sites). Une interface macroscopique apparaît, séparant sites occupés et sites vacants. Nous montrons que cette interface reste localisée dans des zones où la densité de sites occupés est proche du paramètre critique p_c , et que son comportement est très proche de celui d’une interface en régime presque-critique.

Percolation presque-critique en deux dimensions, et quelques modèles liés

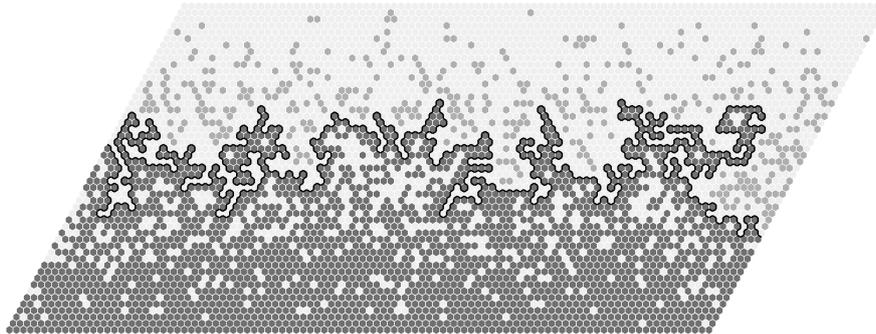


FIG. 3 – Pour la percolation en gradient, le paramètre d’occupation varie selon l’ordonnée, de $p = 1$ en bas à $p = 0$ en haut.

Les résultats obtenus pour la percolation en gradient nous permettent ensuite, en conclusion, d’étudier un modèle deux-dimensionnel similaire au modèle de diffusion introduit initialement par J.F. Gouyet, M. Rosso et B. Sapoval. Ce modèle consiste à laisser diffuser indépendamment un grand nombre de particules partant toutes d’un site donné (Figure 4). Comme les particules évoluent, un gradient de concentration apparaît et l’on observe une interface macroscopique. Il est possible pour ce modèle de contrôler les corrélations entre sites, et l’interface peut-être décrite par comparaison locale avec une percolation en gradient. En particulier, nous mettons en évidence un régime dans lequel l’interface est fractale de dimension $7/4$, avec un bord extérieur de dimension $4/3$: une géométrie fractale apparaît donc spontanément (Figure 5). Ce modèle fournit ainsi une explication mathématique à l’apparition d’exposants « universels » tels que $7/4$ et $4/3$, comme observé en physique statistique. De plus, notre étude montre que même si ces exposants sont les mêmes qu’en régime critique, c’est tout un régime presque-critique que l’on observe, plutôt que le régime critique exactement. En effet, les interfaces partagent certaines propriétés avec les interfaces en régime critique, mais s’en distinguent par d’autres aspects : *stricto sensu* elles ne se trouvent pas dans la même classe d’universalité que les interfaces critiques.

Percolation presque-critique en deux dimensions, et quelques modèles liés

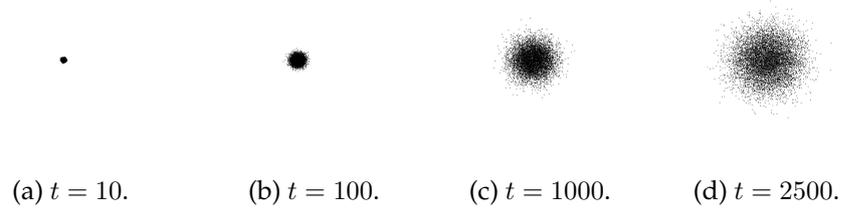


FIG. 4 – Évolution d'un système de $n = 10000$ particules, après t étapes.

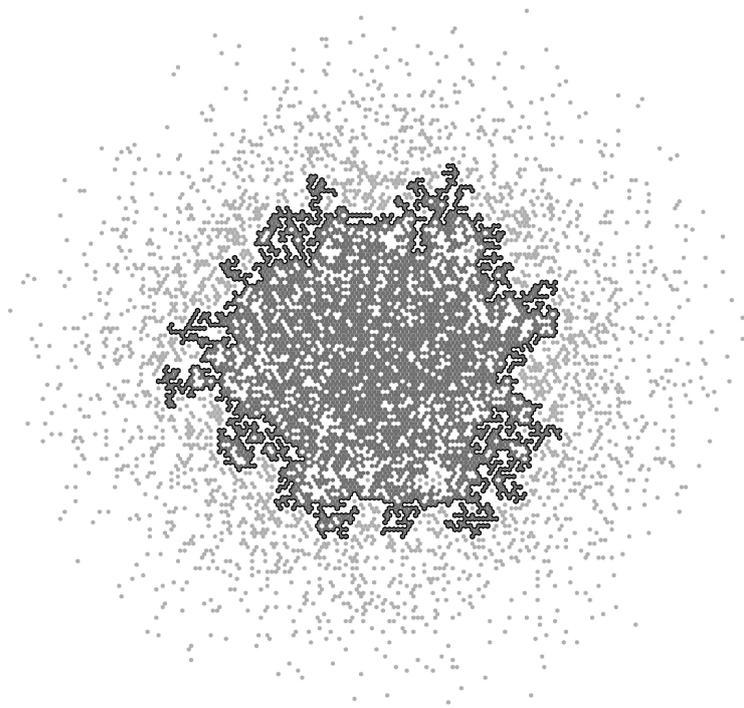


FIG. 5 – Une interface fractale de dimension $7/4$ apparaît spontanément.

Sur le projet de programme de Mathématiques de seconde

Les membres de la section de Mathématiques de l'Académie des Sciences sous-signés ont pris connaissance du projet de programme de mathématiques pour la classe de seconde, qui a été mis en consultation par le Ministère de l'Éducation Nationale au mois de mars 2009 (cf. http://eduscol.education.fr/D0015/consult_Maths.htm).

Ils regrettent que le préambule du projet indique que le programme vise simplement à “ conforter l'acquisition d'une culture mathématique ”. Cette baisse affichée d'objectifs en classe de seconde viendrait s'ajouter aux nouvelles coupes imposées aux programmes en classe de troisième, programmes dont le contenu est déjà insuffisant.

Les objectifs indiqués mettent à juste titre l'accent sur la logique et la maîtrise du raisonnement, et tentent une ouverture a priori souhaitable vers l'informatique sous la forme d'éléments d'algorithmique. Malheureusement les contenus proposés n'offrent guère d'occasions ni d'exercer la logique, ni de maîtriser les raisonnements, tandis que les connaissances nouvelles introduites se révèlent faibles en étendue et très peu profondes. La géométrie, si nécessaire à la compréhension du monde, devient si ténue que le calcul vectoriel et l'étude du cercle ne figurent même plus au programme. Une telle lacune, en elle même grave pour l'enseignement des mathématiques, provoquerait de plus dès la seconde et dans les classes suivantes des difficultés considérables pour l'enseignement en premier lieu de la physique, mais aussi de la chimie et des sciences de la vie et de la nature. En analyse, les ambitions affichées dans les tableaux des notions à enseigner se réduisent à la manipulation des calculatrices et à l'observation des graphes qu'elles peuvent produire : une telle démarche ne peut mener qu'à une compréhension très partielle et superficielle du sujet. Les trois thèmes d'études au choix (dont un seul en dehors de l'algorithmique) sont plus ambitieux, mais ils ne sont pas en cohérence avec le faible niveau des connaissances fondamentales abordées. Par ailleurs, l'ajout d'une vision algorithmique dans le cours de mathématiques de seconde ne répond pas aux besoins actuels de formation des élèves en informatique. La mise en place d'un véritable enseignement d'informatique sur les trois années du Lycée, comme initialement envisagé par la réforme, est nécessaire.

Tout en contribuant à la formation professionnelle des élèves, l'école et le lycée sont d'abord un lieu de formation de l'esprit, où ils acquièrent un sens critique et apprennent à devenir autonomes. Un minimum substantiel de connaissances théoriques fondamentales en mathématiques doit donc impérativement figurer

Sur le projet de programme de Mathématiques de seconde

dans les programmes, dans un juste équilibre et une bonne interaction entre savoirs théoriques et pratiques, selon les parcours offerts. Cet équilibre, conforme aux traditions cartésiennes de notre pays, est impératif aussi pour préserver la possibilité de former ultérieurement de bons scientifiques.

Il est nécessaire que les évolutions de programmes ne soient pas gérées dans la précipitation. Il paraît indispensable que soient mises en place des commissions publiques de suivi des programmes réunissant l'ensemble des compétences utiles, dans une perspective à long terme. C'est aussi dans un tel cadre que devrait être réfléchi la mise en uvre de la différenciation des parcours des élèves en quatre grands parcours (Sciences, technologies, humanités et Sciences humaines et sociales) telle que l'avait recommandé le Comité de l'Enseignement des Sciences en 2008. En tout état de cause, le projet actuel de programme de Mathématiques de seconde n'est pas satisfaisant.

Le 12 mai 2009

J-M. Bony
G. Bricogne
A. Connes
J-P. Demailly
E. Ghys
J-P. Kahane
G. Lebeau
P. Lelong
M. Raynaud
J-P. Ramis
J-P. Serre
J-M. Fontaine
G. Pisier
J-C. Yoccoz
P. Malliavin
C. Soule
M. Vergne
W. Werner

**RETOUR SUR LA TROISIÈME JOURNÉE D'ACCUEIL
DES NOUVEAUX MAÎTRES DE CONFÉRENCES ET CHARGÉS DE RECHERCHE
EN MATHÉMATIQUES**

(16 janvier 2009, Institut Henri Poincaré)

Martin Campos Pinto et Carine Lucas,
le 26 février 2009

Avant-propos

Ce compte-rendu ayant été rédigé dans les semaines qui ont suivi la journée d'accueil, certaines informations ont pu être reformulées de façon à prendre en compte les évolutions récentes des textes relatifs au statut des enseignants-chercheurs. Nous recommanderons toutefois la plus grande prudence à la lecture de ce “compte-rendu” (en particulier pour ce qui concerne le rôle du CNU et l'attribution des promotions), car à l'heure où nous écrivons ces lignes, ces textes ne sont toujours pas connus dans leur version définitive...

Après le succès des deux premières journées, organisées respectivement aux mois de janvier 2005 et 2007, cette troisième journée d'accueil a réuni environ 120 jeunes mathématiciens de toute la France pour leur offrir une présentation “transversale” de la communauté mathématique française et de ses principaux acteurs. Pour leur souhaiter chaleureusement et symboliquement la bienvenue, également, au sein de cette communauté, étaient ainsi représentés le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, le CNRS, l'INRIA, des instances d'évaluation telles que l'AERES, les CNU 25 et 26, le CoNRS, enfin les trois sociétés savantes (SME, SMAI, SFdS), la fondation Sciences Mathématiques de Paris et l'ANR.

Représentés par des membres qualifiés, et grâce notamment à une bonne interaction avec l'auditoire, ces “acteurs” ont dressé un bilan rapide de leur histoire récente, précisé leurs rôles par des aspects concrets de leur fonctionnement actuel, et parfois tenté de décrire leur évolution prochaine. Plusieurs témoignages plus personnels (directeur de labo, jeunes MdC, ancien président de section...) ont complété ces interventions, et la journée s'est conclue sur un débat ouvert d'environ une heure et demie, auquel étaient présents la quasi-totalité des intervenants et des participants.

Comme ses précédentes éditions, cette journée¹ a donc été un moment rare et précieux où ont été abordés en détail des sujets aussi importants que l'organisation de la recherche et de l'enseignement, son évolution probable, le rôle des tutelles et autres instances nationales (notamment d'évaluation), celui des instances locales (conseils d'universités), l'importance des financements sur projets, l'action des sociétés savantes, etc. Compte tenu de l'actualité, les nombreuses questions des participants ont été l'occasion de faire le point sur les informations disponibles, et de confronter les différents sentiments sur les réformes en cours.

Le programme est disponible sur

<http://postes.smai.emath.fr/accueil/prog.php>.

1 Interventions de la journée

Plutôt que de faire un compte-rendu exhaustif des interventions, nous avons tenté ici d'en relever les informations complémentaires à celles du livret d'accueil².

1.1 Les mathématiques au ministère

Frank Pacard, chargé de mission pour les mathématiques à la Direction Générale de la Recherche et de l'Innovation (voir chapitre 5 du livret).

Après avoir rappelé son rôle (de prospective, notamment) au ministère, Frank Pacard a tenu à sensibiliser les participants au fait qu'avec leur autonomie, les universités auront de plus en plus de pouvoir. De plus en plus de décisions importantes seront donc prises à leur niveau, notamment en ce qui concerne les recrutements, la répartition des primes et des promotions. Pour que les mathématiciens puissent continuer à fonctionner selon des principes qui leurs sont souvent spécifiques (la moyenne d'âge d'entrée dans le corps des professeurs, par exemple, y est plus faible que dans les autres disciplines), il est essentiel qu'ils s'investissent au niveau local, par exemple en participant aux différents conseils d'universités (tout en faisant attention à ne pas prendre trop de responsabilités administratives dans leurs premières années). Enfin, l'importance (morale et stratégique) d'avoir un enseignement de qualité a été soulignée, notamment dans des filières non mathématiques.

¹organisée pour l'essentiel par des participants aux éditions précédentes avec le soutien de l'IHP, du ministère, du CNRS, de l'INRIA, de la fondation Sciences Mathématiques de Paris ainsi que des trois sociétés savantes (SMF, SMAI et SFdS).

²disponible en ligne, voir <http://postes.smai.emath.fr/accueil>.

1.2 L'évaluation de la recherche en mathématiques

Pascal Auscher, délégué scientifique à l'AERES (Agence de l'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur) (voir chapitre 10 du livret).

Dans le cadre de l'évaluation collective quadriennale qui existe déjà au niveau de leur unité d'accueil, il est important que les enseignants-chercheurs et chercheurs fassent remonter à leur directeur de laboratoire une synthèse de leur activité individuelle. Mais l'AERES ne fait pas d'évaluation individuelle. La publication joue un rôle important dans l'appréciation de la recherche en mathématiques. Sans vouloir faire du chiffre, tous les mathématiciens sont vivement encouragés à diffuser et publier régulièrement le fruit de leurs recherches. L'activité d'un laboratoire ne se limite pas qu'à la publication de ses membres : ne pas oublier de renseigner les autres parts d'activité.

Fabrice Béthuel, président de la section 26 du CNU, et Marc Peigné, président de la section 25 (voir chapitre 11 du livret).

En ce qui concerne les qualifications, le rôle du CNU va sans doute rester le même avec une évaluation pour 4 ans en amont des campagnes de recrutement. En ce qui concerne la gestion des carrières (promotions), de grands changements sont prévus avec essentiellement des promotions au niveau local (sauf environ 5% au niveau national via des procédures d'appel) ; le CNU aurait alors pour rôle d'évaluer les enseignants chercheurs sur 3 plans : recherche, enseignement, implication administrative. cette évaluation servirait de base pour les promotions, la distribution des primes (en particulier l'actuelle PEDR qui ne serait distribuée qu'au niveau local), la charge d'enseignement. Les modalités d'évaluation précises et leur poids pour la décision finale sont très floues et il y a beaucoup de résistance. Les sections 25 et 20 demandent avec insistance depuis de long mois que notamment la part de gestion des carrières au niveau national soit maintenue. Les deux représentants du CNU insistent pour conclure sur l'importance de cette instance et sur le fait que les jeunes enseignants chercheurs doivent s'y impliquer dès que possible, en se présentant en particulier aux élections.

Note : après réécriture du projet de décret concernant le statut des enseignants chercheurs, il semble, à la date du 28 avril 2009, que sera maintenu un contingent de 50% des promotions au niveau national, c'est-à-dire par le CNU.

1.3 Les sociétés savantes de mathématiques

Avner Bar-Hen, président de la Société Française de Statistique, Stéphane Jaffard, président de la Société Mathématique de France et Maria Esteban, vice-présidente de la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles (voir chapitre 15 du livret).

Ces trois sociétés savantes (qui insistent sur leur complémentarité) incitent tous

les mathématiciens à participer à leurs actions, à adhérer, devenir correspondant de laboratoire, rejoindre des actions spécifiques telles que l'Opération Postes, effectuer des actions grand public, organiser et participer à des colloques thématiques ... ou même à concrétiser d'autres idées s'ils le souhaitent.

1.4 La Fondation de Sciences Mathématiques de Paris

Jean-Yves Chemin, directeur de la Fondation de Sciences Mathématiques de Paris (voir chapitre 9 du livret).

Toute récente puisque lancée en septembre 2007, cette fondation peut en particulier :

- financer des séjours de doctorants à l'extérieur (pour les doctorants des laboratoires de la fondation qui veulent aller travailler dans un autre laboratoire pendant deux à trois mois),
- financer des trimestres à l'IHP (frais de séjour, pour ceux qui veulent profiter des programmes thématiques du centre Emile Borel par exemple).

1.5 Organismes de recherche

Antoine Petit, directeur du centre de recherche INRIA Paris - Rocquencourt (voir chapitre 8 du livret).

Quelles peuvent être les relations des mathématiciens avec l'INRIA ?

- être membre d'une Équipe-Projet INRIA,
- profiter d'une délégation dans une Équipe Projet Inria (EPI),
- participer à une Action de Recherche Collaborative entre son équipe et une EPI,
- contribuer au site Interstices.

Jean-Marc Gambaudo, Directeur scientifique adjoint pour les mathématiques au CNRS (voir chapitre 7 du livret).

Le CNRS va être scindé en de nombreux instituts ; en ce qui concerne les mathématiques, l'INstitut des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions (INSMI) vient d'être créé.

Les interactions entre les mathématiciens et le CNRS se sont développées selon deux axes principalement :

- via les réseaux comme les Groupements De Recherche,
- en demandant des délégations pour prendre le temps d'approfondir leurs recherches.

1.6 Les financements sur projets en mathématiques

Fançois James, coordinateur scientifique du Comité Scientifique Disciplinaire 5 (mathématiques et interactions) - Unité de Support à l'Agence Nationale de la Recherche (voir section 14.1 du livret).

Un très grand nombre d'organismes (tels que des ministères, régions, fondations, établissements, entreprises... pour une liste non exhaustive, voir le chapitre 14 du livret) proposent des financements pour des projets ponctuels. Il est important de les connaître, car les conditions de candidature, et notamment les dates limites, varient fortement d'une source à une autre.

Par ses montants, l'ANR est sans doute la principale source de financement pour des projets de recherche “ponctuels” (quelques années). Parmi les programmes “non-thématiques” proposés par l'agence, deux programmes sont tout particulièrement ouverts aux jeunes mathématiciens : les programmes *blancs* (en principe récurrents, *i.e.* ouverts chaque année) et les programmes *jeunes chercheur(se)s* (JCJC). Ce dernier permet par exemple de financer des dépenses d'équipement, de fonctionnement, de personnel (CDD, thèse ou post-doc), des prestations de services externes mais aussi des décharges de service (dont les modalités d'applications sont à préciser avec son université). Son but pourra être de favoriser la prise d'autonomie et de responsabilité, d'aider à la finalisation d'une thématique, de soutenir les collaborations pluridisciplinaires (cette liste n'étant pas exhaustive). A nouveau, il convient de s'informer sur les spécificités propres à chaque projet. Ainsi, le porteur d'un projet JCJC doit avoir moins de 39 ans et doit naturellement s'impliquer très fortement dans le projet.

Enfin, quelques conseils d'ordre général ont été donnés aux participants :

- avant de se lancer dans la constitution d'un dossier, il peut être judicieux d'avoir une idée de la “rentabilité” de la candidature (par exemple, montant du financement / temps investi dans la rédaction du dossier) ;
- un dossier de candidature peut se recycler – si possible, en l'améliorant ;
- pour certaines questions non-scientifiques (par exemple, l'estimation d'un budget prévisionnel), il est possible de se faire aider par le service compétent de son université ;
- enfin, il est bon d'avoir toujours un CV à jour.

1.7 Témoignages personnels

Magali Ribot, M_dC à l'université de Nice, Guy Métivier, directeur de l'Institut de Mathématiques de Bordeaux, Fabrice Planchon, ancien président de la section 01 du comité national du CNRS et Benoît Rittaud, M_dC à l'université Paris 13.

Au travers des différents témoignages, plusieurs points ont été soulignés, qu'on

tentera de résumer de la façon suivante :

- il est vital de trouver son propre rythme de travail. Ce qui passe, entre autres choses, par la recherche d'un bon équilibre entre enseignement, recherche et responsabilités administratives ;
- en ce qui concerne l'enseignement, il est très fortement recommandé de soigner ses enseignements. Il peut être bon, également, de participer à des opérations de vulgarisation qui sont une excellente occasion de prendre du recul sur sa discipline – et celle de ses collègues ;
- en ce qui concerne l'organisation de la recherche et de la vie universitaire, il est important de s'investir au niveau local (conseil de l'université, conseil de laboratoire ...) ainsi qu'au sein de la communauté mathématique. De façon plus générale, il semble essentiel de se tenir informé des fonctionnements actuels et des changements à venir ;
- en ce qui concerne le travail de recherche, on ne saurait trop rappeler l'importance de trouver sa place dans une équipe. Et qu'il est bon de ne pas s'auto-sensurer dans la constitution de projets de recherche. A nouveau, le nombre de financements possibles, qu'ils soient régionaux, nationaux, internationaux ... est très grand, cf par exemple le chapitre 14 du livret d'accueil.

2 Débat entre les intervenants et les participants de la journée

2.1 L'évaluation

Question : Qui nomme les membres de l'AERES ?

Réponse : Le président de l'AERES.

Question : Est-ce que les taux de réussite sont un critère d'évaluation pour les formations ?

Réponse : Oui, notamment en Licence et en Maîtrise. De façon plus générale, les critères d'évaluation utilisés par l'AERES (qui supervise l'évaluation des formations) sont consultables sur son site.

Question : Il est question que la qualification ne soit plus obligatoire. Comment évoluera son rôle, et quelle est la position des CNU sur ce point ?

Réponse : Pour le moment, la qualification est obligatoire pour candidater sur des postes de MdC ou Prof, mais il est effectivement en projet d'en dispenser des candidats étrangers qui auraient une formation équivalente. Actuellement, il ne

s'agit pas d'une question prioritaire pour les CNU.

Question : Quid du transfert local (aux universités) des promotions ?

Réponse : En principe les CNU garderont leur compétence d'évaluation des enseignants-chercheurs, mais la totalité des promotions seront décidées au sein des universités (par le conseil d'administration) [ajout lors de la rédaction du compte-rendu : aux dernières nouvelles, l'université serait tenue de choisir la moitié de ses promus sur des listes transmises par les CNU].

Question : Faut-il être candidat pour recevoir un prix scientifique ?

Réponse : Cela dépend des prix ! En ce qui concerne par exemple les prix des sociétés savantes, les modalités d'attributions sont consultables sur leurs sites.

Question : La procédure de qualification pour les étrangers est-elle obligatoire ?

Réponse : Jusqu'à maintenant, la qualification était nécessaire, même pour les étrangers. Dans le projet de décret, il semblerait que le fait d'avoir une fonction équivalente puisse suffire.

Question : Si on a des propositions constructives à faire concernant l'évaluation, comment faire ?

Réponse : Envoyez un mail à l'instance compétente ! En l'occurrence, cela peut être l'AERES, votre section du CoNRS, votre CNU...

2.2 La recherche

Question : Peut-on effectuer une délégation dans une université à l'étranger ?

Réponse : La règle est que la délégation doit être effectuée dans une unité CNRS (pour ce qui concerne les délégations CNRS). Il y a deux possibilités :

- soit on demande une délégation dans une UMI, *i.e.* une unité du CNRS à l'étranger ;
- soit on demande une délégation dans sa propre université, en précisant sur le dossier que l'on fait cette demande pour partir à l'étranger dans le cadre d'un programme thématique, avec l'accord de son unité.

Il existe aussi la possibilité de demander un CRCT (congé pour recherche ou conversion thématique) mais uniquement à partir de la troisième année suivant la titularisation.

Enfin, une autre solution consiste à se mettre en disponibilité et de prendre un contrat de type post-doc. Cela peut poser un problème de reconstitution de carrière,

Journée d'accueil des nouveaux MCF et CR

les années passées à l'étranger n'étant pas toujours reconnues en France (voir p.76 du livret).

Question : La création de “chaires CNRS” et de délégations entraîne une diminution du nombre de postes de chercheurs au CNRS... Comment cela va-t-il évoluer ?

Réponse : Cette année, 5 postes de CR ont effectivement été “transformés” en chaires (dans la section 01). L'évolution n'est pas claire... En ce qui concerne les délégations, il y en aura autant cette année que l'année dernière, moins les 5 délégations utilisées pour créer des chaires (qui, en plus d'un poste de CR, “consomment” un poste de McF ainsi qu'une délégation).

Question : Plus généralement, quel avenir envisagez-vous pour les mathématiques au CNRS? On entend parfois parler d'un classement des UMR, destiné à ne conserver que la meilleure moitié au sein du CNRS...

Réponse : (par Jean-Marc Gambaudo) Personnellement, je souhaite qu'il existe un véritable Institut National des Mathématiques, avec beaucoup plus de moyens, pour agir comme une véritable agence de moyens (les mathématiciens ne coûtent pas très cher, après tout). D'autre part, je pense que le CNRS doit rester présent dans toutes ses UMR actuelles. Nous avons toujours refusé de faire ce classement des UMR, et nous comptons rester sur cette position.

Question : Quel est le meilleur moment pour demander une délégation ?

Réponse : Le plus souvent, le comité national classe les demandes par groupe de motivations. Mais bien qu'il tente de favoriser les jeunes candidats, il n'existe pas “un bon moment” : la demande doit correspondre à un projet scientifique particulier, une collaboration...

Question : Comment concilier délégation et PEDR ?

Réponse : Jusqu'à présent, la PEDR (prime d'encadrement doctoral et de recherche) ne pouvait être accordée que si l'on était en poste à plein temps (en revanche, le fait qu'une PEDR ait été accordée, n'empêchait pas d'avoir une délégation). Il était toutefois possible de décaler le début de la délégation pour concilier les deux. Dans la mesure où les modalités d'attribution des primes risquent de changer avec la mise en place de l'autonomie des universités, il est difficile de dire ce qui se passera dans un futur proche... D'une façon générale, on ne saurait trop répéter un conseil récurrent : en tant que jeune chercheur, il ne faut surtout pas se censurer pour les demandes de PEDR (la formulation est d'ailleurs trompeuse, car il n'est pas nécessaire d'encadrer ou d'avoir encadré un doctorant pour y prétendre).

Question : Quel est le nombre moyen de participants à un projet ANR Jeunes Chercheur(se)s ? Y a-t-il un “nombre idéal” ?

Réponse : En moyenne, les projets JCJC ont trois ou quatre participants, mais ce n'est pas un critère essentiel (globalement, il n'y a pas de nombre idéal : on évitera simplement les projets à 60...). Ce qui est essentiel, c'est d'avoir un vrai projet scientifique : par exemple, réunir des experts distants sur un sujet précis. Cela peut être aussi l'occasion de finaliser une HDR.

Question : Il est nécessaire de s'investir de manière importante lorsque l'on est porteur d'un projet ANR ; est-il alors possible de se désengager d'un projet auquel on participait auparavant (en thèse par exemple) ?

Réponse : Oui, on peut envoyer une demande de désengagement.

Question : Est-ce encore possible de créer des nouveaux GDR (groupes de recherches financés par le CNRS) ?

Réponse : Oui, c'est possible, à condition bien sûr d'avoir un très bon dossier. A ce sujet, on peut d'ailleurs rappeler que les renouvellements ne sont pas automatiques !

2.3 L'enseignement

Question : Comment la “modulation de service” (*i.e.*, la modification des charges d'enseignement en fonction de la “qualité de la recherche”) va se mettre en place concrètement ?

Réponse : Personne ne le sait ! En tout état de cause, il sera essentiel d'expliquer ses sujets de recherche, même – et surtout – s'ils ne sont pas visibles en termes de publications. D'un point de vue plus général, il est important de participer aux différents conseils locaux, *car a priori*, ce sont les universités qui géreront ces modulations en dernier ressort (d'abord en suivant les directives du ministère, puis sans doute de manière indépendante).

Question : Quelle est la position des sociétés savantes sur la masterisation des diplômés d'enseignants ?

Réponse : Sur le principe, la masterisation n'est pas absurde. En revanche, son implémentation est très chaotique... Il y a donc eu une pétition pour demander que son application soit reportée à la rentrée 2010. Il semble qu'une circulaire vienne d'être diffusée, mais il demeure des problèmes fondamentaux pour

la réalisation des maquettes. D'autre part nos contacts avec le ministère de la recherche ne nous ont pas permis d'avancer, car celui-ci attend toujours que le ministère de l'éducation nationale précise son cahier des charges.

Question : Et en ce qui concerne des possibles passerelles entre les masters d'enseignements et la recherche ?

Réponse : Il est bon de décroisonner le système français. Mais un master recherche n'est pas la même chose qu'un master d'enseignement. Un sondage récent de la SMF a montré qu'il existe une ambiguïté sur ce point, ambiguïté qu'on retrouve aussi au sein du ministère. . . Enfin en ce qui concerne les contenus, nous avons du mal à comprendre comment l'AERES pourrait évaluer différents programmes, écrits par différentes universités, pour un même concours d'enseignants. . .

Question : Que pensez-vous de l'affirmation : "le niveau (des étudiants) baisse" ?

Réponse : C'est un vieux débat. . . sur lequel les avis divergent. [Paradoxalement, ce sont les intervenants les plus expérimentés qui étaient le moins pessimistes sur le niveau des étudiants.] Mais si quelque chose baisse, c'est peut être avant tout les exigences des enseignants.

2.4 Autres questions

Question : On entend parfois dire que les personnels ITA (ingénieurs, techniciens et administratifs du CNRS) vont rejoindre les universités. Est-ce vrai ?

Réponse : Au CNRS, il n'en est pas question, apparemment. En revanche il semble clair que le CNRS – jusqu'à présent "opérateur de recherche" – s'est engagé à devenir une "agence de moyens".

Question : On connaît bien certains "risques" liés à l'autonomie des universités. Pouvez-vous nous dire quels en sont les aspects *a priori* positifs ?

Réponse : Sur le fond, l'autonomie des universités est destinée à redonner aux universités un rôle central (dans le monde de la recherche et de l'enseignement supérieur). Pour cela, il faut leur donner des outils, et des moyens. Ensuite, les universités en feront ce qu'elles voudront en faire. . . nous ne saurions donc trop vous conseiller de vous y investir, afin que les mathématiques n'en ressortent pas lésées ! Globalement, il est vrai que le transfert des décisions au niveau local risque d'être défavorable aux mathématiciens. Mais c'est une communauté qui est très solidaire, ce qui fait sa force, et dont la très grande qualité est reconnue au niveau national (et international). A nouveau, il est important de rappeler qu'une université ne pourra pas gérer ses unités en toute "impunité" (si l'on ose dire) : les instances nationales que sont l'AERES et le CoNRS continuant à évaluer les

Journée d'accueil des nouveaux MCF et CR

unités, les universités auront peu d'intérêt à diminuer les moyens de ses unités bien évaluées...

Question : Que pouvez-vous dire des syndicats qui existent ? Pourquoi n'interviennent-ils pas lors de la journée d'accueil ?

Réponse : Il existe plusieurs “grands” syndicats, et s'il avait été décidé d'en faire intervenir un, il aurait fallu tous les faire intervenir. Compte tenu du peu de temps disponible, nous avons donc jugé préférable de leur proposer de communiquer via une documentation écrite, donnée à tous les participants de la journée d'accueil. A chacun de s'informer ensuite, et de faire ses choix.

Question : Les PRES concernent-ils toutes les universités ? Quel est leur rôle ?

Réponse : De plus en plus d'universités se rassemblent au sein de PRES (pôles de recherche et d'enseignement supérieur), c'est un mouvement assez général. Le principe des PRES étant de regrouper les établissements “voisins” qui souhaitent “travailler ensemble”. Mais concrètement, il est un peu tôt pour en préciser l'intérêt. Disons que leur sens sera celui que les universités décident de leur donner...

Question : Comment doit-on s'y prendre pour exercer une activité annexe de conseil, par exemple auprès d'une entreprise ? Quels honoraires demander ?

Réponse : Vous pouvez commencer par demander autour de vous comment vos collègues s'y prennent. D'autre part il existe, dans la plupart des universités, des services de valorisation de la recherche qui peuvent vous aider à chiffrer vos besoins. Il ne faut surtout pas avoir honte de parler d'argent ! A titre d'exemple, la fondation Sciences Mathématiques de Paris paie environ 2000 euros par jour les bons consultants qu'elle emploie...

Question : A entendre les intervenants de cette journée d'accueil, on pourrait croire que la communauté mathématique française est un monde merveilleux... Vous n'avez donc aucunes critiques à lui faire ?

Réponse : Notre communauté n'a certes pas que des points forts ! Entre autres choses, on citera :

- son faible taux de féminisation (d'autant plus faible qu'on avance dans la hiérarchie);
- sa trop grande propension à ne pas aller “voir ailleurs”. Les mathématiciens auraient pourtant beaucoup à gagner à s'ouvrir, que ce soit au sein de leur propre communauté (les interactions entre disciplines mathématiques sont trop rares) ou en direction d'autres grands champs scientifiques ;
- et plus généralement, sa fermeture au monde non scientifique. Les mathématiciens souffrent en effet d'une communication parfois défailante, que ce soit

Journée d'accueil des nouveaux MCF et CR

auprès du grand public comme des médias. C'est très dommage, car d'une part la "vulgarisation" peut avoir de grandes vertus pour ceux qui la font, d'autre part les mathématiques sont très prestigieuses. Tout le monde doit être capable de communiquer sur ce qu'il fait, mais il faut accepter de faire un réel effort pour être compréhensible auprès de non mathématiciens...

Compte-rendu de concours chercheurs CNRS de la section 01

par V. Bonnaillie-Noël

1 Postes

Voici les postes mis au concours pour la session 2009.

- 01/01 6 directeurs de recherche de 2e classe
- 01/02 1 directeur de recherche de 2e classe : interactions des mathématiques
- 01/03 1 chargé de recherche de 1e classe
- 01/04 8 chargés de recherche de 2e classe
- 01/05 1 chargé de recherche de 2e classe : mathématiques pour la physique théorique, affecté dans un laboratoire relevant de la section 02 "théories physiques : méthodes, modèles et applications"
- 01/06 1 chargé de recherche de 2e classe : mathématiques pour les sciences de l'information et la communication, affecté dans un laboratoire relevant de la section 07 "sciences et technologies de l'information (informatique, automatique, signal et communications)"
- 01/07 1 chargé de recherche de 2e classe : mathématiques pour la mécanique, affecté dans un laboratoire relevant de la section 10 "milieux fluides et réactifs : transports, transferts et procédés de transformations"

On remarque tout d'abord la baisse sensible du nombre de postes mis au concours et parmi ces postes, une augmentation des postes en interaction. Les données pour les années 2002-2004 proviennent du site "Opérations Postes".

	DR	CR	DR1	DR2	DR2 fléchés	CR1	CR2	CR2 fléchés
2002	6	15	0	6	0	0	12	3
2003	5	13	0	5	0	0	11	2
2004	5	11	0	4	0	0	11	0
2005	7	17	1	5	1	1	14	2
2006	7	14		6	1	2	11	1
2007	8	15	1	6	1	1	13	1
2008	8	14	1	6	1	1	12	1
2009	7	12		6	1	1	8	3

2 Résultats d’admissibilité

Les résultats officiels sont disponibles sur le site web du CNRS. Les listes suivantes sont des listes d’admissibilité et non d’admission. Les jurys d’admission auront lieu les 8 et 11 juin.

Concours 01/01 (DR2 - 6 postes) :

- 1 ex-aequo. Bonnafé Cédric, Coquel Frédéric, Saada Ellen, Welschinger Jean-Yves,
5. Laurecot Philippe, 6. Torossian Charles
7. Toen Bertrand

Concours 01/02 (DR2 - 1 poste “interaction des mathématiques”) :

1. Masbaum Gregor

Concours 01/03 (CR1 - 1 poste) :

1. Cluckers Raf
2. Oancea Alexandru, 3. Babadjian Jean-Francois

Concours 01/04 (CR2 - 8 postes) :

- 1 ex aequo. Bernicot Frédéric, Garban Christophe, Riche Simon, 4. Berger Pierre,
5. Nadin Grégoire, 6. Castillo Ismaël, 7. Privat Yannick, 8. Stroh Benoît
9. Bansaye Vincent, 10. Ervedoza Sylvain, 11. Diverio Simone, 12. Gaudillière Alexandre, 13. Mihalache Ciurdea Nicolae, 14. Eriksson Dennis, 15. Ivanovici Daniela Oana, 16. Massot Patrick, 17. Matheus Silva Santos Carlos, 18. Nguyen Van The Lionel, 19. Touze Antoine, 20. Libedinsky Nicolas

Concours 01/05 (CR2 - 1 poste affecté en section 02) :

1. Jollivet Alexandre
2. Claeys Tom, 3. Vignes-Tourneret Fabien, 4. Albenque Marie

Concours 01/06 (CR2 - 1 poste affecté en section 07) :

1. Feray Valentin
2. Weiss Pierre

Concours 01/07 (CR2 - 1 poste affecté en section 10) :

1. Deriaz Erwan
2. Gay-Balmaz Francois

3 Recommandations aux candidats

Le jury d’admissibilité apprécie que les candidats joignent leurs rapports de thèse dans leur dossier de candidature et proposent deux vœux d’affectation. Nous rappelons qu’aucun candidat à un poste de chargé de recherche en section 01 ne

Compte-rendu de concours chercheurs CNRS de la section 01

peut s’attendre à être affecté dans le laboratoire où il a effectué sa thèse. Le programme de recherche est un élément important lors de l’évaluation du dossier. Il permet de déterminer le recul du candidat par rapport à son thème de recherche mais aussi d’apprécier la vision globale du candidat. Pour les concours de chargé de recherche affecté dans des laboratoires ne relevant pas de la section 01, le programme de recherche permet en outre d’estimer la possibilité d’intégration dans le laboratoire proposé par le candidat.

Il n’y a pas d’audition pour les postes de directeur de recherche. Pour le concours chargé de recherche, les auditions ont duré 7 minutes pour chaque candidat : 2 minutes de présentation (sans support) et 5 minutes d’entretien avec le jury.

4 Parité

	01/01	01/02	01/03	01/04	01/05	01/06	01/07
Nombre de postes	6	1	1	8	1	1	1
Nbre de candidats classés	7	1	3	20	4	2	2
Hommes admis à concourir	62	32	25	152	39	46	9
Femmes admises à concourir	14	9	4	30	5	7	3
Proportion de femmes	18,4%	22%	13,8%	16,5%	11,3%	13,2%	25%
Hommes présents			16	118	35	43	7
Femmes présentes			4	28	4	7	3
Proportion de femmes			20%	19,2%	10,2%	14%	33,3%
Hommes classés	6	1	3	19	3	2	2
Femmes classées	1	0	0	1	1	0	0

Fin 2002, la proportion de femmes parmi les 3630 enseignants-chercheurs et chercheurs en mathématiques était de 19,9%¹.

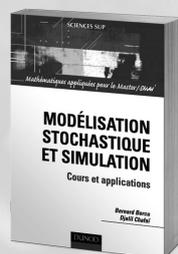
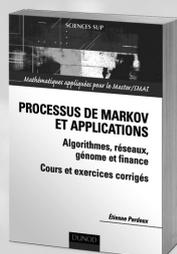
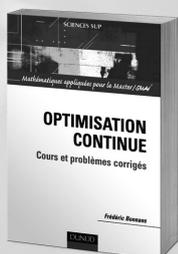
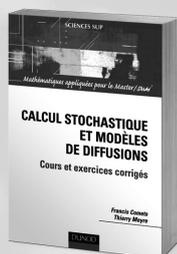
¹Ce chiffre provient du guide d’accueil des nouveaux maîtres de conférences en mathématiques édité par la SMAI.

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, Djilil Chafai



À paraître :

- **Analyse numérique matricielle**
Luca Amodei, Jean-Pierre Dedieu
- **Chaînes de Markov**
Carl Graham



.com

ÉDITEUR DE SAVOIRS

Oded Schramm (1961-2008)

par Wendelin WERNER^{1 2}

ODED SCHRAMM (1961-2008)

Oded Schramm, one of the greatest probabilists of our time, died last summer in a hiking/climbing accident in the mountains near Seattle. He radiated so much life and intelligence that it seems today impossible that we will no longer see his smile, read his emails or listen to his clear and calm mathematical explanations. It is unreal to write such a text on him and to thereby accept his passage from life to history.

The Bulletin of the EMS is probably not the appropriate place to express personal things. But before describing some of his mathematics, I want to say a few words on Oded’s personality. All those who met him know that he was a particularly nice person, very calm, with an ability to really listen to what others tried to express. Friends of Oded have created a memorial blog³, where it is possible to read texts and memories about Oded. He was truly an outstanding man.

Mathematicians have the privilege of being able to directly perceive his scientific legacy. Oded was particularly creative. He was able to construct harmonious and original approaches to the most difficult questions using only elementary building blocks. His track could at first appear surprising and difficult to the “specialist”, but it usually turned out to be the right and elegant one. In mathematics as in life, he was able to simply choose the good options, without being influenced by the enviroing fashion.

Oded Schramm received many prizes for his work : The Erdős Prize, the Salem Prize, the Henri Poincaré Prize, the Clay Research award, the Loève Prize, the Polyà Prize and the Ostrowski Prize. He gave a plenary lecture at the 2006 International Congress in Madrid (his talk is available on the ICM’s website). But Oded considered the mathematics to be much more important than the awards and honors. An appropriate way to pay tribute to him here therefore seems to be describe some of his results. This is very enjoyable, because even when the proofs are difficult, many of these statements are simple and do not require pages of background material. Let us now browse chronologically through some of them.

PhD and complex analysis

Oded Schramm obtained a master’s degree at the Hebrew University in Jerusalem, where he worked under the supervision of Gil Kalai ; this thesis already gave

¹Professor at Université Paris-Sud, Orsay (wendelin.werner@math.u-psud.fr)

²A french version of this text has appeared in “La Gazette des mathématiciens”, no. 119. Many thanks to Greg Lawler and Russ Lyons for their help in the preparation of this english version.

³The Oded Schramm memorial blog : <http://odedschramm.wordpress.com>

rise to two publications. He then went to Princeton to write his Phd under the supervision of William Thurston. He defended his thesis in 1990 with the title “Packing bodies with prescribed combinatorics and applications to the construction of conformal and quasiconformal mappings”. It deals with combinatorial and discrete approximations of complex analysis and contains no probability theory : he generalizes (via a different proof) Koebe-Andreev-Thurston’s Circle Packing Theorem to the situation where circles are replaced by other convex shapes. Let us just recall the (classical) Circle Packing Theorem states that it is possible to view any planar graph as a circle packing by choosing the centers of the circles to be the sites of the graph and calling two sites adjacent when the corresponding (well-chosen) circles are adjacent. He then uses this new result, together with the relation between circle packings and conformal maps initiated by Thurston and elaborated by Rodin and Sullivan, to establish the following generalization of Koebe’s Uniformization Theorem.

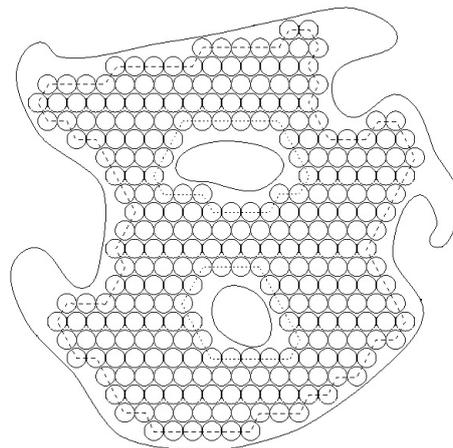


FIG. 1 – Image from Oded Schramm’s PhD

Théorème 1 (Phd thesis, [1]) *Let G denote a planar open set of the type $G = H \setminus \bigcup_{j=1}^n F_j$, where H is simply connected and F_1, \dots, F_n are n disjoint compact simply connected subsets of H that are not singletons. Then, for any simply connected domain H' and any compact convex sets P_1, \dots, P_n that are not singletons, it is possible to find disjoint sets P'_1, \dots, P'_n in H' that are respectively homothetic to P_1, \dots, P_n , such that there exists a conformal (i.e. angle-preserving) map from G onto $H' \setminus \bigcup_{j=1}^n P'_j$ that sends the boundaries of F_1, \dots, F_n respectively onto the boundaries of P'_1, \dots, P'_n .*

This thesis, like most of Oded’s papers, can be downloaded from the arXiv preprint server. It already possesses Oded’s characteristic style : clear, precise, not too lengthy, straight to the point. After his PhD, Oded Schramm went to San Diego for a post-doc where he continued to work on similar themes with Zheng-Xu He. They wrote together eight striking papers containing numerous results

that answer natural questions about the existence of certain conformal or quasi-conformal mappings, and about the properties and rates of convergence of their discrete approximations. One can, for instance, mention the following (almost general) solution to Koebe’s Kreisnormierungsproblem from 1908 :

Théorème 2 ([2]) *Any planar connected open set, whose boundary contains at most a countable number of connected components is conformally equivalent to a circular domain (i.e., the Riemann sphere minus disjoint disks).*

Later, Oded gave an elegant alternative proof of this result. Here is another result from that period that shows that he was also interested in higher dimensions :

Théorème 3 (How to cage an egg [3]) *Let P denote a convex polyhedron and K a strictly convex domain in Euclidean space. Then, there exists a polyhedron Q that is combinatorially equivalent to P such that all edges of Q are tangent to K . Furthermore, under certain additional conditions on ∂K , the space of such Q ’s is a 6-dimensional differentiable manifold.*

First probabilistic papers

In 1992, Oded Schramm moved back to Israel, where he worked at the Weizmann Institute of Science, not far from Tel Aviv. He still continued to work on questions from complex analysis, but he also started to think about probabilistic problems. This is where his collaboration with Itai Benjamini began ; together, they have written more than 20 papers during these last 15 years that explore (among other things) numerous relations between geometric properties of graphs and the behavior of probabilistic structures (random walks, percolation, uniform spanning trees/forests) defined on these graphs. On this theme, he also interacted a lot with Yuval Peres and Russ Lyons. Here are some statements to illustrate this large body of results :

Recall that the isoperimetric constant $h(G)$ of an infinite connected graph is the infimum over all finite subsets K of G , of the ratio between the number of points that are at distance exactly 1 from K and the number of points in K (in shorthand, $h(G) = \inf_K \#\partial K/\#K$). The following statement is not probabilistic, but its proof involves probability theory :

Théorème 4 ([4]) *If $h(G) > 0$, then one can find a tree T contained in G such that $h(T) > 0$.*

In a series of papers with Itai Benjamini, Russ Lyons, Yuval Peres and Harry Kesten, he explored many relations between “uniform” measures on spanning trees or forests in a graph. These measures can be defined as follows. Consider an increasing family of finite connected subgraphs G_n that converges to G (i.e., $\bigcup G_n = G$) and then look at the limit when $n \rightarrow \infty$ of the uniform distribution

on the set of subgraphs of G_n that contain only one connected component but no cycle (this is a uniformly chosen spanning tree in G_n). In the nineties, nice results on this combinatorially rich model (one can quote the names of Aldous, Pemantle, Wilson and Kenyon) have emerged. It turns out to be closely related to random walks and electric networks. Here is, for instance, a result contained in the important paper of Benjamini, Lyons, Peres and Schramm “Uniform Spanning Forests” :

Théorème 5 ([5]) *For every planar recurrent infinite graph with bounded codegree, one can define in an unambiguous way the “harmonic measure seen from infinity”.*

This paper, just like many other papers by Oded (such as his contribution to the last ICM’s proceedings [7], or the paper “Percolation beyond Z^d , many questions and a few answers” [6]), contains a section with numerous stimulating conjectures and open questions.

SLE processes

It is not surprising that Oded Schramm started to think about the (at the time conjectural) conformal invariance of lattice-based probabilistic models from statistical physics, such as percolation or the Ising model taken at their “critical” values. Indeed, this question seems to combine probability theory on graphs and the approximation of conformally invariant objects by discrete models. It is around 1998-1999, just before moving back to the US to work at Microsoft’s “Theory Group” near Seattle, that Oded Schramm discovered/invented the SLE processes (SLE stands for Stochastic Loewner Evolutions, or Schramm-Loewner Evolutions like we call it now) that turned out to be a revolution for the understanding of these phenomena both for mathematicians and physicists. The important basic idea, which appears in detail in his 2000 paper “Scaling limit of loop-erased random walks and uniform spanning trees”, is particularly simple and elegant. It ties probability theory with complex analysis at their respective roots, and defines a new natural one-dimensional class of stochastic processes via (infinitely divisible) iterations of independent random conformal maps.

Let us give a heuristic description of these processes. Let us first recall that Riemann’s mapping theorem allows us to distort (via a smooth bijection) any simply connected subset Ω of the unit disc onto the unit disc in an angle-preserving way. If $0 \in \Omega$, it is also possible to specify that 0 is mapped to itself and that the image of some given boundary point of Ω is 1 (the transformation is then unique).

Let us now use a “kitchen analogy”. One is preparing a pastry and buys a round-shaped one, i.e., the unit disc U . Then, one takes scissors, and cuts it open randomly a little bit starting from the boundary point $\gamma_1(0) = 1$. The new domain is now a “slit” disk : $\Omega_1 = U \setminus \gamma_1[0, t]$, where $\gamma_1[0, t]$ is the “trajectory” of the scissors. The point $\gamma_1(t)$ is a boundary point of this new domain.

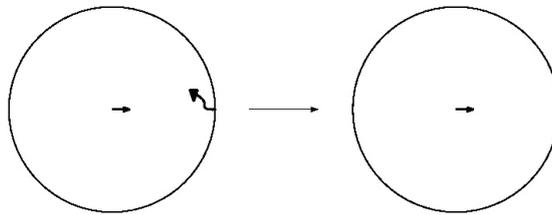


FIG. 2 – The map Φ_1

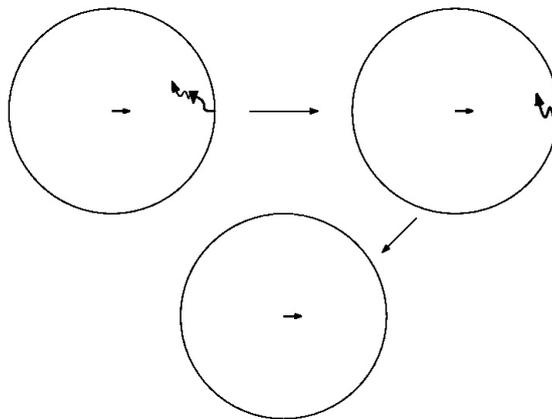


FIG. 3 – The map $\Phi_2 \circ \Phi_1$

Then, one distorts the pastry in a “conformal” way back into its initial round shape as described before (0 is mapped to itself, and the point $\gamma_1(t)$ is mapped to 1). This transformation (i.e., the conformal map Φ_1) is unique by Riemann’s mapping theorem.

Now, one starts again, using a second random slit $\gamma_2[0, t]$ that is independent of $\gamma_1[0, t]$ but chosen according to the same distribution. The new slit domain can be distorted back into the original disc via a conformal transformation Φ_2 . Hence, Φ_1 and Φ_2 are clearly independent identically distributed random conformal maps. Furthermore, it makes sense to consider the composition $\Phi_2 \circ \Phi_1$: It is the (normalized) conformal map from the slit disc $\Omega_1 \setminus \Phi_1^{-1}(\gamma_2[0, t])$ onto the unit disc. The slit is now “longer” than $\gamma_1[0, t]$ because one has also removed the preimage of $\gamma_2[0, t]$.

In this way, it is possible to define iteratively a sequence of independent identically distributed conformal maps, and to note that their composition $\Phi_n \circ \dots \circ \Phi_1$ in fact defines a random slit (just look at U minus the preimage of the unit disc under this transformation).

Let us now define a continuous version of this iterative procedure with the idea that one cuts progressively, in a random and continuous manner. This is encoded by a family $(\psi_t, t \geq 0)$ of conformal maps such that each ψ_t is the normalized

map from $U \setminus \gamma[0, t]$ onto U . For each n , the map ψ_t is obtained by iterating n independent copies of $\psi_{t/n}$.

Note that $a_t = |\psi'_t(0)|$ is an increasing function such that $a(t+s) = a(t)a(s)$ (when one composes conformal maps, the derivatives are multiplied). So (up to a linear time-change), we can take $a(t) = e^t$. If one now defines $(\theta_t, t \geq 0)$ in a continuous manner, in such a way that $\theta_0 = 0$ and

$$\psi'_t(0) = e^t \times \exp(i\theta_t),$$

then the process θ necessarily has stationary and independent increments. We also know that θ is continuous and we assume that it is symmetric in law. A classical fact from probability theory shows that the only possibility is that $\theta_t = \beta(\kappa t)$, where κ is a non-negative real, and β a standard one-dimensional brownian motion. This leads to the following conclusion :

Key observation. *Suppose that a continuous random curve without double points in the unit disc started from $\gamma_0 = 1$ satisfies the following properties :*

- *The curve γ is parametrized in such a way that for each t , the conformal map ψ_t from $U \setminus \gamma[0, t]$ onto U defined as before (i.e., such that $\psi_t(0) = 0$ and $\psi_t(\gamma_t) = 1$) satisfies $|\psi'_t(0)| = e^t$ (this condition just means that one has chosen a particular time-parametrization for γ).*
- *For all given $t \geq 0$, the conditional law of the process $(\psi_t(\gamma_{t+s}), s \geq 0)$ given $\gamma[0, t]$ is identical to that of the curve γ itself (this is the continuous version of the fact that one iterates identically distributed random cuts).*
- *The law of γ is symmetric with respect to the real axis.*

Then, the argument $(\theta_t, t \geq 0)$ of the process $\psi'_t(0)$ is a one-dimensional Brownian motion β running at constant non-negative speed κ .

What makes this observation so useful is that it is known since Charles Loewner in the early 20th century that the function $t \mapsto \theta_t$ fully characterizes the curve γ (this is the idea of Loewner’s equation, one of the classical tools in complex analysis, used, for instance, to study questions related to the Bieberbach conjecture – it is actually an instrumental tool in its proof by de Branges). Hence, one can go the other way round : First define θ to be a Brownian motion running at constant speed, and then let γ be the corresponding curve. This curve is random since the function θ is random.

Note that there is a subtle point : If the curve γ exists, there necessarily exists a corresponding function θ , and two different curves define different functions. However, it is not so clear that every continuous function θ corresponds to a curve γ . In fact, a function θ necessarily defines a so-called Loewner chain, i.e., a certain type of decreasing family of open sets (Ω_t) that does not always correspond to slit domains. Non-trivial arguments are needed to show that in the case where θ is a Brownian motion, it indeed corresponds to a random continuous curve (with probability one). More precisely, Steffen Rohde and Oded Schramm showed the following.



FIG. 4 – Picture of an SLE for $\kappa = 2$

Théorème 6 ([9]) *When $\kappa \leq 4$, this procedure indeed defines a continuous curve γ without double points such that $\Omega_t = U \setminus \gamma[0, t]$. When $\kappa > 4$, this procedure still defines a continuous curve γ , but this time, it has double points and one has to change the previous construction slightly : Ω_t is now the connected component that contains the origin of the set $U \setminus \gamma[0, t]$.*

Hence, this construction indeed defines a family (indexed by κ) of random continuous curves. These are the SLE paths.

In many lattice-based models from statistical physics, one can define natural random paths that can be interpreted as interfaces. This is, for instance, the case for the percolation model that we now briefly describe : Each cell of the honeycomb lattice is colored independently black or white by tossing a fair coin. Large clusters of white cells and large clusters of black cells appear, and the outer boundaries of the black clusters are inner boundaries of white clusters and vice-versa.

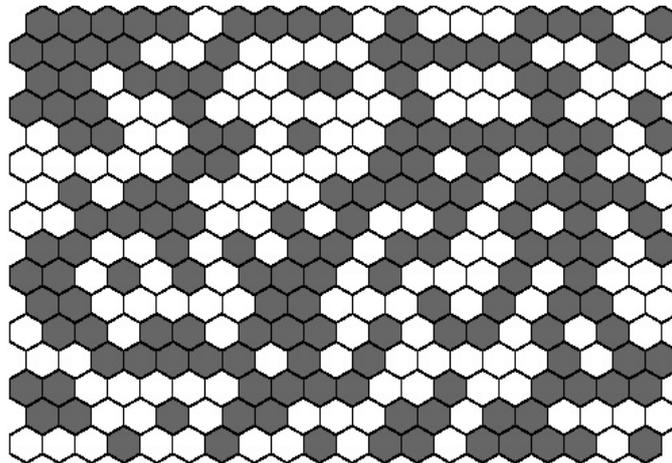


FIG. 5 – Percolation in a rectangle

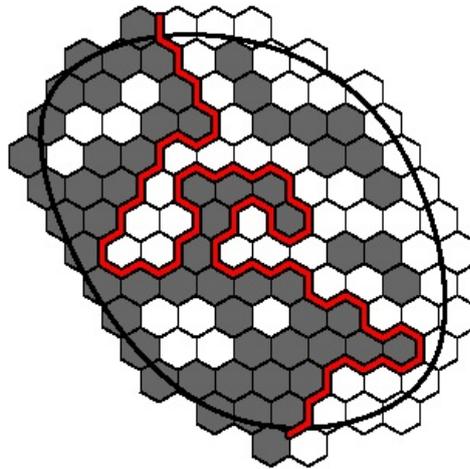


FIG. 6 – An interface in a small domain

It is conjectured (and it is now proved in several important cases) that such interfaces behave asymptotically in a conformally invariant way on large scale (we will not detail here what is meant by this). Combining this conjecture with the previous analysis, Oded Schramm concluded that :

Key conclusion. *For a large class of models from statistical physics, if they behave in a conformally invariant way in the scaling limit, then the laws of the interfaces converge (in the limit when the mesh of the lattice vanishes) to that of SLE curves. The value of κ depends on the studied model.*

Study of SLE processes and consequences.

The definition of SLE processes makes it possible to compute explicitly the probability of certain events. For example (see Oded’s paper “A percolation formula” [10]), the probability that an SLE process in a simply domain D from $A \in \partial D$ to $B \in \partial D$ passes to the right of a given point $Z \in D$ can be expressed easily via a differential equation. More precisely, one first maps the domain D conformally onto the upper half-plane in such a way that A and B are respectively mapped onto 0 and ∞ , and the image of Z has height 1 . The probability in question therefore just depends on the real value x of the image of Z . One can then study how this probability $h(x)$ evolves as the SLE starts to grow, and one is led to the differential equation $\kappa h''(x) + 8x/(1+x^2)h'(x) = 0$ that enables one to deduce that h is a hypergeometric function of the type that had appeared in the Conformal Field Theory literature.

More generally, and sometimes with some technical difficulties, it is possible to compute the asymptotic behavior of certain exceptional events. Rohde and Schramm [9] have for instance shown that when $\kappa \leq 8$, the asymptotic probability that an SLE of parameter κ passes through the ϵ -neighborhood of a given point $z \in D$ decays like $\epsilon^{1-\kappa/8}$ when $\epsilon \rightarrow 0$. This implies that the Hausdorff dimension $d(\kappa)$ of the curve is not larger than $1 + \kappa/8$ (in fact, $d(\kappa)$ is equal to this value, as later proved by Vincent Beffara). Such fractal dimensions are closely related to the critical exponents studied by our friends in the physics community, via various techniques including the above-mentioned Conformal Field Theory. The study of SLE processes has enabled mathematicians to prove results for all the models for which asymptotical conformal invariance is established. This includes simple random walks, loop-erased random walks and uniform spanning trees, the critical percolation model that we have briefly described and the Ising model on the square grid (the conformal invariance of these last two models has been proved recently by Stas Smirnov). Here are two examples extracted from joint papers of Oded with Greg Lawler and myself :

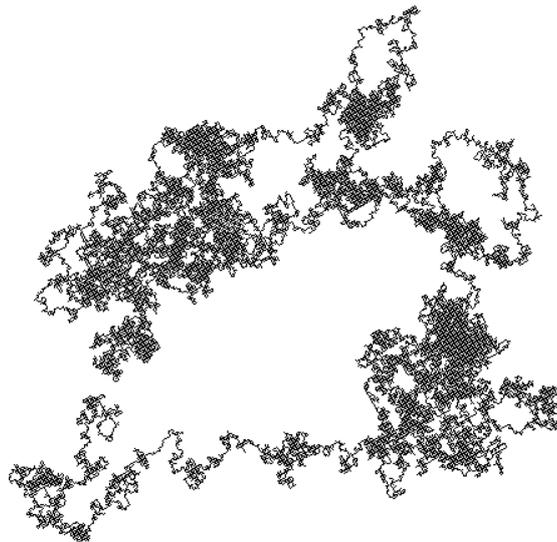


FIG. 7 – A planar Brownian motion

Théorème 7 ([11]) Consider a planar Brownian motion $(B_t, t \in [0, 1])$ and define its outer boundary F as the boundary of the unbounded connected component of the complement of $B[0, 1]$. Then the Hausdorff dimension of F is almost surely equal to $4/3$.

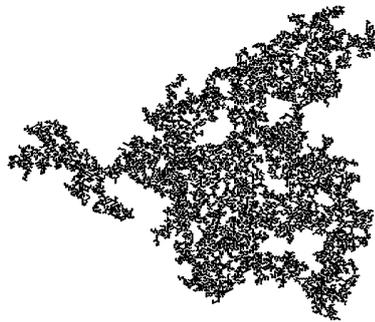


FIG. 8 – A percolation cluster

Théorème 8 ([12]) *Consider the percolation model when one colors each cell of the honeycomb lattice independently black or white with probability $1/2$. The probability that there exists a white path originating at the origin that reaches distance R from the origin decays asymptotically like $R^{-5/48+o(1)}$ as $R \rightarrow \infty$.*

SLE has now become a research area of its own. The following recent (some are still being written up) important results by Oded on the subject are not so easy to state without a long introduction, so that we only describe them heuristically.

- In the spirit of his earlier papers on the subject with Itai Benjamini and Gil Kalai [15], and with Jeff Steif [16], Oded, together with Christophe Garban and Gábor Pete, gives in [17] precise and complete answers to the question of “sensitivity to small perturbations” of critical percolation on a large scale. In another paper, they provide in [18] a detailed description of percolation near its critical point.
- In joint work with Scott Sheffield [13, 14], Oded Schramm establishes a direct link between SLE curves and the Gaussian Free Field. Loosely speaking, the SLE curves appear as “level lines” of a (generalized) random surface (see Figure 9).

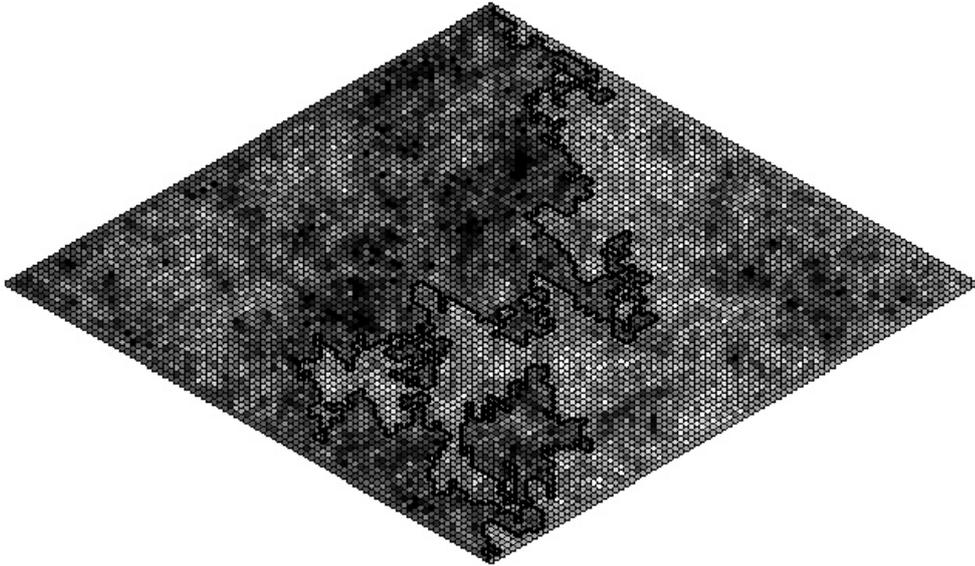


FIG. 9 – Picture from a paper of Scott Sheffield and Oded Schramm

As we can see, Oded Schramm is a mathematician who has worked a lot in collaboration with others. All his coauthors have experienced his generosity, his inventiveness, and his ability to tackle technical challenges. Those of us who have had the privilege to work and interact with him have had our mathematical lives changed enormously.

Oded had many on-going projects, so that we will have the pleasure to see several new papers co-authored by him in the coming months. More generally, his beautiful mathematical ideas will feed the thoughts of numerous probabilists and continue to live through them.

The references below are those papers by Oded that are directly quoted in this text. A complete biography of his ca. 80 papers can easily be found on the web, for instance, via his former webpage.

Références

- [1] Oded Schramm, Packing two dimensional bodies with prescribed combinatorics and applications to the construction of conformal and quasiconformal mappings, Ph. D. thesis, Princeton University (1990).
- [2] Zheng-Xu He and Oded Schramm, Fixed points, Koebe uniformization and circle packings, *Ann. of Math. (2)* Vol. 137 No. 2, 369–406 (1993).

- [3] Oded Schramm, How to cage an egg, *Invent. Math.* Vol. 107 No. 3, 543–560 (1992).
- [4] Itai Benjamini and Oded Schramm, Every graph with a positive Cheeger constant contains a tree with a positive Cheeger constant, *Geom. Funct. Anal.* Vol. 7 No. 3, 403–419 (1997).
- [5] Itai Benjamini, Russell Lyons, Yuval Peres and Oded Schramm, Uniform spanning forests, *Ann. Probab.* Vol. 29 No. 1, 1–65 (2001).
- [6] Itai Benjamini and Oded Schramm, Percolation beyond Z^d , many questions and a few answers, *Electron. Comm. Probab.* Vol. 1, no. 8, 71–82 (1996).
- [7] Oded Schramm, Conformally invariant scaling limits : an overview and a collection of problems, In *International Congress of Mathematicians. Vol. I*, 513–543, Eur. Math. Soc. (2007).
- [8] Oded Schramm, Scaling limits of loop-erased random walks and uniform spanning trees, *Israel J. Math.* Vol. 118, 221–288 (2000).
- [9] Steffen Rohde and Oded Schramm, Basic properties of SLE, *Ann. of Math. (2)* Vol. 161 No. 2, 883–924 (2005).
- [10] Oded Schramm, A percolation formula, *Electron. Comm. Probab.* Vol. 6, 115–120 (electronic) (2001).
- [11] Greg Lawler, Oded Schramm and Wendelin Werner, Values of Brownian intersection exponents II : Plane exponents, *Acta Math.* Vol. 187 No. 2, 275–308 (2001). 8, 221–288 (2000).
- [12] Greg Lawler, Oded Schramm and Wendelin Werner, One-arm exponent for critical 2D percolation *Electron. J. Probab.* Vol. 7, no. 2, 13 (2002).
- [13] Oded Schramm and Scott Sheffield, Contour lines of the two-dimensional discrete Gaussian free field, Preprint (2006).
- [14] Oded Schramm and Scott Sheffield, in preparation.
- [15] Itai Benjamini, Gil Kalai and Oded Schramm, Noise sensitivity of boolean functions and applications to percolation, *Inst. Hautes Etudes Sci. Publ. Math.* No. 90, 5–43 (1999).
- [16] Oded Schramm and Jeffrey E. Steif, Quantitative noise sensitivity and exceptional times for percolation, *Ann. of Math.*, to appear.
- [17] Christophe Garban, Gábor Pete and Oded Schramm, The Fourier Spectrum of Critical Percolation, Preprint (2008).
- [18] Christophe Garban, Gábor Pete and Oded Schramm, in preparation.

CIMPA, appel à projets et écoles de recherche

Présentation du CIMPA

Fondé en 1978, le Centre international de mathématiques pures et appliquées (CIMPA) a pour objectif de promouvoir la coopération internationale au profit des pays en développement dans le domaine de l'enseignement supérieur et de la recherche en mathématiques et leurs interactions, ainsi que dans les disciplines connexes. Pour remplir cette mission le CIMPA organise des écoles, des séminaires et anime des réseaux de chercheurs.

Notre action se concentre aux endroits où il y a une réelle volonté de faire émerger et de développer des mathématiques, et où un projet de recherche est envisageable.

Le CIMPA est une association Loi 1901 qui est un centre de l'UNESCO, basé à Nice, financé par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, par l'Université de Nice Sophia Antipolis et par l'UNESCO. Plusieurs universités françaises avaient souhaité accueillir un tel centre : Bordeaux, Marseille, Nice et Strasbourg.

Chaque année un appel à projets est réalisé afin d'organiser des écoles de recherche d'environ deux semaines dans les pays en voie de développement. Leur but est de contribuer à la formation par la recherche de la nouvelle génération de mathématiciennes et de mathématiciens. Le CIMPA a acquis une forte reconnaissance au niveau national et international et les évaluations régulières de l'activité du CIMPA font état de son bon fonctionnement.

Depuis 2007, le Conseil d'Administration du CIMPA a exprimé la volonté de faire évoluer le CIMPA en un centre européen afin que d'autres pays puissent apporter leur soutien financier et participer à ses activités scientifiques. Une telle évolution donnerait au CIMPA plus de moyens pour remplir sa mission : le CIMPA pourrait ainsi répondre aux nombreuses demandes des pays en développement que ses moyens actuels ne permettent pas de satisfaire.

L'équipe de direction du CIMPA est constituée par les RSR (responsables scientifiques régionaux) et par la responsable de la communication. Les activités du CIMPA sont soumises au contrôle d'un Conseil Scientifique indépendant, il est le garant de la qualité des diverses activités du CIMPA.

Aujourd'hui le CIMPA reçoit des subventions du Ministère de l'Éducation Nationale (DGRI et DREIC) et une contribution de l'UNESCO. Des personnels universitaires (un professeur d'université et un PRAG) sont mis à disposition du CIMPA par l'université de Nice Sophia Antipolis. L'Espagne, par l'intermédiaire du Ministerio de Ciencia y de Innovacion (MICINN) prévoit d'apporter une subvention au CIMPA en 2010, puis d'intégrer le CIMPA au même titre que la France une fois que les statuts aient affirmé le caractère européen de l'association.

L'appel à projets d'écoles de recherche pour 2011 a commencé le 1er Mars 2009. La date limite pour déposer un pré-projet est le 15 Juin 2009. Le projet complet devra être déposé avant le 1er Octobre 2009. Le formulaire se trouve sur le site du CIMPA, www.cimpa-icpam.org vous pouvez aussi écrire à cima@unice.fr. Le Conseil scientifique se prononcera en fin d'année et le Conseil d'administration prendra les décisions en début d'année prochaine.

Ecoles de recherche

La réflexion au CIMPA est permanente au sujet des écoles de recherche, nous sommes spécialement attentifs aux points suivants :

- assurer la formation par la recherche,
- aider les jeunes à acquérir une maturité mathématique,
- contribuer à l'organisation des mathématiques à l'endroit où se tient l'école (formation et recherche),
- relier les écoles de recherche à une contribution globale au développement mathématique.

Une " feuille de route " disponible sur le site du CIMPA trace les grandes lignes : une école de recherche dure deux semaines ou 10 jours, elle comporte entre 50h et 60h d'exposés. Environ les 2/3 du temps (et au moins la moitié) est destiné à des cours pour les jeunes mathématiciens, des exposés de niveau plus élevé pouvant avoir lieu. Les cours sont assurés par des mathématiciens confirmés, les conférenciers préparent un résumé du cours et proposent des références, ils prévoient une rédaction de leur cours après l'école de recherche, sous leur responsabilité. Une section est prévue sur HAL (CEL) pour le CIMPA, où seront déposés ces documents.

Des forums concernant chaque école de recherche sont ouverts sur le site du CIMPA, nous espérons recueillir les impressions et les avis des participants.

Nos contraintes sont sévères car le budget du CIMPA est limité. Selon les cas le CIMPA propose une contribution comprise entre 5k et 10k par école de recherche, destinée aux 2/3 aux jeunes participants des pays de la région.

Un autre objectif est d'aider à la structuration sur place des mathématiques avec l'aide du CIMPA. Chercher et obtenir des financements est une étape aujourd'hui partout nécessaire et qui va dans ce sens. Cette démarche est aussi utile pour que les collègues s'affirment face à leurs institutions, tant au niveau formation que recherche. Une école CIMPA est l'occasion d'utiliser des outils de financement sur place, et de donner une impulsion (avec l'aide du CIMPA) à la construction d'une politique durable des mathématiques à l'endroit où se tient l'école.

Le CIMPA doit être actif, susciter et appuyer. Il doit éviter de se substituer : nous ne voulons pas tout faire ou tout financer, ce qui aurait un effet contraire à nos objectifs. D'ailleurs le voudrions-nous, nous ne le pourrions pas !

Le CIMPA préfère ne pas organiser des écoles dans des endroits déjà développés. D'une part ces lieux n'ont pas (ou plus) besoin d'aide pour structurer le travail mathématique, d'autre part ces écoles coûtent souvent cher. Notre objectif est

plutôt de signer des conventions sur le modèle de celles que nous impulsions avec l’Argentine et l’Inde : la moitié au moins des ressortissants de ces pays se rendant à une école proche, et sélectionnés par le CIMPA, seraient financés par ces pays. Pour chaque école de recherche, le CIMPA participe à l’organisation tant administrative, scientifique que financière. Un collègue du CIMPA (le Directeur, le RSR, ou quelqu’un le représentant) assiste à l’école de recherche. Il présente le CIMPA et s’assure que l’école se déroule en accord avec la mission du CIMPA, en particulier vers les jeunes. Il intervient si nécessaire, par exemple pour que les cours soient d’un niveau accessible, ou pour assurer une communication entre les participants. Il établit les contacts avec les autorités locales, contribue à la réflexion sur l’évolution future des mathématiques, en formation et en recherche. Il s’assure que le budget complet est en accord avec les prévisions. Il a la responsabilité de rembourser les participants selon les prévisions, d’obtenir une copie de leur passeport, de faire signer les reçus fournis par l’administration du CIMPA et de conserver toute pièce originale (factures, cartes d’embarquement) justifiant le remboursement. Toutes ces procédures sont nécessaires, elles sont aussi à la source de la confiance que nous font nos tutelles, cela est souligné dans nos rapports d’évaluation.

L’apport financier du CIMPA peut être modifié selon les circonstances, en diminution de façon à pouvoir financer d’autres écoles de recherche, par exemple lorsqu’un financement est accordé en dernière minute suite aux démarches jointes des organisateurs et du CIMPA ou en augmentation au vu de circonstances exceptionnelles. Cette souplesse constitue une sorte d’assurance limitée, due au fait que nous tentons d’être bien plus qu’une simple source de financement.

Le CIMPA ne doit pas se désengager de l’organisation locale, mais l’accompagner, la susciter, l’impulser, et parfois l’anticiper. A chaque fois un puzzle se construit, chemin faisant. Nous tentons de le rendre le plus professionnel possible, en insistant pour réaliser des demandes bien construites, cohérentes et qui aboutissent. Cela rend service à l’image des mathématiques, au delà du financement concret à obtenir. Les organisateurs et le CIMPA sollicitent aussi les Ambassades, l’IMU ou l’ICTP.

Une alternative serait d’organiser deux fois moins d’écoles, qui seraient alors financées le double par le CIMPA. Moins d’efforts seraient alors requis de la part de tous. Quel serait alors le problème ? D’une part cela conduirait à refuser de très bons projets. D’autre part nous ne rendrions pas vraiment service à l’essor des mathématiques, un apport financier presque complet n’incite pas à prendre des responsabilités ou à s’approprier l’école de recherche. Un événement majeur clés en main n’est d’ailleurs pas toujours bien perçu sur place et il n’a que peu d’effets une fois les feux éteints. Aujourd’hui le CIMPA préfère ne pas emprunter cette voie.

Le CIMPA et les mathématiques globalement

L’action du CIMPA est à double sens, elle n’est pas seulement bénéfique pour les pays en développement. Elle sert aussi la recherche en mathématiques globale-

ment, de même que les institutions confirmées, nous sommes aussi attentifs à cet aspect.

Plusieurs jeunes mathématiciens de pays développés assistent aux écoles de recherche CIMPA (mais ils ne sont pas financés par le CIMPA). Ils sont attirés par la qualité des cours et par l’ambiance de travail prévisible. Les effets bénéfiques sont donc aussi pour eux. De plus ils tissent des liens, apprennent à connaître les possibilités et les difficultés et acquièrent une maturité intéressante.

Les mathématiciens confirmés tirent bien entendu profit de la préparation d’un cours souvent accéléré et adapté, qui implique une réorganisation de leur travail avec pour but de l’exposer. Ils rencontrent des jeunes souvent très motivés, avec des formations diverses, demandeurs et dynamiques. Ils échangent avec eux, cela constitue parfois le germe de collaborations, de pré-docs, de post-docs, ou de visites. Parfois ils demandent à ces jeunes de rédiger en collaboration avec eux les notes du cours.

Ils se retrouvent aussi dans une ambiance favorable aux discussions et à la recherche. Une école de recherche CIMPA n’est certainement pas un colloque ou une conférence, pour autant des échanges et des travaux sont souvent initiés à cette occasion par le hasard des rencontres qui n’auraient peut être pas eu lieu autrement, ou par le fait d’une disponibilité inhérente à l’école de recherche.

Lorsque l’une des écoles de recherche CIMPA contribue fortement à la naissance d’une recherche solide à terme sur place, le CIMPA considère qu’il a réussi. Des exemples très marquants existent, parmi eux celui du Centre de mathématiques et de modélisation (CMM) de Santiago du Chili (Unité mixte internationale du CNRS), dont l’origine, du moins partielle, est une école de recherche CIMPA.

Le CNRS est membre du CA du CIMPA depuis peu, l’INRIA l’est depuis plus de dix ans. En France le CIMPA est l’un des quatre outils des mathématiques avec l’IHES, l’IHP et le CIRM. L’INRIA finance complètement tout participant de l’INRIA (conférencier ou participant sélectionné par le CIMPA) se rendant à une école de recherche CIMPA. Il est aussi naturel que les UMR ou les ANR soient sollicitées pour financer les conférenciers ou les participants retenus par le CIMPA. Souvent cela ne cause pas de difficultés car les responsables sont conscients de l’importance globale du CIMPA pour les mathématiques.

L’équipe de direction du CIMPA

Claude Cibils - Montpellier 2 et Nice - Directeur et RSR Amérique Latine et Caraïbes

Ahmad El Soufi - Tours - RSR Pourtour Méditerranéen

Michel Jambu - Nice - RSR Asie du Sud-Est

Marie-Françoise Roy - Rennes 1 - RSR Afrique Subsaharienne

Rosane Ushirobira - Dijon - Responsable de la communication

Michel Waldschmidt - Paris 6 - RSR Inde et Asie Centrale et de l’Ouest.

Comptes Rendus de Manifestations

COMPTE-RENDU DES JOURNÉES MAS 2008

Après l'édition de l'année 2000, les Journées MAS ont fait leur retour à Rennes. Elles se sont déroulées du 27 au 29 août 2008 sur le campus de Beaulieu dans les locaux de l'Université de Rennes 1. L'infrastructure du campus a permis de concilier le déroulement de plusieurs sessions parallèles, de permettre des rencontres informelles, de faciliter le déroulement des journées en organisant la restauration sur le même site, et d'octroyer à chacun des facilités de connexion internet.

Nous avons pu accueillir 180 participants (dont 46 doctorants) venant de toute la France. Une part non négligeable des conférenciers est constituée de doctorants qui présentent leur recherche, offrant ainsi un panorama de la recherche la plus actuelle dans les domaines des probabilités et des statistiques appliquées. Il y a eu 120 conférences, réparties à chaque fois sur 5 sessions parallèles.

Les informations détaillées de ces journées sont maintenant disponibles sur le site internet du Groupe Mas : <http://mas2008.univ-rennes1.fr>, onglet Journées MAS.

Pendant ces journées, six chercheurs de renom, français ou étranger, universitaire ou industriel, ont donné une conférence plénière sur le thème directeur « Modélisation et Statistiques des Réseaux », thème retenu pour ces journées en raison de son actualité : les exposés abordaient aussi bien la théorie du trafic (de paquets internet...), les algorithmes d'auto-organisation du trafic, la performance d'architecture de réseaux, que l'étude de réseaux biologiques décrivant l'organisation du vivant au niveau moléculaire. Il s'agit de François Baccelli (ENS Paris), Michael Stumpf (Imperial College), Søren Asmussen (Aarhus University), Philippe Robert (INRIA), James Roberts (France Télécom R&D) et Jean-Philippe Vert (Mines de Paris).

Jean Bertoin a dirigé les travaux du Comité Scientifique de ces journées, composé en outre d'Élisabeth Gassiat, Sylvie Méléard, Pierre Del Moral, Marc Hoffman, Eric Moulines et de Fabrice Gamboa. En particulier, le Comité Scientifique a sélectionné les conférenciers pléniers ainsi que l'ensemble des sessions parallèles en collaboration avec le Bureau du Groupe MAS de la SMAI et le Comité Local.

Le Comité Local est formé des rennais Bernard Delyon, Philippe Briand Gerardo Rubino, Jian-Feng Yao et du secrétariat de l'IRMAR (CNRS UMR 6625) assuré par Chantal Halet et Hélène Rousseaux. Un grand merci à Chantal et Hélène pour de

COMPTES RENDUS DE MANIFESTATIONS

nombreuses heures qu’elles ont consacrées, à la préparation et au déroulement de ces journées MAS.

Une mention spéciale à tous les argentiers de ces journées sans lesquels les croisants des pauses auraient certainement eu une saveur moindre : nos tutelles le CNRS et le Ministère, les EPST rennais comme l’Université de Rennes 1, l’ENSAI, l’ENS Cachan Antenne de Bretagne, INRIA Rennes-Bretagne Atlantique, et enfin la Région Bretagne, le Conseil Général de l’Ille et Vilaine ainsi que Rennes-Métropole.

Rendez-vous aux prochaines Journées MAS qui auront lieu à Bordeaux à la rentrée 2010 !

COMPTE-RENDU DE LA PREMIÈRE JOURNÉE SMAI-IMdR

<http://www.math.u-bordeaux1.fr/JMASF09/>

La **première Journée “Mathématiques appliquées et sûreté de fonctionnement”** s’est déroulée le vendredi 6 février 2009 à l’Université de Pau et des Pays de l’Adour. Cette rencontre a été organisée par le GT-MAS de la SMAI en partenariat avec l’**Institut pour la Maîtrise des Risques (IMdR)**. L’objectif était de réunir des chercheurs et des industriels travaillant sur la modélisation mathématique dans le domaine de la sûreté de fonctionnement. Quarante-huit personnes s’étaient inscrites : 14 industriels et 34 universitaires (dont 14 doctorants ou ATER).

La journée a commencé par une présentation de la SMAI et du GT-MAS par Jean-François Delmas (en tant que responsable du GT-MAS) puis par une présentation de l’IMdR par Christiane Coccozza (en tant que vice-présidente au développement et aux partenariats). Enfin, cinq exposés ont été donnés par un(e) industriel(le) ou par un(e) universitaire.

Catherine Duveau (SNECMA/SAFRAN) a donné le premier exposé sur des **analyses statistiques dans l’aide à la décision pour assurer la sécurité des moteurs**. Sur la base de contraintes réglementaires permettant d’assurer la navigabilité des avions, elle a présenté les types de retour d’expérience disponible ainsi que des exemples d’analyses statistiques mises en œuvre et les limites des méthodes.

Le deuxième exposé a été donné par **Olivier Gaudoin (INPG, LJK)** sur la **modélisation simultanée du vieillissement et de l’efficacité de la maintenance des systèmes réparables**. Tout au long de leur vie opérationnelle, les systèmes industriels sont soumis à des actions de maintenance préventive et corrective, dont un des objectifs est de ralentir leur vieillissement. Une maintenance efficace permet la prolongation de la durée d’exploitation des matériels, ce qui constitue un enjeu industriel capital. Souvent on suppose soit que les maintenances remettent les matériels à neuf, soit qu’elles ne font que les remettre en fonctionnement dans le

COMPTES RENDUS DE MANIFESTATIONS

même état qu’auparavant. La réalité se trouvant entre ces deux extrêmes, on parle alors de maintenance imparfaite. Des modèles prenant en compte conjointement le vieillissement et l’efficacité des maintenances imparfaites ont été présentés, ainsi que les méthodes statistiques d’estimation de ces effets. L’ensemble de la démarche sera appliquée à des données réelles de maintenance à l’aide du logiciel MARS développé en collaboration avec EDF R&D.

L’exposé suivant a été donné par **Antoine Grall (UTT)** sur la **maintenance conditionnelle et détection en ligne** pour des systèmes se dégradant de manière continue et surveillés par le biais d’inspections. On s’intéresse en particulier à des systèmes dont le niveau de dégradation est représenté par à un indicateur dont l’évolution peut être modélisée par un processus stochastique. Après avoir présenté un exemple de modélisation de dégradation par processus gamma, il a présenté une évaluation quantitative de politiques de maintenance conditionnelles pour des systèmes surveillés par inspections. Ces modèles associent à un processus gamma une règle de décision d’inspection/remplacement de type limite de contrôle et un coût moyen de maintenance sur un horizon infini. Puis, des systèmes pour lesquels le régime moyen de dégradation par unité de temps peut changer brutalement au cours d’un cycle de vie en passant d’une valeur nominale à une valeur accélérée ont été étudiés. Une politique de maintenance adaptative est alors envisagée, associant un algorithme de détection de changement brusque et une possibilité d’évolution en ligne des paramètres de la règle de décision de maintenance.

Le quatrième exposé a été donné par **Jaromir Antoch (Université Charles, Prague)** sur **l’évaluation de la probabilité d’occurrence d’agregats d’accidents au moyen des statistiques de balayage**, travail en collaboration **Julie Berthon (Thalès Avionics)**¹. Nombreux sont ceux qui ont en mémoire les cinq crashes aériens qui se sont succédés sur une période de 22 jours durant l’été 2005. Le nombre moyen de crashes aériens par période de 22 jours étant d’environ 0,88, il peut donc sembler surprenant qu’une telle série noire se réalise sur une année. Deux approches permettant d’évaluer la probabilité d’observer un tel cluster d’évènements ont été étudiées : la première est basée sur une simulation de Monte Carlo (soit directe, soit à l’aide d’un réseau de Petri), la seconde sur les chaînes de Markov.

Jean-Pierre Signoret (TOTAL) a conclu cette journée en présentant les **méthodes et outils de la SdF : adéquation, limites, challenges**. Depuis ses origines, la fiabilité s’est dotée de méthodes et outils propres à satisfaire des besoins de plus en plus divers. Ceux-ci deviennent de plus en plus vastes au fur et à mesure que les systèmes analysés et les paramètres à évaluer deviennent plus complexes. Il en résulte un challenge permanent pour perfectionner les méthodes et outils. Dans son exposé, Jean-Pierre Signoret a inventorié les principaux besoins actuels. Les méthodes et outils disponibles peuvent être classés selon divers critères comme

¹La présentation aura dû être faite par Julie Berthon qui n’a pas pu venir étant malade ce jour-là. Merci à Jaromir Antoch de l’avoir remplacé au dernier moment

COMPTES RENDUS DE MANIFESTATIONS

le type de modèle mis en œuvre (booléen, markovien, automate à états finis) ou la méthode de calcul utilisée (analytique et simulation de Monte Carlo). Cet exposé s’est attaché à montrer les capacités de modélisation, les limites actuelles et les difficultés théoriques des principales méthodes disponibles, leur complémentarité et leur adéquation à répondre aux besoins en fonction des paramètres requis, du type de système étudié et des interdépendances plus ou moins importantes entre ses constituants.

La vidéo de la rencontre est disponible sur le site web de l’Université de Pau et des Pays de l’Adour, accessible directement par un lien depuis la page web de la journée. Une seconde édition devrait être organisée, en 2010 ou 2011, probablement par les collègues grenoblois.

LE CONGRÈS DE L’ESPACE MATHÉMATIQUE FRANCOPHONE À DAKAR

par Alain Kuzniak Président du Comité Scientifique

Du 6 au 10 avril 2009, le congrès de l’Espace Mathématique Francophone a accueilli à Dakar plus de trois cents participants venant de la plus large communauté possible d’enseignants et de chercheurs concernés par l’enseignement et l’apprentissage des mathématiques. Seul congrès international dans le domaine dont la langue officielle est le français, EMF ne souhaite pas s’affirmer comme un dernier bastion de résistance crispé sur ses particularismes. Bien au contraire, EMF se veut un lieu privilégié d’échanges entre les diverses communautés francophones de façon à favoriser une dynamique de pensée et de développement en prise avec des problèmes rencontrés dans des lieux très différents. La richesse de ces rencontres se nourrit de la diversité culturelle, économique et historique de pays qui trouvent à travers un usage commun et familier du français un vecteur pour favoriser les échanges entre eux.

Créé en 2000, à l’occasion de l’année mondiale des mathématiques, le congrès de l’Espace Mathématique Francophone s’affirme de plus en plus dans le champ des colloques sur l’enseignement comme en a témoigné la présence du chef de l’état sénégalais, Abdoulaye Wade. En inaugurant notre colloque, M. Wade a ainsi souligné l’importance accordée aux mathématiques et à leur enseignement dans son pays où trop d’étudiants s’engagent dans des études sans débouchés alors que les études scientifiques sont souvent laissées de côté.

Après Grenoble en 2000, Tozeur en 2003, Sherbrooke en 2006, le choix de Dakar et du Sénégal en 2009 manifeste la volonté des organisateurs d’explorer et d’approfondir la diversité de la question de l’enseignement et de l’apprentissage des mathématiques en s’approchant au plus près des diverses réalités.

Cette année, le comité scientifique avait souhaité placer au centre du colloque la réflexion sur les enjeux de société et de formation qui se posent à l’enseigne-

COMPTES RENDUS DE MANIFESTATIONS

ment des mathématiques en relation avec la question du développement. Une table ronde et plusieurs conférences ont permis de développer des points de vue différents sur le thème central du colloque en privilégiant la vision africaine sur ces questions. C’est ainsi que Daouda Sangaré a mis l’accent sur les sujets de recherche développés actuellement en Afrique tout en insistant sur le contexte historique particulièrement lourd dont hérite l’Afrique d’aujourd’hui trop longtemps soumise au joug infâme de l’esclavagisme et aux nombreux méfaits de la colonisation. Mamadou Sangaré a précisé la situation de l’enseignement des mathématiques au Sénégal, marqué par un cloisonnement fort entre les chercheurs, les enseignants, les décideurs. Enfin, la conférence de Paulus Gerdes a été un grand moment d’émotion intellectuelle et sensible partagée par toute l’assistance. Le professeur Gerdes a brillamment montré comment il articulait la riche tradition culturelle africaine avec l’enseignement des mathématiques et les recherches d’aujourd’hui,

S’il est banal de dire et d’entendre que les mathématiques sont essentielles au développement d’une société et de ses citoyens, il n’en demeure pas moins que les débats sur son enseignement et son utilité sont vifs et récurrents. Les grandes évaluations internationales (PISA, TIMSS) questionnent très largement à la fois les effets et les contenus de l’enseignement des mathématiques et cette interrogation a fait l’objet du travail d’un groupe de réflexion sur l’évaluation animé par Michèle Artigue, Hikma Smida, Charles Nassouri et Carl Winslow. Dans le même temps, la réduction drastique dans de nombreux pays du nombre d’étudiants s’engageant dans des filières mathématiques conduit à s’interroger sur ce que certains considèrent comme une désaffection pour les mathématiques. Désaffection paradoxale au moment où la demande de mathématiques maîtrisées dans le monde n’a jamais été aussi forte. Là encore, un groupe de réflexion, animé par Sophie René de Cotret, Yves Matheron et Joseph Sarr, a envisagé cette question de la désaffection en tentant d’en comprendre les raisons et il a proposé certaines voies possibles pour la surmonter. Une de ces voies passe nécessairement par l’engagement des jeunes générations de professeurs dans le travail de promotion active et dynamique des mathématiques enseignées. Initiées dès 2000, notamment par Bernard Hodgson et Frédéric Gourdeau, et renforcées en 2006 par Jean-Luc Dorier et Nadine Bednarz, les rencontres entre jeunes professeurs restent une des priorités de l’Espace Mathématique Francophone et cette année ces rencontres ont permis, dès le 3 avril et grâce au travail intense de Moustapha Sokhna, la rencontre de jeunes professeurs venant du Burkina Faso, de France, du Québec, de Suisse, de Tunisie et bien sûr du Sénégal.

Le congrès de l’Espace Mathématique Francophone de Dakar, ce fut aussi dix groupes de travail sur les thèmes au cur de l’enseignement des mathématiques : enseignement des notions fondamentales pour les élèves en différents contextes et aussi pour ceux en difficultés, enseignement au niveau du post-secondaire et du supérieur, interaction entre mathématiques et autres disciplines, formation des enseignants et analyse des pratiques enseignantes ; sans oublier la nécessaire

COMPTE RENDUS DE MANIFESTATIONS

réflexion sur les dimensions linguistiques, historiques et culturelles et aussi sur les formes de pensée mathématique et leur développement. Pour ce colloque, c'est plus de cent communications qui ont soutenu les débats de tous ces groupes et je remercie ici tout particulièrement les responsables qui ont fait un travail en amont très important et qui ont animé les discussions au cours de ces journées. Il leur reste encore à contribuer à la préparation des actes du colloque.

De l'avis de tous les coordonnateurs groupes de travail, les échanges ont été particulièrement riches cette année entre les divers participants chercheurs, formateurs ou inspecteurs mais aussi et surtout enseignants comme les plus de cent cinquante collègues sénégalais présents et particulièrement impliqués dans les discussions. Leur venue avait été facilitée par le soutien de l'état sénégalais et par l'activité efficace du comité d'organisation : Comité d'organisation présidé par Mamadou Sangharé et animé au quotidien par Cheikh Diop, Moustapha Sokhna et par Fagueye Ndiaye, hôtesse inlassable de ces journées. Je les remercie tout particulièrement pour avoir permis que ces rencontres en terre africaine soient un grand succès.

Nul doute que l'avenir verra se développer les initiatives lancées lors de ce congrès pour favoriser les échanges sur les mathématiques et leur enseignement dans l'Espace Mathématique Francophone. Tous ces travaux ne pourront qu'enrichir le prochain Colloque EMF2012 qui aura lieu en Suisse, à Genève.

La Smai a été représentée à ce congrès par B. Lucquin, invitée à la table ronde inaugurale qui s'est tenue le 6 avril et dont le thème était "Enseignement des mathématiques et développement : enjeux de société et de formation" (modérateur : Carl Winslow).

L'intervention de B. Lucquin concernait "Les mathématiques en interaction avec les autres sciences, l'industrie, les services ; les métiers des mathématiques".

LA MÉTHODE FIC-EBC : UNE MÉTHODE DE DOMAINE FICTIF AVEC SAUTS IMMERGÉS ET RAFFINEMENT DE MAILLAGE MULTI-NIVEAUX

Isabelle RAMIÈRE

CEA,

DEN, Département d'Etudes des Combustibles

Cadarache, 13108 St-Paul-Lez-Durance, France

isabelle.ramiere@cea.fr

Introduction

Depuis plusieurs années, de nouvelles recherches sur l'utilisation de méthodes numériques basées sur des maillages structurés réguliers (principalement cartésiens) sont en cours, notamment dans le milieu industriel pour la simulation numérique en mécanique des fluides. L'objectif est de pouvoir bénéficier des nombreux avantages de ces méthodes (solveurs rapides, bonnes propriétés de convergence, formulation tensorielle naturelle...) tout en essayant d'en limiter les inconvénients (difficulté de prendre en compte les frontières complexes des domaines physiques) qui font que jusqu'à présent la majorité des logiciels industriels utilisent des maillages non structurés.

L'idée de base des méthodes dites « méthodes de domaine fictif » et introduites pour la première fois par V.K. Saul'ev en 1963 dans [30] (repris en anglais par Marchuk en 1982 dans [20]) est de découpler la géométrie du domaine physique d'étude de celle du domaine de calcul. Le domaine physique est alors immergé dans un domaine plus grand et de forme plus simple (généralement rectangulaire en 2D), appelé domaine fictif qui deviendra le domaine de calcul (cf. figure 1). Cette approche présente l'intérêt majeur de pouvoir mailler de façon structurée cartésienne (souvent uniforme) le domaine de calcul et ainsi bénéficier des avantages cités précédemment de ce type de maillages. Cependant, afin de recouvrer une solution approchée satisfaisante sur le domaine physique, c'est-à-dire une solution approchée proche de la solution obtenue dans le cas de maillages adaptés, il faut pouvoir tenir compte de façon précise des frontières immergées dans le domaine calcul.

Dans la littérature, les différentes modélisations de frontières immergées peuvent se regrouper en deux grands types d'approches. Ces approches se distinguent par la dimension de l'espace dans lequel est approchée l'interface immergée réelle :

- soit l'interface approchée est de même dimension que l'interface immergée réelle (*i.e.* une courbe en 2D ou une surface en 3D), on parlera alors d'**interface approchée fine**.

Dans cette catégorie se trouvent les méthodes de pénalisation [20, 15, 16], les méthodes d'interfaces immergées ou « Immersed Interface Method » (I.I.M.) [18, 19], les méthodes de domaine fictif avec multiplicateurs de Lagrange de frontière ou distribués [9, 8], les méthodes de frontières immergées avec grille cartésienne ou « Cartesian grid embedded boundary method » (C.G.E.B.M.) [13, 32].

- soit l'interface approchée est élargie par rapport à l'interface immergée réelle (*i.e.* une surface en 2D ou un volume en 3D), on parlera alors d'**interface ap-**

prochée diffuse.

La première approche de type interface diffuse dans le cadre de domaine fictif remonte à Rukhovets [29]. Cependant la méthode la plus connue dans cette catégorie est certainement la méthode de frontière immergée ou « Immersed Boundary Method » (I.B.M.) [22, 23] de laquelle découle les méthodes I.I.M. citées précédemment. Plus récemment, la méthode de la frontière élargie ou « Fat Boundary Method » (F.B.M.) a été développée [21, 4] ainsi qu’une méthode de domaine fictif avec interface diffuse [27].

La majorité de ces méthodes est dédiée au traitement de conditions aux limites immergées de type Dirichlet, voir par exemple [30, 20, 22, 9, 18, 13, 8, 12, 16] et les nombreuses références citées dedans et dans [25]. Cependant, peu d’études traitent d’autres types de conditions aux limites immergées telles que des conditions de Neumann, voir notamment [14, 7, 32, 5] ou plus particulièrement des conditions de Robin (ou Fourier) [29, 24, 27, 28]. Pour plus de références, le lecteur est invité à lire [25].

L’originalité de la méthode « FIC-EBC » de domaine fictif présentée ici et publiée dans [28] pour des problèmes elliptiques consiste à utiliser le maillage cartésien du domaine fictif, généralement non adapté à la géométrie du domaine physique, pour définir une frontière immergée approchée sur laquelle seront appliquées les conditions aux limites immergées. Une approche de type interface fine a été choisie et la frontière immergée réelle est approchée par une interface s’appuyant sur les faces de cellules du maillage. Les conditions aux limites immergées sont prises en compte par des termes surfaciques via des conditions de transmissions algébriques combinant les sauts de flux et de solution introduites dans [1]. Un paramètre correctif de surface est également introduit dans le cas de conditions aux limites de Robin ou Neumann non-homogène. Un nouveau schéma numérique de type volumes finis avec inconnues aux centres des mailles est dérivé pour résoudre le système d’équations avec conditions de transmissions immergées. Ce schéma numérique générique, n’introduisant aucune inconnue supplémentaire près de la frontière immergée, permet alors de traiter toutes les conditions aux limites générales : Dirichlet, Robin ou Neumann ainsi que des conditions aux limites mixtes, *i.e.* la frontière immergée est l’union de différentes parties, chacune d’entre elles portant une condition aux limites différente.

Ainsi, contrairement aux approches classiques de domaine fictif, cette méthode ne nécessite ni l’introduction d’inconnues surfaciques supplémentaires près de la frontière (cf. multiplicateurs de Lagrange, I.B.M. ou F.B.M. par exemple) ni la modification locale du schéma numérique (cf. I.I.M. ou C.G.E.B.M. par exemple). La structure de la matrice du système linéaire permet l’utilisation de solveurs rapides et le cas de frontières mobiles et/ou déformables serait géré sans difficulté supplémentaire de maillage.

Cette approche de domaine fictif permet d’approcher le domaine physique original à $\mathcal{O}(h)$ près, où h est le pas du maillage. La convergence de cette méthode en fonction du pas du maillage est ainsi du premier ordre en norme L^2 ou L^∞ . L’analyse théorique de convergence en maillage a été menée dans [26]. Cette méthode est alors combinée avec un algorithme de raffinement de maillage multi-niveaux autour de la frontière immergée afin d’améliorer la précision de la solution obtenue. Un nouvel algorithme de type FIC pour « Flux Interface Correction » (cf. [3]) avec patches locaux emboîtés a été spécialement développé pour tenir compte de

sauts de flux et de solution. Diverses applications numériques sur des exemples académiques confirment l’amélioration de la précision obtenue : la méthode converge ainsi à l’ordre un en fonction du pas de maillage de la grille locale la plus fine jusqu’à ce que l’erreur due à la partie non raffinée du maillage initial soit atteinte.

Parmi les nombreuses applications possibles de cette méthode de domaine fictif, la résolution du bilan d’énergie sur une maquette d’un échangeur de chaleur (de forme cylindrique), représentatif d’un générateur de vapeur dans les centrales nucléaires, est présentée ici. Les solutions obtenues sont comparées à celles obtenues sur des maillages non structurés adaptés à la géométrie du domaine physique. La qualité des résultats des simulations permet de montrer la validité et l’intérêt de ce travail.

1 Présentation de la méthode FIC-EBC

Nous allons exposer brièvement les grands principes de la méthode dénommée « FIC-EBC » et détaillée dans [28] en se focalisant sur le traitement des conditions aux limites (C.L.) immergées et sur les résultats numériques.

1.1 La méthode de domaine fictif « E.B.C » avec sauts immergées

1.1.1 Problème elliptique originel

L’objectif est de résoudre, par une approche de domaine fictif, le problème modèle elliptique suivant sur le domaine physique d’étude $\tilde{\Omega} \subset \mathbb{R}^d$ ($d = 2, 3$ généralement) avec des conditions aux limites de Dirichlet, Neumann ou Robin ou des conditions aux limites mixtes sur $\partial\tilde{\Omega} = \partial\tilde{\Omega}_D \cup \partial\tilde{\Omega}_R$:

Etant donnés $\tilde{\mathbf{a}} \in L^\infty(\tilde{\Omega})^{d \times d}$, $\tilde{\mathbf{v}} \in L^\infty(\tilde{\Omega})^d$, $\tilde{b} \in L^\infty(\tilde{\Omega})$ et $\tilde{f} \in L^2(\tilde{\Omega})$, trouver $\tilde{u} \in H^1(\tilde{\Omega})$ tel que

$$(\tilde{P}) \left\{ \begin{array}{ll} \operatorname{div}(-\tilde{\mathbf{a}}\nabla\tilde{u} + \tilde{\mathbf{v}}\tilde{u}) + \tilde{b}\tilde{u} = \tilde{f} & \text{dans } \tilde{\Omega}, \quad (1a) \\ \tilde{u} = u_D & \text{sur } \partial\tilde{\Omega}_D, \quad (1b) \\ -(\tilde{\mathbf{a}}\nabla\tilde{u}) \cdot \mathbf{n} = \alpha_R \tilde{u} + g_R & \text{sur } \partial\tilde{\Omega}_R, \quad (1c) \end{array} \right.$$

où \mathbf{n} désigne la normale unitaire sur $\partial\tilde{\Omega}_R$, $u_D \in H^{1/2}(\partial\tilde{\Omega}_D)$, $0 \leq \alpha_R \in L^\infty(\partial\tilde{\Omega}_R)$ et $g_R \in L^2(\partial\tilde{\Omega}_R)$.

Le tenseur de diffusion $\tilde{\mathbf{a}} \equiv (\tilde{a}_{ij})_{1 \leq i, j \leq d}$ et le coefficient de réaction $\tilde{b} \geq 0$ vérifient les hypothèses classiques d’ellipticité.

La condition aux limites (1b) appliquée sur $\partial\tilde{\Omega}_D$ est une condition de type **Dirichlet** alors que la condition aux limites (1b) appliquée sur $\partial\tilde{\Omega}_R$ est une condition de type **Robin**. Une condition aux limites de type **Neumann** est alors un cas particulier d’une condition de Robin où $\alpha_R = 0$.

1.1.2 Problème fictif avec sauts immergés

Dans une approche de domaine fictif, le domaine originel $\tilde{\Omega}$ est immergé dans un domaine ouvert borné polygonal $\Omega \subset \mathbb{R}^d$ tel que $\Omega = \tilde{\Omega} \cup \Sigma \cup \Omega_e$ où Ω_e est le domaine fictif extérieur et Σ l’interface commune entre $\tilde{\Omega}$ et Ω_e , voir figure 1. Cette interface $\Sigma \subset \mathbb{R}^{d-1}$ est appelée *interface immergée*. Le domaine fictif Ω est choisi de forme simple (rectangulaire par exemple en 2-D). La frontière de $\tilde{\Omega}$ est définie par $\partial\tilde{\Omega} = \tilde{\Gamma} \cup \Sigma$, et la frontière de Ω par $\partial\Omega = \tilde{\Gamma} \cup \Gamma_e$ (voir figure 1).

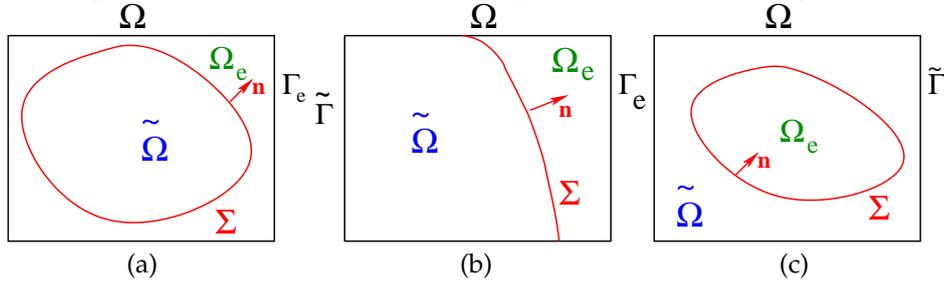


FIG. 1 – Domaine physique $\tilde{\Omega}$ immergé dans un domaine fictif rectangulaire Ω . Le problème originel ($\tilde{\mathcal{P}}$) est étendu sur le domaine fictif Ω , avec

$$\mathbf{a}|_{\tilde{\Omega}} = \tilde{\mathbf{a}}, \quad \mathbf{v}|_{\tilde{\Omega}} = \tilde{\mathbf{v}}, \quad b|_{\tilde{\Omega}} = \tilde{b}, \quad f|_{\tilde{\Omega}} = \tilde{f}$$

afin de recouvrer le problème elliptique originel (1) dans $\tilde{\Omega}$. Le tenseur de diffusion \mathbf{a} et le coefficient de réaction $b \geq 0$ vérifient également les conditions classiques d’ellipticité.

Il est cependant important de noter qu’une condition aux limites immergée de Robin (1c) sur Σ ne peut être traitée dans une approche de type domaine fictif sans supposer un saut de flux et/ou de la solution sur Σ . Ainsi des conditions de transmissions algébriques liant les sauts du flux diffusif normal $-(\mathbf{a}\nabla u) \cdot \mathbf{n}$ et de la solution u sur l’interface immergée Σ sont introduites. Le problème fictif s’écrit ainsi

$$(\mathcal{P}) \left\{ \begin{array}{ll} \operatorname{div}(-\mathbf{a}\nabla u + \mathbf{v}u) + bu = f & \text{dans } \Omega, \quad (2a) \\ \text{C.L. réelles} & \text{sur } \tilde{\Gamma}, \quad (2b) \\ \text{C.L. appropriées} & \text{sur } \Gamma_e, \quad (2c) \\ \overline{[(\mathbf{a}\nabla u) \cdot \mathbf{n}]_{\Sigma}} = \alpha \bar{u}_{\Sigma} - q & \text{sur } \Sigma, \quad (2d) \\ \overline{(\mathbf{a}\nabla u) \cdot \mathbf{n}}_{\Sigma} = \beta \overline{[u]_{\Sigma}} - g & \text{sur } \Sigma, \quad (2e) \end{array} \right.$$

où le symbole $\overline{[\cdot]_{\Sigma}}$ représente le saut des traces à travers Σ orienté par \mathbf{n} (normale unitaire sur Σ dirigée vers le domaine fictif extérieur Ω_e) et le symbole $\overline{\cdot}_{\Sigma}$ désigne la moyenne arithmétique des traces sur Σ .

Les conditions de sauts immergées (2d-2e) ont été initialement introduites pour des modèles de fractures dans [1]. Elles sont plus générales que celles introduites

dans la méthode I.I.M. (voir l’introduction) pour laquelle les sauts de solution et de flux sont supposés connus. Les coefficients de transfert $\alpha, \beta \geq 0$ sur Σ sont mesurables et bornés et vérifient des conditions d’ellipticité. Les fonctions g et q sont données dans $L^2(\Sigma)$.

Les conditions aux limites (2c) sur Γ_e sont choisies de sorte à assurer la solvabilité du problème fictif modèle (\mathcal{P}). Il est prouvé dans [1] que ce problème est bien posé et que la solution u appartient à $H^1(\Omega \cup \Omega_e)$. Lorsque $\alpha = g = q = 0$ et $\beta \rightarrow \infty$, on retrouve le problème de transmission classique (sans saut de solution ni de flux) avec $u \in H^1(\Omega)$.

Les coefficients $\mathbf{a}, \mathbf{v}, b, f$ dans Ω_e et α, β, g, q sur Σ vont être choisis de façon à retrouver $u|_{\tilde{\Omega}} = \tilde{u}$ ou au moins $u_\eta|_{\tilde{\Omega}} \approx \tilde{u}$ quand le modèle est pénalisé avec un paramètre de pénalisation $\eta \rightarrow 0$.

1.1.3 Traitement des conditions aux limites immergées

Cas continu

Les conditions aux limites immergées sont traitées grâce aux conditions de transmissions portées par Σ . Pour une fonction ψ dans $H^1(\tilde{\Omega} \cup \Omega_e)$, notons ψ_Σ^- et ψ_Σ^+ les traces de $\psi|_{\tilde{\Omega}}$ et $\psi|_{\Omega_e}$ sur chaque côté de Σ respectivement.

Ainsi, $\bar{\psi}|_\Sigma = (\psi_\Sigma^+ + \psi_\Sigma^-)/2$ est la moyenne arithmétique des traces de ψ , et

$\llbracket \psi \rrbracket_\Sigma = (\psi_\Sigma^+ - \psi_\Sigma^-)$ est le saut de traces de ψ sur Σ orienté par \mathbf{n} .

La méthode dite « méthode E.B.C » [2, 28] (pour « Embedded Boundary Conditions ») consiste à réécrire les conditions de transmissions immergées (2d-2e) en fonctions des traces de chaque côté de Σ . Une combinaison de ces équations permet alors d’exprimer la trace intérieure du flux diffusif normal sur Σ :

$$-(\mathbf{a}\nabla u)^- \cdot \mathbf{n}|_\Sigma = \left(\beta + \frac{\alpha}{4}\right) u_\Sigma^- - \left(\beta - \frac{\alpha}{4}\right) u_\Sigma^+ + g - \frac{q}{2}, \quad (3)$$

ou

$$-(\mathbf{a}\nabla u)^- \cdot \mathbf{n}|_\Sigma = \frac{1}{\left(\beta + \frac{\alpha}{4}\right)} \left[\alpha\beta u_\Sigma^- - \left(\beta - \frac{\alpha}{4}\right) (\mathbf{a}\nabla u)^+ \cdot \mathbf{n}|_\Sigma + \frac{\alpha}{2}g - \beta q \right] \quad (4)$$

Lorsque le choix particulier $\beta = \frac{\alpha}{4}$ est effectué, les deux équations (3) et (4) conduisent à la même condition aux limites, indépendamment du choix des valeurs extérieures u_Σ^+ et $-(\mathbf{a}\nabla u)^+ \cdot \mathbf{n}|_\Sigma$.

$$-(\mathbf{a}\nabla u)^- \cdot \mathbf{n}|_\Sigma = \frac{\alpha}{2} u_\Sigma^- + g - \frac{q}{2}, \quad \text{sur } \Sigma. \quad (5)$$

Cette variante est appelée « sans contrôle extérieur » car elle permet ainsi d’exprimer le flux intérieur en fonction de u_Σ^- uniquement. Par identification, il est aisé de trouver les coefficients α, g et q qui permette de vérifier une condition immergée de Robin (1c) sur Σ (cf. tableau 1).

Une condition aux limites immergée de Dirichlet (1b) peut être vue comme une condition de Robin pénalisée avec $\alpha_R = \frac{1}{\eta}$ et $g_R = -\frac{1}{\eta} u_D$ où η est un paramètre

de pénalisation tendant vers 0. Ainsi les coefficients de transfert pour une condition de Dirichlet se déduisent directement de ceux obtenus pour une condition de Robin. La condition de Dirichlet est alors traitée par pénalisation de surface (cf. tableau 1).

De nombreuses autres combinaisons des paramètres de transfert, impliquant de contrôler la solution ou le flux diffusif sur le domaine extérieur (pénalisation volumique), permettent également d’imposer les différentes conditions aux limites immergées, voir des exemples dans [2] ou [25]. Cependant l’approche « sans contrôle extérieur » présente l’avantage de traiter directement les conditions immergées mixtes sur Σ car les différentes conditions aux limites immergées (Robin ou Dirichlet) sont obtenues par une même formulation unifiée (cf. tableau 1). Cette approche sans contrôle extérieur permet également de pouvoir résoudre un problème quelconque sur Ω_e et ouvre ainsi la voie à la résolution par une approche de type E.B.C. de problèmes plus variés pour lesquels les deux domaines Ω et Ω_e sont des domaines physiques d’intérêt (par ex. interaction fluide/structure, fluide/fluide,...).

Cas discret

La discrétisation du domaine fictif $\tilde{\Omega}$ à l’aide d’un maillage cartésien est généralement non adaptée à la géométrie du domaine originel $\tilde{\Omega}$. Ainsi la méthode E.B.C consiste à définir une interface immergée approchée Σ_h à partir des faces du maillage du domaine fictif, cf. figure 2.

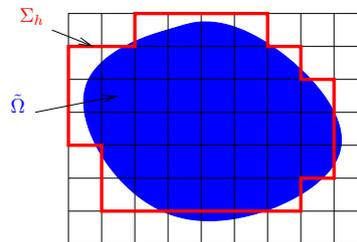


FIG. 2 – Approximation de la frontière immergée par des faces du maillages

Dans le problème discrétisé (\mathcal{P}_h) associé à (\mathcal{P}), les conditions de transmissions (2d-2e) sont appliquées sur Σ_h . Les relations définissant les coefficients de transfert sur Σ restent valables sur Σ_h . Dans ce cas, les paramètres u_D , α_R et g_R des conditions aux limites immergées initialement définis sur Σ doivent pouvoir être définis sur Σ_h . En pratique, il est assez facile de trouver des relèvements de ces paramètres afin d’obtenir des conditions immergées sur Σ_h .

Étant donné que la frontière immergée approchée Σ_h définit un domaine réel approché $\tilde{\Omega}_h$ tel que $|\text{mes}(\tilde{\Omega}_h) - \text{mes}(\tilde{\Omega})| = \mathcal{O}(h)$, on s’attend à une convergence du premier ordre en maillage de la méthode E.B.C, ce qui est confirmé par les exemples numériques présentés dans [28, 25] et dans la section 2 du présent papier. On voit cependant que dans le cas de conditions immergées de Robin (ou de

Neumann non-homogène), un paramètre correctif est nécessaire pour conserver la convergence en maillage de la méthode E.B.C. Cette correction permet d’assurer la conservativité locale entre l’intégrale du flux immergé réel et l’intégrale du flux immergé approché. En pratique, il convient de définir un paramètre local ϵ_K vérifiant

$$\int_{\Sigma \cap \hat{K}} \varphi_{\Sigma}^{-} ds = \int_{\Sigma_h \cap \hat{K}} \frac{1}{\epsilon_K} \varphi_{\Sigma_h}^{-} ds, \quad (6)$$

avec $\varphi_{\Sigma}^{-} = \alpha_R u_{\Sigma}^{-} + g_R$ et $\varphi_{\Sigma_h}^{-} = \alpha_R u_{\Sigma_h}^{-} + g_R$, \hat{K} est l’union de cellules du maillage (ou mailles) autour d’une cellule K , $K \subset \tilde{\Omega}_h$.

Pour toute face σ s’appuyant sur Σ_h , la valeur discrète $\varphi_{\Sigma_h}^{-}$ de φ_{Σ}^{-} et donc les valeurs discrètes de α_R et g_R évaluées sur σ sont divisées par un paramètre correctif ϵ_{σ} . Ce paramètre ϵ_{σ} est défini de manière unique pour toute face $\sigma \subset \Sigma_h$ pouvant appartenir à plusieurs cellules. L’interface approchée Σ_h séparant le domaine réel approché $\tilde{\Omega}_h$ du domaine extérieur approché $\Omega_{e,h}$, on choisit

$$\epsilon_{\sigma} = \epsilon_K \quad \text{avec } \sigma \subset \partial K \text{ et } K \subset \tilde{\Omega}_h. \quad (7)$$

Nous nous intéressons à des approximations des corrections de surface définies par l’intégrale (6) dans laquelle les flux $\varphi_{\Sigma_h}^{-}$ et φ_{Σ}^{-} sont supposés égaux. Plusieurs choix de \hat{K} peuvent être envisagés :

- le choix $\hat{K} \equiv \Omega$ conduit à une correction globale de surface

$$\epsilon_h = \frac{\text{mes}(\Sigma_h)}{\text{mes}(\Sigma)}$$

On peut voir dans [28, 25] qu’une correction globale n’est pas suffisante pour assurer la convergence de la méthode E.B.C. en fonction du pas du maillage.

- le choix naturel $\hat{K} \equiv K$ conduit à une correction locale de surface

$$\epsilon_K = \frac{\text{mes}(\Sigma_{h,K})}{\text{mes}(\Sigma_K)}$$

où l’indice K désigne la partie de frontière incluse dans la maille K .

Ce choix ne permet pas de tenir compte de toute la frontière immergée réelle Σ . En effet, certaines cellules du maillage peuvent être interceptées par la frontière réelle Σ sans pour autant avoir des faces appartenant à Σ_h (voir cas frontière extérieure dans [28]). Pour ces cellules, $\epsilon_K = 0$ et la conservativité locale du flux n’est plus assurée. De plus, selon le choix de la frontière immergée approchée Σ_h , il est probable que la frontière immergée réelle Σ intercepte certaines cellules du maillage extérieures au domaine approché réel (voir figure 2 ou figure 6(b)). La définition précédente de ϵ_K ne permet alors pas à ϵ_{σ} de tenir compte d’éventuelles portions de Σ présentes dans $\Omega_{e,h}$.

Ce choix conduit donc également à une perte de la convergence en maillage de la méthode.

- un choix précis de \hat{K} conduisant à une correction de surface locale tenant compte de toutes les intersections du maillage avec la frontière immergée réelle et permettant de conserver la convergence en maillage à l’ordre un de la méthode E.B.C est proposé dans [28].

Ce choix consiste pour chaque cellule interceptée par Σ appartenant à $\Omega_{e,h}$ ou dont les faces $\sigma \not\subset \Sigma_h$ à associer cette cellule à une cellule voisine $K \subset \tilde{\Omega}_h$ telle qu’il existe une face $\sigma \subset (\partial K \cap \Sigma_h)$. Ce groupement éventuel de cellules autour de K définit \hat{K} . On a alors

$$\epsilon_K = \frac{\text{mes}(\Sigma_{h,K})}{\text{mes}(\Sigma_{\hat{K}})}$$

avec $\Sigma_{\hat{K}} = \bigcup_{K \in \hat{K}} \Sigma_K$. En pratique Σ_K est déterminée à partir d’une interpolation linéaire par morceaux de Σ .

L’analyse théorique de la convergence de l’erreur menée dans [26] confirme que ce choix de paramètre de correction de surface doit permettre d’obtenir une convergence en maillage du premier ordre en norme L^2 pour cette approche de domaine fictif. Les exemples numériques présentés dans [28] et dans la section 2 confirment ce résultat.

Le tableau 1 récapitule les valeurs des coefficients de transfert pour la méthode E.B.C. « sans contrôle extérieur ». Sur la frontière immergée approchée Σ_h , les relèvements des paramètres des conditions aux limites immergées sont toujours notés u_D, α_R et g_R .

Méthode E.B.C. sans contrôle extérieur	Paramètres sur Σ	Paramètres sur Σ_h
Robin (R)	$\alpha = 4\beta = 2\alpha_R$ $g - \frac{q}{2} = g_R$	$\alpha = 4\beta = 2 \frac{\alpha_R}{\epsilon_\sigma}$ $g - \frac{q}{2} = \frac{g_R}{\epsilon_\sigma}$
Dirichlet (D)	$\alpha = 4\beta = \frac{2}{\eta}$ $\frac{q}{2} - g = \frac{1}{\eta} u_D$	

TAB. 1 – Coefficients de transfert pour la méthode E.B.C. avec sauts immergés et sans contrôle extérieur.

1.2 Schéma aux volumes finis pour la méthode E.B.C

Quelques notations classiques des schémas aux volumes finis centrés sont tout d’abord rappelées (cf. [6] par exemple) et de nouvelles notations sont également introduites afin de pouvoir présenter le schéma aux volumes finis dérivé pour résoudre le problème fictif avec sauts immergés.

1.2.1 Notations

Le domaine polygonal Ω est maillé avec une famille $\mathcal{T}_h = \{K\}$ de volumes finis $K \subset \Omega$ disjoints (appelés “volumes de contrôle”) qui sont des ouverts polygonaux convexes tels que $\bar{\Omega} = \bigcup_{K \in \mathcal{T}_h} \bar{K}$ vérifiant les hypothèses classiques, cf. [6]. La taille du maillage est définie par $h = \sup\{\text{diam}(K), K \in \mathcal{T}_h\}$.

Soit \mathcal{E} la famille des faces (ou arêtes en 2-D) des volumes de contrôle. Une face $\sigma \in \mathcal{E}$ séparant deux volumes de contrôles K et L sera notée $\sigma \equiv K|L$. Pour chaque $K \in \mathcal{T}_h$, soit \mathcal{E}_K le sous-ensemble de \mathcal{E} contenant l’ensemble des faces de K . Ainsi, $\mathcal{E} = \bigcup_{K \in \mathcal{T}_h} \mathcal{E}_K$.

Un point de discrétisation centré dans la maille $x_K \in K$ est choisi pour chaque $K \in \mathcal{T}_h$ de sorte que pour chaque $\sigma \in \mathcal{E}_K$; $\sigma = K|L$, le segment $[x_K, x_L]$ soit orthogonal à σ au point $x_\sigma \in \sigma$. Pour chaque $K \in \mathcal{T}_h$, notons $d_{K,\sigma} = |x_K - x_\sigma| > 0$ la distance de x_K à σ et $\mathbf{n}_{K,\sigma}$ la normale unitaire extérieure à K sur σ . Pour $\sigma = K|L$, on note d_σ la distance euclidienne entre x_K et x_L , ainsi $d_\sigma = d_{K,\sigma} + d_{L,\sigma}$.

Pour chaque $K \in \mathcal{T}_h$ (resp. $\sigma \in \mathcal{E}$), $m(K) = \int_K dx$ (resp. $m(\sigma) = \int_\sigma ds$) représente la mesure de K (resp. σ). Pour une quantité ψ connue, les valeurs discrètes ψ_K et ψ_σ représentent les moyennes de ψ sur K ou σ respectivement :

$$\psi_K = \frac{1}{m(K)} \int_K \psi(x) dx, \quad \text{et} \quad \psi_\sigma = \frac{1}{m(\sigma)} \int_\sigma \psi(s) ds.$$

L’ensemble des faces intérieures (resp. de frontière) est noté \mathcal{E}_{int} (resp. \mathcal{E}_{ext}), ainsi $\mathcal{E}_{int} = \{\sigma \in \mathcal{E}; \sigma \not\subset \partial\Omega\}$ (resp. $\mathcal{E}_{ext} = \{\sigma \in \mathcal{E}; \sigma \subset \partial\Omega\}$). Un des intérêts majeurs de la méthode E.B.C. est d’utiliser un maillage simple structuré et non-conforme à la frontière immergée. Ainsi les faces du maillage \mathcal{T}_h ne se sont généralement pas alignées sur l’interface immergée Σ (voir dans la section 2). L’interface approchée Σ_h définie par le maillage sépare le domaine approché originel Ω_h du domaine extérieur approché $\Omega_{e,h}$. Notons $\mathcal{E}_\Sigma = \{\sigma \in \mathcal{E}; \sigma \subset \Sigma_h\}$ l’ensemble des faces s’appuyant sur Σ_h .

1.2.2 Un schéma avec inconnues centrées et sauts immergés

Le schéma aux volumes finis avec inconnues centrées utilisé pour résoudre numériquement le problème (\mathcal{P}) reprend le schéma proposé dans [1] pour des problèmes de diffusion. Le flux convectif est obtenu à l’aide d’un schéma upwind monotone. Ce schéma est d’ordre un, ce qui est en accord avec l’ordre attendu de notre méthode de domaine fictif. Le schéma aux volumes finis obtenu permet des sauts de flux diffusif et convectif ainsi que des sauts de la solution sur chaque face $\sigma \in \mathcal{E}_{int}$. Le schéma numérique est écrit pour un tenseur de diffusion isotropique $\mathbf{a} = a(x)\mathbf{Id}$. Le cas d’un tenseur de diffusion anisotropique non-trivialement diagonal ne permet pas d’être traité avec le schéma numérique proposé ici.

Pour chaque $K \in \mathcal{T}_h$ l’inconnue principale notée u_K est une approximation de la valeur $u(x_K)$ de la solution exacte u au point x_K du maillage. Deux inconnues auxiliaires $(u_{K,\sigma}, u_{L,\sigma})$, telles que $u_{K,\sigma} = u_\sigma|_K$ et $u_{L,\sigma} = u_\sigma|_L$ sont introduites sur $\sigma = K|L \in \mathcal{E}_{int}$, ce sont des approximations de $u(x_\sigma)|_K$ et $u(x_\sigma)|_L$ respectivement.

Le schéma volumes finis centré avec sauts immergés s’écrit sous forme synthétique :

$$\sum_{\sigma \in \mathcal{E}_K} m(\sigma) (F_{K,\sigma} + v_{K,\sigma} u_{K,\sigma}^{Up}) + m(K) b_K u_K = m(K) f_K, \quad \forall K \in \mathcal{T}_h \quad (8)$$

où le flux numérique diffusif $F_{K,\sigma}$ correspond à

$$F_{K,\sigma} = \begin{cases} -a_K \frac{u_{K,\sigma} - u_K}{d_{K,\sigma}} & \text{si } \sigma = K|L \in \mathcal{E}_{int} \\ -a_K \frac{u_\sigma - u_K}{d_{K,\sigma}} & \text{si } \sigma \in \mathcal{E}_{ext} \text{ avec une C.L. de Dirichlet sur } \sigma : u = g_D \\ \frac{a_K}{a_K + \kappa_\sigma d_{K,\sigma}} (\kappa_\sigma u_K + \phi_\sigma) & \text{si } \sigma \in \mathcal{E}_{ext} \text{ avec une C.L. de Robin sur } \sigma : \\ & -(\mathbf{a} \cdot \nabla u) \cdot \mathbf{n} = \kappa u + \phi \end{cases} \quad (9)$$

et le flux numérique convectif $V_{K,\sigma} = v_{K,\sigma} u_{K,\sigma}^{Up}$ provient du schéma upstream avec

$$v_{K,\sigma} = \frac{1}{m(\sigma)} \int_{\sigma} \mathbf{v}_{K,\sigma}^- \cdot \mathbf{n}_{K,\sigma} \, ds$$

et

$$u_{K,\sigma}^{Up} = \begin{cases} u_K & \text{if } v_{K,\sigma} \geq 0 \\ u_\sigma & \text{if } v_{K,\sigma} < 0 \text{ et } \sigma \in \mathcal{E}_{ext} \\ u_{K,\sigma} & \text{if } v_{K,\sigma} < 0 \text{ et } \sigma \in \mathcal{E}_\Sigma \cap \mathcal{E}_{int} \\ u_L & \text{if } v_{K,\sigma} < 0 \text{ et } \sigma \notin (\mathcal{E}_\Sigma \cup \mathcal{E}_{ext}) \end{cases}$$

Le point clé de ce schéma est d’utiliser les conditions de transmissions sur toutes les faces $\sigma \in \mathcal{E}_{int}$ afin d’avoir un même schéma numérique générique sur tout le maillage. La discrétisation des équations (2d-2e) pour tout $\sigma = K|L \in \mathcal{E}_{int}$ conduit respectivement à

$$F_{K,\sigma} + F_{L,\sigma} = \alpha_\sigma \frac{u_{K,\sigma} + u_{L,\sigma}}{2} - q_\sigma \quad (10)$$

$$\frac{1}{2}(F_{L,\sigma} - F_{K,\sigma}) = \beta_\sigma (u_{L,\sigma} - u_{K,\sigma}) - \mathbf{n} \cdot \mathbf{n}_{K,\sigma} g_\sigma \quad (11)$$

où \mathbf{n} correspond ici à la normale unitaire sur Σ_h .

Ainsi, pour chaque $\sigma = K|L \in \mathcal{E}_{int}$, les équations (9) et (10-11) permettent d’exprimer l’inconnue d’interface $u_{K,\sigma}$ en fonction des inconnues principales du problème $(u_K)_{K \in \mathcal{T}_h}$:

$$u_{K,\sigma} = \frac{\hat{a}_\sigma d_{L,\sigma}}{a_L d_\sigma} \left(1 + \frac{\alpha_\sigma}{4\beta_\sigma}\right) u_K + \frac{\hat{a}_\sigma d_{K,\sigma}}{a_K d_\sigma} \left(1 - \frac{\alpha_\sigma}{4\beta_\sigma}\right) u_L + \frac{\hat{a}_\sigma}{d_\sigma \beta_\sigma} u_K + \frac{\hat{a}_\sigma d_{K,\sigma} q_\sigma}{a_K d_\sigma} \left(\frac{d_{L,\sigma}}{a_L} + \frac{1}{2\beta_\sigma}\right) - \mathbf{n} \cdot \mathbf{n}_{K,\sigma} \frac{\hat{a}_\sigma d_{K,\sigma} g_\sigma}{a_K d_\sigma \beta_\sigma} \left(1 + \frac{\alpha_\sigma d_{L,\sigma}}{2a_L}\right) \quad (12)$$

avec

$$\hat{a}_\sigma = \frac{a_\sigma}{1 + \frac{a_\sigma}{\beta_\sigma d_\sigma} + \alpha_\sigma \left(\frac{1}{4\beta_\sigma} + \lambda_\sigma \right)}, \quad a_\sigma = \frac{d_\sigma a_K a_L}{d_{L,\sigma} a_K + d_{K,\sigma} a_L},$$

$$\lambda_\sigma = \frac{d_{K,\sigma} d_{L,\sigma}}{d_{L,\sigma} a_K + d_{K,\sigma} a_L}.$$

Ainsi, les inconnues auxiliaires $u_{K,\sigma}, u_{L,\sigma}$ peuvent être éliminées de l’expression du flux diffusif, comme expliqué dans [1]. On obtient ainsi l’expression suivante du flux numérique diffusif

$$F_{K,\sigma} = - \hat{a}_\sigma \left(\frac{u_L - u_K}{d_\sigma} \right) + \frac{\alpha_\sigma \hat{a}_\sigma}{2\beta_\sigma d_\sigma} \left(\frac{u_K + u_L}{2} \right) + \frac{\alpha_\sigma \hat{a}_\sigma d_{L,\sigma}}{a_L d_\sigma} u_K$$

$$- \frac{\hat{a}_\sigma q_\sigma}{d_\sigma} \left(\frac{d_{L,\sigma}}{a_L} + \frac{1}{2\beta_\sigma} \right) + \mathbf{n} \cdot \mathbf{n}_{K,\sigma} \frac{\hat{a}_\sigma g_\sigma}{d_\sigma \beta_\sigma} \left(1 + \frac{\alpha_\sigma d_{L,\sigma}}{2a_L} \right), \quad (13)$$

Le schéma volumes finis centré (8) ne requiert ainsi que le stencil centré à $(2d+1)$ points qui est le stencil standard des schémas aux volumes finis avec inconnues aux centres des mailles. Le schéma numérique utilisé ici est donc aussi peut coûteux qu’un schéma volumes finis standard sans sauts. Les propriétés de convergence de ce schéma ont été étudiées dans [1].

Pour chaque face $\sigma = K|L \in \mathcal{E}_{int}$ du maillage, les coefficients de transfert des équations de transmission (10-11) sont obtenus par :

- sur les faces des volumes de contrôle n’appartenant pas à la frontière immergée approchée, les propriétés de conservation locale du flux diffusif et de continuité de la solution permettent d’obtenir les coefficients de transfert :

$$F_{K,\sigma} = -F_{L,\sigma}, \quad \text{et} \quad u_{K,\sigma} = u_{L,\sigma}, \quad \text{si} \quad \sigma = K|L \in \mathcal{E}_{int} \setminus \mathcal{E}_\Sigma \quad (14)$$

ainsi,

$$\alpha_\sigma = q_\sigma = g_\sigma = 0 \quad \text{et} \quad \beta_\sigma = \frac{1}{\eta} \rightarrow \infty \quad \forall \sigma \in \mathcal{E}_{int} \setminus \mathcal{E}_\Sigma$$

- sur les faces des volumes de contrôle appartenant à la frontière immergées approchée, $\sigma \in \mathcal{E}_\Sigma \cap \mathcal{E}_{int}$, les coefficients de transfert discrets sont égaux à la valeur moyenne sur σ des coefficients de transfert définis sur Σ_h (voir tableau 1).

REMARQUE : La conservativité locale du flux convectif est également assurée sur les faces du maillage n’appartenant pas à la frontière immergée approchée

$$V_{K,\sigma} = -V_{L,\sigma} \quad \text{si} \quad \sigma = K|L \in \mathcal{E}_{int} \setminus \mathcal{E}_\Sigma$$

1.3 Raffinement local multi-niveaux de maillage : algorithme FIC-EBC

Afin d’améliorer la précision de la solution obtenue, la méthode E.B.C est combinée avec un algorithme de raffinement local de maillage dans le voisinage de

l’interface immergée Σ . Les principales méthodes de raffinement multi-niveaux de maillage sont basées sur un processus multi-grilles dont le principe de base est de générer de façon récursive des sous-grilles locales ayant des pas de maillage de plus en plus fins (jusqu’à un niveau de discrétisation donné) sur lesquelles le problème initial est résolu et d’utiliser des opérateurs de prolongement et de restriction pour communiquer entre la grille de base (domaine de calcul initial) et les sous-grilles. Le solveur utilisé sur chaque grille est indépendant de la méthode multi-grille choisie. Les itérations d’un processus multi-grilles peuvent être représentés par des V-cycles, cf. figure 3. Le nombre d’itérations pour atteindre la convergence de ce type d’algorithme dépend du nombre de sous-niveaux générés. Ces méthodes de raffinement local de maillage multi-niveaux n’améliorent pas l’ordre de convergence de la méthode à laquelle ils sont combinés mais permettent d’améliorer la précision de la solution sur la grille de base.

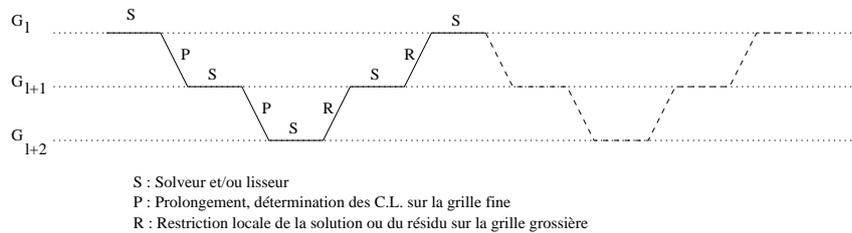


FIG. 3 – Processus multi-grilles à partir d’une grille initiale G_l

Dans le cadre de la méthode E.B.C, à chaque niveau de raffinement, un ensemble de patches de forme simple (rectangulaire en 2D) est généré (cf. figure 4). Ces patches sont des sous-grilles emboîtées centrées autour d’un volume de contrôle du niveau grossier immédiatement au-dessus, situé autour de l’interface fine Σ_h approchée.

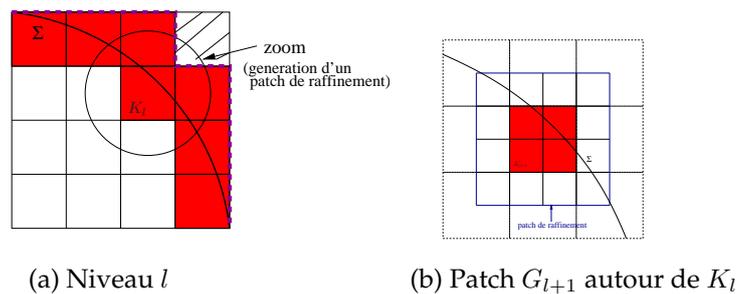


FIG. 4 – Génération des patches locaux de raffinement

La méthode multi-grille F.I.C. [3] s’applique bien à des problèmes discrétisés sous forme conservative. Le schéma volumes fins défini pour la méthode E.B.C., cf. équation (8), étant localement conservatif, un solveur de type F.I.C est combiné avec la méthode E.B.C. A chaque niveau, la solution est corrigée par un résidu

en flux calculé à partir du niveau fin immédiatement au-dessous. Contrairement à un solveur F.I.C classique, le solveur FIC-EBC tient également compte de la détection d’une frontière immergée approchée à chaque niveau de raffinement sur laquelle existent des sauts de flux et/ou de solution. L’opérateur de prolongement est un opérateur d’interpolation linéaire tenant compte des sauts de solutions. A chaque niveau l de raffinement, l’opérateur de restriction ne tient compte que des flux sur les faces du maillage du niveau $l + 1$ intérieures au domaine physique approché de ce niveau, qui sont incluses dans des faces du maillage du niveau l intérieures au domaine physique approché du niveau l . Ainsi, un résidu en flux est établi uniquement entre les flux portés par les faces intérieures des domaines physiques approchés sur chacun des deux niveaux consécutifs, cf. figure 5.

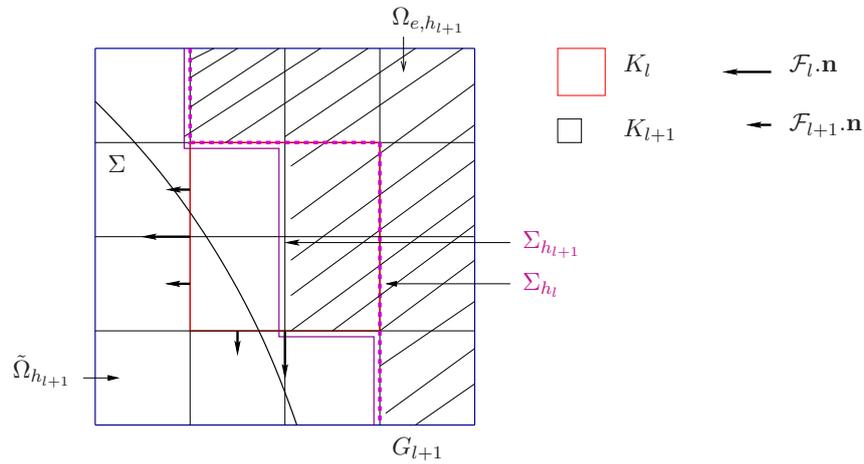


FIG. 5 – Flux \mathcal{F} intervenant dans l’opérateur de restriction de flux dans le cas d’un volume de contrôle K_l intérieur contenant des volumes de contrôles K_{l+1} extérieurs

Chaque patch étant défini comme un domaine élargi autour d’un volume de contrôle du niveau immédiatement au-dessous (cf. figure 3), des itérations de décomposition de domaine (DDM) de type Schwarz multiplicatif (cf. par exemple [17]) sont implémentées pour gérer le recouvrement des patches. Ces itérations jouent le rôle de lisseur.

L’algorithme FIC-EBC détaillé est donné dans [28, 25]. Des simulations numériques présentées dans ces références permettent de valider cet algorithme de raffinement multi-niveaux de maillage. La précision de la solution est améliorée et la méthode converge alors en $\mathcal{O}(h_{l^*})$, où h_{l^*} est le pas de discrétisation de la grille locale la plus fine, jusqu’à ce que l’erreur due à la partie non raffinée du maillage soit atteinte. Une étude de convergence de l’erreur de discrétisation en fonction

du temps CPU permet d’apprécier le gain de temps apporté par la combinaison de l’approche domaine fictif avec un processus de raffinement de maillage à l’aide de patches locaux. Quelques résultats sont présentés dans la section 2.

Cette approche multi-grilles avec des niveaux composées d’un ensemble de patches de forme simple présente l’intérêt de pouvoir facilement implémenter de façon récursive la méthode de domaine fictif E.B.C. avec interface fine et sauts immergés sur chaque patch. Pour un niveau de raffinement, le calcul sur chaque patch est indépendant et pourrait être exécuté en parallèle. Toutefois, les itérations de décomposition de domaine permettant d’accélérer la convergence de l’algorithme nécessitent des échanges entre processeurs.

2 Résultats numériques

2.1 Résultats académiques

Nous présentons ici les résultats numériques obtenus dans [28] pour un problème de diffusion avec conditions aux limites mixtes. De nombreux autres exemples permettant d’apprécier les performances de la méthode FIC-EBC sont disponibles dans [28] : problèmes de diffusion ou de convection-diffusion avec conditions aux limites de Dirichlet homogène ou non homogène et de Robin.

La domaine originel $\tilde{\Omega}$ est choisi comme étant un domaine polygonal avec conditions de symétrie sur la frontière $\tilde{\Gamma}$, voir figure 6(a). Le domaine fictif est choisi comme étant $\Omega =]0, 1[\times]0, 1[$, ce qui définit une interface immergée en coin $\Sigma = \Sigma_1 \cup \Sigma_2$, voir figure 6(a).

Le domaine fictif Ω est maillé à l’aide de différents maillages cartésiens composés de cellules carrées uniformes avec des pas de maillage variant de $h = \frac{1}{4}$ à $h = \frac{1}{512}$. L’interface immergée approchée n’étant pas définie de manière unique, nous proposons d’étudier le cas d’une frontière dite « coupée » qui intercepte la frontière immergée réelle, cf. figure 6(b). Un exemple de frontière immergée extérieure est présenté dans [28]. Le découpage de la frontière immergée approchée coupée est plus proche de la frontière immergée réelle que celui d’une frontière approchée extérieure, ce qui conduit à des valeurs de l’erreur de discrétisation plus faibles. Les domaines réels approchés $\tilde{\Omega}_h$ sont tels que $|\text{mes}(\tilde{\Omega}_h) - \text{mes}(\tilde{\Omega})| = \mathcal{O}(h)$, ou plus précisément $\text{mes}((\tilde{\Omega} \cup \tilde{\Omega}_h) \setminus (\tilde{\Omega} \cap \tilde{\Omega}_h)) = \mathcal{O}(h)$.

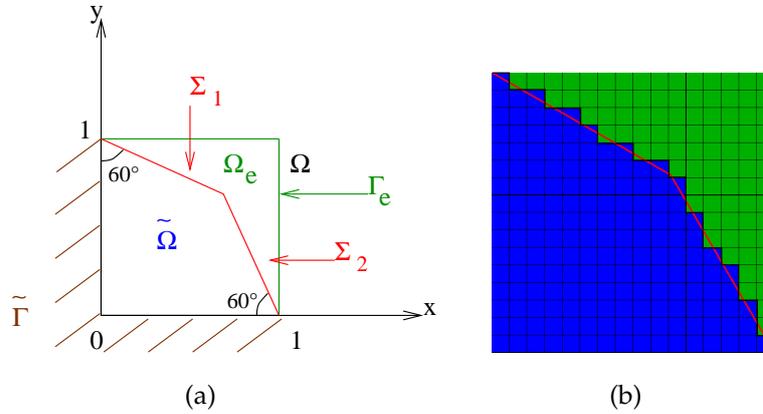


FIG. 6 – Description du domaine d’étude en coin, du domaine fictif associé et de l’interface immergée approchée. (a) : Domaine original en coin et domaine fictif carré. (b) : Interface immergée approchée coupée.

Soit le problème mixte suivant

$$(\tilde{\mathcal{P}}) \begin{cases} -\Delta \tilde{u} = 4 & \text{dans } \tilde{\Omega}, \\ \frac{\partial \tilde{u}}{\partial n} = 0 & \text{sur } \tilde{\Gamma}, \\ \tilde{u}|_{\Sigma_1} = -\frac{4}{3}x^2 + \frac{2}{\sqrt{3}}x + 1 & \text{sur } \Sigma_1 (u_D = -\frac{4}{3}x^2 + \frac{2}{\sqrt{3}}x + 1), \\ -\frac{\partial \tilde{u}}{\partial n}|_{\Sigma_2} = \tilde{u}|_{\Sigma_2} + 4x^2 - 6x + 1 + \sqrt{3} & \text{sur } \Sigma_2 (\alpha_R = 1, g_R = 4x^2 - 6x + 1 + \sqrt{3}). \end{cases}$$

dont la solution analytique est $\tilde{u} = 2 - (x^2 + y^2)$ dans $\tilde{\Omega}$.

Le problème fictif $(\tilde{\mathcal{P}})$ associé est résolu sur $\tilde{\Omega}$ avec la méthode E.B.C. mixte $(D) + (R)$ sans aucun contrôle du domaine extérieur, voir tableau 1.

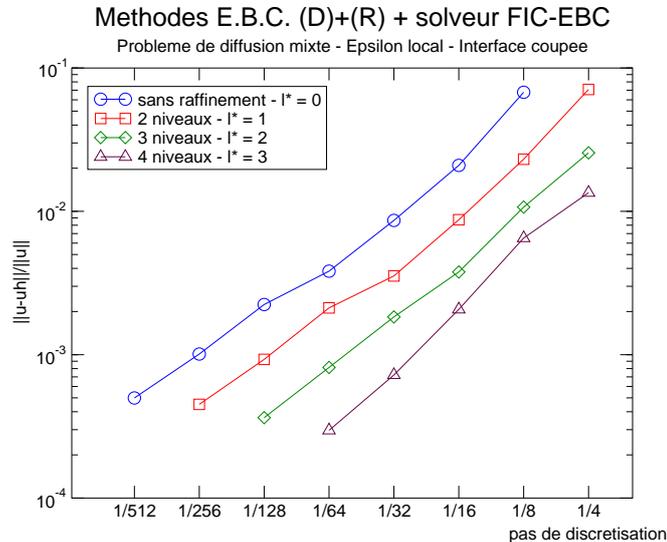
L’étude de la convergence de la méthode E.B.C (D) en fonction du paramètre de pénalisation η est effectuée dans [28] et montre une convergence de l’erreur de modélisation en $\mathcal{O}(\eta^{\frac{1}{2}})$ en norme L^2 . Les résultats suivants sont obtenus avec un paramètre de pénalisation $\eta = 10^{-12}$ sur $\Sigma_{1,h}$.

La figure 7(a) représente la norme L^2 de l’erreur de discrétisation en fonction du pas h_0 du maillage grossier (grille de base) pour la méthode E.B.C mixte $(D) + (R)$ sans raffinement de maillage ($l^* = 0$) ou combinée avec l’algorithme FIC-EBC avec 1 à 3 sous-niveaux ($l^* = 1$ à 3) de raffinement de maillage à l’aide

de patches locaux tels que $h_{l+1} = \frac{h_l}{2}$ dans chaque direction. On peut constater que la méthode générique de domaine fictif E.B.C. avec interface fine et sauts immergés est du premier ordre en norme L^2 . La combinaison de la méthode E.B.C avec l’algorithme FIC-EBC conserve l’ordre de convergence et améliore la précision de la solution. En effet après raffinement local multi-niveaux, l’erreur résultante sur la grille de base est égale à l’erreur obtenue sans raffinement sur un maillage ayant un pas de discrétisation égal au pas de grille locale la plus fine. Ces

résultats numériques permettent de conclure que pour la norme L^2 , la précision de la méthode FIC-EBC varie en $\mathcal{O}(h_{l^*})$ où h_{l^*} est le pas de discrétisation de la grille locale la plus fine (dernier sous-niveau de raffinement). Cependant l'erreur sur la grille de base dépend également de l'erreur de la zone non raffinée : cette convergence asymptotique en $\mathcal{O}(h_{l^*})$ n'est valable que pour l^* plus petit qu'un nombre maximal de sous-niveaux de raffinement (indépendant de h_0), voir plus de détails dans [28]. Au-delà de ce nombre maximum de sous-niveaux, l'erreur de discrétisation stagne à la valeur de l'erreur de discrétisation de la partie non raffinée de la grille de base. Les conclusions obtenues sont similaires en norme L^∞ .

En terme de place mémoire, le solveur multi-grilles FIC-EBC est peu coûteux car chaque sous-niveau de raffinement ne contient qu'un petit nombre de degrés de liberté. Pour une erreur donnée, le stockage mémoire est toujours réduit avec l'utilisation du solveur FIC-EBC. La figure 7(b) nous montre qu'en terme de temps CPU, l'algorithme FIC-EBC devient intéressant à partir d'un pas de maillage local visé de $h = 1/128$. Par exemple, le temps CPU est divisé par 7 entre l'erreur obtenue avec $h_0 = \frac{1}{512}$ et $l^* = 0$ (sans raffinement, une seule grille de base) et la même erreur obtenue avec $h_0 = \frac{1}{128}$ et $l^* = 2$ (3 niveaux). On s'aperçoit par ailleurs que le temps CPU ne s'améliore plus beaucoup lorsque le nombre de niveaux de maillages dépasse trois ($l^* > 2$). Le nombre $l^* = 2$ de sous-niveaux de maillage semble donc optimal.



(a) Erreurs en fonction de h_0

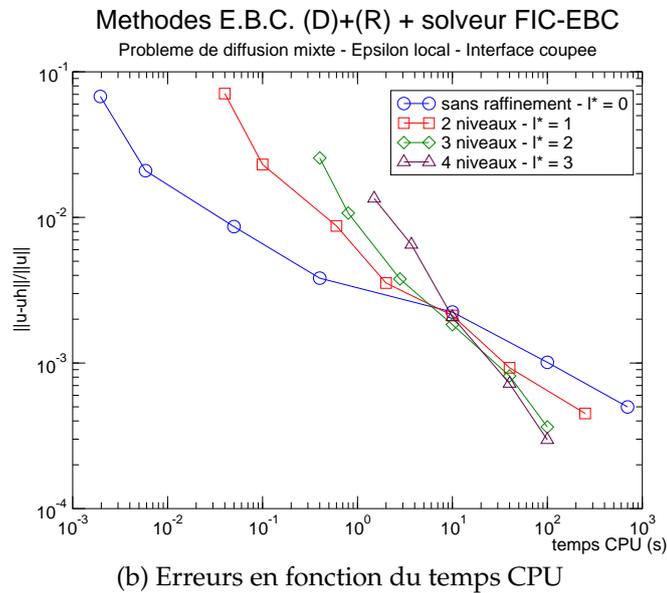
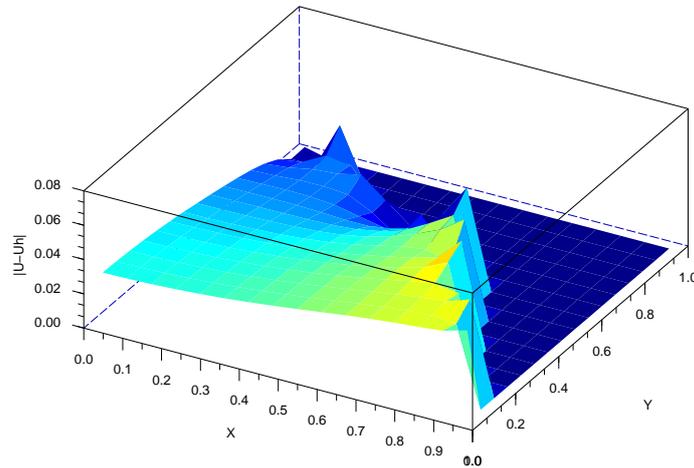


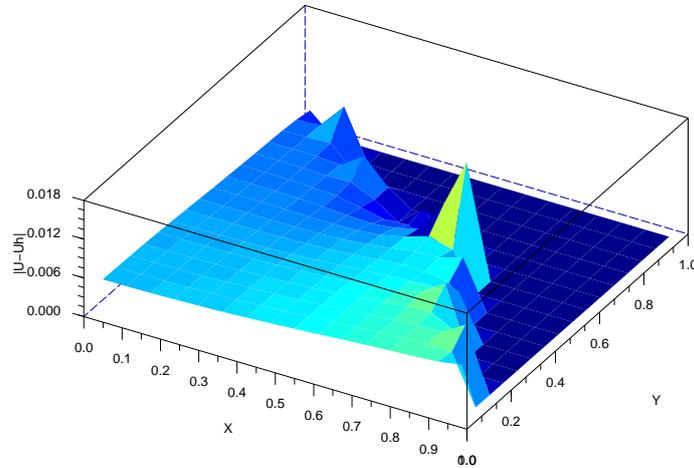
FIG. 7 – Convergence de la norme L^2 relative de l’erreur de discrétisation pour le problème de diffusion avec conditions aux limites mixtes.

La figure 8(a) permet de visualiser la distribution de l’erreur absolue $|\tilde{u}(x_K) - u_K| \forall K \subset \tilde{\Omega}_h$ sur la grille de base pour une résolution sans raffinement de maillage ($l^* = 0$). Cette figure illustre bien que les différences les plus importantes entre la solution approchée et la solution analytique sont localisées sur les mailles interceptées par l’interface réelle immergée. On voit également que les erreurs les plus importantes sont situées sur la partie Robin de la frontière immergée. Il est en effet plus difficile de respecter une condition immergée de type Robin liant le flux à la solution que d’imposer la valeur de la solution par pénalisation.

Lorsque l’algorithme FIC-EBC est appliqué sur une zone de raffinement située autour de la frontière immergée, les valeurs absolues d’erreurs sont considérablement diminuées, cf. figure 8(b). Des pics d’erreurs continuent à être situés près de la frontière immergée. Ceci est intrinsèque à l’algorithme FIC-EBC. En effet, sur les mailles situées dans $\tilde{\Omega}_h$ dont au moins une face s’appuie sur Σ_h , la condition aux limites immergée approchée continue à être appliquée sur les faces de frontière tandis que les flux sur les faces internes, et donc la solution sur le maillage interne, sont corrigés via l’algorithme FIC-EBC. L’erreur la plus importante reste localisée sur la partie Robin de la frontière immergée sur la maille voisine du coin formé par les deux interfaces immergées. Ceci semble logique car un changement de conditions aux limites se produit au niveau du coin et l’approximation de la frontière immergée par des faces du maillage ne permet pas de reproduire de façon précise ce changement.



(a) Sans raffinement ($l^* = 0$), $\max_{K \subset \tilde{\Omega}_h} |\tilde{u}(x_K) - u_K| = 6.0 \cdot 10^{-2}$.



(b) Avec raffinement : $l^* = 2$, $\max_{K \subset \tilde{\Omega}_h} |\tilde{u}(x_K) - u_K| = 1.7 \cdot 10^{-2}$.

FIG. 8 – Distribution de l'erreur sur un maillage initial 16×16 pour la méthode E.B.C avant et après combinaison avec le solveur FIC-EBC - Problème de diffusion mixte.

2.2 Résultats industriels

2.2.1 Contexte

Cette étude s’inscrit dans le cadre de l’étude des générateurs de vapeur (GV) des centrales thermiques nucléaires de type REP (réacteur à eau pressurisée). Le schéma de principe du fonctionnement d’une centrale nucléaire de type REP est donné sur la figure 9. Le GV est un échangeur de chaleur assurant la production de vapeur actionnant les turbines d’une centrale électrique.

L’énergie libérée lors de la réaction en chaîne de fission dans le cœur du réacteur est transférée sous forme de chaleur à l’eau qui circule autour des barreaux combustibles. Cette eau, maintenue liquide par un pressuriseur, joue le rôle de fluide caloporteur en transportant la chaleur du combustible hors du cœur du réacteur. C’est le **circuit primaire**.

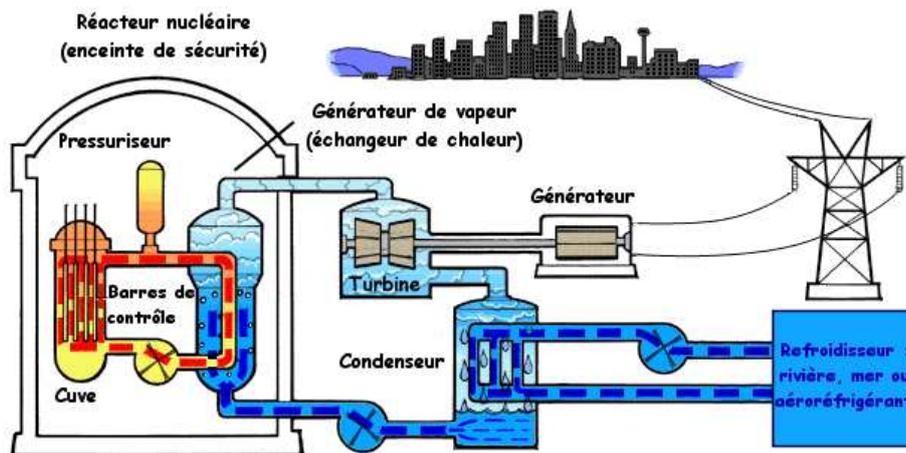


FIG. 9 – Schéma de principe d’une centrale nucléaire à réacteur à eau pressurisée (REP).

L’eau du circuit primaire sort du cœur de réacteur à une température de l’ordre de $320\text{ }^{\circ}\text{C}$ (la température d’entrée est autour de $280\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ce caloporteur est ensuite utilisé pour chauffer de l’eau non contaminée dans le générateur de vapeur sans entrer en contact direct avec elle. Cette eau non irradiée est portée à ébullition pour produire de la vapeur qui va entraîner ensuite une turbine couplée à un alternateur produisant de l’électricité. A la sortie de la turbine, la vapeur se re-condense en eau dans un condenseur refroidi par l’eau d’une rivière ou par un aérorefrigérant. L’eau condensée réalimente le GV. C’est le **circuit secondaire**.

L’évaporateur du générateur de vapeur est un cylindre de 10 m de haut et 3 m de diamètre, il contient 2 500 à 3 000 tubes de 1 cm de diamètre. Le principe de fonctionnement du GV est représenté sur la figure 10 à l’aide d’une vue en coupe :

- L’eau du circuit primaire sous pression (155 bar, $320\text{ }^{\circ}\text{C}$) et chauffée au contact du cœur du réacteur, pénètre par la partie basse du générateur de vapeur,

appelée boîte à eau primaire. Elle circule ensuite à l’intérieur de milliers de tubes en forme de U renversé et échange sa chaleur avec le fluide secondaire qui circule à l’extérieur des tubes. L’enveloppe du circuit primaire constitue la deuxième barrière de confinement, la première étant la gaine métallique autour du combustible. L’étanchéité entre les deux circuits doit donc être totale, ce qui explique pourquoi ces tubes sont particulièrement surveillés. De nombreuses études concernant leur intégrité sont menées.

- L’eau du circuit secondaire (60 bar, 230 ° C), s’échauffe au contact du faisceau de tubes et se vaporise pour donner un mélange diphasique (eau-vapeur) à 280 ° C. Le taux de présence de la phase gazeuse atteint 80 % dans la partie haute du faisceau de tubes, zone des cintres appelée chignon.

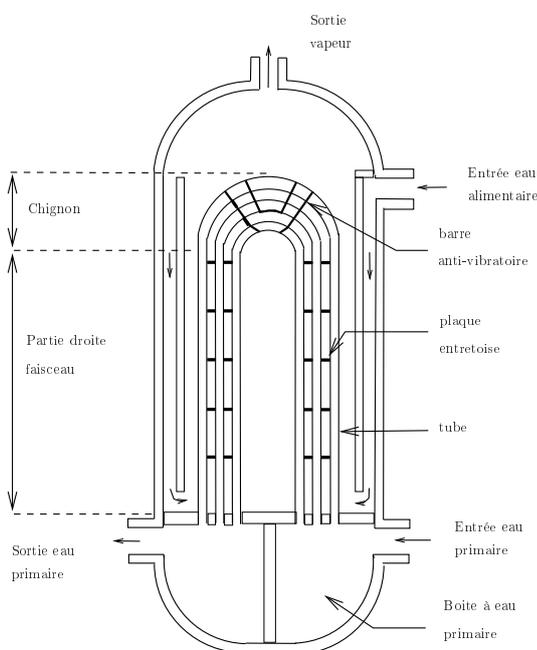


FIG. 10 – Schéma de principe d’un GV.

Les simulations industrielles des générateurs de vapeur utilisent des techniques d’homogénéisation (opérateurs de moyenne, cf. Figure 11) et décrivent le fluide diphasique secondaire comme un mélange équivalent (liquide + vapeur) se déplaçant dans un milieu modélisé comme poreux. La porosité β est le rapport entre le volume du mélange et celui de la cellule d’homogénéisation.

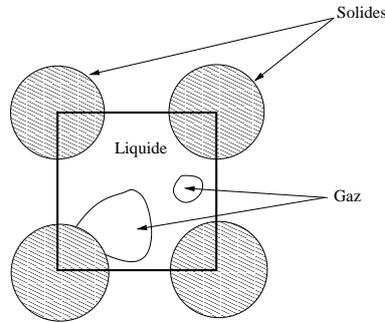


FIG. 11 – Cellule d’homogénéisation.

2.2.2 Problème étudié

Nous nous intéressons au bilan d’énergie du mélange au sein d’un GV. La conservation de l’enthalpie spécifique H ($kJ.kg^{-1}$) du fluide secondaire est de la forme

$$\beta\rho\partial_t H + \beta\mathbf{G} \cdot \nabla H - \text{div}(\beta\chi_T \nabla H) = \beta Q - \text{div}(\beta x(1-x)\rho\mathcal{L}\mathbf{V}_R), \quad (15)$$

où

- $\rho(H, P)$ est la densité ($kg.m^{-3}$) fonction de la pression P (Pa) et de H ,
- $\chi_T = a|\mathbf{G}|L$ est le coefficient de diffusion turbulente ($kg.m^{-1}.s^{-1}$) avec a le coefficient de Schlichting [31], \mathbf{G} le flux de masse ($kg.m^{-2}.s^{-1}$), L une longueur typique de tourbillon et $|\cdot|$ la norme Euclidienne,
- $Q(H, P)$ est le terme source de chaleur ($W.m^{-3}$) donné par la résolution de l’équation du bilan d’énergie du fluide primaire,
- \mathbf{V}_R est la vitesse relative (vitesse du gaz moins vitesse du liquide, $m.s^{-1}$),
- $x(H, P)$ est le titre statique ($\equiv \frac{H-H_{ls}}{\mathcal{L}}$) avec $H_{ls}(P)$ l’enthalpie du liquide à saturation ($kJ.kg^{-1}$) et $\mathcal{L}(P)$ la chaleur latente ($J.kg^{-1}$). Le terme $\beta x(1-x)\rho\mathcal{L}\mathbf{V}_R$ est appelé terme de dérive.

Cette équation peut être mise sous forme conservative en utilisant l’équation de conservation de la masse du mélange :

$$\beta\partial_t \rho + \text{div}(\beta\mathbf{G}) = 0. \quad (16)$$

On obtient alors une équation de convection-diffusion sous forme conservative équivalente à (15) :

$$\beta\partial_t(\rho H) + \text{div}(\beta\mathbf{G}H) - \text{div}(\beta\chi_T \nabla H) = \beta Q - \text{div}(\beta x(1-x)\rho\mathcal{L}\mathbf{V}_R). \quad (17)$$

Pour notre cas test, la pression P et la vitesse massique \mathbf{G} sont des données du problème.

Les conditions aux limites pour la résolution de l’équation d’enthalpie (17) (ou Eq.(15)) sont :

- enthalpie spécifique du mélange sur la fenêtre d’entrée côté branche chaude (entrée fluide primaire) $H = 119,3 KJ.kg^{-1}$ (condition de Dirichlet),
- enthalpie spécifique du mélange sur la fenêtre d’entrée côté branche froide (sortie fluide primaire) $H = 118,5 KJ.kg^{-1}$ (condition de Dirichlet),

- flux d’enthalpie nul ailleurs que sur la fenêtre d’entrée $\nabla H \cdot \mathbf{n} = 0$ (condition de Neumann homogène) où \mathbf{n} est la normale extérieure unitaire.

Les conditions initiales sont données par un profil d’enthalpie linéaire de $118,5 \text{ K J.kg}^{-1}$ sur la base du cylindre à 140 K J.kg^{-1} à la sortie de l’échangeur.

2.2.3 Méthode E.B.C avec sauts immergés pour la résolution du bilan d’enthalpie

Nous présentons ici les résultats obtenus en appliquant la méthode E.B.C. « sans contrôle extérieur » pour la résolution en 3D du bilan d’énergie de CLOTAIRE, maquette de GV du CEA qui est un demi-cylindre de même hauteur qu’un GV réel mais contenant seulement 184 tubes. Nous intéressons plus précisément au régime stationnaire de l’écoulement dont le critère de stationnarité est de 10^{-5} s^{-1} . Les conditions aux limites immergées sont mixtes (Dirichlet et Neumann). Le solveur E.B.C est couplé au code GENEPI du CEA [11, 10] pour la fourniture des relations de fermeture physique.

Dans une approche par domaine fictif, le domaine d’étude physique correspondant à la maquette Clotaire est immergé dans un domaine fictif parallélépipédique de section rectangulaire (cf. figure 12). Une interface approchée coupée est choisie. A titre indicatif, le domaine externe représente environ 15% du domaine fictif : cela correspond au surcoût du calcul dû à la résolution sur le domaine fictif.

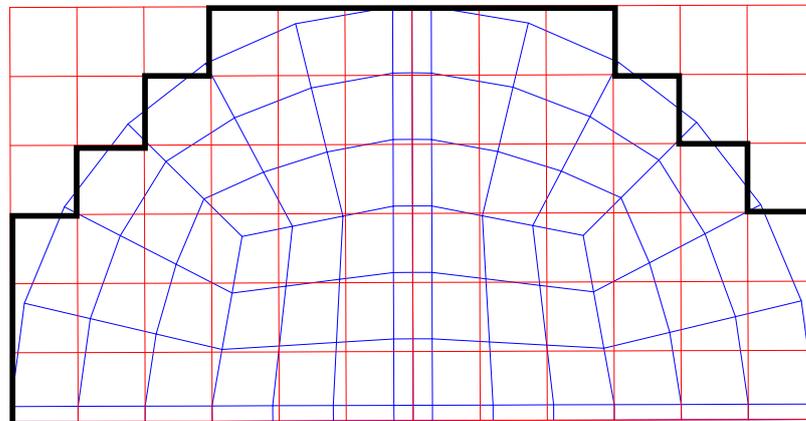


FIG. 12 – Coupe d’un maillage cartésien du domaine fictif vis-à-vis d’un maillage adapté classique non structuré. Définition de l’interface immergée approchée

Ne disposant pas de solution analytique, nous considérons comme solution de référence le champ d’enthalpie calculé par la méthode aux éléments finis (EF)

Q_1 de GENEPI avec un maillage adapté à la géométrie du GV comportant 648 388 cellules. Les pas d’espace sont alors de l’ordre de 10^{-2} m qui est l’ordre de grandeur du diamètre d’un tube. Ce maillage non structuré n’est pas uniforme en hauteur afin d’être adapté aux structures intérieures comme les plaques de maintien des tubes en U.

La convergence en maillage de la méthode E.B.C est étudiée sur des maillages cartésiens du domaine fictif comportant 7 200 (maillage grossier), 57 600 (maillage moyen) et 460 800 (maillage fin) cellules parallélépipédiques rectangles uniformes. Le pas d’espace est divisé par deux dans chaque direction d’un maillage sur l’autre : ces maillages sont donc emboîtés les uns dans les autres. Pour le maillage le plus grossier, cf. figure 12, le pas est d’environ 5.10^{-2} m dans la section horizontale (plan (xy)) du domaine fictif et 10^{-3} m axialement (direction verticale). Pour le maillage le plus fin, c’est-à-dire celui à 460 800 cellules, les pas d’espace sont très proches de ceux de la simulation de référence. L’approximation de la fenêtre d’entrée contient 1, 2 ou 4 couches d’éléments pour les maillages à 7 200, 57 600 et 460 800 cellules respectivement. Le paramètre de pénalisation η est pris égal à 10^{-14} .

Ces premières simulations ont pour but de valider l’approche domaine fictif avec méthode E.B.C sur un cas industriel. L’algorithme de raffinement de maillage FIC-EBC n’a pas encore été testé.

Un schéma de Crank-Nicholson, d’ordre 2 en temps, est utilisé pour discrétiser temporellement l’équation d’enthalpie conservative (17). Les termes du membre de droite de cette équation, non linéaires en H , sont explicités. Dans le terme de dérivation temporelle, la densité ρ est également explicitée. Le schéma de Crank-Nicholson n’est donc appliqué que sur des termes linéaires. Certains termes étant explicites, une condition de CFL reliant le pas de temps au pas d’espace assure la stabilité du schéma de discrétisation en temps.

2.2.4 Résultats

Critères physiques

D’un point de vue physique, on peut apprécier les résultats des simulations en se basant sur les indicateurs suivants :

- la puissance échangée entre le fluide primaire et le fluide secondaire,
- la distribution des isovaleurs de l’enthalpie du mélange pour des sections situées aux élévations de 0,05 m (fenêtre d’entrée), 5 m (à mi-hauteur de la maquette, dans le faisceau de tubes) et 8 m (plénum, au-dessus des tubes),
- le profil de l’enthalpie le long de lignes verticales dont les positions correspondent à celles de petits, moyens et grands cintres (tubes en U renversé dont le rayon des cintres est plus ou moins important au niveau du “chignon”), voir figure 13.

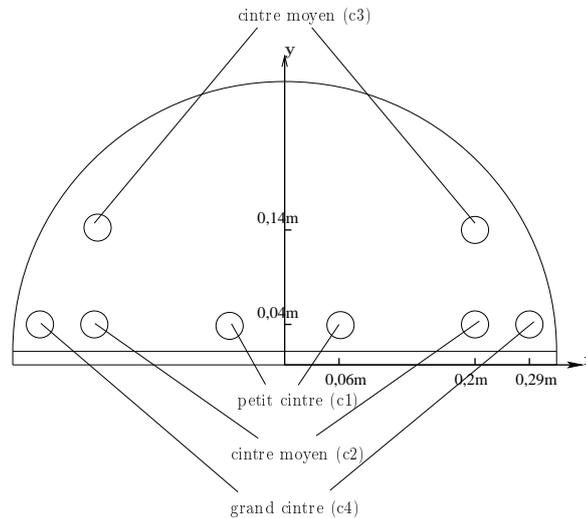


FIG. 13 – Définition des petits, moyens et grands cintres à l’aide d’une coupe horizontale de la maquette.

Précision, convergence et temps de calcul

Le tableau 2 permet de constater que la solution obtenue avec la méthode E.B.C converge vers la solution approchée de référence. L’ordre de convergence en $\mathcal{O}(h)$ de la méthode E.B.C est retrouvé. Cependant, on voit que l’erreur relative va atteindre un plateau, ceci est dû au fait que la solution de référence n’est qu’une approximation de la solution analytique.

	Maillage grossier	Maillage moyen	Maillage fin
Erreur relative (norme L^2)	$4,11953 \cdot 10^{-3}$	$2,15701 \cdot 10^{-3}$	$1,39502 \cdot 10^{-3}$

TAB. 2 – Erreurs relatives discrètes en norme L^2 sur l’ensemble du domaine physique.

La figure 14 présente de façon détaillée l’erreur en norme L^2 évaluée le long des tubes indiqués sur la figure 13. Ici également, on peut apprécier la convergence au premier ordre de la méthode de domaine fictif E.B.C. Dans tous les cas, l’erreur relative est inférieure à $5 \cdot 10^{-3}$. Ce niveau de précision est tout à fait correct pour la réalisation de simulations industrielles d’un composant nucléaire, pour lesquelles les incertitudes liées aux modélisations physiques sont bien plus grandes que celles liées aux résolutions numériques.

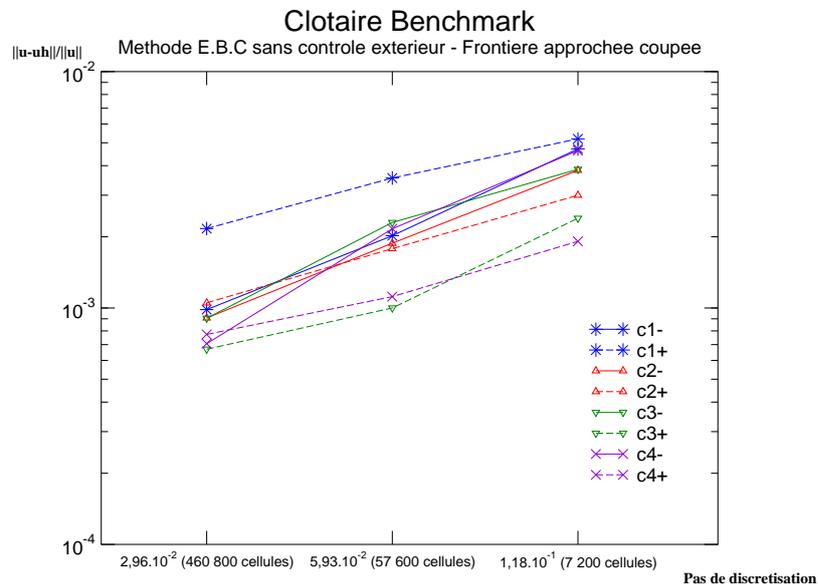
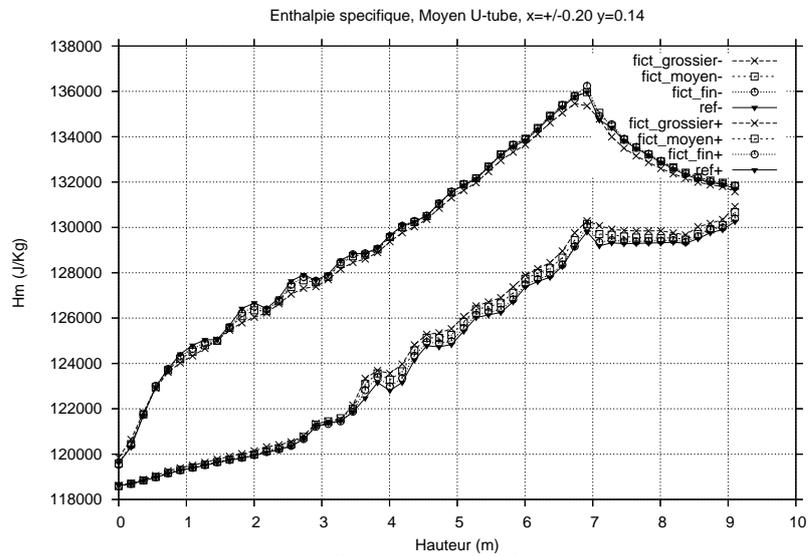


FIG. 14 – Erreur relative de l’enthalpie spécifique en norme L^2 discrète en fonction du pas de maillage. La notation ‘+’ ou ‘-’ est relative au signe de la coordonnée x .

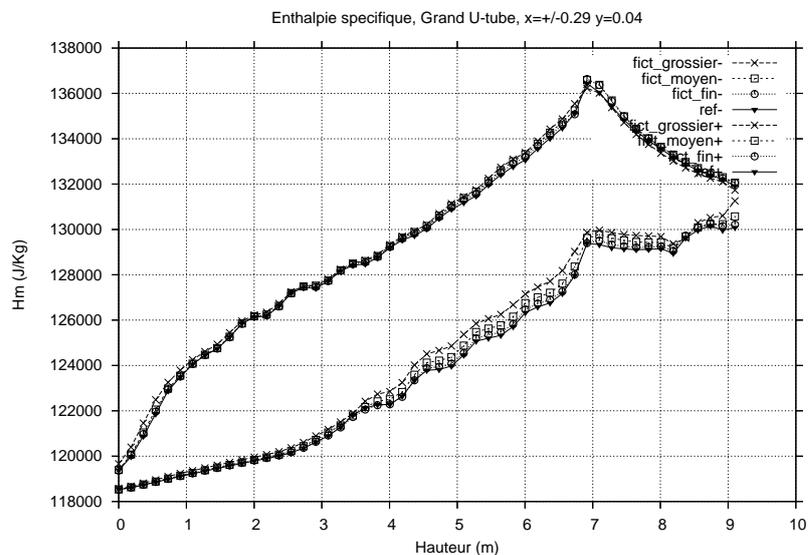
Les profils de l’enthalpie suivant le cintre moyen c3 et le grand cintre c4 font l’objet de la figure 15. Les solutions obtenues avec l’ensemble des maillages cartésiens sont comparées à la solution de référence. La notation ‘+’ ou ‘-’ sur ces figures est relative au signe de la coordonnée de x . Quand x est positif on se situe du côté branche chaude et quand x est négatif, on se situe du côté branche froide.

Les profils de l’enthalpie obtenus avec la méthode E.B.C sans contrôle extérieur sont très satisfaisants. En effet, les profils obtenus sont très proches des profils de référence, même pour le cintre c4 proche de la frontière immergée. On retrouve bien ici que la méthode de domaine fictif converge en maillage car plus le maillage du domaine fictif est fin, plus la solution obtenue est proche (voire confondue) avec la solution de référence.

Des isovaleurs de H en différentes hauteurs de la maquette (cf. section “Critères physiques”) sont portées sur les figures 16 à 18. Ces figures présentent en parallèle les isovaleurs obtenues pour le cas de référence adapté (en haut) et pour la méthode de domaine fictif sur le maillage à 460 800 cellules (en bas). Une restriction de la solution obtenue par la méthode E.B.C. sur le domaine physique est effectuée de sorte à pouvoir comparer plus facilement la solution approchée de la solution de référence.



(a) Cintre moyen c3.



(b) Grand cintre c4.

FIG. 15 – Profils de l’enthalpie spécifique : maillages cartésiens à 7 200 (fict_grossier), 57 600 (fict_moyen) et 460 800 (fict_fin) cellules et cas de référence (ref). La notation ‘+’ ou ‘-’ est relative au signe de la coordonnée x

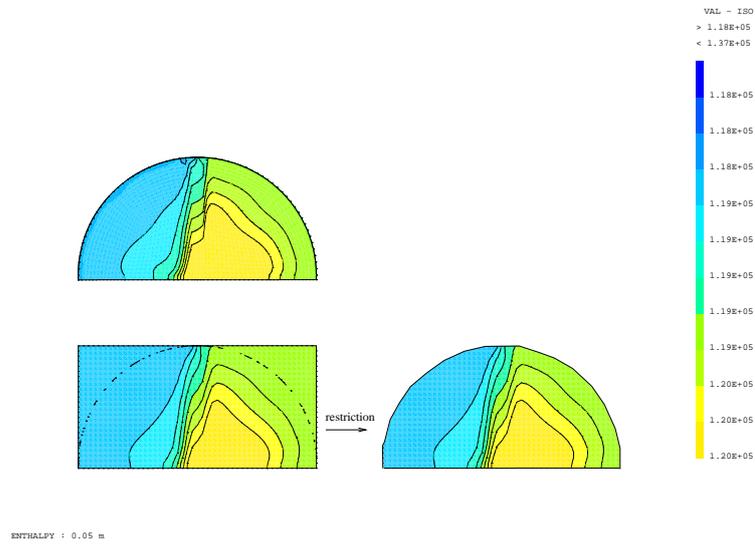


FIG. 16 – Isovaleurs de l’enthalpie sur une section située à une hauteur de 0,05 m (fenêtre d’entrée) : maillage de référence adapté (en haut) et maillage cartésien à 460 800 cellules (en bas).

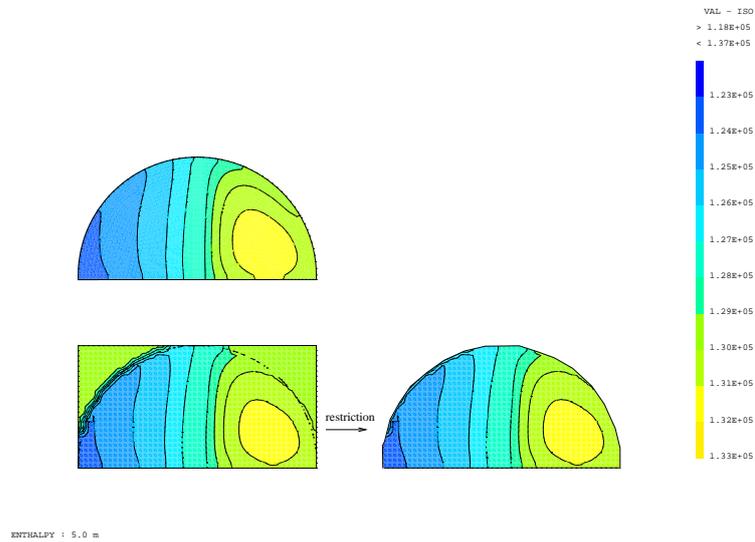


FIG. 17 – Isovaleurs de l’enthalpie sur une section située à une hauteur de 5 m (mi-hauteur) : maillage de référence adapté (en haut) et maillage cartésien à 460 800 cellules (en bas).

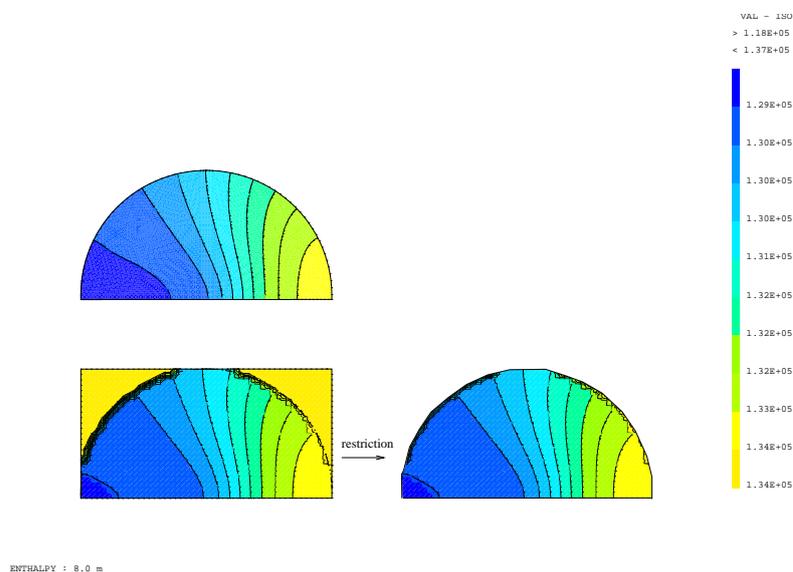


FIG. 18 – Isovaleurs de l’enthalpie sur une section située à une hauteur de 8 m (plénum) : maillage de référence adapté (en haut) et maillage cartésien à 460 800 cellules (en bas).

Les résultats permettent de constater des performances de la méthode de domaine fictif E.B.C. mise en œuvre. En particulier, les lignes d’isovaleurs sont bien perpendiculaires à la surface immergée. Aux vues des échelles de valeurs, les différences entre la solution fictive et la solution de référence sont de très faible amplitude et semblent principalement dues à la différence de taille du découpage spatial dans certaines zones de l’écoulement (notamment au niveau du ru d’eau au centre des tubes en U renversé, voir figure 12 et figure 16). Toutefois on remarque le manque de précision de la solution près de la frontière immergée qui semble conduire à une sur-évaluation de la valeur de l’enthalpie en haut du plénum en branche froide (cf. figure 18). Ceci souligne l’intérêt et la nécessité de combiner des méthodes de raffinement local de maillage aux méthodes de domaine fictif. Les résultats obtenus étant très satisfaisants, le couplage de l’algorithme FIC-EBC avec le code de calcul GENEPI est en cours d’implémentation.

Le tableau 3 permet d’apprécier la grande précision de l’estimation de la puissance échangée entre le fluide primaire et le fluide secondaire avec la méthode E.B.C. Les erreurs relatives sont en effet bien inférieures au pourcent.

Comme indiqué précédemment, le but de ces simulations était de juger de la précision de la méthode E.B.C. avec sauts immergés sur un cas test industriel afin d’envisager le futur développement d’un code de calcul bâti complètement autour du solveur E.B.C. Les aspects temps de calcul sont donc ici secondaires car le logiciel GENEPI, bâti sur un noyau EF non structurés et utilisé pour fournir les lois de fermeture du problème, ne tire pas pleinement profit du solveur E.B.C. Les informations relatives aux temps de calculs sont reportées dans le tableau 4. A titre de comparaison, les mêmes informations sont données pour le

La méthode FIC-EBC

	Maillage adapté de réf.	Maill. grossier	Maill. moyen	Maill. fin
Puissance échangée	1,48613 MW	1,48913	1,48725	1,48623
Erreur relative	-	0,202%	0,075%	0,007%

TAB. 3 – Puissance échangée entre le fluide primaire et le fluide secondaire pour les calculs avec la méthode E.B.C.

calcul de la solution de référence sur le maillage adapté à 648 388 cellules. Le nombre de pas de temps du calcul de référence est beaucoup plus important que celui du maillage fictif fin car le maillage de référence possède d’importantes hétérogénéités entre les dimensions des cellules du maillage de façon à être le mieux adapté possible aux obstacles singuliers. Suivant la condition CFL, le pas de temps est plus petit dans le cas adapté. Malgré le surcoût lié au traitement des cellules situées hors du domaine physique (environ 15%), le temps CPU de la méthode E.B.C est très intéressant en vue d’une application industrielle. Rappelons de plus que du temps CPU est perdu à chaque pas de temps lors du couplage GENEPI/solveur E.B.C fournissant les coefficients de l’équation. Ce surcoût sera caduque lorsque l’on disposera d’un code de calcul industriel basé sur le solveur E.B.C. De plus, comme vu dans les résultats académiques, la combinaison de la méthode E.B.C avec l’algorithme FIC-EBC devrait également améliorer le temps de calcul.

	Maillage adapté de référence	Maillage fictif grossier	Maillage fictif moyen	Maillage fictif fin
Nb pas de temps	4500	441	1080	2719
Durée moy. de calcul sur un pas de temps	37,60s	0,3412s	4,591s	23,99s

TAB. 4 – Temps CPU pour la méthode E.B.C..

Tous les résultats obtenus concluent à la précision et à la performance de la méthode E.B.C sans contrôle extérieur mise en œuvre dans le cas industriel d’une maquette de générateur de vapeur. “L’outil” domaine fictif à présent disponible est un premier pas vers la simulation plus précise des interactions fluide/structure au niveau des obstacles (tubes du faisceau) ou des surfaces libres à l’extérieur de l’enveloppe de l’évaporateur... L’équation bilan de quantité de mouvement doit alors être rajoutée aux équations résolues.

Conclusion

Les approches de type domaine fictif ont un avenir prometteur dans le milieu industriel car elles présentent des rapports précision sur temps de calcul avantageux. La méthode E.B.C. avec sauts immergés et sans contrôle extérieur présentée dans cet article se classe parmi les méthodes à fort potentiel car elle consiste à n'utiliser qu'un unique maillage cartésien du domaine fictif de calcul. Les conditions aux limites immergées sont alors imposées via des conditions de sauts de flux et de solution portées par une interface immergée approchée définie par le maillage. L'algorithme de raffinement local adaptatif de maillage FIC-EBC combiné avec cette méthode permet d'améliorer la solution près de la frontière immergée pour un coût de calcul supplémentaire faible et ainsi obtenir des solutions précises sur un maillage initial relativement grossier. Outre les résultats présentés ici sur le cas industriel d'une maquette de générateur de vapeur d'une centrale nucléaire, les perspectives d'application de la méthode FIC-EBC sont nombreuses, notamment la simulation par domaine fictif de plusieurs domaines physiques ayant des formes complexes et interagissant entre eux.

Le cas de frontières mobiles et/ou déformables ne semble poser aucun problème de modélisation supplémentaire. Ce type de problème reste cependant à être testé, notamment dans le cas de frontières déformables où il faut alors combiner l'approche domaine fictif à des approches de suivi d'interface. Il s'avère ensuite naturel d'étendre la méthode E.B.C. aux équations de Navier-Stokes. Afin de pouvoir facilement combiner cette méthode de domaine fictif avec des algorithmes de raffinement de maillage multi-niveaux, une discrétisation des équations avec des inconnues colocalisées serait souhaitable. Récemment, de nombreuses approches ont été proposées dans ce cadre, notamment en volumes finis. L'utilisation de telles approches dans le cadre domaine fictif semble être très prometteuse. La modélisation complète de phénomènes physiques complexes (interactions fluide/structure, écoulements diphasiques...) par la méthode de domaine fictif FIC-EBC introduite ici serait alors à portée de main.

Références

- [1] Ph. ANGOT : A model of fracture for elliptic problems with flux and solution jumps. *C.R. Acad. Sci. Paris, Ser I Math.*, 337 (6) 425-430, 2003.
- [2] Ph. ANGOT : A unified fictitious domain model for general embedded boundary conditions. *C.R. Acad. Sci. Paris, Ser. Math.*, Vol. 341(11), pp 683-688, 2005.
- [3] Ph. ANGOT, J.P. CALTAGIRONE et K. KHADRA : Une méthode adaptative de raffinement local : la Correction du Flux à l'Interface. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 315 (1), pp. 739-745, 1992.
- [4] S. BERTOLUZZA, M. ISMAIL et B. MAURY : The FBM method : Semi-discrete scheme and some numerical experiments. *Lecture Notes in Comp. Sc. and Eng.*, 2004.
- [5] A. DÜSTER, J. PARVIZIAN, Z. YANG et E. RANK : The finite cell method for three-dimensional problems of solid mechanics. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 197(45-48):3768 – 3782, 2008.

- [6] R. EYMARD, Th. GALLOUËT et R. HERBIN : *Finite Volume methods*. P.G. Ciarlet, J.-L. Lions (Eds), Handbook of Numerical Analysis, vol. VII, North-Holland, pp.713-1020, 2000.
- [7] A.L. FOGELSON et J.P. KEENER : Immersed interface methods for Neumann and related problems in two and three dimensions. *SIAM J. Sci. Comput.*, Vol 22, pp. 1630-1684, 2000.
- [8] R. GLOWINSKI, T.-W. PAN, T.I. HESLA et D.D. JOSEPH : A distributed lagrange multiplier/fictitious domain method for particulate flows. *Int. J. of Multiphase Flow* 25, pp. 755-794, 1999.
- [9] R. GLOWINSKI, T.-W. PAN et J. PÉRIAUX : A fictitious domain method for Dirichlet problem and applications. *Comp. Meth. in Appl. Mech. and Eng.*, 111 (3-4) : 283-303, 1994.
- [10] M. GRANDOTTO, M. BERNARD, J.P. GAILLARD, J.L. CHEISSOUX et E. DE LANGRE : A 3D finite element analysis for solving two phase flow problems in PWR steam generators. *In 7th International Conference on Finite Element Methods in Flow Problems, Huntsville, Alabama, USA, April 1989*.
- [11] M. GRANDOTTO et P. OBRY : Calculs des écoulements diphasiques dans les échangeurs par une méthode aux éléments finis. *Revue européenne des éléments finis*. Volume 5, n°1/1996, pages 53 à 74, 1996.
- [12] P.W. HEMKER, W. HOFFMANN et M.H. van RAALTE : Discontinuous Galerkin discretization with embedded boundary conditions. *Comput. Meth. Appl. Math.*, Vol. 3(1), pp. 135-158, 2003.
- [13] H. JOHANSEN et Ph. COLELLA : A Cartesian grid embedded boundary method for Poisson’s Equation on irregular domains. *J. Comput. Phys.*, 147 :60-85, 1998.
- [14] P. JOLY et L. RHAOUTI : Fictitious domains, H(div) finite elements and Neumann condition : the inf-sup condition. *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I Math.*, Vol. 328(12), pp. 1225-1230, 1999.
- [15] K. KHADRA, Ph. ANGOT, S. PARNEIX et J.-P. CALTAGIRONE : Fictitious domain approach for numerical modelling of Navier-Stokes equations. *Int. J. Numer. Meth. in Fluids*, Vol. 34(8) : 651-684, 2000.
- [16] D. LACANETTE, S. VINCENT, A. SARTHOU, Ph. MALAURENT et J.-P. CALTAGIRONE : An Eulerian/Lagrangian method for the numerical simulation of incompressible convection flows interacting with complex obstacles : Application to the natural convection in the lascaux cave. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 52(11-12):2528 – 2542, 2009.
- [17] P. LE TALLEC : Domain decomposition methods in computational mechanics. *Computational Mechanics advances*, Vol. 1, North Holland, Elsevier Science, pp. 121-220, 1994.
- [18] R.J. LEVEQUE et Z. LI : The immersed interface method for elliptic equations with discontinuous coefficients and singular sources. *SIAM J. Numer. Anal.*, 31 :1019-1044, 1994.
- [19] Z. LI : An overview of the immersed interface method and its applications. *Taiwan, J. Math.*, 7 :1-49, 2003.

- [20] G.I. MARCHUK : *Methods of Numerical Mathematics*. Application of Math. 2, Springer-Verlag New York (1rst ed. 1975), 1982.
- [21] B. MAURY : A Fat Boundary Method for the Poisson problem in a domain with holes. *SIAM, J. of Sci. Comput.*, 16(3) :319-339, 2001.
- [22] C.S. PESKIN : Flow patterns around heart valves : A numerical method. *J. Comput. Phys.*, Volume 10, Issue 2, Pages 252-271, 1972.
- [23] C.S. PESKIN : The immersed boundary method. *Acta Numerica*, Vol 11, pp 479-517, 2002.
- [24] S. Del PINO et O. PIRONNEAU : A fictitious domain based on general PDE's solvers. *Proc. ECCOMAS 2001, Sept Swansea*. K. Morgan ed. Wiley., 2002.
- [25] I. RAMIÈRE : *Méthodes de domaine fictif pour des problèmes elliptiques avec conditions aux limites générales en vue de la simulation numérique d'écoulements diphasiques*. Thèse de doctorat, Université de Provence, Aix-Marseille I, 2006.
- [26] I. RAMIÈRE : Convergence analysis of the Q_1 -finite element method for elliptic problems with non-boundary fitted meshes. *Int. Journal for Numerical Methods in Engineering*, vol. 75 (9), pp. 1007-1052, 2008.
- [27] I. RAMIÈRE, Ph. ANGOT et M. BELLIARD : A fictitious domain approach with spread interface for elliptic problems with general boundary conditions. *Comp. Meth. in Appl. Mech. and Eng.*, vol. 196 (4-6), pp.766-781, 2007.
- [28] I. RAMIÈRE, Ph. ANGOT et M. BELLIARD : A general fictitious domain method with immersed jumps and multilevel nested structured meshes. *Journal of Comp. Physics*, vol. 225, pp. 1347-1387, 2007.
- [29] L.A. RUKHOVETS : A remark on the method of fictive domains. *Differential Equations*,3,4 (in Russian), 1967.
- [30] V.K. SAUL'EV : On the solution of some boundary value problems on high performance computers by fictitious domain method. *Siberian Math. Journal*, 4(4) :912-925 (in Russian), 1963.
- [31] H. SCHLICHTING : *Boundary Layer Theory*. Mac Graw Hill, 1968.
- [32] P. SCHWARTZ, M. BARAD, Ph. COLELLA et T. LIGOCKI : A Cartesian grid embedded boundary method for the heat equation and Poisson's equation in three dimensions. *J. Comput. Phys.*, 211 :531-550, 2006.

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

El Houcein EL ABDALAOUI

Contribution à l'étude spectrale d'une famille de systèmes dynamiques dans la théorie ergodique et applications

Soutenue le 19 septembre 2008

Université de Rouen

Les travaux présentés ici s'inscrivent dans le cadre de la théorie spectrale des systèmes dynamiques. Ils peuvent être divisés en deux parties. La première partie s'inscrit dans le cadre de l'analyse spectrale des systèmes dynamiques de rang un et rang un gauche et une deuxième partie qui concerne l'étude spectrale des systèmes dynamiques α -rigides et les systèmes dynamiques ayant la propriété d'approximation transitive.

Une vue unificatrice des résultats présentés dans ce mémoire découle du fait que la notion d'approximation transitive généralise la notion de rang un gauche et cette dernière généralise la notion de rang un.

Pour organiser ce document, j'ai privilégié l'ordre logique plutôt que l'ordre chronologique de mes travaux. Après une section dédiée aux généralités, j'introduis dans la deuxième section les premiers exemples historiques de transformations de rang un. Ces exemples sont à l'origine des résultats que j'ai obtenus autour des systèmes dynamiques α -rigides présentés dans la troisième section. Dans la quatrième section, je présente selon l'état d'esprit de la deuxième section une définition générale des transformations de rang un. Cette définition est utile pour la cinquième section qui est dédiée aux transformations d'Ornstein. Les sections 6 à 10 contiennent les résultats de mes travaux autour des transformations d'Ornstein. Dans la sixième section, je présente mes résultats autour du mélange et le mélange faible dans la classe des transformations d'Ornstein. Je présente aussi une étude du mélange faible pour une classe α -rigide de ces transformations menée en collaboration avec A. Nogueira et T. de la Rue. Puis, dans la septième

section, j'énonce un critère du mélange faible obtenu en collaboration avec M. El Machkouri et A. Nogueira. Dans cette même section, j'énonce aussi une nouvelle version du théorème de Katok-Stepin que j'ai obtenue récemment. Le théorème de Katok-Stepin concerne le mélange faible dans la classe des échanges de trois intervalles. La huitième section est dévolue à l'étude du type spectral maximal d'une transformation de rang un avec un rappel historique. J'y présente aussi mes résultats autour des types spectraux des transformations d'Ornstein et une généralisation d'un théorème de Bourgain obtenue en collaboration avec F. Parreau et A.A. Prikhod'ko. Dans la neuvième section, je présente mon résultat autour de la simplicité spectrale des puissances d'une transformation d'Ornstein, puis par un théorème de King, j'en déduis qu'il existe des transformations mélangeantes à spectre simple de rang r , pour tout $r \geq 1$. La dixième section est une continuité naturelle de la huitième section, j'y présente mon résultat concernant le calcul effectif du type spectral maximal d'une classe d'action de groupe moyennable. Finalement, je présente dans la dernière section mes résultats obtenus en collaboration avec M. Lemańczyk autour de la propriété d'approximation transitive.

On rappelle que le contexte historique dans lequel la notion approximation transitive a émergé est celui de la classification d'algèbres de von Neumann, il s'agit donc de la théorie ergodique non-commutative. Par contre la notion de rang un et de rang un gauche sont issues du contexte des constructions combinatoires développées dans la théorie ergodique commutative pour produire des exemples et contre-exemples.

L'analyse spectrale se trouve ainsi une motivation et un outil d'étude dans les trois cas.

Bertrand IOOSS

Contributions au traitement des incertitudes en modélisation numérique : propagation d'ondes en milieu aléatoire et analyse statistique d'expériences simulées

Soutenu le 21 janvier 2009

CEA Cadarache

Cette présentation retrace mon activité scientifique durant ces douze dernières années, depuis ma thèse jusqu'aux travaux réalisés en tant qu'ingénieur-chercheur du CEA Cadarache. Les deux parties qui structurent cette présentation correspondent à deux domaines de recherche relativement différents mais se référant toutes les deux au traitement des incertitudes dans des problèmes d'ingénierie.

La première partie établit une synthèse de mes travaux sur la propagation d'ondes hautes fréquences en milieu aléatoire. Elle concerne plus spécifiquement l'étude des fluctuations statistiques des temps de trajet des ondes acoustiques en milieu aléatoire. Les résultats nouveaux obtenus concernent principalement l'introduction de l'anisotropie statistique des champs de vitesse lors de la dérivation des expressions des moments des temps en fonction de ceux du champ de vitesse des

ondes. Ces travaux ont été essentiellement portés par des besoins en géophysique (exploration pétrolière et sismologie). La seconde partie aborde le domaine de l'utilisation des techniques probabilistes pour prendre en compte les incertitudes des variables d'entrée d'un modèle numérique. Les principales applications que j'évoque relèvent du domaine de l'ingénierie nucléaire qui offre une grande variété de problématiques d'incertitude à traiter. La construction et l'exploitation d'un métamodèle (fonction mathématique peu coûteuse se substituant à un code de calcul coûteux) sont illustrées par mes travaux sur le modèle processus gaussien (krigeage). Deux thématiques complémentaires sont également abordées : l'estimation de quantiles élevés de réponses de codes de calcul et l'analyse de codes de calcul stochastiques. Des problèmes de R&D ouverts seront finalement évoqués en conclusion de ma présentation.

Xavier FERRIERES

Etude de méthodes numériques efficaces pour résoudre les équations de Maxwell et application à l'imagerie

Soutenue le 24 mars 2009

ONERA Toulouse

Cette présentation retrace mes travaux, menés au sein de l'ONERA, sur l'étude et la recherche de méthodes numériques pour la résolution des équations de Maxwell dans le domaine temporel ainsi que pour l'étude de problèmes inverses en électromagnétisme. La première partie décrit les différents schémas étudiés successivement pour obtenir des réponses pertinentes à des demandes industrielles de plus en plus exigeantes. Ces développements ont été initiés plutôt dans le domaine de la CEM (Compatibilité électromagnétique), mais s'appliquent aussi à des problèmes d'antennes, de SER (Surface Equivalente Radar) ou de propagation. Dans ce contexte, nous décrivons en particulier, les résultats récents sur l'introduction de stratégies d'approximations spatio-temporelles locales, obtenus sur une approche de type Galerkin Discontinu adaptée au système de Maxwell. Afin d'accroître les performances des modèles numériques, nous avons aussi introduit plusieurs mécanismes d'hybridation dont nous montrerons l'intérêt de chacun, suivant le problème à traiter.

Dans la deuxième partie de l'exposé nous présenterons les problèmes inverses abordés pour la détection ou la caractérisation d'objets dans le cadre de besoins exprimés par le monde industriel. En particulier, nous étudierons l'application du gradient topologique et du retournement temporel à la détection de cibles. Ensuite, nous présenterons l'étude de caractérisation de matériaux dans le contexte de corrosion de béton (mesures SAR) et pour la détection de défauts dans des radômes (mesures EMIR) par l'application d'une méthode de Gauss-Newton adaptée au problème.

Enfin, nous concluons notre exposé sur les problèmes de Recherche et développement actuels concernant des aspects d'hybridation non conforme et de prise en compte de phénomènes non linéaires posés dans le cadre d'études de plasma.

THÈSES DE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ

Khadija ELQASYR

Directeur de thèse : B. Lecoutre (CNRS).

Modélisation et analyse statistique des plans d'expérience séquentiels

Soutenu le 18 novembre 2008

Université de Rouen

Cette thèse est composée de deux parties. La première partie porte sur l'étude de plans d'expérience séquentiels appliqués aux essais cliniques. Nous étudions la modélisation de ces plans. Nous développons une généralisation de la règle "Play-The-Winner". Des résultats théoriques et numériques montrent que cette généralisation conduit à des plans plus performants que les plans qui ont été récemment développés, dans le cadre des modèles d'urne de Freedman, et qui sont une généralisation de la règle "Play-The-Winner randomisée" ou d'une version modifiée de cette règle.

Dans la deuxième partie, nous développons des méthodes d'inférence pour analyser les données des différents plans séquentiels considérés. Dans le cas de deux traitements, et pour la règle "play-the-winner", nous explicitons les distributions d'échantillonnage et leurs moments factoriels. Nous en dérivons des procédures d'inférence fréquentistes (tests et intervalles de confiance conditionnels notamment) et bayésiennes non informatives. Dans le cadre bayésien, pour une classe de lois *a priori* convenablement choisie, sont dérivés explicitement les distributions *a posteriori* et les intervalles de crédibilité des paramètres d'intérêt, ainsi que les distributions prédictives. Le lien entre les tests conditionnels et les procédures bayésiennes est explicité. Les méthodes bayésiennes sont généralisées pour traiter des plans plus complexes (plusieurs traitements et/ou prise en compte de réponses différées). Des simulations montrent que les propriétés fréquentistes des procédures bayésiennes non informatives sont remarquables.

Mots-clés : Plans séquentiels, Règle "Play-The-Winner", Modèles d'urne de Freedman, Méthodes Bayésiennes, Essais cliniques.

Juliette VENEL

Directeur de thèse : Bertrand Maury (Université Paris-Sud XI).

Modélisation mathématique et numérique de mouvements de foule

Soutenu le 27 novembre 2008

Université Paris-Sud XI, Orsay

RÉSUMÉS DE THÈSES

Nous nous intéressons à la modélisation des mouvements de foule causés par des situations d'évacuation d'urgence. L'objectif de cette thèse est de proposer un modèle mathématique et une méthode numérique de gestion des contacts, afin de traiter les interactions locales entre les personnes pour finalement mieux rendre compte de la dynamique globale du trafic piétonnier. Nous proposons un modèle microscopique de mouvements de foule qui 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, 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). Nous proposons d'étudier ce modèle en trois parties.

La première partie est consacrée à son étude théorique. Après reformulation, le problème prend la forme d'une inclusion différentielle du premier ordre. Nous démontrons alors son caractère bien posé : tout d'abord dans un cas particulier (où les individus se déplacent dans un couloir) grâce à la théorie des opérateurs maximaux monotones, puis en toute généralité, en utilisant des résultats sur les processus de rafle par un ensemble uniformément prox-régulier.

La seconde partie est dédiée à la résolution numérique du problème précédent. Nous proposons un schéma numérique en se basant sur le second principe du modèle, à savoir en calculant une vitesse réelle discrète qui soit la projection de la vitesse souhaitée sur un ensemble de vitesses admissibles "au premier ordre". En reformulant cette projection sous la forme d'un problème point-selle, nous démontrons sa convergence par une méthode de compacité, en prouvant le caractère uniformément borné des multiplicateurs de Lagrange.

La troisième partie est consacrée à la programmation et à la présentation des résultats numériques. Nous proposons d'utiliser l'algorithme d'Uzawa afin de calculer la vitesse réelle discrète comme projection de la vitesse souhaitée. Ensuite, nous nous intéressons au premier point du modèle en choisissant une vitesse souhaitée particulière (celle dirigée par le plus court chemin évitant les obstacles). Pour cela, nous présentons une programmation orientée objet incluant une méthode de type Fast Marching et ayant pour but de simuler l'évacuation d'une structure de plusieurs étages présentant une géométrie quelconque. Nous finissons avec d'autres choix de vitesse souhaitée (par exemple, en ajoutant des stratégies individuelles) et présentons les résultats numériques associés. Ces simulations numériques permettent de retrouver les phénomènes observés lors de déplacements piétonniers mais aussi de préciser le rôle des multiplicateurs de Lagrange. Apparaissant comme un moyen de quantifier le non-respect des contraintes par la vitesse souhaitée, ces derniers peuvent être interprétés comme des termes de pression subie par les individus.

Olivier DURIEU

Directeurs de thèse : Dalibor Volny (Université de Rouen) et Philippe Jouan (Université de Rouen).

Comportements Asymptotiques des Processus Stationnaires et des Processus Empiriques dans des Systèmes Dynamiques

Soutenue le 1er décembre 2008

Université de Rouen

Cette thèse se consacre à l'étude de théorèmes limites pour des suites de variables aléatoires stationnaires (en particulier issues d'un système dynamique). Nous nous concentrons sur deux résultats importants, notamment par leurs applications en statistiques. Nous étudions tout d'abord le comportement limite des sommes de variables aléatoires, plus précisément le théorème limite central et son principe d'invariance. Ensuite nous considérons le principe d'invariance pour les processus empiriques. Dans le cadre du principe d'invariance faible de Donsker, plusieurs résultats s'obtiennent au travers d'approximations par des martingales et plus généralement par des critères projectifs. Nous comparons quatre de ces critères et montrons leur indépendance mutuelle. Les critères étudiés sont la décomposition martingale-cobord (Gordin, 1969), la condition de Hannan (1979), le critère de Dedecker et Rio (2000) et la condition de Maxwell et Woodrooffe (2000). En ce qui concerne le comportement asymptotique des processus empiriques, nous établissons un principe d'invariance dans le cas des automorphismes du tore. Cela permet de sortir du cadre hyperbolique connu et d'obtenir un premier résultat pour une transformation partiellement hyperbolique. Nous proposons également une nouvelle approche, basée sur des méthodes d'opérateurs, permettant d'établir un principe d'invariance empirique. Cette méthode s'applique en particulier aux cas où l'on a de bonnes propriétés pour une classe de fonctions ne contenant pas les fonctions indicatrices. C'est en particulier le cas de certains systèmes dynamiques dont l'opérateur de transfert admet un trou spectral. En dernier lieu, suivant une question de Burton et Denker (1987), nous nous intéressons à la classe des processus pour lesquels le théorème limite central a lieu. En référence au cadre des processus empiriques, nous étudions en particulier les suites de sommes partielles des itérées d'une fonction indicatrice.

Mots-clés : Processus stationnaires, Théorème limite central, Principe d'invariance faible, Approximations martingale, Critères projectifs, Systèmes dynamiques, Distribution empirique, Processus empiriques, Inégalités de moment, Partielle hyperbolicité, Mélange multiple, Généricité, Fonctions de Morse, Chaînes de Markov, Forte ergodicité, Sommes de variables aléatoires, Théorème ergodique.

Islam BOUSSAADA

Directeurs de thèse : A. Raouf Chouikha (Université Paris 13) et Jean-Marie Strelcyn (Université de Rouen).

Contribution à l'étude des solutions périodiques et des centres isochrones des systèmes d'équations différentielles ordinaires plans

Soutenu le 9 décembre 2008

Université de Rouen

Le sujet global de cette thèse est l'étude des solutions périodiques des systèmes plans d'équations différentielles ordinaires. Elle est divisée en deux grandes parties.

La première partie, (il s'agit d'un travail publié et écrit en collaboration avec R. Chouikha) est consacrée à la recherche des solutions périodiques de l'équation de Linard généralisée. On démontre un théorème qui assure dans certains cas l'existence de telles solutions.

La seconde partie est consacrée à la recherche de centres isochrones de systèmes d'équations différentielles ordinaires polynomiaux plans. Grâce à l'usage de C-algorithme, on détermine huit nouveaux cas. On montre aussi l'efficacité de la méthode des formes normales dans de telles recherches, en examinant des systèmes d'ordre 2, 3, 4 et en retrouvant de manière uniforme plusieurs résultats déjà connus.

Mots-clés : Equation de Linard, perturbations non autonomes, solutions périodiques, systèmes polynomiaux d'EDO plans, centres isochrones, fonction d'Urabe, formes normales, calcul formel.

Siham LAYOUNI

Directeurs de thèse : Pascal Omnes (CEA Saclay) et Komla Domelevo (UPS Toulouse).

Etude d'une méthode de volumes finis pour la résolution des équations de Maxwell en deux dimensions d'espace sur des maillages quelconques et couplage avec l'équation de Vlasov

Soutenu le 16 décembre 2008

Université Paul Sabatier, Toulouse

Dans cette thèse, nous avons développé et étudié une méthode de volumes finis pour résoudre le système de Maxwell instationnaire bidimensionnel, en utilisant les opérateurs discrets de la méthode DDFV développée par K. Domelevo et P. Omnes. Le schéma obtenu représente une généralisation des méthodes de covolumes à des maillages non orthogonaux, non conformes et non convexes.

Dans le premier chapitre, nous définissons les maillages et les opérateurs discrets utilisés et nous montrons des propriétés géométriques nécessaires pour la suite.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Dans le deuxième chapitre, après avoir discrétisé le système de Maxwell, nous prouvons que le schéma obtenu préserve localement un équivalent discret de la loi de Gauss. Nous montrons aussi, la conservation ou la décroissance d'un équivalent discret de l'énergie électromagnétique, ainsi que sa positivité sous condition CFL, selon les conditions aux limites utilisées (conducteur parfait, mur magnétique, Silver-Muller) ce qui nous permet par la suite de prouver la stabilité du schéma sous condition CFL.

Une large partie de cette thèse a été consacrée à l'étude de convergence du schéma pour des champs électromagnétiques exacts réguliers $((B, \mathbf{E}) \in (C^3([0, T], C^2(\Omega)))^2)$ et moins réguliers $((B, \mathbf{E}) \in (W^{1,q}(\Omega, W^{3,p}(0, T)))^3)$, avec $p > 1$ et $q > 2$. Les résultats de convergence sont illustrés par des simulations numériques sur différents types de maillages.

Enfin, une étude numérique des réflexions parasites montre que l'utilisation des maillages non conformes n'amplifie pas ces réflexions.

Dans le dernier chapitre, nous couplons ce schéma avec une méthode PIC pour résoudre le système de Maxwell-Vlasov. Nous calculons la densité de courant en utilisant une généralisation de la méthode de Buneman à des maillages quelconques, et nous prouvons la conservation des équations de charge discrètes. La validation numérique du problème couplé montre la convergence de la fonction de distribution ; la simulation de l'amortissement Landau confirme la décroissance de l'énergie, portée par le champ électrique, avec une précision dépendant du nombre de particules par maille.

Gérald SAMBA

Directeurs de thèse : Laurent Desvillettes (CMLA, ENS Cachan) et Daniel Bouche (CMLA, ENS Cachan).

Analyse asymptotique de schémas de résolution de l'équation du transport en milieu diffusif

Soutenue le 18 décembre 2008

CMLA, ENS Cachan

La méthode Symbolique Implicite Monte-Carlo permet d'obtenir une approximation de la solution de l'équation du transport. Dans la méthode originelle, les fonctions d'approximation étaient choisies constantes par morceaux. On démontre qu'en prenant des fonctions linéaires par morceaux, cette méthode possède la limite diffusion, c'est à dire qu'en milieu diffusif, elle donne une bonne approximation de la solution même lorsque la taille des mailles est grande vis à vis du libre-parcours, à condition qu'elle reste suffisante pour résoudre l'échelle de la diffusion. On explique pourquoi la méthode des éléments finis linéaires discontinus possède la même limite diffusion. On étudie les conditions aux limites vérifiées par les solutions de ces schémas et on présente des tests numériques étayant leur analyse en milieu diffusif.

RÉSUMÉS DE THÈSES

Christian BOUCHENY

Directeurs de thèse : Georges-Pierre Bonneau (Université Joseph Fourier) et Jacques Droulez (Collège de France, LPPA).

Visualisation scientifique interactive de grands volumes de données : pour une approche perceptive

Soutenue le 13 février 2009

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université Joseph Fourier

L’explosion de la puissance de calcul permet actuellement de réaliser des simulations physiques comportant jusqu’à plusieurs milliards d’éléments. Pour extraire l’information importante de tels volumes de données, les ingénieurs doivent disposer d’outils de visualisation permettant d’explorer et d’analyser interactivement les champs calculés. Cette thèse vise à améliorer les visualisations réalisées en prenant en compte les caractéristiques de la perception visuelle chez l’homme, notamment en ce qui concerne la perception de l’espace et du volume au cours de visualisations 3D denses. D’abord, trois expériences de psychophysique ont montré que les rendus volumiques, reposant sur l’accumulation ordonnée de transparences, génèrent des difficultés importantes de perception de la profondeur. Cela est particulièrement vrai lors de visualisations statiques, mais l’ajout de mouvement dans la scène ainsi que l’amplification de la projection perspective permettent de lever en partie ces ambiguïtés. Ensuite, deux algorithmes améliorant la perception de l’espace lors de la visualisation de structures tridimensionnelles complexes ont été développés. Leur implémentation sur GPU permet des rendus interactifs indépendamment de la nature géométrique des données visualisées. L’EyeDome Lighting, un nouvel ombrage non photoréaliste basé sur l’image de profondeur, améliore la perception des formes et des profondeurs dans des scènes 3D complexes. Par ailleurs, une nouvelle technique d’écorché dépendant du point de vue a été implémentée. Elle autorise la visualisation d’objets normalement occultés tout en rendant compte de la structure des surfaces masquantes.

Mots-clés : Visualisation scientifique, perception de la profondeur, perception de la transparence, rendu volumique direct, rendu non photoréaliste, ombrage temps réel, rendu GPU, focus+contexte.

Armel ANDAMI OVONO

Directeur de thèse : Arnaud Rougirel (Université de Poitiers).

Equations de diffusion paramétrée par la portée des interactions à longue distance

Soutenue le 24 février 2009

Université de Poitiers

Nous nous intéressons dans cette thèse à l’étude d’une équation parabolique quasi-linéaire dans laquelle la diffusion est paramétrée par la longueur des différentes

RÉSUMÉS DE THÈSES

interactions non locales. Pour le problème stationnaire associé, nous montrons des résultats d’existence, d’unicité et de continuité. Nous présentons ensuite un critère général d’inversibilité dépendant du paramètre; ce critère très important nous permet, comme exemple d’application, de retrouver des résultats d’inversibilité déjà connus lorsque le paramètre est égal au diamètre du domaine. Nous donnons ensuite un principe de comparaison de solutions symétriques radiales ainsi qu’une généralisation du décompte du nombre de solutions. Enfin nous donnons quelques applications numériques utilisant une méthode de point fixe et de Newton pour illustrer ces résultats. Pour le problème d’évolution, après avoir montré l’existence d’un attracteur global associé à notre problème, nous démontrons une estimation L^∞ de la solution en fonction d’estimations L^q , $q > 1$ utilisant des itérations de type Moser.

Mots-clés : Equation parabolique, solutions stationnaires, solutions radiales, principe de comparaison.

Elie BRETIN

Directeurs de thèse : Eric Bonnetier (Université Joseph Fourier) et Valérie Perrier (Grenoble INP).

Mouvements par courbure moyenne et méthode de champ de phase

Soutenue le 21 avril 2009

Laboratoire Jean Kuntzmann et Grenoble INP

Cette thèse s’intéresse à la résolution numérique d’équations de champ de phase en vue de simuler des mouvements d’interfaces géométriques. Nous étudions en particulier de nouvelles variantes de l’équation d’Allen Cahn, mieux adaptées pour le traitement de contraintes de volume, la gestion de points triples ou encore la prise en compte de tension de surface anisotrope. Nous effectuons une analyse numérique de ces nouveaux modèles et nous proposons une méthode simple de résolution, basée sur un traitement des termes de diffusion dans l’espace de Fourier, et qui s’avère très rapide et précise.

Mots-clés : Mouvement d’interface géométrique, courbure anisotrope, champ de phase, Fourier, analyse multirésolution.

Frédéric HUGUET

Directeurs de thèse : Eric Bonnetier (Université Joseph Fourier) et Frédéric Devernay (INRIA Rhône-Alpes).

Modélisation et calcul du flot de scène stéréoscopique par une méthode variationnelle

Soutenue le 30 avril 2009

Laboratoire Jean Kuntzmann et Université Joseph Fourier

En vision par ordinateur, le flot de scène représente le déplacement des points d'une surface située dans une scène 3D quelconque, entre deux instants consécutifs. Il s'agit donc d'un champ vectoriel 3D. Celui-ci est particulièrement utile dans l'analyse des déformations d'une surface quelconque, observée par un système d'au moins deux caméras. Cette thèse traite de l'estimation du flot de scène et d'une application dans le domaine de la géophysique. Elle s'est déroulée dans le cadre de l'ACI GEOLSTEREO, en collaboration étroite avec le laboratoire Geosciences Azur, situé à Sophia Antipolis (06, UMR 6526 - CNRS - UNSA - UPMC-IRD). Nous proposons d'estimer le flot de scène en couplant l'évaluation du flot optique dans les séquences d'images associées à chaque caméra, à l'estimation de la correspondance stéréo dense entre les images. De plus, notre approche évalue, en même temps que le flot de scène, les occultations à la fois en flot optique et en stéréo. Nous obtenons au final un système d'EDP couplant le flot optique et la stéréo, que nous résolvons numériquement à l'aide d'un algorithme multirésolution original. Alors que les précédentes méthodes variationnelles estimaient la reconstruction 3D au temps t et le flot de scène séparément, notre méthode estime les deux simultanément. Nous présentons des résultats numériques sur des séquences synthétiques avec leur vérité terrain, et nous comparons également la précision du flot de scène projeté dans une caméra avec une méthode récente et performante d'estimation variationnelle du flot optique. Des résultats sont présentés sur une séquence stéréo réelle, se rapportant à un mouvement non rigide et à de larges discontinuités. Enfin, nous présentons l'approche originale de modélisation physique 3D utilisée au laboratoire Geosciences Azur. Nous décrivons la mise en place du dispositif stéréoscopique associé, ainsi que le déroulement de l'expérience. Des résultats de reconstruction 3D, d'estimation du flot de scène, et de suivi de la déformation d'une surface sont montrés dans le dernier chapitre de la thèse.

Mots-clés : Vision par ordinateur, résolution numérique d'équations aux dérivées partielles, application au suivi de mouvements gravitaires.

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 deux ans aux jeunes chercheurs en mathématiques qui ont soutenu récemment leur thèse et qui l’ont enregistrée sur TEL :

<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 ».

Annonces de Colloques

par Thomas HABERKORN

Juin 2009

REACTION-DIFFUSION SYSTEMS : MODELING AND ANALYSIS

du 2 au 5 juin 2009, à Orsay

<http://math.univ-tlse1.fr/readilab/>

11ÈME ÉDITION DE L'ÉCOLE DE PRINTEMPS DE MÉCANIQUE DES FLUIDES NUMÉRIQUE

du 7 au 13 juin 2009, au centre du CNRS à l'île d'Oléron

<http://ecolemf.n.limsi.fr/>

MATHEMATICAL MODELING AND COMPUTING IN ELECTROCARDIOLOGY

du 8 au 9 juin 2009, à Nantes

<http://www.math.sciences.univ-nantes.fr/MMCE09>

3RD INT. CONFERENCE ON APPROXIMATION METHODS AND NUMERICAL MODELING IN ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES (MAMERN09)

du 8 au 11 juin 2009, à Pau

<http://lma.univ-pau.fr/meet/mamern09/>

36ÈME JOURNÉES EDP

du 8 au 12 juin 2009, à Evian

http://www.math.u-psud.fr/~anm_edp/GDR/evian2009.html

CONFERENCE WAVES 2009

du 15 au 19 juin 2009, à Pau

<https://waves-2009.bordeaux.inria.fr>

ÉCOLE D'ÉTÉ : OPTIMAL TRANSPORTATION : THEORY AND APPLICATIONS

du 15 juin au 3 juillet 2009, à Grenoble

<http://www-fourier.ujf-grenoble.fr/2009-summer-school.html>

ÉCOLE D'ÉTÉ CEA-EDF-INRIA. TRANSPORT DE PARTICULES : MÉTHODES NUMÉRIQUES ET APPLICATIONS

du 22 juin au 3 juillet 2009, à Saint-Lambert-des-bois

<http://www.inria.fr/actualites/colloques/cea-edf-inria/2009/transport-particules/index.fr.html>

ANNONCES DE COLLOQUES

THE 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPLEX SYSTEMS AND APPLICATIONS

du 29 juin au 2 juillet 2009, au Havre

<http://litis.univ-lehavre.fr/~bertelle/iccsa2009/iccsa2009.html>

WORKSHOP ON STOCHASTIC ANALYSIS AND FINANCE

du 29 juin au 3 juillet 2009, à Hong-Kong

<http://www6.cityu.edu.hk/ma/wsaf09/>

4ÈMES JOURNÉES TERATEC SUR LE CALCUL INTENSIF

du 30 juin au 1er juillet 2009, à Gif-sur-Yvette

<http://www.teratec.eu/forum/index.html>

Juillet 2009

ENBIS-EMSE 2009 : WORKSHOP ON DESIGN AND ANALYSIS OF COMPUTER EXPERIMENTS

du 1er au 3 juillet 2009, à St-Etienne

<http://www.emse.fr/enbis-emse2009/>

39ÈME ECOLE D'ÉTÉ DE PROBABILITÉS DE SAINT-FOUR

du 5 au 18 juillet 2009, à Saint-Flour

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

WORKSHOP ON CONTROL OF DISTRIBUTED PARAMETER SYSTEMS 2009

du 20 au 24 juillet 2009, à Toulouse

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

EUROPEAN MEETING OF STATISTICIANS

du 20 au 24 juillet 2009, à Toulouse

<http://www.math.univ-toulouse.fr/EMS2009/>

IFIP TC 7 ON SYSTEM MODELLING AND OPTIMIZATION

du 27 au 31 juillet 2009, à Buenos Aires (Argentine)

<http://www.ifip2009.org/>

33ÈME CONFERENCE "STOCHASTIC PROCESSES AND THEIR APPLICATIONS"

du 27 au 31 juillet 2009, à Berlin (Allemagne)

<http://www.math.tu-berlin.de/SPA2009/>

Août 2009

WORKSHOP ON ASYMPTOTIC METHODS, MECHANICS AND OTHER APPLICATIONS

du 31 août au 1er septembre 2009, à Ker-Lann

<http://w3.bretagne.ens-cachan.fr/math/macadam/workshop/>

ANNONCES DE COLLOQUES

INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE THEORY AND APPLICATIONS OF VLASOV EQUATIONS (VLASOVIA 2009)

du 31 août au 4 septembre 2009, au CIRM (Luminy)

http://www.cirm.univ-mrs.fr/liste_rencontre/Rencontres2009/Renc340/Renc340.html

ECOLE D'ÉTÉ EN STATISTIQUE ET ÉCONOMÉTRIE : "STATS IN THE CHATEAU"

du 31 août au 4 septembre 2009, à Jouy-en-Josas

<http://www.hec.fr/statsinthechateau>

Septembre 2009

NEW TRENDS IN MODEL COUPLING. THEORY, NUMERICS AND APPLICATIONS

du 2 au 4 septembre 2009, à Paris

<http://www.ann.jussieu.fr/mcparis09/>

WORKSHOP IN NONLINEAR ELLIPTIC PDES

du 2 au 4 septembre 2009, à Bruxelles (Belgique)

<http://wnpde09.ulb.ac.be/>

NUMERICAL APPROXIMATIONS OF HYPERBOLIC SYSTEMS WITH SOURCE TERMS AND APPLICATIONS

du 7 au 11 septembre 2009, à Cantabria (Espagne)

http://www.math.sciences.univ-nantes.fr/~berthon/conferences/castro_2009/debut.html

JOURNÉES DE FORMATION "HOMOGÉNÉISATION"

du 7 au 8 septembre 2009, à Calais

<http://www-lmpa.univ-littoral.fr/homogeneisation/>

CONFÉRENCE SUR L'ANALYSE VARIATIONNELLE ET L'OPTIMISATION, À L'OCCASION DU SOIXANTIÈME ANNIVERSAIRE DU PROFESSEUR HÉDY ATTOUCH

du 9 au 12 septembre 2009, à Montpellier

<http://anavar09.math.univ-montp2.fr/index.html>

14TH BELGIAN-FRENCH-GERMAN CONFERENCE ON OPTIMIZATION (BFG 2009)

du 14 au 18 septembre 2009, à Leuven (Belgique)

<http://www.kuleuven.be/bfg09>

WORKSHOP SUR LES EQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES ET PHYSIQUE MATHÉMATIQUE - COLLOQUE EN L'HONNEUR DE BERNARD HELFFER

du 16 au 18 septembre 2009, à Orsay

<http://www.math.u-psud.fr/pdemp>

ANNONCES DE COLLOQUES

Octobre 2009

SYMPOSIUM ON CURRENT AND NEW TRENDS IN SCIENTIFIC COMPUTING

du 5 au 9 octobre 2009, à Santiago (Chili)

<http://cntsc2009.cmm.uchile.cl/>

ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES ET APPLICATIONS - COLLOQUE INTERNATIONAL EN L'HONNEUR DE MICHEL PIERRE POUR SON 60ÈME ANNIVERSAIRE

du 22 au 24 octobre 2009, à Vittel

<http://edpa2009.iecn.u-nancy.fr/>

Novembre 2009

11th LATIN AMERICAN CONGRESS OF PROBABILITY AND MATHEMATICAL STATISTICS (CLAPEM)

du 1er au 6 novembre 2009, à Naiguatá (Venezuela)

<http://www.cesma.usb.ve/xiclapem/en/programa.php>

INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROFLUIDICS AND COMPLEX FLOWS

du 5 au 6 novembre 2009, à la Marsa (Tunisie)

<http://www-lsp.ujf-grenoble.fr/equipe/dyfcom/ismail/ecm09/>

THE FIRST IRAQI-FRENCH MATHEMATICS CONFERENCE

du 14 au 18 novembre 2009, à Erbil (Iraq)

<http://uni-sci.org/conference/>

2ÈME MEETING EN OPTIMISATION MODÉLISATION ET APPROXIMATION

du 19 au 21 novembre 2009, à Casablanca (Maroc)

<http://www-lmpa.univ-littoral.fr/MOMA09/>

Décembre 2009

MATHS A VENIR

du 1er au 2 Décembre 2009, Maison de la Mutualité, Paris (France)

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

Notes de lecture

par Paul SABLONNIÈRE

NOTES DE LECTURE

CLAUDE BREZINSKI : *Ampère, Arago, Fresnel- Trois hommes, trois savants, trois amis, 1775-1853*, Editeur HERMANN - 2008 - ISBN : 978-2-7056-6791-7

Claude Brézinski publie chez Hermann l’histoire de trois hommes, trois savants et trois amis : André-Marie Ampère (1775-1836), François Arago (1786-1853) et Augustin Fresnel (1788-1827). Ce livre est facile et agréable à lire tout en rassemblant une véritable mine d’informations sur cette époque très brillante de la science française, due notamment au soutien de Napoléon pour les sciences (voilà un bon exemple à suivre pour nos gouvernants). Sans en rendre compte en détail, voici quelques indications sur son contenu, accompagnées de quelques impressions personnelles.

Le livre se compose de 5 chapitres et de quelques annexes (repères chronologiques, tableau synthétique, bibliographie, remerciements). En fait, il couvre la période 1775-1853, de la naissance d’Ampère à la mort d’Arago.

Le chapitre 1 plante les décors où ont vécu les personnages : le décor politique (la Révolution, l’Empire, la Restauration et l’avènement de Napoléon III), puis brièvement le décor culturel (art et littérature) et enfin l’enseignement et le décor scientifique : les réformes des enseignements secondaire et supérieur faites par la Révolution et l’Empire, les Universités, les Grandes Écoles et les principales disciplines scientifiques.

On lit avec beaucoup d’intérêt le résumé d’histoire de France écrit par l’auteur. On révise avec plaisir les leçons d’histoire du lycée en retrouvant ou en découvrant les grands faits (et les petits) de cette époque bien agitée. La section sur l’enseignement et l’environnement scientifique m’a beaucoup intéressé : on y découvre l’origine de l’organisation actuelle de notre enseignement et l’on comprend mieux alors le poids du passé quand on entreprend des réformes. On constate aussi l’accélération du développement des sciences dans la seconde partie du XVIIIème siècle et le début du XIXème.

Le chapitre 2 présente assez brièvement les lieux : l’Ecole Polytechnique, l’Ecole des Ponts et Chaussées, l’Académie des Sciences, l’Observatoire, le Bureau des Longitudes et le Collège de France, où ont évolué les trois savants. Les chapitres 3 et 4 forment le coeur du livre puisqu’ils racontent leurs vies et présentent leurs oeuvres. L’auteur donne des informations assez précises (et parfois inédites, voir la page des remerciements) sur ces personnages, leurs familles, leur enfance, leurs

études, leur carrière et leur vie familiale. On y constate tout de même que ces garçons étaient assez doués et que souvent un fait banal est à l’origine de leur orientation. Le lecteur mathématicien découvrira avec intérêt qu’ils ont tous eu un bon contact avec les mathématiques, soit directement (comme Ampère qui lisait l’algèbre de Clairaut à 13 ans et savait par coeur plusieurs articles de l’encyclopédie où il aimait se plonger, ou Arago qui lisait Euler, Lagrange et Laplace à 16 ans), soit par leurs professeurs, comme Fresnel au (futur) lycée de Caen. Voilà qui confirme l’assertion de Galilée selon laquelle les mathématiques sont le langage de la science. Puis on y suit leurs études, leur carrière professionnelle et leur vie familiale. On y découvre la vie amoureuse agitée du grand sentimental qu’était Ampère. Le chapitre suivant est la suite logique du précédent car il expose, sans trop de détails techniques, les découvertes des trois hommes. De nouveau, l’auteur développe en parallèle l’évolution des idées et les faits qui conduisent à ces découvertes. L’histoire des phares est fascinante : on y voit l’expérience et la théorie intimement mêlées, comme il se doit en physique, mais aussi le rôle important joué par Fresnel comme administrateur.

Le chapitre 5 présente une galerie de 18 contemporains qui ont eu des relations amicales, familiales ou professionnelles avec les trois savants, et ont aussi marqué leur époque. Parmi ceux-ci, on remarque les chimistes Claude-Louis Berthollet et Pierre-Louis Dulong, Jean-Baptiste Biot, l’un des premiers physiciens mathématiciens, le physicien britannique Michael Faraday, Alexander von Humboldt, l’in-fatigable géographe et explorateur prussien, l’astronome Jérôme Lalande, le marquis Pierre-Simon de Laplace, Etienne Louis Malus (optique), Gaspard Monge, le géomètre et fondateur de l’X, le physicien danois Hans Christian Oersted, et Siméon-Denis Poisson, mathématicien plein d’imagination.

Enfin, dans le dernier chapitre, intitulé Epilogues, l’auteur évoque brièvement l’évolution de deux thèmes scientifiques vers la fin du XIX^{ème} et le début du XX^{ème} siècle : les ondes lumineuses et la mécanique quantique.

La bibliographie contient des références à des ouvrages français sur les trois hommes et d’autres références plus générales sur leurs contemporains, les faits historiques et scientifiques ou les idées de la période concernée.

Certes, les personnages principaux du livre sont des physiciens, mais c’est à la fois grâce à une formation rigoureuse en mathématiques (essentiellement en calcul différentiel et intégral) et à leurs qualités d’observateurs et d’expérimentateurs qu’ils nous ont apporté ces belles découvertes dont nous continuons à profiter actuellement. Je souhaite au lecteur autant de plaisir que j’en ai eu à la lecture de ce livre érudit qui se lit comme un roman.

Recension par Paul Sablonnière, Insa de Rennes.

MARC TROYANOV : *Cours de géométrie*, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2009 (ISBN 978-2-88074-817-3)

Ce livre est visiblement écrit par un mathématicien à la fois rigoureux et pédagogue. Il est clair et agréable à lire, grâce notamment aux nombreuses figures illustrant le texte. Il me semble principalement destiné aux étudiants en mathématiques et constitue effectivement une solide référence pour les physiciens et les mathématiciens. Je ne sais pas s’il est vraiment destiné aux élèves-ingénieurs, mais sa lecture est facile, même le premier chapitre sur l’axiomatique des points et des droites qui rappelle un peu les *Eléments* d’Euclide (qui ont été pendant des siècles la bible de l’enseignement de la géométrie).

Le livre comporte 358 pages, il est divisé en 3 parties et en 7 chapitres :

- 1) Notions fondamentales (73 pages) : Chap 1, Du point aux vecteurs. Chap 2, Bases de la géométrie vectorielle et géométrie affine.
- 2) Méthodes vectorielles en géométrie euclidienne (145 pages) : Chap 3, Produit scalaire. Chap 4, Produits extérieur, vectoriel et mixte. Chap 5, Transformations affines et isométries.
- 3) Géométrie différentielle (136 pages) : Chap 6, Géométrie des courbes. Chap 7, Surfaces.

La bibliographie est riche de 44 références, principalement des traités de géométrie, approfondissant ses différents aspects. Le livre propose de nombreux exercices, principalement sur les chapitres 4, 6 et 7. Je remarque que la troisième partie comporte 135 pages sur 350 et 81 exercices sur les 207 proposés. Ceci reflète sans doute la préférence de l’auteur pour son domaine de recherche.

On trouve dans le livre quelques exemples intéressants d’applications concrètes, trop peu nombreuses à mon avis. Au premier chapitre, le principe d’Archimède et la détermination du centre de gravité. Au chapitre deux, on découvre avec beaucoup de curiosité et d’intérêt l’application des coordonnées barycentriques à la géométrie des couleurs. Au chapitre 5, on trouve une application des transformations de coordonnées aux bras manipulateurs de robots. Au chapitre 6, on y trouve quelques mots sur les courbes de Bézier ou splines (une petite remarque : certes on ne peut représenter en général les coniques par des courbes de Bézier, mais il existe des courbes de Bézier et des splines rationnelles qui permettent cette représentation. Voir par exemple les livres $[FJ]$ de Jean-Charles Fiorot et Pierre Jeannin, ou l’excellent livre de Rida Farouki $[Fk]$ et les classiques $[Fn]$ et $[PT]$). Plus loin, il y a une brève note sur les engrenages et un peu plus loin une petite fantaisie un peu inattendue sur les applications de la substitution $t = tg(\theta/2)$ au calcul d’intégrales, aux équations trigonométriques et aux triplets pythagoriciens en arithmétique.

Comme spécialiste des courbes et surfaces de Bézier ou splines, je regrette un peu que l’auteur n’ait pas davantage développé (ou tout simplement cité en référence) quelques applications de la géométrie à ce qu’on appelle maintenant le CAGD (Computer-Aided Geometric Design), à la géométrie algorithmique et à l’imagerie. Par exemple, les coordonnées barycentriques conduisent assez naturelle-

ment aux surfaces de Bézier (polynomiales ou rationnelles) définies sur un triangle. De plus, ces représentations facilitent grandement par exemple la construction de surfaces de classe C^1 définies sur une triangulation, qui sont utilisées dans les méthodes d'éléments finis (on peut consulter à ce sujet le livre récent [LS] très complet de Ming-Jun Lai & Larry Schumaker). Pour la géométrie algorithmique, voir par exemple [BT]. Quant à l'imagerie, les applications de la géométrie différentielle des courbes et surfaces y sont nombreuses et variées : voir par exemple [Sp, St]. Enfin, pourquoi ne pas signaler des livres comme [GAS] où l'on découvre mille et une techniques de représentation des courbes et surfaces sur ordinateur ?

Il est vrai que cela aurait peut-être conduit à un traité un peu volumineux. Ceci dit, ce livre est une excellente introduction à divers aspects de la géométrie et à quelques applications intéressantes.

[BT] Jean-Daniel Boissonnat & Monique Teillaud, *Effective computational geometry for curves and surfaces*. Springer, 2007.

[Fk] Rida Farouki, *Pythagorean hodograph curves*. Springer, 2007.

[Fn] Gerald Farin, *Curves and Surfaces for CAGD*. Academic Press, 2002.

[FJ] Jean-Charles Fiorot & Pierre Jeannin, 1) *Courbes et surfaces rationnelles*. Masson, Paris, 1989. 2) *Courbes splines rationnelles*, Masson, Paris, 1992

[GAS] A. Gray, E. Abbena, S. Salamon : *Modern differential geometry of curves and surfaces with Mathematica*. (3rd edition). CRC 2006.

[LS] Ming-Jun Lai & Larry Schumaker, *Spline functions on triangulations*. Cambridge University Press, 2007.

[PT] Les Piegl & Wayne Tiller, *The Nurbs Book*, Springer 1999.

[Sp] Guillermo Sapiro, *Geometric partial differential equations and image analysis*. Cambridge University Press, 2006.

[St] J.A. Sethian, *Level set methods and fast marching methods*. Cambridge University Press, 2005.

Recension par Paul Sablonnière, Insa de Rennes.

JEAN-PIERRE BROSSARD : *Dynamique du freinage*, Editeur : Presses polytechniques et universitaires romandes, 2009 MECANIQUE- 269 pages ; ISBN 978-2 88074-781-7

Cet ouvrage est une suite logique de la "Dynamique du véhicule" du même auteur et dans la même collection ; on y retrouve les mêmes qualités : rigueur, précision, analyse rationnelle conduisant à une modélisation intégrant des études théoriques, des données expérimentales, des contraintes techniques. Il met en œuvre une démarche de mécanicien sachant parfaitement ce que l'on peut attendre de l'utilisation de la mécanique rationnelle et des mathématiques, le tout dans un souci de pédagogie mais sans ostentation.

Ecrire un livre sur le freinage d'un véhicule automobile est un véritable défi. Pourquoi ? Il faut lire le livre pour avoir une idée de la prouesse. Il n'est pas besoin

de connaître le contenu de la “Dynamique du véhicule”, auquel il est fait souvent référence pour aborder la lecture de ce livre et comprendre la méthodologie de l’auteur qui est un artiste de la modélisation : il procède à la façon d’un architecte qui serait aussi ingénieur de conception et mathématicien sachant jongler avec la géométrie, l’analyse numérique appliquée à la résolution de systèmes différentiels complexes et la simulation. Il suffit de feuilleter le livre pour remarquer que la plupart des problèmes traités et résolus sont très fortement non linéaires et je suis persuadé que pour le mathématicien et le mécanicien cet ouvrage est une mine de problèmes théoriques ou/et appliqués. Partant des résultats présentés par l’auteur il est possible d’enrichir la théorie, les méthodes de résolution et d’interprétation des résultats pour des systèmes modélisés par des équations différentielles. Il faut aussi préciser qu’un souci constant de l’auteur est de fournir des méthodes et des données exploitables dans les réalisations techniques de systèmes de freinage d’une automobile. Pour terminer ces généralités soulignons quelques points évidents, mais qu’il est bon de rappeler. Du point de vue du freinage une automobile grand public n’est pas une Formule 1, ni un avion, ni un bateau, alors que la motorisation ou la dynamique de la plupart des véhicules ont de nombreux points communs. Dans le freinage d’une automobile, la part d’initiative laissée au conducteur n’est pas la même que celle d’un pilote d’une Formule 1, d’un avion ou d’un navire : l’environnement - le sol, l’air, l’eau ont des comportements différents sans compter les vitesses ou les masses en mouvement. Tout conducteur peut témoigner des difficultés imposées par des freinages sur des chaussées sèches, mouillées, inondées, enneigées ou verglacées ; sur les routes verglacées le conducteur devra réaliser des manœuvres inhabituelles avec son volant et sa pédale de frein. En bref, si la motorisation est une nécessité vitale, le freinage est une nécessité absolue : une voiture qui refuse de se déplacer peut provoquer des situations désagréables, mais un véhicule qui ne freine pas peut entraîner des catastrophes aux conséquences dramatiques. De plus, un système de freinage bien conçu fait partie du confort du conducteur et des passagers.

Quelques mots sur la structure du livre : il commence par une préface de Thierry Villemin, directeur Application sécurité active Bosch suivi d’un avant-propos de l’auteur. Le cœur de l’ouvrage est constitué de quatre chapitres :

CHAPITRE 1 : Dynamique longitudinale globale.

CHAPITRE 2 : Dynamique du freinage de la roue.

CHAPITRE 3 : Etablissement d’un système de freinage.

CHAPITRE 4 : Stabilité de la trajectoire au freinage.

Le livre s’achève par une bibliographie à la fois complète et sobre d’une cinquantaine de références suivie d’un index bien commode pour s’y retrouver dans le dédale des termes techniques pas toujours familiers.

Aussi bien dans la préface que dans l’avant-propos le rôle du freinage est rappelé ; un paragraphe de l’avant-propos donne une bonne analyse du sujet : “Du point de vue de la dynamique, le freinage correspond à un état de mouvement

particulier au même titre que le virage qui est l'état fondamental de la dynamique transversale. C'est un état de mouvement dans lequel le véhicule passe de la vitesse initiale V_0 à une vitesse V_1 , $V_0 > V_1$. Le champ couvert par cet ouvrage est la dynamique du freinage et repose sur une modélisation et une mise en équations d'un système multicorps ce qui rend possible la simulation." Précisons que seul les freins à frottements sont concernés par cette étude. Une dernière citation, qui complète la précédente, insiste sur un point conceptuel fondamental de la notion de commande, versus contrôle, au sens mathématique et technique : " Aussi cet ouvrage s'adresse-t-il tant au monde de la dynamique automobile qu'à celui de la commande qui se rejoignent dans la mécatronique."

Un des défis de ce livre portant sur un point de la dynamique du véhicule était d'isoler du système véhicule un sous-système complexe qui prend en compte tout ce qui concerne le freinage : sol, pneus, liaisons roues-chassis, disques de freinage, dispositifs annexes d'antiplongée et d'anticabrage, suspensions, ABS, commandes du freinage à la disposition du conducteur, notamment la pédale de frein et aussi le volant. Pour avoir une idée de la complexité du problème et des solutions proposées par l'auteur il faut lire le *premier chapitre* dans lequel on trouvera des modélisations surprenantes, mais qui se révèlent efficaces, notamment une modélisation qui consiste à supposer que le véhicule à quatre roues possède un plan vertical de symétrie si bien qu'il peut être modélisé comme un véhicule qui n'aurait que deux roues mais qui ne serait pas une moto ! Après l'étude détaillée de ce véhicule fictif on revient à l'étude du modèle à quatre roues prenant en compte à la fois le comportement des roues dont deux au moins sont directrices et les effets de paramètres de la conduite : virages, conditions atmosphériques. De l'étude des modèles sont dégagées des grandeurs globales comme par exemple les forces de freinage longitudinales et transversales, calculées et représentées dans des diagrammes exploitables aussi bien par des techniciens que par des concepteurs d'automobiles. Ce premier chapitre se termine par un paragraphe qui résume la démarche de l'auteur et revient sur les résultats essentiels.

Le *chapitre deux* est consacré à l'analyse d'un sous-système de l'ensemble des éléments du freinage : tout d'abord la roue qui en est la pièce maîtresse. Différents diagrammes mettent en évidence les données indispensables aux concepteurs. Il faudrait présenter la figure 2.7 à tous les conducteurs pour qu'ils puissent prendre conscience de l'influence fondamentale de l'état du sol de manière à adapter leur façon de conduire aux conditions qu'ils peuvent rencontrer. Le simple examen des nombreuses figures met en évidence les aspects non linéaires des phénomènes liés au freinage. Dans la première partie de l'étude, pour une voiture grand public, les effets de l'aérodynamisme étaient négligés, mais l'auteur revient brièvement sur leur prise en compte de manière à justifier les hypothèses adoptées au départ. Par contre, pour un bolide de course, les considérations sur l'aérodynamique sont essentielles

Dans le *chapitre suivant* on franchit une nouvelle étape vers la conception d'un système de freinage. On y distingue "modélisation externe et modélisation in-

terne” : la première porte sur les roues liées au véhicule et au contact avec le sol de manière à analyser le comportement de la voiture au cours d’un freinage - notamment la répartition des efforts d’adhérence sur chaque roue et la recherche d’un optimum d’efficacité - la modélisation interne analyse la génération des couples de freinage engendrés par les patins qui pressent les disques fixés sur les essieux ; la commande de ces efforts est à la disposition du conducteur qui actionne la pédale de frein. Des schémas, des graphiques, des mécanismes technologiques illustrent la complexité et l’ingéniosité des réalisations technologiques. La synthèse de la fin de ce chapitre en résumé assez bien l’esprit et les résultats :

“Dans ce troisième chapitre ont été développés les éléments qui permettent de définir une méthodologie rigoureuse d’établissement de la commande d’un système de freinage pour le véhicule complet à deux essieux. Les résultats importants suivants ont été établis :

Il y a une répartition optimale des forces entre l’essieu avant et l’essieu arrière qui permet d’obtenir la décélération maximale théoriquement possible.

Avec les systèmes les plus simples cette répartition optimale n’est obtenue que dans des conditions particulières.

On peut réaliser les commandes qui correspondent en permanence à la commande optimale. Le système différentiel qui permet de les mettre en œuvre est étudié en détail.”

Le *chapitre quatre* traite de la stabilité de la trajectoire au freinage. Pour un mathématicien, il est sans doute l’un des plus intéressants, mais son contenu est fortement lié à tout ce qui précède. En fait l’auteur revient à la dynamique globale du véhicule sous l’angle du freinage ; cette partie n’avait été qu’ébauchée dans le livre précédent : une voiture est faite pour rouler et non pour vivre arrêtée ! On repart sur une modélisation adaptée au freinage afin d’écrire des équations partant de considérations cinématiques et dynamiques ; les résultats sont exprimés en variables lagrangiennes ou eulériennes suivant les nécessités de la conception et du calcul des différents organes du freinage. Ces équations permettent de mettre en forme une simulation conduisant à des résultats présentés sous forme de diagrammes et de tableaux prenant en compte de nombreux paramètres : vitesses, angles au vent, vitesse de lacets, rayon de virage, accélérations, etc. Dans le paragraphe 4.4 on trouvera une étude de la stabilité à partir d’un système linéarisé au voisinage d’un état stationnaire du mouvement d’un véhicule. De cette analyse l’auteur déduit des conditions générales de stabilité et des valeurs numériques utiles aux concepteurs d’une automobile. La notion de stabilité est fondamentale sous plusieurs angles : le conducteur doit toujours être maître de son véhicule, il doit en contrôler tous les mouvements, ce qui l’amène à freiner dans des situations souvent imprévues sous des contraintes de rapidité et de précision afin d’assurer la sécurité des passagers et celle de tout l’environnement de la voiture. C’est sans doute en reprenant l’étude théorique de la partie mathématique de chapitre que des mathématiciens pourraient apporter des

méthodes et des raffinements intéressants, toutefois, pour les praticiens, les résultats obtenus semblent suffisants.

Je me permettrai de petites critiques, la première porte sur l’absence de considérations énergétiques. Le freinage a entre autres pour conséquence de dégrader en énergie calorifique de l’énergie cinétique noble obtenue à partir de réserves fossiles qui se raréfient. A l’heure des économies, des luttes contre les gaspillages et les pollutions il serait bon de récupérer tout ou partie de l’énergie dissipée dans les freins. Pour les Formules 1, les constructeurs commencent à se préoccuper du transfert de l’énergie du freinage en énergie susceptible d’améliorer les accélérations ultérieures, mais on est encore loin d’une solution satisfaisante car les mécanismes de récupération embarqués alourdissent le poids du véhicule et donc augmentent la consommation de carburant. La seconde critique concerne l’étude de la stabilité : j’aurai souhaité trouver des pistes sur des méthodes utilisant des fonctions de Liapouov, mais je sais aussi que trouver ce type de fonctions pour des systèmes simples est déjà un problème difficile. Alors, face à un système mathématiquement et techniquement complexe, cette critique n’a peut-être pas sa place, mais plutôt que chercher des fonctionnelles de Liapounov sur des équations particulières, pourquoi ne pas faire des essais sur des cas concrets et utiles ?

Si la multitude des équations, des schémas, des tableaux, des diagrammes peut donner l’impression d’une lecture un peu aride, les textes d’explications, les commentaires, sont rédigés dans une langue simple, claire et précise, ce qui est de plus en plus rare dans la rédaction de textes scientifiques et techniques.

Lisez ce livre et faites le lire, il est agréable, on y apprend beaucoup de mécanique et on y trouve de fortes motivations pour faire des mathématiques.

Par G. Tronel

SHUJI KAJITA, HIROHISA HIRUKAWA, KENSUKE HARADA, KAZUHITO YOKOI : *Introduction à la commande des robots humanoïdes*-Traduit du japonais par Sophie Sakka, Editeur : Springer, 2009, 215 pages ; ISBN 978-2-287-87715-5

Pour introduire cette analyse je commencerai par trois citations. La première extraite de la préface rédigée par la traductrice :

“Nourris de science-fiction, de l’espoir d’un monde meilleur et d’un futur improbable, les acteurs de la robotique humanoïde ont des motivations qui semblent sorties tout droit d’un rêve. Quel défi de se mesurer à l’un des systèmes biologiques les plus complexes que nous connaissons : l’être humain ! Marcher comme lui, sentir et s’exprimer comme lui autant de challenges scientifiques et technologiques qui commencent à voir le jour.”

La seconde citation est tirée du mot des auteurs :

“Les robots humanoïdes que nous pouvons voir à la télévision et dans les expositions peuvent marcher et réaliser des danses spectaculaires comme s’ils étaient dotés d’une âme. Beaucoup de gens s’interrogent ; ” Incroyable ! Mais comment

fait-on cela ? ” Le premier objectif de ce livre est de répondre à cette question. Nous y présentons les théories et les technologies actuelles, notamment notre robot humanoïde HRP-2. Des approches semblables ont été mises en place pour d’autres robots célèbres, comme ASIMO de Honda et QRIO de Sony.”

La dernière est le premier paragraphe du chapitre 1, Introduction :

“Un robot humanoïde est un robot de forme humaine. La plupart des robots de science-fiction que nous voyons sur les écrans sont dotés d’une apparence humaine ; c’est pourquoi, pour beaucoup de gens, le robot humanoïde est le robot par défaut. Du point de vue de la robotique, il est difficile d’affirmer qu’un robot créé pour effectuer les tâches de l’homme doit absolument être de forme humaine. Les avions, par exemple, n’ont pas l’apparence des oiseaux. Plus généralement, les tâches auxquelles un robot est destiné déterminent sa forme idéale.”

Ces citations ont pour objectif d’éviter de livrer des considérations personnelles sur les robots et de couper court à des discussions de type pseudo-philosophique, spéculations qui consisteraient, par exemple, à comparer l’homme-machine de Descartes à la machine-homme qui se cache derrière le robot !

La structure du livre est traditionnelle : après une préface, un mot des auteurs, une table des matières, une table des illustrations (de cinq pages !), une liste des tableaux (d’une ligne !), le sujet est développé sur six chapitres :

- 1 Introduction.
- 2 Cinématique.
- 3 Dynamique et ZMP.
- 4 Marche bipède.
- 5 Mouvements de l’ensemble du corps.
- 6 Simulation dynamique.

L’ouvrage se termine par une bibliographie de 91 références, la plupart d’auteurs japonais, et un index qui comporte de nombreux acronymes difficiles à décrypter mais qui deviennent familiers au cours de la lecture.

Cet ouvrage est abondamment illustré : schémas, tableaux, dessins, photos, aident à la représentation géométrique des mouvements des robots en vue de mises en équations à partir de considérations mécaniques qui adoptent une décomposition classique : cinématique des états quasi-stationnaires, dynamique des mouvements rapides, stabilité - un robot humanoïde peut se comporter souvent dans ses déplacements comme un pendule inversé dont l’articulation serait animée de mouvements dont certains peuvent être imprévisibles ; comme pour les humains, les problèmes de stabilité sont donc cruciaux, le robot doit éviter les chutes.

Il faudrait analyser en détail le contenu de chaque chapitre, mais ceci serait fastidieux, aussi je me bornerai, comme je le fais quelquefois, à donner un résumé de l’ensemble et je focaliserai mon attention sur un chapitre, celui qui m’a posé le plus de problèmes et que je n’ai pas complètement compris.

Le chapitre 1, sous-titré Introduction, est une présentation de l’ensemble de l’ouvrage ; il est parsemé de nombreuses illustrations qui permettent de fixer les

idées, d'énoncer les problèmes, de donner des indications sur les solutions techniques et sur les programmations utiles dans les simulations. On y trouve développées des considérations sur les relations d'un robot humanoïde avec son environnement et notamment le contact avec le sol. Les figures 1.6 et 1.7 présentent des images de marche sur un sol irrégulier et de chutes : un robot qui tombe doit pouvoir se relever.

Le chapitre 2, Cinématique, est celui qui est le plus accessible à une compréhension immédiate puisqu'il part de la géométrie des articulations cylindriques ou sphériques, de systèmes articulés construits sur le modèle de parties du corps humain - bras, jambes, tête, pieds. La cinématique est ici conçue d'un point de vue quasi-statique pour la géométrie et prolongée par des calculs de vitesse et d'accélération, mais pratiquement sans considération des efforts mécaniques indispensables à la réalisation des mouvements. Les problèmes difficiles posés par la cinématique inverse sont clairement formulés. Mais au fait, qu'est-ce que la cinématique inverse ? Pour résumer schématiquement cette notion, on peut dire qu'il s'agit de résoudre le problème du déplacement d'un objet d'une position A à une position B, A et B n'étant pas proches l'une de l'autre, mais le passage de l'une à l'autre doit s'effectuer par une suite de déplacements infinitésimaux qu'il faut programmer, autant que possible à l'avance, en prenant en compte des obstacles éventuels et des événements imprévisibles, tout ceci dans un cadre d'optimalité d'espace, de temps, de respect de l'environnement : les robots ne devraient pas être agressifs sauf s'ils sont programmés pour faire la guerre !

C'est le chapitre 3, Dynamique et ZMP, qui a retenu plus particulièrement mon attention. Dès le titre on peut être intrigué par l'acronyme (Zero-Moment Point) dont la définition correspond à un point de moment nul des actions mécaniques au contact des pieds du robot avec le sol. Cette notion est très utile puisque qu'elle correspond à une condition nécessaire du comportement du robot, à ce titre elle figure sous forme encadrée et en caractère gras : " Le ZMP existe toujours à l'intérieur du polygone de sustentation ". On comprend l'importance du ZMP car il est lié à l'équilibre du robot en position statique et en état de mouvement. Dans ce dernier cas, il faut faire une analyse détaillée des actions mécaniques, ce qui conduit à la précision suivante : en trois dimensions le ZMP correspond à un point pour lequel les composantes horizontales du moment résultant de la force de réaction du sol s'annulent. Dans la suite du chapitre on trouve une analyse du ZMP pour l'ensemble des contacts, puis pour chaque pied, puis pour les deux pieds dans différentes situations de contact. Au paragraphe 3.3 on arrive à l'étude globale de la dynamique d'un robot humanoïde : détermination du centre de masse qui varie en fonction de la position relative des différentes parties mobiles du robot, mouvement de translation du centre de masse, expression dynamique de la quantité de mouvement, puis analyse du problème plus compliqué du moment cinétique. Tout cela pour aboutir à l'introduction des grandeurs liées au moment cinétique : tenseur d'inertie de solides ou d'un ensemble de solides notamment, et finalement calcul du moment cinétique du robot. On

arrive ainsi à la détermination du ZMP par des calculs qui ne sont bien souvent qu’approchés mais suffisants pourvu qu’ils soient précis et faciles à programmer. Ce chapitre s’achève par des remarques à caractère technique et une reconnaissance des limites de cette notion de ZMP. Un court paragraphe est consacré aux propriétés de l’enveloppe convexe d’un ensemble géométrique. Je regrette que la partie mathématique proprement dite se limite à ce paragraphe, mais les modèles proposés ou suggérés laissent au mathématicien des champs d’intervention importants.

Le chapitre 4, Marche bipède, est suffisamment défini par son titre ; d’un point de vue modélisation, il traite des mouvements de pendule inversé en deux ou en trois dimensions avec applications aux réalisations techniques des jambes, puis à l’extension des organes indispensables à la marche sur sol non horizontal en deux ou trois dimensions. Ce long préliminaire aboutit à une définition des paramètres de la marche. Page 121 figure un tableau permettant de définir les étapes d’un algorithme de génération d’un modèle de marche fondé sur la méthode du LIP-3 (Linear Inverted Pendulum). Ici les auteurs abordent les notions technologiques et les réalisations pratiques qui doivent aussi traduire les commandes et les contrôles. Bien évidemment une étude de la stabilité s’impose, elle n’est ici qu’ébauchée.

Après la marche bipède, phénomène global, le chapitre 5 traite des mouvements de l’ensemble du corps : ici on fait appel très largement à des enregistrements et à des captures à partir des mouvements de danses. Dans le paragraphe 5.4 les auteurs s’intéressent à la téléopération des robots humanoïdes, notion que l’on pourrait qualifier, pour être bref, d’analyse du comportement d’un robot en temps réel, (voir figure 5.18 une expérience de téléopération). Je résume la fin du chapitre sous forme de question : Que fait un robot lorsqu’il tombe ? La réponse évidente est qu’il doit se relever, mais le problème posé est : Comment se relève-t-il ? (figures 5.22 et suivantes).

Le chapitre 6, Simulation dynamique, est devenu familier en mathématiques appliquées ; pour ceux qui n’auraient pas d’exemples en tête et qui voudraient comprendre comment les auteurs conçoivent les problèmes de simulation, le chapitre traite en détail le cas d’une toupie qui met en jeu des situations analogues à celles rencontrées dans les mouvements d’un pendule inversé : les résultats sont alors exploités pour étudier la dynamique de systèmes articulés en commençant par la dynamique directe qui laisserait supposer qu’il devrait exister une dynamique inverse à peine ébauchée. A la fin du chapitre des annexes donnent quelques informations sur des programmes de manipulation des forces et des moments.

Cet ouvrage qui devait tenir compte de la difficulté du sujet et des contraintes éditoriales, laisse une impression de manque, mais il s’agit là d’impressions subjectives : comme je l’ai déjà écrit, j’aurais aimé trouver plus de mathématiques, - des équations, des théorèmes ! - mais aussi des considérations énergétiques, une brève étude sur les coûts des réalisations et des recherches,. Cela aurait sans doute conduit à doubler le nombre de pages et pourrait faire l’objet d’un autre livre, ou

REVUE DE PRESSE

alors ces travaux existent déjà et figurent peut-être dans la littérature spécialisée que je ne connais pas.

Je suis sorti épuisé, mais satisfait, de la lecture de ce livre ; j’ai essayé d’y apprendre beaucoup de choses, d’utiliser des connaissances acquises, mais je reste un peu désarmé face aux défis que lancent les auteurs.

Je recommande le livre à tous les mathématiciens curieux, je suis convaincu qu’ils y trouveront, comme moi, matière à l’acquisition de connaissances utiles à leur réflexion et à leurs pratiques, qu’ils sauront formuler des problèmes nouveaux ou reformuler des problèmes anciens à la lumière d’idées glanées au cours de la lecture de cet ouvrage. Les spécialistes des automates devraient pouvoir interférer plus effectivement avec tous les problèmes liés à cette robotique des humanoïdes mécaniques.

Par G. Tronel

CORRESPONDANTS RÉGIONAUX

Amiens *Serge Dumont*
LAMFA
Université Picardie Jules Verne
33 rue Saint Leu 80039 AMIENS Cedex
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 *Arnaud Munch*
Mathématiques
UFR Sciences et Techniques
16 route de Gray
25030 Cedex BESANÇON
Tél. : 03 81 66 63 16 - Fax : 03 81 66 66 23
arnaud.munch@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 Cézeaux
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@dma.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

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 *Marius Tucsnak*
Institut Elie Cartan
Université de Nancy 1 - BP 239
54506 VANDOEUVRE les NANCY cedex
Tél. : 03 83 68 45 63 - Fax : 03 83 68 45 34
Marius.Tucsnak@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 *Maitine 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 *Olivier Glass*
Laboratoire Jacques-Louis Lions,
Case courrier 187
Univ. Pierre et Marie Curie
4 place Jussieu - 75250 PARIS Cedex 05
Tél. : 01 44 27 71 69 - Fax : 01 44 27 72 00
glass@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 Tassiny
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 Cedex
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 - École Polytechnique
Route de Saclay
91128 PALAISEAU
Tél. : 01 69 33 45 87 - Fax : 01 69 33 46 46
debouard@cmapx.polytechnique.fr

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

Rouen *Ellen Saada*
LMRS, UMR 6085 CNRS
Univ. de Rouen, Technopole du Madrillet
Avenue de l'Université, BP.12
76801 Saint-Etienne-du-Rouvray
Tél. : 02 32 95 52 62 - Fax : 02 32 95 52 86
Ellen.Saada@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*
Université 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*
Laboratoire 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

Versailles-St Quentin *Tahar Boulmezaoud*
Laboratoire de Mathématiques
Université de Versailles SQY
45 avenue des États-unis
78035 VERSAILLES
Tél. : 01 39 25 36 23 Fax : 01 39 25 46 45
boulmezaoud@math.usvq.fr